СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ 2, 2017

ISSN 1812–7320

Импакт-фактор РИНЦ = 0,738

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

Бичурин Мирза Имамович (д.ф.-м.н., профессор)
Бошенятов Борис Владимирович (д.т.н.)
Гайсин Ильгизар Тимергалиевич (д.п.н., профессор)
Гилев Анатолий Владимирович (д.т.н., профессор)
Гладилина Ирина Петровна (д.п.н., профессор)
Гоц Александр Николаевич (д.т.н., профессор)
Грызлов Владимир Сергеевич (д.т.н., профессор)
Елагина Вера Сергеевна (д.п.н., профессор)
Завьялов Александр Иванович (д.п.н., профессор)
Захарченко Владимир Дмитриевич (д.т.н., профессор)
Ломазов Вадим Александрович (д.ф.-м.н., доцент)
Лубенцов Валерий Федорович (д.т.н., профессор)
Лукьянова Маргарита Ивановна (д.п.н., профессор)
Мадера Александр Георгиевич (д.т.н., профессор)
Марков Константин Константинович (д.п.н., профессор)
Микерова Галина Жоршовна (д.п.н., профессор)
Ольховая Татьяна Александровна (д.п.н., профессор)
Осипов Юрий Романович (д.т.н., профессор)
Пачурин Герман Васильевич (д.т.н., профессор)
Пен Роберт Зусьевич (д.т.н., профессор)
Пшеничкина Валерия Александровна (д.т.н., профессор)
Романцов Михаил Григорьевич (д.м.н., к.п.н., профессор)
Тутолмин Александр Викторович (д.п.н., профессор)
Ульянова Ирина Валентиновна (д.п.н., доцент)

Журнал «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. **Свидетельство – ПИ № 77-15597.**

Все публикации рецензируются. Доступ к журналу бесплатен.

Импакт-фактор РИНЦ = 0,738

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ

Учредитель: ИД «Академия Естествознания»
Издательство и редакция: Издательский Дом «Академия Естествознания»

Почтовый адрес –
г. Москва, 105037, а/я 47,
АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ,
редакция журнала «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

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

Подписано в печать 20.03.2017

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

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

Способ печати – оперативный
Усл. печ. л. 22
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2017/2
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФИНАНСОВОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Бериев И.Р., Минцаев М.Ш. 7

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ДОЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО БОРИРОВАНИЯ
Гадалов В.Н., Филонович А.В., Беседин А.Г., Ворначева И.В., Тураева О.А. 12

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ НА СТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ
Гильманшина Т.Р., Ковалева А.А., Борисюк В.А. 17

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ ВЬЕТНАМА
Коробочкин В.В., Нгуен Мань Хиеу, Нгуен Вань Ту, Усольцева Н.В. 23

К ВОПРОСУ ОБ ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ РАДИОАКТИВНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ
Короткова В.Е., Кадомцев Г.М., Черняев С.И. 28

МЕТОДИКА РАСПОЗНАВАНИЯ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ МАТЕРИАЛОВ ПО ПАРАМЕТРАМ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ
Лебедев А.С., Добролюбов А.Н., Лебедев Е.Л., Безруков А.В. 36

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАЗМЕННОГО ФАКЕЛА В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ АРГОНЕ
Лебедева Е.В., Микушев В.М., Чирцов А.С., Швагер Д.А. 41

ДРЕВОВИДНЫЙ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ УСЛОВНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЖИДАНИЙ
Никоненко Н.Д. 48

КОЭФФИЦИЕНТ ФОРМЫ ЗЕРЕН ФРАКЦИЙ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ КАРБИДА КРЕМНИЯ ЧЕРНОГО
Носенко В.А., Александров А.А., Авилов А.В. 53

ПРОГРАММЫ-КРАУЛЕРЫ ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ О ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКИХ САЙТАХ ЗАДАННОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ – АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР
Печников А.А., Сотенко Е.М. 58

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ В ВУЗЫ РОССИИ
Пыхтин А.И., Мезенцева А.Г. 63

О МЕТОДИКЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ АПК «БОРТ» ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛОКОМОТИВА
Четвергов В.А., Величко М.С., Мишин А.И., Сиряк П.А. 69

КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОАГУЛОПАТИИ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЛЕПТОСПИРОЗОМ
Шкиря Т.В., Мойсова Д.Л., Усатиков С.В., Городин В.Н. 74

СВЧ-ПИРОЛИЗ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В ПРИСУТСТВИИ ГИДРОКСИДА КАЛИЯ
Яцун А.В., Коновалов П.Н., Коновалов Н.П. 83

Педагогические науки (13.00.00)

УЧЕБНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ХАРАКТЕРА В ЛЕКЦИОННОМ КУРСЕ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ
Агафонова И.П. 88

РАННЯЯ ПРОФОРИЕНТАЦИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ СОЦИАЛЬНО-КОММУНИКАТИВНОГО И ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Антонова М.В., Гришняева И.В. 93

ИЗМЕРЕНИЕ ИНТЕРЕСА ШКОЛЬНИКОВ К ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
Барашева О.Г., Маслак А.А., Поздняков С.А. 97

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У СТУДЕНТОК III ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРУППЫ ЗДОРОВЬЯ
Игнатьева Е.П., Лебединский В.Ю. 102

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ КОМПАНИЙ SUNRAV И ISPRING ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД ВОЕННО-УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Киргинцева Н.С., Нечаев С.А. 108

МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ АКЦЕНТОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ПРИ УСВОЕНИИ РУССКИМИ ЛЕКСИКИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ
Корнев В.А., Дедова О.М., Кателина Л.С. 113

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ДВУЯЗЫЧНЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРОГРАММ МЕЖДУНАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Краснощеков В.В., Галунова К.В., Семенова Н.В. 117

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
Лаврова Е.В., Асриев С.А. 121

ФОРМИРОВАНИЕ МУЗЫКАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ И ЗАРУБЕЖНОМ ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ОПЫТЕ
Медведь Э.И. 126

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КОМАНДНОЙ СПЛОЧЕННОСТИ ГРУППЫ ДЕТЕЙ 7–9 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СИНХРОННЫМ ПЛАВАНИЕМ
Николаева О.О., Иванушкина Е.С., Марков К.К., Сидорова Е.Н. 131

ГУМАНИТАРНАЯ КУЛЬТУРА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ
Павлова Л.В., Савва Л.И. 136

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА
Панова Н.Г., Умеркаева С.Ш. 141

ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПРИ СТУПЕНЧАТО НАРАСТАЮЩЕЙ НАГРУЗКЕ У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД
Петров Р.Е., Бекмансуров Р.Х. 147

ОБЪЕКТИВНАЯ И СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ И ОТНОШЕНИЕ К ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ В СРЕДЕ СТУДЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ
Попованова Н.А., Синдеева Л.В., Кравченко В.М., Казакова Г.Н., Медведева Н.Н., Синдеев М.М. 152

БРОСКОВАЯ ПОДГОТОВКА В БАСКЕТБОЛЕ
Притыкин В.Н. 157

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЕ
Тарбокова Т.В. 167

О МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ ДИСЦИПЛИН ИЗ ОБЛАСТЕЙ МАТЕМАТИКИ, ИНФОРМАТИКИ, МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
Фокин Р.Р., Атоян А.А., Абиссова М.А. 172

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROL OF FINANCIAL ACTIVITIES SMALL INNOVATIVE ENTERPRISES
Beriev I.R., Mincaev M.Sh. 7

THE RESEARCH STRESS STATE IN SURFACE LAYERS OF HYPOEUTECTOID STEEL AFTER ELECTROLYSIS BORATING
Gadalov V.N., Filonovich A.V., Besedin A.G., Vornacheva I.V., Turaeva O.A. 12

INFLUENCE OF GRAPHITE EFFECT QUALITY ON THE PROPERTIES OF AQUEOUS COATINGS AND ANTIBURNING STRUCTURE CASTINGS MADE OF ALUMINUM ALLOYS IS INVESTIGATED
Gilmanshina T.R., Kovaleva A.A., Borisyuk V.A. 17

STUDY OF CHEMICAL ACTIVATION OF PRODUCT AFTER THERMAL TREATMENT OF RICE HUSK IN VIETNAM
Korobochkin V.V., Nguyen Manh Hieu., Nguyen Van Tu., Usoltseva N.V. 23

TO THE QUESTION OF PURIFICATION OF AIR OF RADIOACTIVE AEROSOLS
Korotkova V.E., Kadomtsev G.M., Chernyaev S.I. 28

METHOD OF RECOGNIZING THE EXTENT OF DAMAGE OF MATERIALS ON PARAMETERS ACOUSTIC EMISSION SIGNALS
Lebedev A.S., Dobrolyubov A.N., Lebedev E.L., Bezrukov A.V. 36

PLASMA TORCH MODELLING IN LOW TEMPERATURE ARGON
Lebedeva E.V., Mikushev V.M., Chirtsov A.S., Shvager D.A. 41

THE TREE ALGORITHM FOR CALCULATION OF CONDITIONAL MATHEMATICAL EXPECTATIONS
Nikonenko N.D. 48

THE SHAPE FACTOR OF GRINDING POWDERS FRACTIONS OF BLACK SILICON CARBIDE
Nosenko V.A., Aleksandrov A.A., Avilov A.V. 53

CRAWLERS FOR COLLECTIG THE DATA FROM OFFICIAL SITES OF GIVEN SUBJECT AREA – ANALITICAL REVIEW
Pechnikov A.A., Sotenko E.M. 58

THE FUNCTIONAL MODEL OF CENTRALIZED ADMISSION CAMPAIGN TO THE UNIVERSITIES OF RUSSIA
Pykhtin A.I., Mezentseva A.G. 63

A METHOD OF USING HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX BORT DATABASE FOR LOCOMOTIVE TECHNICAL CONDITION EVALUATION
Chetvergov V.A., Velichko M.S., Mishin A.I., Siryak P.A. 69

CLASSIFICATION ANALYSIS OF COAGULOPATHY IN THE DECISION SUPPORT SYSTEM WHEN HAPPENED THE LEPTOSPIROSIS DISEASES
Shkirya T.V., Moysova D.L., Usatikov S.V., Gorodin V.N. 74

MICROWAVEPYROLYSIS OFSCRAPTIRES IN THE PRESENCE OF POTASSIUM HYDROXIDE
Yatsun A.V., Konovalov P.N., Konovalov N.P. 83

Pedagogical sciences (13.00.00)

EDUCATIONAL PROBLEMS OF AN INTERDISCIPLINARY NATURE IN LECTURES CHEMICAL DISCIPLINE AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF STUDENT COMPETENCES AT THE PHARMACEUTICAL COLLEGES
Agafonova I.P. 88

EARLY PROFESSIONAL ORIENTATION AS AN ELEMENT OF SOCIO-COMMUNICATIVE AND COGNITIVE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL CHILDREN
Antonova M.V., Grishnyaeva I.V. 93

MEASUREMENT OF SCHOOL STUDENTS' INTEREST IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES
Barasheva O.G., Maslak A.A., Pozdnyakov S.A. 97

ENHANCE PHYSICAL PERFORMANCE AND THE DEVELOPMENT OF GENERAL ENDURANCE IN STUDENTS OF III FUNCTIONAL GROUPS OF HEALTH
Ignateva E.P., Lebedinskiy V.Yu. 102

PEDAGOGIC POTENTIAL OF SUNRAV AND ISPRING SOFTWARE FOR CREATING PROFESSION-ORIENTED DIDACTIC LEARNING ENVIRONMENTS OF MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS
Kirgintseva N.S., Nechaev S.A. 108

METHODS OF PREVENTION OF INTERFERENCE IN THE ASSIMILATION OF THE RUSSIAN INTERNATIONAL VOCABULARY OF THE GERMAN LANGUAGE
Kornev V.A., Dedova O.M., Katelina L.S. 113

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF BILINGUAL TEXTBOOKS FOR MATHEMATICAL DISCIPLINES OF INTERNATIONAL EDUCATION PROGRAMS
Krasnoschekov V.V., Galunova K.V., Semenova N.V. 117

PROBLEMS OF TRAINING OF PROFESSIONAL PERSONNEL FOR PUBLIC ADMINISTRATION
Lavrova E.V., Asriev S.A. 121

BASES OF FORMATION OF MUSICAL-AESTHETIC CULTURE OF PERSONALITY IN THE DOMESTIC AND FOREIGN PEDAGOGICAL EXPERIENCE
Medved E.I. 126

INCREASING THE LEVEL OF COMMAND COHESION CHILDREN 7–9 YEARS ENGAGED IN SYNCHRONIZED SWIMMING
Nikolaeva O.O., Ivanushkina E.S., Markov K.K., Sidorova E.N. 131

HUMANITARIAN CULTURE AND SOCIAL DEVELOPMENT OF A PERSONALITY
Pavlova L.V., Savva L.I. 136

SOME ASPECTS OF TRAINING BACHELOR OF SOCIAL-CULTURAL ACTIVITIES IN THE CONDITIONS OF PEDAGOGICAL HIGH SCHOOL
Panova N.G., Umerkaeva S.Sh. 141

DYNAMICS OF HEART RATE ON STEPPED GROWING LOAD HAVE SKIERS IN THE PREPARATORY PERIOD
Petrov R.E., Bekmansurov R.Kh. 147

OBJECTIVE AND SUBJECTIVE ASSESSMENT CONSTITUTION AND RELATION TO PHYSICAL TRAINING AMONG STUDENTS OF DIFFERENT DIRECTIONS TRAINING
Popovanova N.A., Sindeeva L.V., Kravchenko V.M., Kazakova G.N., Medvedeva N.N., Sindeev M.M. 152

SHOOTING TRAINING IN BASKETBALL
Pritykin V.N. 157

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN TEACHING STUDENTS IN LINEAR ALGEBRA
Tarbokova T.V. 167

ON MOTIVATION TO LEARN HIGH SCHOOL SUBJECTS IN MATHEMATICS, COMPUTER SCIENCE, MATHEMATICAL AND INFORMATION MODELING
Fokin R.R., Atoyan A.A., Abissova M.A. 172

УДК 004.4:330.4

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФИНАНСОВОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Бериев И.Р., Минцаев М.Ш.

ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова», Грозный, e-mail: islamberiev90@mail.ru

В данной статье рассматриваются основные моменты создания и развития малых инновационных предприятий в России. Раскрываются структура и текущее состояние созданных малых инновационных предприятий. Рассматривается роль информационных технологий в организации финансового мониторинга. Тема исследований является актуальной, поскольку от объективного анализа и прогнозирования финансового состояния малых инновационных предприятий зависит эффективность развития инновационной деятельности. На основе проведенного анализа авторами предлагается идея для успешного функционирования малых инновационных предприятий, в частности идея создания информационной системы финансового мониторинга и управления деятельностью малых инновационных предприятий. Описываются технология создания предлагаемой системы и функциональные возможности этой системы. Перечисляются направления, в которых нужно развивать и усовершенствовать систему. Оговариваются цели и задачи, которые решаются созданием подобной системы.

Ключевые слова: малые инновационные предприятия, инновация, инновационный бизнес, системы управления, системы мониторинга

INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROL OF FINANCIAL ACTIVITIES SMALL INNOVATIVE ENTERPRISES

Beriev I.R., Mincaev M.Sh.

Grozny State Oil Technical University of a name Akkad. M.D. Millionschikova, Grozny, e-mail: islamberiev90@mail.ru

This article discusses highlights of the creation and development of small innovative enterprises in Russia. Reveals the structure and created the current state of small innovative enterprises. The role of information technology in the financial monitoring. Subject of research is relevant, since the objective of analyzing and forecasting the financial condition of small innovative enterprises depends on the effectiveness of innovation. Based on the analysis the authors propose the idea to the successful operation of small innovative enterprises, in particular the idea of creation of information system of financial monitoring and control of small innovative enterprises activities. It describes the technology of creation of the proposed system and the functionality of the system. Lists the direction in which to develop and improve the system. Stipulating the objectives and tasks, which are solved creation of such a system.

Keywords: small innovative enterprises, innovation, innovative business, management system, monitoring system

От эффективности использования существующих ресурсов зависит становление и развитие любой экономики. Если политика страны держит курс на повышение конкурентоспособности экономики, то целесообразность применения факторов производства становится неотъемлемой частью этой политики.

Экономика нашей страны держит курс на повышение эффективности использования научно-образовательных ресурсов. Непосредственно воздействие на конкурентоспособность экономики нашей страны оказывает создание и продвижение инновационной системы.

21 век – это век информационных технологий, которые развиваются стремительной скоростью. И в условиях бурного развития IT-технологий одной из основных задач, которые стоят перед Россией, является сохранение основы научно-технического потенциала. Для достижения этой цели проводится реорганизация научно-технической сферы, перед которой стоит задача реструктурирования сети научных организаций, совершенствование ее структуры.

В рамках выполнения этих целей был принят Федеральный закон № 217-ФЗ от 02.08.2009, позволяющий вузам и научным организациям, которые являются бюджетными учреждениями, быть учредителями инновационных предприятий в целях практического внедрения результатов интеллектуальной деятельности (РИД).

Закон № 217-ФЗ направлен на формирование благоприятных условий для эффективного развития бизнеса в сфере инноваций. Основная задача данного закона – это коммерциализировать резуль-

таты научно-образовательной деятельности. Также данный закон решает проблему трудоустройства будущих выпускников, предоставляя рабочие места в создаваемых малых инновационных предприятиях. Закон предоставляет образовательным организациям высшего образования, являющимся бюджетными или автономными учреждениями, право быть учредителями МИП, деятельность которых заключается во внедрении результатов интеллектуальной деятельности. При этом исключительные права на эти разработки должны принадлежать университету.

Малые инновационные предприятия – это предприятия, которые разрабатывают и внедряют в производство наукоемкие технологии и изделия. Малые инновационные предприятия – это звено, которое связывает науку и производство.

Результатом интеллектуальной деятельности могут быть:

- произведения науки, литературы и искусства;
- программы для электронных вычислительных машин (программы для ЭВМ);
- базы данных;
- изобретения;
- полезные модели;
- промышленные образцы;
- селекционные достижения;
- топологии интегральных микросхем;
- секреты производства (ноу-хау);
- фирменные наименования;
- товарные знаки и знаки обслуживания;
- наименования мест происхождения товаров;
- коммерческие обозначения.

На рис. 1 представлена диаграмма создания малых инновационных предприятий с момента издания закона. А на рис. 2 диаграмма распределения созданных малых инновационных предприятий по федеральным округам [5].

В связи с формированием большого количества малых инновационных предприятий в научных и образовательных организациях и для повышения эффективности использования экономического потенциала инновационных предприятий необходимо усовершенствовать систему управления ими на базе полной и актуальной информации о функционировании этих предприятий. Одним из направлений решения данной задачи является разработка и применение информационной системы финансового мониторинга и управления деятельностью МИП [1].

Под понятием финансового мониторинга деятельности предприятия понимают специальным образом организованное, систематическое наблюдение за экономическим состоянием предприятия, с целью его оценки, финансового контроля и прогноза.

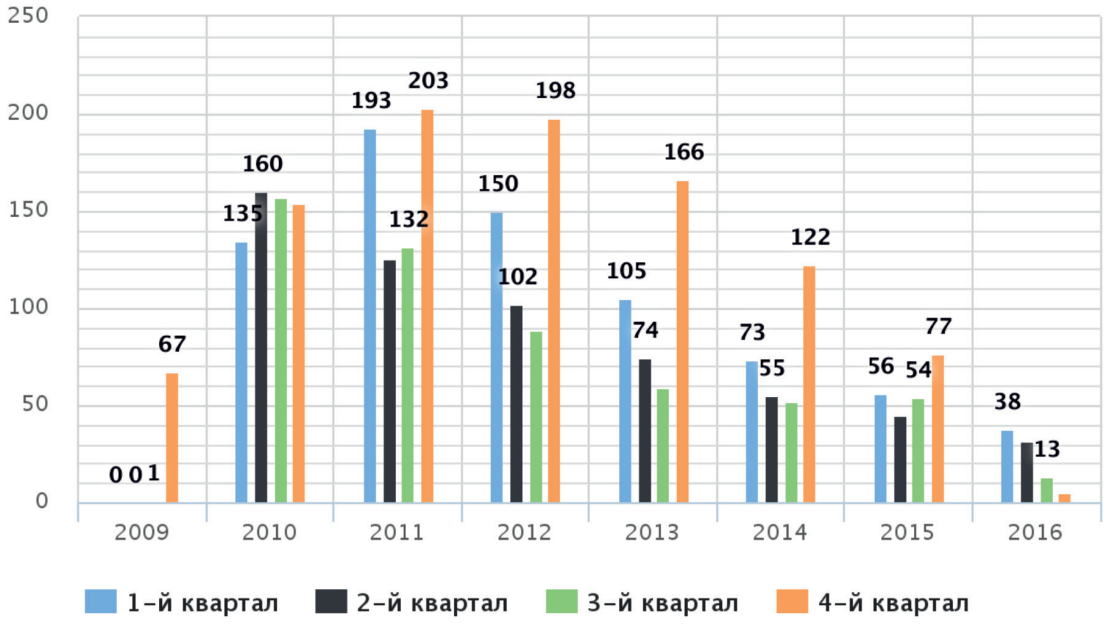


Рис. 1. Диаграмма распределения созданных хозяйственных обществ (хозяйственных партнерств) по федеральным округам

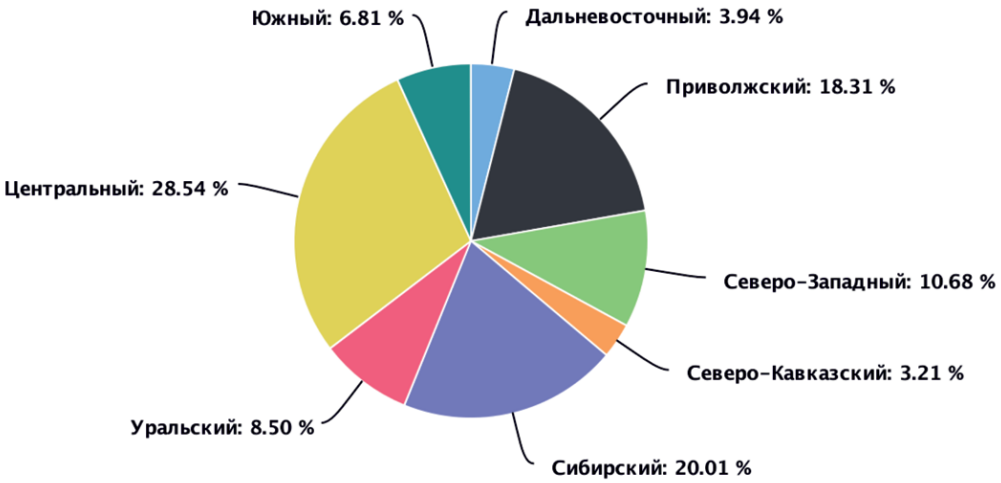


Рис. 2. Распределение созданных хозяйственных обществ (хозяйственных партнерств) по федеральным округам

Спектр потенциальных применений информационных систем мониторинга и управления достаточно широк. Например, в сфере государственного управления это могут быть вопросы, связанные с эффективностью управления государственной собственностью. В сфере банковского и лизингового бизнеса это могут быть вопросы, связанные с оценкой потенциальных заемщиков с учетом отраслевых особенностей. Применение методов финансового мониторинга основано на наличии должной информационной базы, которая объединяет в себе все элементы финансового мониторинга. Однако в российской экономической практике наблюдается недостаточное использование систем мониторинга в плане прогнозирования возможных воздействий.

Развитие систем мониторинга требует обязательного применения новых аспектов к ее организации. Качество, рациональность и скорость принимаемых решений в процессе мониторинга в большей степени зависят от достоверности, полноты и доступности информации. Немаловажное значение также имеет оперативность полученной информации и оперативность ее обработки. Исходя из этого, в формировании финансового мониторинга предприятий выделяются два важных аспекта: информационное обеспечение финансового мониторинга предприятий и его программная реализация [3].

Источник исходной информации должен отвечать следующим требованиям:

- информация должна быть структурирована, что даст возможность использовать ее в математических моделях;
- должна включать выборку из достаточного числа предприятий, что позволит пронизать всю экономическую систему.

Так как источники информации о финансовом состоянии предприятий достаточно ограничены, то в качестве исходных данных могут использоваться бухгалтерские отчетности.

Чтобы решить задачи мониторинга необходимо создать базу данных и соответствующее программное обеспечение, которая состоит из трех модулей:

- сбора информации;
- хранения и обработки информации;
- распределения информации.

Информационная система финансового мониторинга и управления деятельностью МИП должна учитывать не только состояние предприятия на данный момент, но и позволять предвидеть состояние предприятия для своевременной выработки управленческих решений. В связи с этим необходимо рассматривать систему в широком смысле: не просто как систему контроля и фиксации положения предприятия на данный момент, но и как систему, которая позволяет анализировать развитие предприятия за счет сочетания применения методов анализа и прогнозирования.

Учитывая то, что комбинирование методов анализа и прогноза для выработки управленческих решений является трудоемкой и сложной задачей не только с экономической, но и с математической точки зрения, возрастает актуальность рационального выбора экономико-математического набора инструментария, которая позволяет

комплексно реализовать задачу построения динамической модели анализа данных и прогнозирования.

Использование экономико-математических методов для реализации системы финансового мониторинга и управления деятельностью МИП предполагает использование соответствующих инструментальных средств.

В результате сравнительного анализа средств разработки в качестве основной среды разработки была выбрана среда «1С:Предприятие 8». Немаловажным при выборе среды программирования 1С являлся тот факт, что практически во всех вузах и научных организациях функционируют системы 1С, что облегчает возможность синхронизации данных между системами.

1С:Предприятие 8» – это система с открытым кодом, которая представляет собой совокупность механизмов, предназначенных для манипулирования различными типами объектов предметной области. Конкретный набор объектов, структуры информационных массивов, алгоритмы обработки информации определяет конкретная конфигурация. Платформа и конфигурация системы «1С:Предприятие» представляет собой уже готовый к использованию программный продукт для решения своего класса задач.

Система «1С:Предприятие» имеет компонентную структуру. Некоторые возможности, предоставляемые системой для решения задач автоматизации, являются базовыми, т.е. поддерживаются в любом варианте поставки программной среды. «1С:Предприятие» функционирует на двух уровнях – конфигурирование, обеспечивающее описание модели предметной области средствами системы, и исполнение, реализующее обработку данных предметной области.

При конфигурировании система оперирует объектами «Документы», «Справочники», «Отчеты», «Реквизиты» и другие. Построение и настройка взаимодействия этих элементов определяет концепцию системы. На уровне системы определены понятия и стандартные операции по работе с объектами. Инструменты конфигурирования создают среду описания структуры информации и алгоритмов, описывающих ее обработку с учетом специфики системы.

В процессе конфигурирования формируется структура информационной базы, алгоритмы обработки, формы диалогов и выходных документов. Информационная структура проектируется на уровне предусмотренных в системе типов обрабатываемых объектов предметной области. Конфигурирование использует визуальные средства настройки и языковые средства для описания специфических алгоритмов. «При работе пользователя в режиме исполнения конфигурация выполняется как штатными средствами, так и с использованием алгоритмов, созданных на этапе конфигурирования, что существенно при использовании пользователем собственных алгоритмов. В исследуемой предметной области возможность конфигурации системы «1С:Предприятие 8» позволяет создавать информационную структуру . на уровне предусмотренных в системе типов обрабатываемых объектов предметной области и определяет возможность управления различными типами объектов, структурами информационных массивов, алгоритмами обработки информации [2].

В качестве исходных показателей берутся показатели бухгалтерской отчетности предприятия.

Информационная система финансового мониторинга и управления деятельностью МИП позволяет регистрировать малые инновационные предприятия. Во время регистрации вводится вся информация о МИП: наименование, адрес, учредители, вид внесенного капитала, уставной капитал, банковские реквизиты, основные виды деятельности и т.д.

В данной системе будут реализованы модули бухгалтерского учета и финансового контроля, а также реализован модуль управления персоналом.

Модуль оперативного учета решает следующие функциональные задачи: управление материальными потоками, основными средствами, МБП и т.д.; продажи; закупки (автоматизированный сбор заявок на закупку и отслеживание приобретений); производство и т.д.

В модуль бухгалтерского учета входят следующие возможности: финансовые операции; основные средства; товарно-материальные ценности; взаиморасчеты; себестоимость; фонды; налоги; прибыль/убытки; финансовая и сводная отчетность (в системе содержится полный перечень бланков и отчетов для выполнения требований налоговой инспекции, Пенсионного фонда, статистики и т.д.).

Модуль финансового контроллинга выполняет функции, которые обеспечивают работу договорного отдела и отдела бюджетирования (финансовое планирование по различным статьям и отслеживание выполнения статей финансового плана) и взаиморасчеты.

Модуль управления персоналом выполняет стандартные для любой подобной

системы функции (кадры, табель/наряды, зарплата) [1].

Предложенная система способна ускорить процесс принятия управленческих решений и повысить их эффективность.

Следовательно, уместно развивать и дополнять возможности системы мониторинга и управления в следующих направлениях:

- анализ и моделирование бизнес-процессов в условиях реструктуризации и диверсификации предприятия;
- экономические и математические модели конкурентоспособного развития промышленных технологий и инвестиционных проектов с учетом коммерческих рисков, экономических, экологических и социальных аспектов развития предприятия;
- интегрированные информационные системы поддержки управления инвестиционными проектами в течение всего жизненного цикла производственных технологий и управление экономикой предприятия;
- совместимость баз данных технико-экономических показателей и параметров эффективности производственных технологий, переход на использование рекомендованных, стандартных и аттестованных технологических данных;
- способы реализации энергосберегающих технологий в условиях реального состава оборудования и устаревающих основных средств;
- информационная безопасность, интернет-технологии;
- применение результатов моделирования основных характеристик цикла производства и прогнозных результатов возможностей предприятия для формирования положительного общественного мнения в отношении развития отрасли [4].

Внедрением системы мониторинга и управления деятельностью МИП решаются следующие цели и задачи: предоставление лицу, принимающему решение (ЛПР), релевантных данных для принятия решений; ускорение выполнения отдельных операций по сбору и обработке данных; снижение количества решений, которые должно принимать ЛПР; повышение уровня контроля и исполнительской дисциплины; повышение оперативности управления; снижение затрат ЛПР на выполнение вспомогательных процессов; повышение степени обоснованности принимаемых решений [1].

Список литературы

1. Бериев И.Р. Автоматизированная система управления и мониторинга хозяйственной деятельностью малых инновационных предприятий вуза [Текст] / Инновационные технологии в производстве, науке и образовании: докл. III Межд. Науч.-прак. конф. (Грозный, 24–25 дек. 2013 г.). – Грозный, 2013. – С. 365–368.

2. Богачев В.В. Информационные технологии финансового мониторинга предприятий [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.13) / Богачев В.В. – Москва, 2010. – 134 с.

3. Богачев В.В. Модель развития финансового мониторинга предприятий на основе технологических и организационных возможностей компании «1С»: тезисы докл. XVI межд. науч.-практ. конф. – Москва, 2009.

4. Доронина Н.Д. Мониторинг экономического состояния, как элемент управления промышленным предприятием [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд. экон. наук (08.00.05) / Доронина Н.Д. – Москва, 2009. – 186 с.

5. Учет и мониторинг малых инновационных предприятий научно-образовательной сферы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// mip.extech.ru (дата обращения 12.11.2016).

УДК 532.72:620.198

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ДОЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО БОРИРОВАНИЯ

[1]Гадалов В.Н., [1]Филонович А.В., [1]Беседин А.Г., [1]Ворначева И.В., [2]Тураева О.А.

[1]Юго-Западный государственный университет, Курск;

[2]Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, e-mail: vornairina2008@yandex.ru

Рассмотрена математическая модель, описывающая динамику роста боридных слоев Fe_2B и FeB. Изучено напряженное состояние в фазах FeB и Fe_2B при электролизном борировании стальных образцов (сталь 45). Электролиз проводился в две стадии. Исследована микроструктура борированного слоя на образцах после электролиза, а также распределение поля остаточных напряжений в фазах FeB и Fe_2B с помощью рентгенографической методики. Определены основные причины возникновения остаточных напряжений в борированных слоях, получены эпюры напряжений. Эпюры напряжений рассчитывали по стандартной программе «построение парного уравнения регрессии» на ПЭВМ. Установлено, что характер распределения напряжений в большей степени зависит от режима борирования (наличие одной или двух боридных фаз в поверхностном слое), чем от термообработки после борирования. Установлено, что применение неразрушающего метода исследования напряженного состояния в поверхностных слоях изделий является эффективным средством контроля при химико-термической обработке.

Ключевые слова: сталь, борирование, напряженное состояние, остаточные напряжения, износостойкость, усталостная прочность, фаза, поверхностный слой

THE RESEARCH STRESS STATE IN SURFACE LAYERS OF HYPOEUTECTOID STEEL AFTER ELECTROLYSIS BORATING

[1]Gadalov V.N., [1]Filonovich A.V., [1]Besedin A.G., [1]Vornacheva I.V., [2]Turaeva O.A.

[1]South-West State University, Kursk;

[2]Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, e-mail: vornairina2008@yandex.ru

A mathematical model describing the dynamics of growth of boride layers and Fe2B FeB is considered. The state of stress in the phases and FeB Fe2B when electrolysis boriding of steel samples (steel 45) stud-ied. Electrolysis was carried out in two stages. Microstructure of borated layer on the samples after electrolysis, as well as the distribution of the residual stress field in phases and FeB Fe2B using radiographic techniques are investigated. The main causes of residual stresses in borated layers are defined stress distribution is obtained. Diagrams of stress was calculated from the standard program «to build a pair of regression equation» on the PC. It is found that the nature of the distribution of stresses is largely dependent on the mode of boriding (presence of one or two phases of boride in the surface layer) than the heat treatment after the boriding. It was found that the use of non-destructive method of stress state research articles layers surfaces is an effective monitoring tool for chemical and heat treatment.

Keywords: steel, borating, state of stress, residual stress, wear resistance, fatigue resistance, phase, surface layer

Одна из важнейших задач современного металловедения – создание новых технологий, позволяющих экономить энергетические и трудовые ресурсы машиностроительных предприятий, уменьшить расход дорогостоящих металлов и сплавов, увеличить надежность и ресурс двигателей, турбин аппаратов, различных машин и механизмов.

Как показывают исследования, создание высокоэффективных защитных диффузионных покрытий зачастую является единственно возможным средством улучшения эксплуатационных свойств ответственных деталей. Один из перспективных методов – процесс диффузионного насыщения металлов и сплавов бором, в результате чего на поверхности обрабатываемых изделий формируются химические соединения бориды, обладающие высокими антикоррозионными и износостойкими характеристиками в сочетании с жаропрочностью и жаростойкостью, обеспечивающими их широкое применение в различных отраслях машиностроения, химической и нефтегазовой промышленности.

Цель борирования – получение в поверхностном слое изделий из стали боридов железа, обеспечивающих высокую твердость поверхности.

При диффузионном насыщении железа и сталей бором применяются методы газового, жидкостного и электролизного борирования. Строение боридного покрытия определяется химическим составом базового материала, режимами насыщения и типом боросодержащей насыщающей среды [1]. Температура процесса влияет на структуру основного борида.

Износостойкость борированных стальных изделий зависит в большой степени от качества поверхностного слоя и структуры, получаемой при химико-термической обработке [2–4].

Сведения о влиянии борирования на усталостную прочность до настоящего времени носят противоречивый характер [2, 5]. Большинство исследователей считает, что причина различий заключается в характере распределения остаточных напряжений в поверхностных слоях глубиной до нескольких микрон.

В настоящей работе изучалось напряжённое состояние в фазах FeB и Fe_2B при электролизном борировании стальных образцов. А также рассмотрена математическая модель, описывающая динамику роста боридных слоев (рис. 1), с целью разработки оптимальных составов насыщающих сред и, соответственно, максимально эффективных технологических режимов.

Для разработки оптимальных составов насыщающих сред и, соответственно, максимально эффективных технологических режимов следует выявить наиболее вероятные механизмы протекания процессов на всех рассматриваемых стадиях с выделением основного лимитирующего звена и последующего описания кинетики зарождения и формирования боросодержащих покрытий. При исследовании механизмов формирования диффузионных слоев необходимо установить направление роста боридных игл по отношению к насыщаемой поверхности, перемещение межфазных границ, изменение концентрации напряжений, фазовый состав. В дальнейшем в совокупности это позволит построить модельную схему электролизного борирования, описывающую механизмы формирования и распределения фаз в диффузионной зоне.

При определенных допущениях распределения концентраций бора C_1 (в фазе FeB) и C_2 (в фазе Fe_2B) должны удовлетворять уравнениям

$$\frac{\partial C_1}{\partial t} = D_1 \frac{\partial^2 C_1}{\partial Z^2}, \frac{\partial C_2}{\partial t} = D_2 \frac{\partial^2 C_2}{\partial Z^2}, \qquad (1)$$

где D_1, D_2 – коэффициенты диффузии бора в фазах FeB и Fe_2B соответственно.

Запишем граничные условия задачи:

$$Z = 0: C_1 = C_{1H};$$

при

$$Z = h_1(t): C_1 = C_{1K}; C_1 = C_{2H};$$

$$J_1 = J_2 + k_1 \frac{dh_1}{dt};$$

при

$$Z = h_1(t) + h_2(t): C_2 = C_{2K}, \qquad (2)$$

где k_1, k_2 – принимаемые в качестве постоянных величин параметры, характеризующие интенсивность процесса фазового преобразования соответственно на границах «FeB – Fe_2B» и «Fe_2B – Fe».

После двойного интегрирования и последующих преобразований получены зависимости концентраций бора в фазах FeB и Fe_2B:

$$\begin{cases} C_1(t,Z) = C_{1H} - (C_{1H} - C_{1K})\dfrac{z}{h_1(t)}; \\ C_2(t,Z) = C_{2H} - (C_{2H} - C_{2K})\dfrac{(h_1(t) - z)}{h_2(t)}. \end{cases} \qquad (3)$$

Полученные зависимости позволяют рассчитать искомые концентрации со сравнительно небольшими погрешностями (3–5 %).

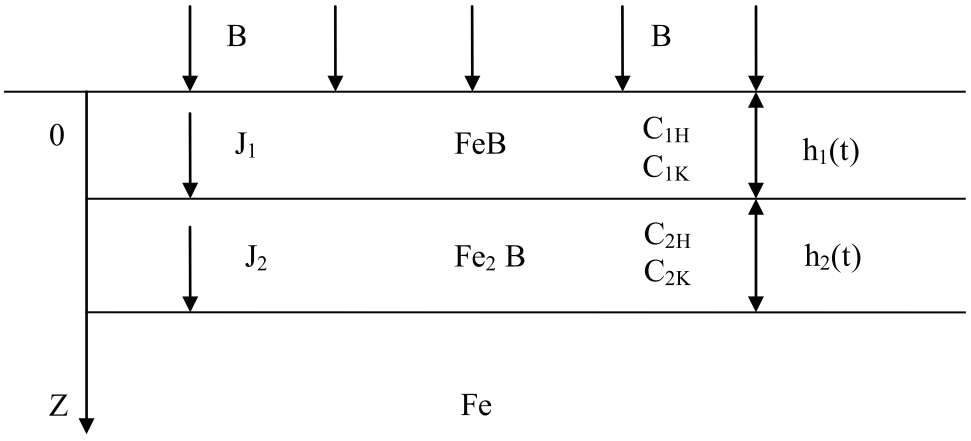


Рис. 1. Схема роста боридных слоев

Для определения зависимостей $h_1(t)$ и $h_2(t)$ воспользуемся граничным условием (2) и с учетом (3) получим

$$D_1\frac{(C_{1H}-C_{1K})}{h_1(t)}=D_2\frac{(C_{2H}-C_{2K})}{h_2(t)}+k_1\frac{dh_1}{dt}. \quad (4)$$

Решение уравнения будем искать в виде

$$h_1(t)=\beta_1\sqrt{t},\ \ h_2(t)=\beta_2\sqrt{t}; \quad (5)$$

где

$$\beta_1=-\frac{D_2(C_{2H}-C_{2K})}{k_1\beta_2}+$$
$$+\sqrt{\left(\frac{D_2(C_{2H}-C_{2K})}{k_1\beta_2}\right)^2+\frac{2D_1(C_{1H}-C_{1K})}{k_1}},$$

$$\beta_2=\sqrt{\frac{2D_2(C_{2H}-C_{2K})}{k_2}}.$$

Если полагать, что известно соотношение

$$q=\frac{h_1(t)}{h_2(t)}=\frac{\beta_1}{\beta_2}$$

толщин слоев FeB и Fe_2B, можно получить выражение, устанавливающее связь между соотношениями констант процесса k_1/k_2 и D_1/D_2:

$$q=-\frac{D_2(C_{2H}-C_{2K})}{k_1\beta_2^2}+$$
$$+\sqrt{\left(\frac{D_2(C_{2H}-C_{2K})}{k_1\beta_2^2}\right)^2+\frac{2D_1(C_{1H}-C_{1K})}{k_1\beta_2^2}}. \quad (9)$$

Или после некоторых преобразований получаем

$$\frac{k_1}{k_2}=\frac{1}{q^2}\left\{\frac{D_1(C_{1H}-C_{1K})}{D_2(C_{2H}-C_{2K})}-q\right\}. \quad (10)$$

Последнее соотношение было эффективно использовано при расчетах кинетики формирования боридных фаз на железе и его сплавах.

С учетом вышесказанного далее рассмотрен процесс борирования реальных образцов из стали 45.

Образцы из стали 45 насыщались в расплаве борсодержащей среды (бура $Na_2B_4O_4$ + 20 %NaF) в графитовом электролизе Pb при температуре 900 °С. Электролиз проводился в две стадии. На стадии I электролиз проводился при плотности тока на катоде (0,07…0,09) А/см^2 в течение 10 мин. На II стадии плотность тока плавно снижалась до нуля в течение (1,5…2) часов.

Установлено, что формирование покрытия происходит за счет одновременного массопереноса бора и железа во всех фазах системы [2].

В результате борирования стали 45 глубина боридного слоя составляла (120…125) мкм. Часть образцов после борирования подвергалась диффузионному отжигу при 850 °С в течение 1 часа в среде диссоциированного аммиака. После насыщения или отжига образцы либо нормализовались, либо закаливались в масле.

В результате борирования стали марки 45 по предлагаемому режиму количество фазы Fe_2B составило 90 %, фазы FeB – 10 %.

Металлографический анализ проводился с помощью микроскопа МИМ-8 (х280). На рис. 2 представлена микроструктура борированного слоя и переходной зоны с крупнозернистой структурой на стали 45 после электролиза при 850 °С.

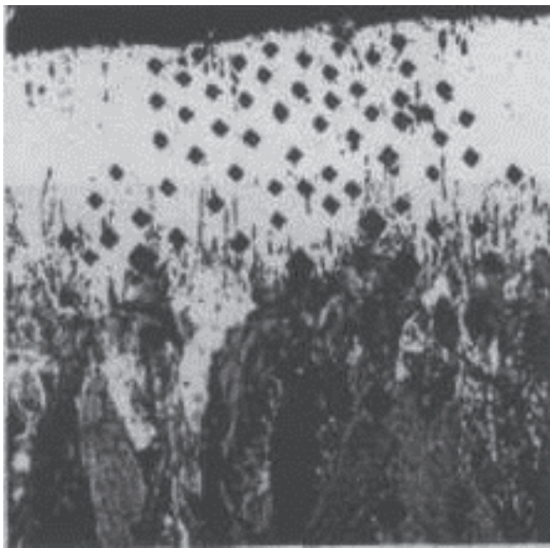


Рис. 2 Микроструктура стали 45 после электролизного борирования. Примечание. (х280)

При этом выявлена зона борида железа FeB с микротвердостью (20,6…22,5) ГПа. Микротвердость зоны Fe_2B составляла (14,7…15,7) ГПа.

Бор при высоких температурах, диффундируя в металл на определенную глубину, образует на поверхности ромбический борид железа FeB – зона сплошных боридов, далее твердый раствор бора в железе – переходная зона [6]. Сплошной боридный слой имеет двухфазное строение (FeB + Fe_2B); борид FeB расположен в поверхностной части зоны сплошных боридов, Fe_2B формируется у ее основы. Оба борида имеют игольчатое строение с присутствием между иглами новой фазы, обогащенной углеро-

дом $Fe_2B(C_xB)$. Это обусловлено тем, что при электролизном борировании сталей углерод не растворяется в образующихся боридах железа, а оттесняется с поверхности вглубь металла, вызывая науглероживание промежуточной зоны – подслоя. Эта зона имеет небольшую толщину, и уже на глубине 0,5 мм перераспределение элементов не наблюдается.

Толщина борированного слоя составляет около 0,15 мм.

В образующемся диффузионном слое (рис. 3), состоящем последовательно от поверхности либо из боридов железа FeB, Fe_2B твердого раствора бора в железе, либо из борида железа Fe_2B и твердого раствора, возникает поле остаточных напряжений. Причины, приводящие к этому, следующие:

1) невязка элементарных ячеек [1] боридов – фаза FeB имеет орторомбическую решетку, фаза Fe_2B – тетрагональную. Кроме того, атомы бора, растворенные в каждой из фаз с градиентом концентрации по глубине, неодинаково искажают структуру каждой из фаз;

2) различие в удельных объемах фаз;

3) наличие преимущественной ориентации хотя бы у одной из фаз;

4) существенные различия в коэффициентах термического расширения [7]. Учитывая иглообразный вид кристаллитов каждой из боридных фаз, можно ожидать наличия сложного напряженного состояния на межфазной границе и вблизи нее. Эти напряжения не могут быть устранены никаким отжигом;

5) «закалочные» напряжения, величина и знак которых зависит как от прочностных и теплофизических характеристик обеих фаз и основного металла, так и от толщины слоя каждой из фаз;

6) различие в модулях упругости FeB и Fe_2B [8] должно приводить к скачку напряжений на границе фаз, а разные коэффициенты Пуассона – к появлению компоненты главных напряжений, перпендикулярной поверхности образца, в результате чего напряженное состояние в приповерхностных слоях становится объемным.

В этих условиях аналитические методы описания напряженного состояния в поверхностных слоях не являются достаточно надежными. Применяемые рентгеновские и механические способы тензометрирования, требующие разрушения изделий, исходят из предположения плоского напряженного состояния, эти методы непригодны, так как послойное удаление материала образца приводит к неучитываемому перераспределению напряжений в оставшейся части. При этом на новой свободной поверхности компонента главных напряжений σ_3 (вертикальная составляющая, действующая на элементарные площадки, параллельные поверхности образца) всегда равна нулю.

Мы использовали рентгенографическую методику [1] для изучения количественного фазового анализа, позволяющую определять начальные участки эпюр всех компонент главных напряжений, в том числе и при наличии значительных градиентов напряжений по глубине, без разрушения изделий.

Эксперимент проводили на дифрактометре ДРОН-3. При дифракции от плоскостей (322) для фазы FeB и (413) для фазы Fe_2B излучение $K_\alpha Co$ позволяет с достоверностью получать эпюры напряжений глубины 35 мкм от поверхности; при дифракции от плоскостей (322) для фазы Fe_2B излучение $K_\alpha Fe$ – до 25 мкм от поверхности. Углы дифракции для каждой из фаз в ненапряженном состоянии получены при съемках специально приготовленных порошков соответствующих фаз.

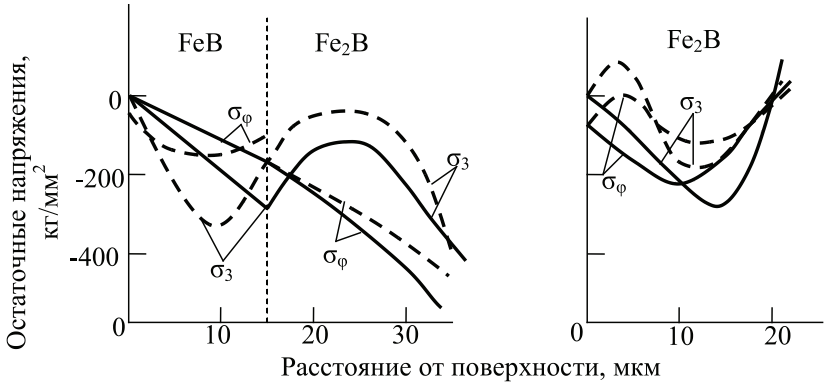


Рис. 3. Распределение напряжений в фазах FeB и Fe_2B: а – борирование при 850 °С, 2 ч; б – борирование при 850 °С, 2 ч; отжиг при 850 °С, 1 ч; сплошные кривые – закалка; штрих-пунктирные – нормализация

Обнаружено, что экспериментальная зависимость $2\Theta_{\psi,\phi} = f(\sin^2\psi)$ для каждой из фаз не является линейной. Это свидетельствует о наличии сложного напряженного состояния в поверхностных слоях. Эпюры напряжений рассчитывали по стандартной программе «построение парного уравнения регрессии» на ПЭВМ. Вычисленная по методу наименьших квадратов погрешность в значениях напряжений оказалась равной ± 2 кг/мм^2 в слоях, прилегающих к поверхности, и ± 13 кг/мм^2 – в глубинных слоях.

На рис. 3 видно, что боридные фазы FeB и Fe_2B находятся в объемном напряженном состоянии со значительными градиентами напряжений по глубине. Так как главные напряжения σ_1 и σ_2 при диффузионных процессах равны между собой и плоскость, в которой они лежат, параллельна поверхности образца, то они равны азимутальным напряжениям σ_φ. На межфазовой границе наблюдается скачок напряжений, о причинах которого сказано выше. Характер распределения напряжений в большей степени зависит от режима борирования (наличие одной или двух боридных фаз в поверхностном слое), чем от термообработки после борирования.

Неправильно выбранные режимы при борировании стальных изделий могут приводить к появлению трещин, проходящих перпендикулярно поверхности через обе боридные фазы, из-за больших растягивающих азимутальных напряжений, а также трещин, параллельных поверхности образца на межфазной границе [8], из-за больших растягивающих напряжений σ_3, что приводит к откалыванию поверхностей фазы FeB.

В результате борирования указанным выше способом улучшилась чистота поверхности, возросла сопротивляемость разрушению под действием динамических нагрузок за счет уменьшения содержания высококарбидной фазы.

Таким образом, применение неразрушающего метода исследования напряженного состояния в поверхностных слоях изделий является эффективным средством контроля при химико-термической обработке.

Список литературы

1. Афанасьев А.А. Особенности электролизного борирования и диффузионных боридных покрытий [Текст] / А.А. Афанасьев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2012. – № 1. – С. 33–40.

2. Борсяков А.С. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе [Текст] / А.С. Борсяков, В.Н. Гадалов, О.Н. Болдырева // Материалы и упрочняющие технологии. – 2005. – С. 95–97.

3. Васильев Д.М. Методика рентгенографического определения остаточных напряжений [Текст] / Д.М. Васильев, А.И. Мелькер, В.В. Трофимов // Заводская лаборатория. – 1967. – Т. 33, № 12. – С. 1539–1541.

4. Гадалов В.Н. Диффузионные боридные покрытия на железе, сталях и сплавах (с альбомом фотографий) [Текст] / В.Н. Гадалов, А.С. Борсяков, В.Г. Сальников, Б.Н. Квашнин, [и др.]. Монография. – Курск, 2012. – 146 с. – (Наука).

5. Гадалов В.Н. Электролитические боридные покрытия с добавками окислов Cr2O3, ZrO2, Ta2O5 / В.Н. Гадалов, И.В. Ворначева, С.В. Ковалев, Г.М. Журавлев, Т.Н. Розина // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 10. – С. 28–30.

6. Гуревич Б.Г. Зависимость усталостной прочности электролизноборируемой стали на характер распределения напряжения [Текст] / Б.Г. Гуревич, В.А. Пирогова // Физико-химическая механика материалов. – 1967. – Т. 3, № 6. – С. 693–695.

7. Ляхович Л.С. Определение модулей упругости боридных покрытий [Текст] / Л.С. Ляхович, А.Я. Кулик // Заводская лаборатория. – 1978. – Т. 38, № 8. – С. 981–984.

8. Риле М. Причины образования трещин в борированных сталях / М. Риле // МиТОМ. – 1974. – № 10. – С. 20–21.

УДК 621.74

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ НА СТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Гильманшина Т.Р., Ковалева А.А., Борисюк В.А.

Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: gtr1977@mail.ru, angeli-kovaleva@yandex.ru

В работе исследовано влияние качества графита на свойства водного противопригарного покрытия и структуру отливок из алюминиевых сплавов. Для исследований выбран скрытокристаллический графит месторождений Красноярского края. Показано, что замена природного графита (марка ГЛС-2) на активированный в планетарно-центробежной мельнице (марки ГЛС-2А) улучшает свойства противопригарного покрытия (а именно, седиментационную устойчивость и приведенную прочность), увеличивает плотность и вязкость покрытия, что влечет за собой уменьшение расхода твердых компонентов. Получаемые в структуре отливок, изготовленных в песчано-глинистых формах с покрытием на основе ГЛС-2, дендриты имеют направленное строение, а при использовании в составе покрытия активированного графита дендритная структура одинакова во всех направлениях. Противопригарные покрытия с активированным графитом можно рекомендовать для применения.

Ключевые слова: графит, противопригарные покрытия, активированный графит, структура

INFLUENCE OF GRAPHITE EFFECT QUALITY ON THE PROPERTIES OF AQUEOUS COATINGS AND ANTIBURNING STRUCTURE CASTINGS MADE OF ALUMINUM ALLOYS IS INVESTIGATED

Gilmanshina T.R., Kovaleva A.A., Borisyuk V.A.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: gtr1977@mail.ru, angeli-kovaleva@yandex.ru

In this paper, the graphite quality influence on the properties of aqueous antiburning coatings and aluminum alloy cast structures is investigated. Cryptocrystalline graphite deposits of the Krasnoyarsk Territory were selected for the research. It has been shown that replacement of a natural graphite (GLS-2 brand) with an activated in planetary centrifugal mill (brand GLS-2A) improves the properties improves the properties of nonstick cover (namely the sedimentation stability and the reduced strength), increases the density and viscosity of the coating, which entails a reduction in solid components flow rates. Dendrites obtained in the structure of produced in a sand-clay forms castings with a coating on the basis of GLS-2 have a directed structure, and when being used in the coating composition dendritic structure is the same in all directions. Nonstick coatings containing activated graphite can be recommended for use.

Keywords: graphite, nonstick coatings, activated carbon, structure

В настоящее время в России и за рубежом разработано достаточно большое количество составов противопригарных покрытий, многие из которых имеют ограниченную область применения [2–8, 12].

Основным наполнителем противопригарных покрытий для чугуна и цветного литья является скрытокристаллический графит, запасы которого в России практически все сосредоточены в Сибири (Красноярский край). Совокупные запасы этого графита, расположенные в трех зарегистрированных месторождениях Тунгусского бассейна (Ногинское, Курейское, Фатьяниховское) и в отдельных графитопроявлениях, оцениваются в сотни миллионов тонн.

В одной из первых публикаций [19] показано, что графит Курейского месторождения является аморфным, представляющим собой измененные угли и встречающимся как рассеянный в осадочных породах, так и в сплошных массах. Содержание минералов-примесей может достигать 60 %, однако в среднем составляет 7–25 %. Содержание минералов кальцита и кварца в графите колеблется в пределах от 5 до 50 %. Растворимая в серной кислоте форма железа для Курейского – 3,62 % [1, 5, 11, 22–25].

К числу наиболее перспективных способов подготовки графитов можно отнести химическую активацию, в ходе которой изменяются фазовый и элементы состава графита, параметры кристаллической решетки [16, 17, 21].

Поэтому целью данной работы было исследовать возможность применения химически активированного графита в составах противопригарных покрытий, позволяющих получать отливки геометрической точности с надлежащей чистотой поверхности.

Для исследований выбрано водное графито-бентонитовое покрытие, состав которого описан в работах [14, 15].

В качестве наполнителя в покрытиях использовали природный скрытокристаллический марки ГЛС-2 и химически активированные графиты марок ГЛС-2О гра-

фиты Курейского месторождения и ГЛ-1О Завальевского месторождения. Технология химической активации графита описана в работе [13].

Для графитов, активированных химическим способом, характерно небольшое увеличение межплоскостного расстояния: с 3,344 до 3,364 Å для скрытокристаллического графита и с 3,13858 до 3,34906 Å для кристаллического графита из-за внедрения соединений серы; тип сингонии при этом не изменяется.

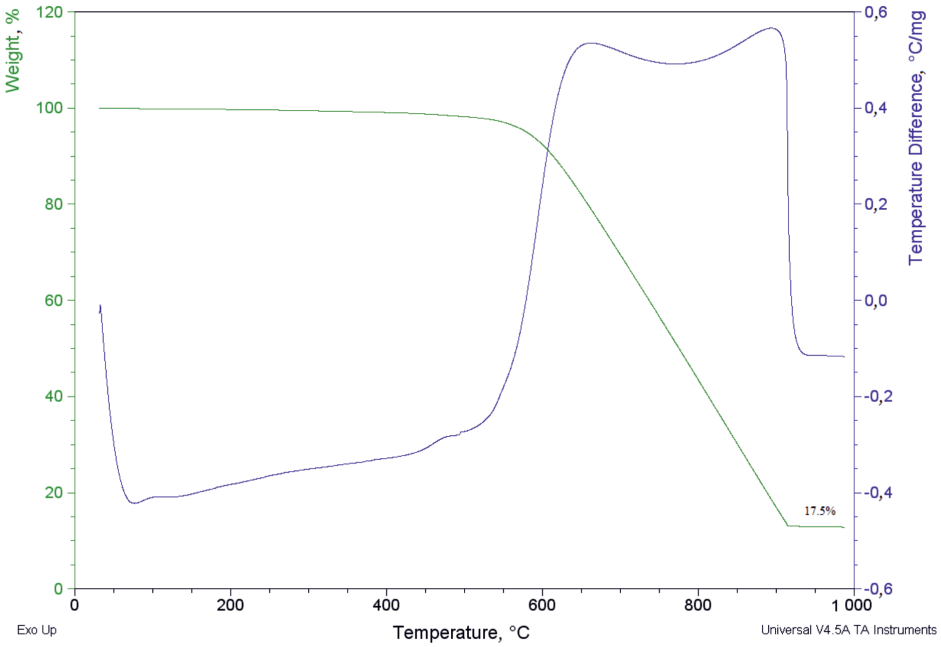


Рис. 1. Кривые ДСК графита ГЛС-2

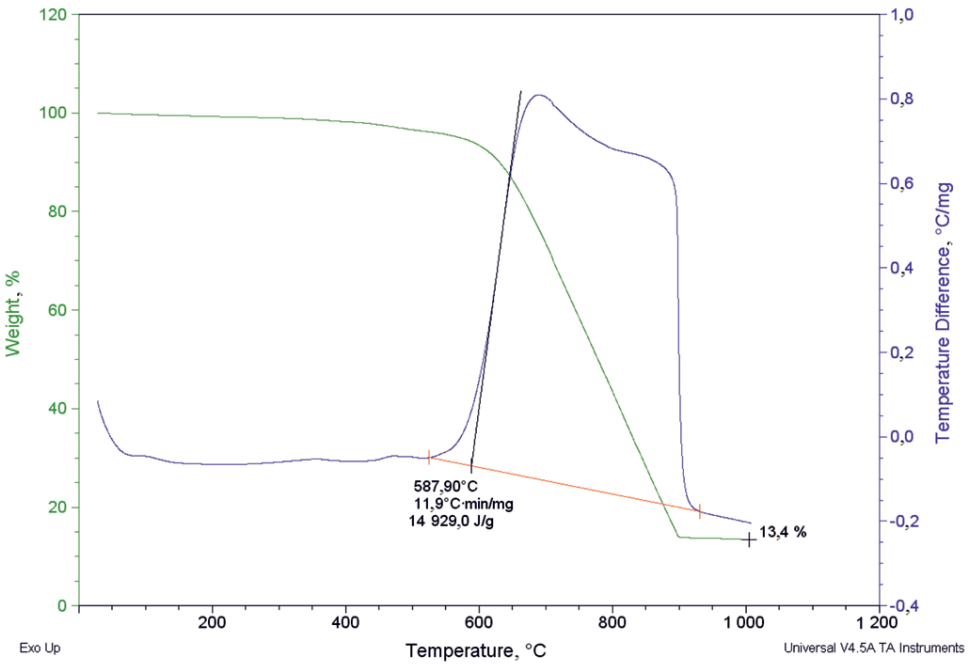


Рис. 2. Кривая ДСК графита ГЛС-2О

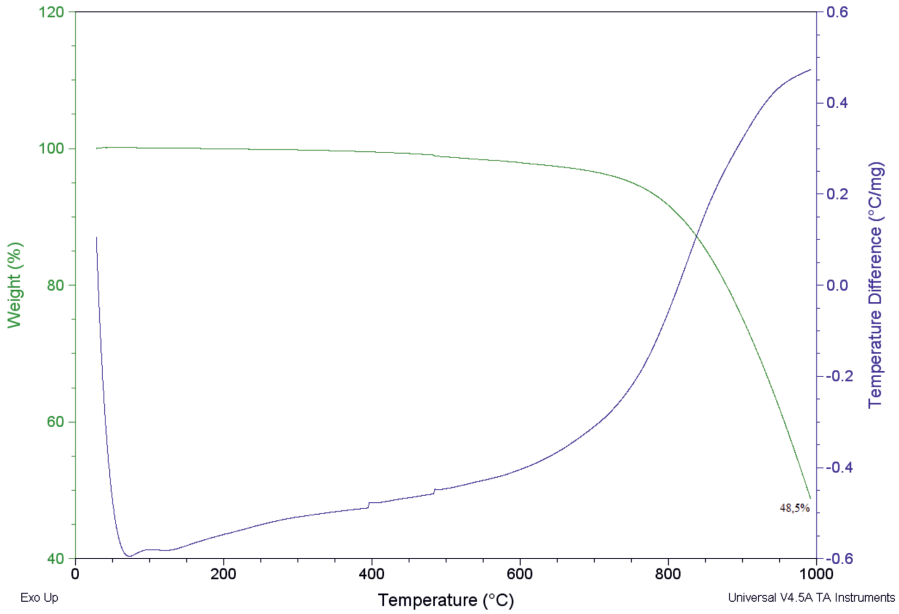


Рис. 3. Кривая ДСК графита ГЛ-1

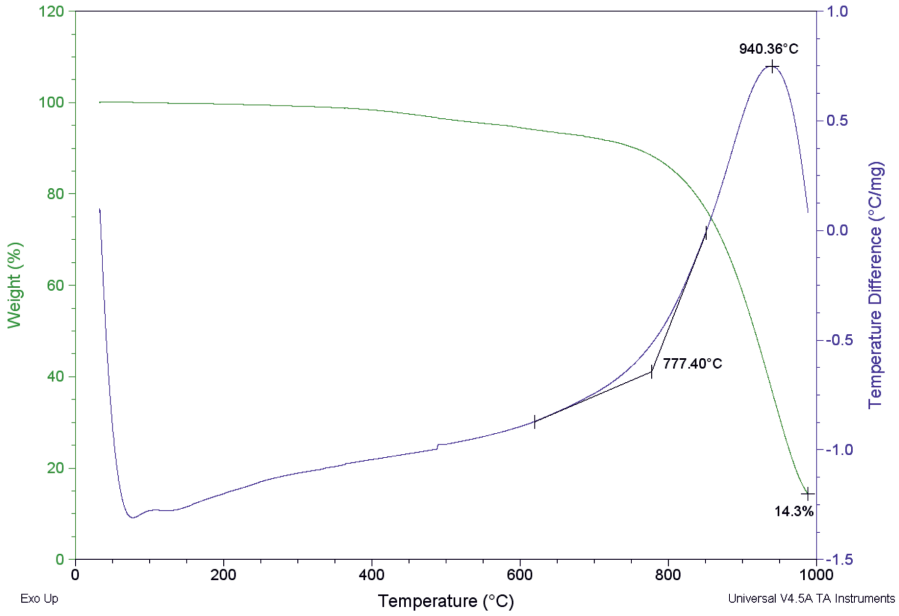


Рис. 4. Кривая ДСК графита ГЛ-1О

При нагреве графита в области высоких температур наблюдаются два экзотермических эффекта (рис. 1–4), связанных с окислением графита. При этом в ходе исследования структурных параметров было выявлено, что в графите присутствует только одна модификация. Первый эффект объясняется горением «свободного» графита, т.е. тех частиц, которые не связаны с примесными фазами. Появление второго эффекта объясняется тем, что в процессе высокотемпературного обжига часть примесей разлагается (пирит окисляется до оксида железа (III) в области 450–500 °С, кальцит разлагается до оксида кальция в области 800–1 000 °С и т.д.), тем самым разрушая сростки и высвобождая частицы графита для дальнейшего его окисления.

При нагреве химически активированного графита происходит существенное сближение первого и второго экзотермических эффектов. Это связано с тем, что серная кислота, проникает в слои графита, реагируя с примесными фазами [10].

При исследовании кристаллического природного и химически активированного графитов видно, что при температуре 50–100 °С наблюдается экзотермический пик, характерный для удаления воды из графита.

Основной пик, связанный с процессом окисления графита, наблюдается при температуре 1 000 °С, основной пик химически активированного графита – 940 °С.

Анализ фазового состава показал, что соединения пирита (или сульфит железа), характерные для природного графита, в химически активированном графите не обнаружены. Взамен них в графите присутствует комплексное соединение углерода, водорода, серы.

Плотность контролировали ареометрическим методом, седиментационную устойчивость и приведенную прочность оценивали по ГОСТ 17022–78. Вязкость покрытий контролировали по вискозиметру ВЗ-4, ГОСТ 8470–74.

Результаты исследований представлены в таблице.

Замена природного графита на химически активированный существенно улучшает свойства противопригарного покрытия. Так, расход воды увеличивается с 60 до 100–140 %, вязкость – с 7 до 15–18 с, седиментационная устойчивость (через 3 ч) – с 75 до 96–98 %, приведенная прочность – с 75 до 750–2500 и более г песка/мм покрытия. При этом седиментационная устойчивость покрытий на графите ГЛ-1О ниже, чем на графите ГЛС-2О, т.к. частицы графита ГЛ-1О имеют больший размер, чем графита ГЛС-2О, что и приводит к их более быстрому осаждению.

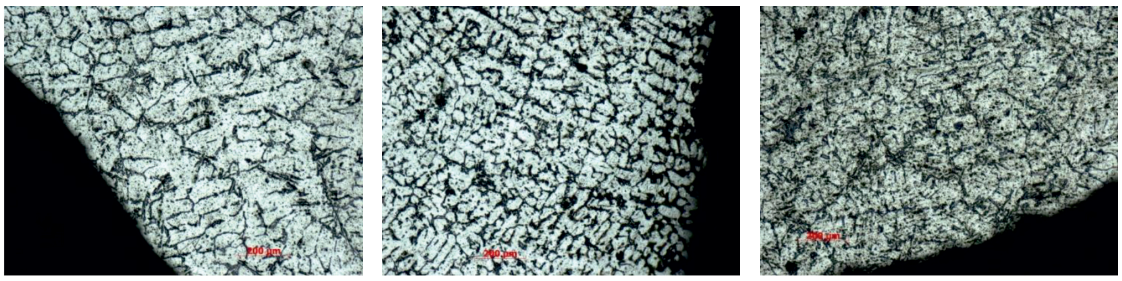
Свойства покрытия на графитах различного качества (плотность 1400 кг/м^3)

Свойства	Наполнитель		
	ГЛС-2	ГЛС-2О	ГЛ-1О
Расход воды (сверх 100%),%	60	100	140
Вязкость, с	7	15	18
Седиментационная устойчивость,% через ч:			
0,5	98	98	98
1	85	98	96
3	75	98	96
24	65	94	91
Приведенная прочность, г песка/мм покрытия	340	5 000	750

Предлагаемое покрытие покровное: толщина покровного слоя составляет – 2,0–2,2 мм, проникающего 0,3–0,5 мм.

Покрытия на графитах ГЛС-2 и ГЛС-2О ложатся ровно, без отеков. Нанесение покрытия ГЛ-1О связано с некоторыми трудностями из-за больших размеров частиц графита.

Исследование термостойкости показывает, что оценить термостойкость покрытий при помощи полусфер не представляется возможным. Термостойкость покрытий на графите ГЛС-2 удовлетворительная. После прокалки покрытие на основе ГЛС-2О имеет небольшие поры и трещины, появление которых связано с тем, что в процессе прокалки частицы графита начинают расширяться. Коэффициент вспучивания скрытокристаллического графита незначителен и, как правило, не превышает 1,3–1,5, что и приводит к появлению трещин на поверхности полусфер. Образование пор на поверхности покрытия связано с удалением инородных атомов или групп типа -ОН, -О, -О-, которые вступают во взаимодействие с краевыми дефектами структуры, а также удаляются газообразные соединения (SO_3и SO_2), которыми насыщается графит во время окисления.



а *б* *в*

Рис. 5. Структура алюминиевого сплава, полученного при применении покрытия различного качества: а – без покрытия; б – покрытие на основе ГЛС-2О; в – покрытие на основе ГЛ-1О

Таким образом, замена природного графита на химически активированный способствует повышению свойств покрытий.

Опытно-промышленные испытания предложенных покрытий были проведены на ОАО «РМЗ «Енисей»». Для исследований были выбраны отливки из алюминиево-магниевого сплава. Вес отливки составляет 80 кг. Формы изготавливали из жидкостекольных смесей, покрытие наносилось при помощи пульверизатора.

При использовании графитового покрытия в структуре отливок наблюдается слой дендритов, вытянутых в одном направлении. Это, вероятно, связано с увеличением теплоотвода от отливки, полученной в форме, окрашенной предлагаемым покрытием на химически активированном графите, по сравнению с отливкой, полученной в форму с покрытием на основе ГЛС-2. Поскольку слой покрытия небольшой, то и толщина слоя кристаллов, растущих в одном направлении перпендикулярном стенкам отливки, составляет 200–250 мкм.

Нельзя исключать и возможность образования и эвтектических соединений типа $Al + C_4Al_3$, которые по своему составу близки к чистому алюминию, а температура плавления таких соединений практически совпадает с температурой плавления алюминия [18], однако вероятность их образования очень мала из-за большой скорости кристаллизации. Данные соединения, а также частицы графита могут выступать и в качестве центров кристаллизации.

При использовании в составе покрытия графита ГЛС-2О и ГЛ-1О (рис. 5) структура алюминия выглядит одинаково во всех направлениях. Можно предположить, что на поверхности частиц графита, а также между базисными плоскостями находятся атомы окислителя, препятствующие кристаллизации алюминия на частицах графита. Частицы окисленного графита не являются центрами кристаллизации и создают изотропную структуру отливки.

Различия в размерах отдельных включений можно объяснить различными теплофизическими свойствами кристаллического (ГЛ-1) и скрытокристаллического (ГЛС-2) графитов. Известно, что кристаллический графит обладает меньшей тепловодностью и, вероятно, покрытие на его основе будет также обладать меньшей теплопроводностью по сравнению с покрытием на основе скрытокристаллического графита [20].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что покрытия на химически активированных графитах могут быть рекомендованы для дальнейших исследований.

Список литературы

1. Влияние механических воздействий на физико-химические процессы в твердых телах : монография [Текст] / В.А. Полубояров, О.В. Андрюшкова, И.А. Паули, З.А. Коротаева. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 604 с. (Серия «Монография НГТУ»).

2. Высококонцентрированные водно-глинистые суспензии [Текст] / В.П. Бычков, Н.А. Осипова, Н.А. Кидалов, Н.Б. Зубкова // Литейное производство. – 2000. – № 4. – С. 20–21.

3. Гильманшина Т.Р. Разработка способов повышения качества литейного графита отдельными и комплексными методами активации [Текст] / Т.Р. Гильманшина // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Южно-Уральский государственный университет. – Красноярск, 2004.

4. Илларионов И.Е. Жидкостекольные смеси, отверждаемые продувкой углекислым газом [Текст] / И.Е. Илларионов, Н.В. Петрова // Тр. Нижегород. гос. техн. ун-та им. Р. Е. Алексеева. – 2011. – № 2(87). – С. 208–213.

5. Кавицкий М.А. Ногинское месторождение графита: отчет [Текст] / М.А. Кавицкий, А.В. Поспелов. – Красноярск, 1971–1977. – 50 с.

6. Крушенко Г.Г. Противопригарные покрытия литейных форм и стержней, содержащие нанопорошки тугоплавких химических соединений [Текст] / Г.Г. Крушенко, В.В. Москвичев, А.Е. Буров // Тяжелое машиностроение. – 2007. – № 6. – С. 31–33.

7. Кукуй Д.М. Теория и технология литейного производства. Формовочные материалы и смеси [Текст] / Д.М. Кукуй, Н.В. Андриянов. – Минск: БНТУ, 2005. – 390 с.

8. Леушин И.О. Разработка эффективных противопригарных покрытий литейных форм на основе алюмошлаковых наполнителей [Текст] / И.О. Леушин, А.Н. Грачев // Литейное производство. – 2002. – № 4. – С. 13–14.

9. Литейные формовочные материалы: справочник [Текст] / А.Н. Болдин, Н.И. Давыдов, С.С. Жуковский [и др.]. – М.: Машиностроение, 2006. – 507 с.

10. Лыткина С.И. Разработка и исследование противопригарных покрытий для чугунного литья на основе химически и механохимически активированных графитов / Лыткина С.И. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2013.

11. Мельников И.И. Состояние и перспектива развития сырьевой базы графита СССР [Текст] / И.И. Мельников, В.С. Веселовский. – М.: ВНИИМС, 1967. – Вып. 9.

12. Наноструктурированные графитсодержащие изделия: монография [Текст] / Л.И. Мамина, В.Н. Баранов, Т.Р. Гильманшина [и др.]. – Красноярск, 2013.

13. О возможности применения окисленных и расширенных кристаллических графитов в литейном производстве [Текст] / Т.Р. Гильманшина, Л.И. Мамина, Г.А. Королева, А.И. Безруких // Металлургия машиностроения. – 2007. – № 6. – С. 22.

14. Противопригарное покрытие для литейных форм и стержней // Мамина Л.И., Баранов В.Н., Гильманшина Т.Р., [и др.]. Патент на изобретение RUS 2368450 29.12.2007.

15. Разработка водных и быстросохнущих противопригарных покрытий [Текст] / Т.Р. Гильманшина, В.Г. Бабкин, В.Н. Баранов [и др.] // Литейное производство. – 2015. – № 6. – С. 15–17.

16. Разработка технологии получения новых марок литейного скрытокристаллического графита [Текст] / Гильманшина Т.Р., Безруких А.И., Мамина Л.И. [и др.] // Литейщик России. – 2007. – № 11. – С. 43–47.

17. Способы повышения качества литейного графита отдельными и комплексными методами активации [Текст] / Л.И. Мамина, Т.Р. Гильманшина, В.И. Новожонов [и др.] // Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения. – Красноярск, 2011.

18. Структура и свойства алюминиевых сплавов [Текст] / Мондольфо Л.Ф. Пер. с англ. – М.: Металлургия, 1979. – 640 с.

19. Томилин В.Н. Графиты и угли Туруханского края [Текст] / В.Н. Томилин // Горный журнал. – 1992. – № 6–9. – С. 274–294.

20. Уббелоде А. Р. Графит и его кристаллические соединения [Текст] / А.Р. Уббелоде, Ф.А. Льюис. – М.: Мир, 1965. – С. 256.

21. Химико-механическая подготовка скрытокристаллического графита к дальнейшей переработке [Текст] / Т.Р. Гильманшина, С.И. Лыткина, В.П. Жереб, Г.А. Королева // Обогащение руд. – 2016. – № 2 (362). – С. 14–19.

22. Focus Graphite Inc. – Lac Knife Project, Project #1868 Technical Report NI 43-101 – October 30, 2012 (http://www.infomine.com/index/pr/pb268588.pdf).

23. Gao, Wei Engineered Graphite Oxide Materials for Application in Water Purification / Wei Gao, Mainak Majumder, Lawrence B. Alemany, Tharangattu N. Narayanan, Miguel A. Ibarra, Bhabendra K. Pradhan, and Pulickel M. Ajayan // ACS Appl. Mater. Interfaces 2011, 3, 1821–1826 (http://www.ludis-erv.com/zenos/docu/Engineered%20Graphite%20Oxide%20Materials%20for%20Application%20in%20Water%20Purification.pdf).

24. Gurin I.V. High-puritycarboncompositematerials / I.V. Gurin, V.A. Gurin, Yu. A. Gribanovandetc. // PAST. – 2014. – № 1(89). – P. 16–20.

25. Vasumathi N. Single Reagent for Graphite Flotation / N. Vasumathi, T.V. Vijaya Kumar, S. Ratchambigaiand etc. // Proceedings of the XIII International Seminar on Mineral Processing Technology (MPT-2013). – 2013. – P. 145–153.

УДК 661.66

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПРОДУКТОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ ВЬЕТНАМА

[1]Коробочкин В.В., [1]Нгуен Мань Хиеу, [2]Нгуен Вань Ту, [1]Усольцева Н.В.

[1]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, e-mail: kqhak@tpu.ru;

[2]Ханойский университет науки и технологий, Вьетнам, Ханой, e-mail: tu.nguyenvan@hust.edu.vn

Настоящая статья посвящена исследованию влияния состава и содержания карбонатных добавок, температуры, времени выдержки на процесс химической активации в производстве активированного угля из рисовой шелухи Вьетнама. Установлено, что для достижения высоких значений площади удельной поверхности активированного угля процесс активации следует проводить при температуре 850 °С с карбонатом натрия и при 900 °С с карбонатом калия, что соответствует температурам начала разложения соответствующих солей. Оптимальное время активации составляли 1 час для процесса с добавкой Na_2CO_3, и 2 часа для процесса с добавкой K_2CO_3. Активация карбонатом калия приводит к образованию активированного угля с площадью удельной поверхности равной 1329 м^2/г при 900 °С. Активация карбонатом натрия с содержанием в смеси с карбонизатом, равном 13 % мас., при температуре 850 °С в течение 1 часа позволяет достичь значения площади удельной поверхности 990 м^2/г.

Ключевые слова: карбонизат, рисовая шелуха, химическая активация

STUDY OF CHEMICAL ACTIVATION OF PRODUCT AFTER THERMAL TREATMENT OF RICE HUSK IN VIETNAM

[1]Korobochkin V.V., [1]Nguyen Manh Hieu, [2]Nguyen Van Tu, [1]Usoltseva N.V.

[1]Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education National Research Tomsk Polytechnic University, e-mail: kqhak@tpu.ru;

[2]Hanoi University of Science and Technology, Viet Nam, Ha Noi, e-mail: tu.nguyenvan@hust.edu.vn

This paper is devoted to the study of the influence of the composition and content of carbonate additives, temperature, exposure time on the chemical activation process in the production of activated carbon from rice husk in Vietnam. It was found that to obtain activated carbon with high values of specific surface area, activation process should be performed at a temperature of 850 °C with sodium carbonate, and at 900 °C with potassium carbonate, which correspond to the decomposition temperatures of the salts. The optimum activation time is 1 hour when using Na_2CO_3, and 2 hours when using K_2CO_3 as an activation agent. Activation with potassium carbonate results in the formation of activated carbon with a specific surface area of 1329 m^2/g at 900 °C. Activation with 13 % sodium carbonate at 850 °C for 1 hour allows to obtain activated carbon with the value specific surface area of 990 m^2/g.

Keywords: carbonization, rice hulls, chemical activation

В 2015 году производство риса в Социалистической республике Вьетнам составило 45 миллионов тонн [4]. При переработке риса образуется огромное количество шелухи, которую необходимо утилизировать. Рисовая шелуха состоит из большого количества углерода в составе природных полимеров – целлюлозы и лигнина. Эти полимеры, кроме углерода, содержат в достаточном количестве водород и кислород, которые при разложении органических соединений способствуют получению активированного угля с развитой пористой структурой [5]. В основе эффективной переработки рисовой шелухи в товарные продукты (активированный уголь и диоксид кремния) лежат следующие этапы: промывка, сушка, термическая обработка исходного сырья, конденсация парогазовой смеси, получение твердого остатка с последующим отделением диоксида кремния и активацией обескремненного продукта.

Процессы термической обработки рисовой шелухи и отделения диоксида кремния были подробно исследованы в работах [3, 7]. Целью данной работы является определение оптимальных условий активации материала после карбонизации и отделения диоксида кремния с использованием карбонатов калия и натрия в качестве активаторов.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является уголь, полученный после карбонизации рисовой шелухи с последующим отделением диоксида кремния.

Уголь подвергается сушке при температуре 80–100 °С в течение 24 часов. Карбонат калия и натрия измельчают до размера частиц 0,05–0,1 мм, затем смешивают с углем при заданных соотношениях. Полученная смесь подвергается активации, которая проводится в защищенной среде азота при различных температурах и временах. После активации образцы выгружают и охлаждают при комнатной температуре.

Массы образцов до и после активации измеряют с помощью аналитических весов Ohaus PA214,

210 с точностью до 0,0001 г. Микрофотографии материалов получены с помощью растрового электронного микроскопа JEOL USA JCM-6000. Площадь удельной поверхности была рассчитана по величине адсорбции йода согласно методике, изложенной в работе [2].

Обозначение маркировки образцов: K(Na)3 – содержание добавки карбоната калия (натрия),% мас.; 850 (900) – температура активации, °С; 1 (2, 3) – время выдержки в процессе активации, час.

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс активации описывается следующими уравнениями [8]:

$$M_2CO_3 + 2C \rightarrow 2M + 3CO\,, \qquad (1)$$

$$M_2CO_3 \rightarrow M_2O + CO_2\,, \qquad (2)$$

$$CO_2 + C \rightarrow 2CO\,. \qquad (3)$$

В ходе экспериментов исследовано влияние на значение площади удельной поверхности полученного активированного угля таких параметров, как состав и содержание добавки, температура, время активации.

Влияние состава и содержания активаторов в смеси

Для исследования влияния действия активаторов на значение площади удельной поверхности ($S_{уд}$) были проведены эксперименты по активации при температуре 850 °С в течение 1 часа с различным содержанием карбонатов натрия и калия в смеси (3, 6, 8, 10, 13, 18 % мас.). Полученные зависимости представлены на рис. 1 (кривая 1 и 2). При этом подразумевается, что парциальные давления газов, выделяющихся в результате термической деструкции органической части карбонизата при фиксированной температуре, не изменяются.

Из рис. 1 видно, что с ростом содержания Na_2CO_3 в смеси значение $S_{уд}$ увеличивается и достигает максимального значения при содержании 13 % мас., а затем уменьшается. Вместе с тем при активации с K_2CO_3 значение площади удельной поверхности увеличивается во всем исследуемом интервале концентраций добавки. Эти результаты объясняются тем, что с увеличением содержания добавки реагентов процесс активации протекает более интенсивно за счет возрастающего содержания CO_2 в газах при разложении карбонатов. Однако, если количество исходных реагентов превышает оптимальное значение, реакции активации имеют тенденцию протекать на поверхности углеродной матрицы, что невыгодно для формирования развитой пористой структуры. Так при 850 °С карбонат натрия начинает интенсивно разлагаться с образованием диоксида углерода, который восстанавливается углеродом по реакции (3) и существенно разрыхляет структуру материала. При этой же температуре K_2CO_3 разлагается незначительно: парциальное давление CO_2 существенно меньше, чем при диссоциации карбоната натрия, и активация не дает кардинального увеличения $S_{уд}$. Тенденция роста площади удельной поверхности при данной временной выдержке коррелирует с увеличением содержания добавки в смеси, то есть с количеством выделяющегося диоксида углерода.

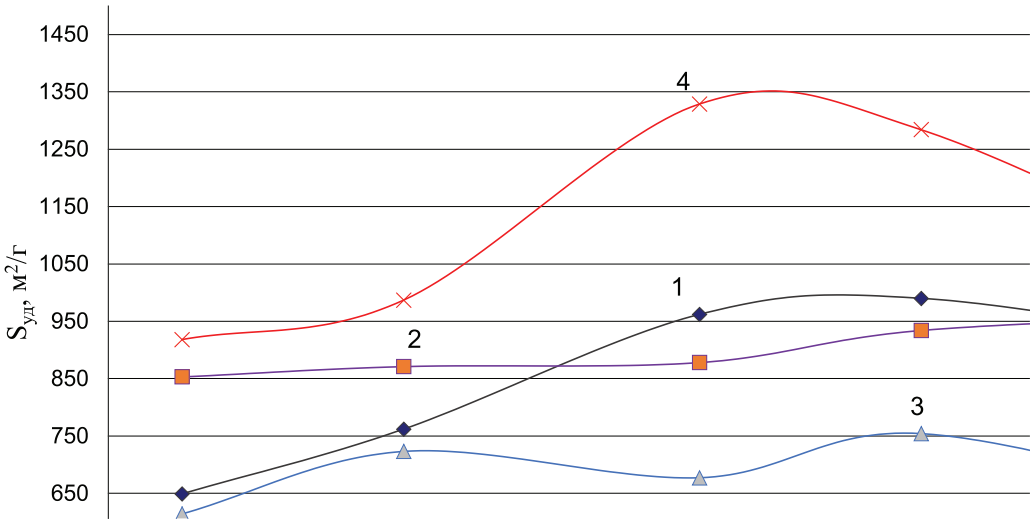
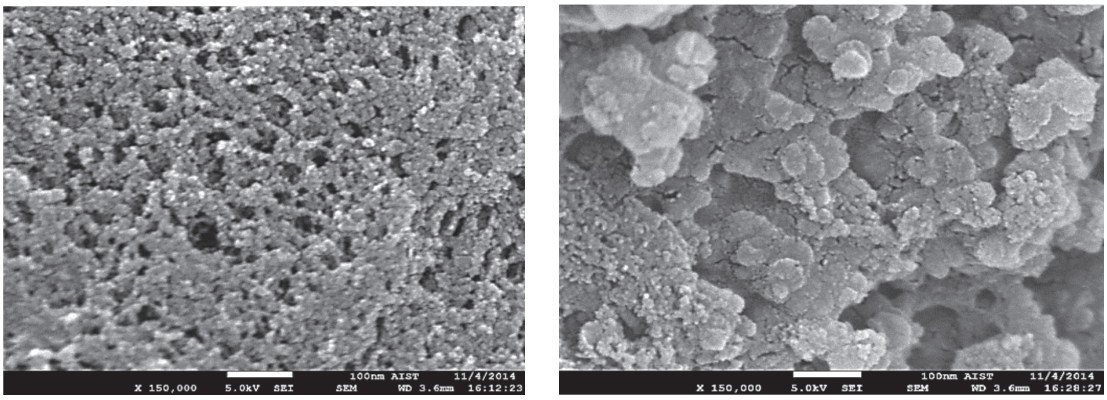


Рис. 1. Зависимость площади удельной поверхности от содержания карбонатов калия и натрия в смеси: 1 – Na.850.1; 2 – K.850.1; 3 – Na.900.2; 4 – K.900.2



а *б*

Рис. 2. Микрофотографии поверхности образцов активированного угля: K10.900.2 (а) и Na.900.2 (б)

Результаты по активации с различным содержанием реагентов при температуре 900 °С в течение 2 часов также представлены на рис. 1 (кривая 3 и 4). Видно, что с увеличением содержания карбоната калия площадь удельной поверхности угля увеличивается и достигает максимального значения при содержании добавки 10 % мас. Поскольку при 900 °С парциальное давление диоксида углерода при разложении K_2CO_3 составляет 1,8 мм рт. ст. [4], это создает благоприятные условия для протекания реакций (2) и (3) в массиве углеродной матрицы и приводит к увеличению количества микропор, а следовательно, значения площади удельной поверхности материала.

В случае активации процесса с добавкой Na_2CO_3 при температуре 900 °С парциальное давление CO_2 составляет 10 мм рт. ст. Большое значение парциального давления диоксида углерода в сочетании с длительным временем активации (2 часа), обусловливает образование агрегированной углеродной структуры с преобладанием мезопор, вследствие чего значение площади удельной поверхности уменьшается.

Из изложенного следует, что в большинстве случаев активация материала с карбонатом калия дает результаты лучше, чем активация с карбонатом натрия. Эти результаты объясняются тем, что, во-первых, при одинаковых температурах разложение K_2CO_3 протекает с меньшим значением парциального давления диоксида углерода, чем Na_2CO_3, что создает выгодные условия для протекания реакций активации в глубине структуры материала с формированием микропор; во-вторых, по результатам исследований, опубликованным в работе [6], значение площади удельной поверхности полученного активированного угля растет с увеличением диаметра катиона активатора в ряду карбонатов: Li_2CO_3, Na_2CO_3, K_2CO_3, Rb_2CO_3, Cs_2CO_3. При температуре 900 °С активация карбонатом калия дает наилучший результат из всех карбонатов в связи с соответствием ионного диаметра калия с межплоскостным расстоянием графита. Ионны калия располагаются между слоями графита, создавая благоприятное пространство для процесса активации.

Полученные результаты подтверждаются микрофотографиями образцов углей, представленными на рис. 2. Из рис. 2, *а* видно, что при активации с K_2CO_3 микропоры материала сформированы в глубине углеродной матрицы, в отличие от активации с карбонатом натрия, где формируется структура мезопор в пространстве между агрегатами (рис. 2, *б*).

Влияние температуры на эффективность активации

Для исследования влияния температуры на значения $S_{уд}$ были проведены опыты с фиксированным содержанием активаторов, равным 10 % мас., и временем активации 1 и 2 часа в интервале 700–950 °С с шагом 50 °С. Результаты представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что зависимости удельной площади поверхности от температуры при активации карбонатами калия и натрия имеют экстремальные значения: для добавки Na_2CO_3 (кривые 1 и 3) эти максимумы приходятся на температуры 800 ($S_{уд}$ = 888 м^2/г) и 850 °С ($S_{уд}$ = 962 м^2/г), в случае применения добавки K_2CO_3 (кривые 2 и 4) максимум удельной площади поверхности приходится на температуру 900 °С ($S_{уд}$ = 1129 и 1329 м^2/г), соответствующие наиболее ин-

тенсивному разложению соответствующих карбонатов. При увеличении температуры до 950 °С значения $S_{уд}$ заметно уменьшаются.

Эти закономерности объясняются тем, что при температуре ниже 800 °С парциальное давление диоксида углерода при разложении соли имеет низкое значение, и активация протекает в основном за счет взаимодействия карбонатов с углеродом по реакции (1).

При температуре активации 950 °С значение $S_{уд}$ материалов уменьшается во всех случаях, так как при этой температуре парциальное давление диоксида углерода имеет высокое значение: для K_2CO_3 18–20 мм рт. ст. и для Na_2CO_3 8–10 мм рт. ст. [4]. При этой температуре активация протекает преимущественно на поверхности углеродной матрицы по реакциям (2) и (3), что приводит к частичному исчезновению микропор, образованию мезо- и макропор за счет усиливающихся процессов спекания материала. Значение площади удельной поверхности составляет 687 м^2/г и 615 м^2/г для образцов Na10.950.1 и Na10.950.2 соответственно. Для образцов K10.900.1 и K10.950.1 значение $S_{уд}$ составляет 1129 м^2/г и 976 м^2/г. При активации материала в течение 2 часов эти показатели достигли 1329 м^2/г и 987 м^2/г соответственно.

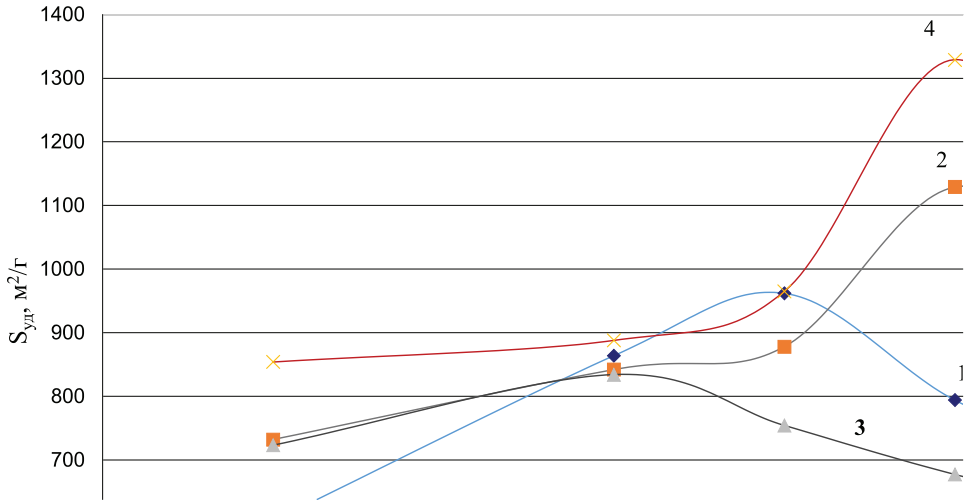


Рис. 3. Зависимость площади удельной поверхности от температуры активации: 1 – Na10.1; 2 – K10.1; 3 – Na10.2; 4 – K10.2

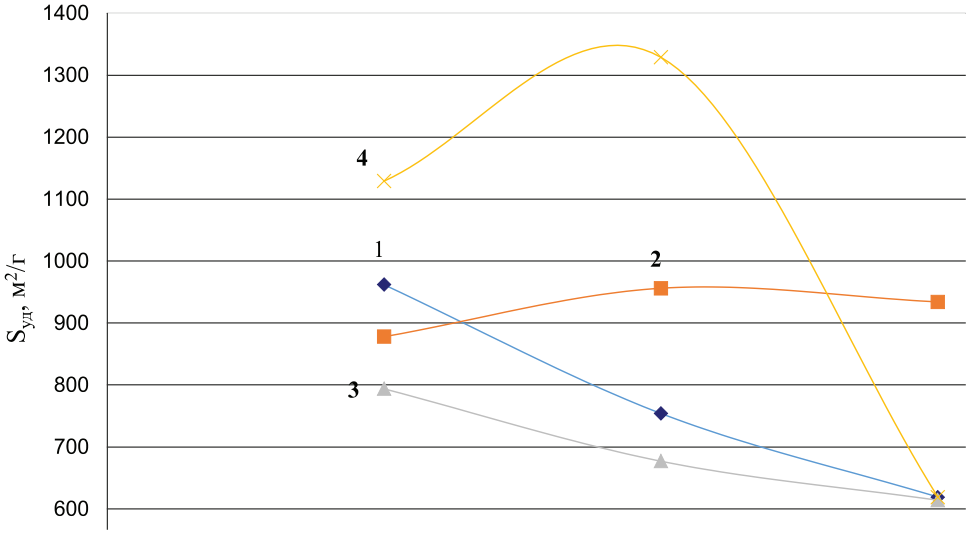


Рис. 4. Зависимость площади удельной поверхности от времени активации: 1– Na10.850; 2 – K10.850; 3 – Na.10.900; 4 – K10.900

Влияние времени активации на значение удельной поверхности

Для исследования влияния времени активации на значение $S_{уд}$ были проведены эксперименты при различном времени выдержки (1, 2 и 3 часа) с фиксированным содержанием активаторов, равным 10 % мас., и температурой активации 850 и 900 °С. Результаты представлены на рис. 4.

Из рисунка видно, что оптимальное время процесса составляет 1 час при активации карбонатом натрия и 2 часа при активации карбонатом калия. Поскольку при этих температурах Na_2CO_3 значительно разлагается, увеличение времени активации больше 1 часа приводит к уменьшению значения $S_{уд}$ за счет удаления углерода с разрушением уже сформированной системы пор.

Активация материала K_2CO_3 при температуре 850 °С характеризуется протеканием процесса с небольшим парциальным давлением диоксида углерода при разложении, поэтому при увеличении времени активации до 3 часов, значение $S_{уд}$ незначительно уменьшилось, с 956 м^2/г до 934 м^2/г.

Вместе с тем увеличение времени активации до 3 часов при температуре 900 °С приводит к значительному уменьшению значения площади удельной поверхности, с 1329 м^2/г до 619 м^2/г.

Выводы

Активированный уголь с высокими значениями площади удельной поверхности из рисовой шелухи Вьетнама можно получить путем активации продуктов ее карбонизации и отделения диоксида кремния. Ключевыми параметрами процесса активации являются: состав и содержание активаторов, температура процесса и время выдержки.

Установлено, что для достижения высоких значений площади удельной поверхности активированного угля процесс активации следует проводить при температуре 850 °С с карбонатом натрия и при 900 °С с карбонатом калия, что соответствует температурам начала разложения соответствующих солей. Оптимальное время активации составляло 1 час для процесса с добавкой Na_2CO_3, и 2 часа для процесса с добавкой K_2CO_3. Оптимальное количество активаторов составляли 13 % и 10 % для Na_2CO_3, K_2CO_3. Активация с карбонатом калия (содержание добавки 13 % мас.) протекает эффективнее, чем процесс с добавкой карбоната натрия с содержанием 10 % мас.

Наибольшее значение площади удельной поверхности достигается при активации материала карбонатом калия с содержанием 10 % мас. при 900 °С в течение 2 часа и составляет 1329 м^2/г. Активация с карбонатом натрия с содержанием 13 % мас. при температуре 850 °С в течение 1 час позволяет достичь значения удельной площади поверхности 990 м^2/г.

Список литературы

1. Глинка Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. – М: Интеграл-пресс, 2003. – 728 с.

2. ГОСТ 6217-74. Уголь активный древесный дробленый. Технические условия. – Москва: Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.

3. Данг Нян Тхонг, Нгуен Мань Хиеу, Коробочкин В.В. Анализ процесса сжигания сырья в производстве активированного угля // Научно-технический и производственный журнал «Наноинженерия». – 2014. – № 11. – С. 36–38.

4. Служба государственной статистики Вьетнама [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gso.gov.vn/default.aspx?tabid = 717.

5. Фенелонов В.Б. Пористый углерод / В.Б. Фенелонов. – Новосибирск: ИК СО РАН, 1995. – 518 с.

6. Addoun, Joseph Dentzer, P. Ehrburger. Porosity of carbons obtained by chemical activation: Effect of the nature of the alkaline carbonates // Carbon. – 2002. – № 40. – P. 1140–1143.

7. Hieu N.M., Korobochkin V.V., Tu N.V. A Study of Silica Separation in the Production of Activated Carbon from Rice Husk in Viet Nam // Procedia Chemistry. – 2015. – № 15. – P. 308–312.

8. McKee D.W. Mechanisms of the alkali metal catalyzed gasification of carbon // Fuel. –1983. – № 62. – P. 170–175.

УДК 62-733

К ВОПРОСУ ОБ ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ РАДИОАКТИВНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

[1]Короткова В.Е., [2]Кадомцев Г.М., [1]Черняев С.И.

[1]Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: fn2kf@bk.ru;
[2]ЗАО «Фильтр», пос. Товарково, Калужская область, e-mail: filtr@ftov.ru

Настоящее исследование посвящено анализу применяемых методов очистки воздуха от радиоактивных аэрозолей на промышленных предприятиях. Образование газообразных радиоактивных отходов происходит на всех стадиях ядерного топливного цикла. Основным источником радиоактивного загрязнения от атомных электростанций являются газоаэрозольные выбросы. Характер выбросов зависит от типа реактора. Для их локализации, сбора и обработки используются системы вентиляции и газоочистки. Перед выбросом в атмосферу газообразные отходы подвергаются выдержке для уменьшения их активности. Для очистки от короткоживущих радионуклидов применяются хроматографические системы. Для очистки от радиоактивного йода применяются методы адсорбции. Для очистки от аэрозольных частиц используются высокоэффективные аэрозольные фильтры на основе ткани Петрянова и HEPA фильтры на основе ультратонкого стекловолокна.

Ключевые слова: газообразные радиоактивные отходы, очистка ГРО, выбросы АЭС, радиоактивные аэрозоли, HEPA-фильтры, фильтры Петрянова

TO THE QUESTION OF PURIFICATION OF AIR OF RADIOACTIVE AEROSOLS

[1]Korotkova V.E., [2]Kadomtsev G.M., [1]Chernyaev S.I.

[1]Kaluga Branch Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Kaluga, e-mail: fn2kf@bk.ru;
[2]CJSC «Filtr», Tovarkovo, Kaluga region, e-mail: filtr@ftov.ru

This research is devoted to the analysis of methods of purification of air of the radioactive aerosols applied on industrial enterprises. The formation of gaseous radioactive waste occurs at all stages of the nuclear fuel cycle. The main source of contamination is gas and aerosol emissions from the NPP. Emission character depends on the reactor type. Gas cleaning systems and ventilation systems are used for its localization, collecting and processing. Before release into the atmosphere gaseous waste are subjected to aging to reduce their activity. For the cleaning of short-lived radionuclides are used chromatographic system. To remove radioactive iodine adsorption methods are applied. To remove the aerosol particles used high-efficiency aerosol filters based on Petryanov fabric and HEPA-filters based on ultrathin fiberglass.

Keywords: gaseous radioactive waste, treatment of GRW, NPP emissions, radioactive aerosols, HEPA filters, Petryanov filters

В условиях ограниченности запасов органического топлива главным направлением развития мировой энергетики является поиск дополнительных источников энергии, среди которых лидирующие позиции занимает ядерная энергетика. Атомная энергетика в настоящее время рассматривается как реальный путь решения энергетических и экологических проблем 21 века. В свою очередь, развитие атомной энергетики ведет к повышению требований, предъявляемых к радиационной безопасности эксплуатации атомных станций. Атомные станции теплоснабжения (АСТ), например, должны размещаться в непосредственной близости от населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. Это, соответственно, накладывает на АСТ еще более жесткие требования по надежности и безопасности всех систем по сравнению с АЭС [16, 23, 26].

Основным потенциальным источником загрязнения биосферы и облучения населения, проживающего вблизи АЭС, являются газоаэрозольные отходы, образуемые в процессе эксплуатации станции. Следовательно, предотвращение выбросов радиоактивных веществ в воздушную среду является одним из основных факторов, определяющих экологическую и радиационную безопасность при работе радиохимических производств [5, 19, 20, 40].

Образование газообразных отходов происходит на всех стадиях ядерно-топливного цикла (ЯТЦ). Рассматривая ядерный топливный цикл на современном уровне развития ядерной энергетики, можно выделить следующие технологические составляющие: добыча и переработка урановой руды; получение урана в виде U_3O_8; конверсия U_3O_8 в газообразную форму UF_6; обогащение урана на заводе по разделению изотопов; конверсия UF_6 в UO_2; производство ТВЭЛьных оболочек, комплектующих деталей ТВЭЛов, сборка ТВЭЛов; производство энергии на АЭС; выдержка и транспорт отработавшего ядерного топлива; переработка отработавшего ядер-

ного топлива; захоронение радиоактивных отходов (РАО) [16, 23, 35]. Таким образом, эксплуатация ядерных реакторов, заводов по переработке и захоронению ядерного топлива и других объектов, работа которых связана с использованием радиоактивных веществ, ставит многочисленные проблемы, обусловленные необходимостью защиты персонала, населения и окружающей среды в целом от радиоактивного заражения. Одна из этих проблем – очистка загрязненного радиоактивными элементами воздуха внутри указанных объектов перед выбросом его в атмосферу в процессе работы вентиляционных систем, как в режиме нормальной эксплуатации, так и в аварийных ситуациях. Основными источниками радиоактивного заражения воздуха являются радиоактивные изотопы йода и его соединения (в частности, наиболее трудноуловимое метилиодид), а также радиоактивные аэрозоли. Очистка воздуха от этих элементов необходима для обеспечения экологической безопасности объектов атомной энергетики. В настоящее время на атомных электростанциях очистку загрязненного радиоактивными веществами воздуха ведут раздельно от аэрозолей и йода и его соединений. Аэрозоли улавливают, в основном волокнистыми фильтрами, а йод – фильтрами на основе импрегнированного активированного угля. Таким образом, система высокоэффективной очистки состоит из трех блоков: высокоэффективный аэрозольный фильтр, угольный адсорбер и еще один высокоэффективный аэрозольный фильтр для улавливания частиц, источником которых является активированный уголь [18, 27].

Радиоактивными аэрозолями принято называть любые взвешенные частицы, находящиеся в воздухе и имеющие естественную (продукты распада урана, тория и радия) или искусственную (продукты деления урана, активационные радионуклиды и др.) природу. В зависимости от агрегатного состояния различают аэрозоли с твердой дисперсной фазой (пыль различных радиоактивных веществ, дым) и аэрозоли с жидкой дисперсной фазой (пар, туман или аэрозоли конденсации). Можно отметить два пути попадания аэрозолей внутрь организма. Первый – ингаляционный. Аэрозольные частицы, вдыхаемые с воздухом, осаждаются на внутренней поверхности органов дыхания, затем проникают в кровь и разносятся по организму. Радионуклиды селективно концентрируются в критических органах. Второй путь – так называемые пищевые цепочки. Попавшие в воздух, выбрасываемый через высотные вентиляционные трубы АЭС, радиоактивные аэрозоли оседают на землю, траву, листья, включаются в пищевые цепочки и могут оказаться в организме человека. Опасность внутреннего облучения заключается в длительности воздействия долгоживущих радиоактивных нуклидов, так как у многих из них период полураспада и, соответственно, полувыведения из организма человека достаточно большой [22, 37].

Рис. 1. Основные стадии обращения с радиоактивными отходами (МАГАТЭ) [37]

Целью обеспечения безопасности при обращении с газообразными радиоактивными отходами является предотвращение выброса радиоактивных веществ в окружающую среду в количествах, превышающих допустимые выбросы, установленные в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии «Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности» (НП-021-15). Для достижения данной цели на предприятиях ЯТЦ создаются системы вентиляции и газоочистки. Главными задачами систем вентиляции и газоочистки являются: снижение и поддержание уровня радиоактивного загрязнения рабочих помещений в безопасных допустимых пределах; поддержание минимальной концентрации пыли в рабочих помещениях и уменьшение поверхностного загрязнения; создание нормальных рабочих условий путем нагревания или охлаждения, а также увлажнение или осушение подаваемого воздуха; поддержание направления потока воздуха от объема с меньшим загрязнением к объему с большим загрязнением, что позволяет защитить помещения от неконтролируемого распространения загрязнения; очистка отходящих газообразных потоков перед выбросом в атмосферу [21, 30, 31, 33, 41, 42, 46].

В настоящее время технологические схемы АЭС сконструированы и эксплуатируются таким образом, чтобы обеспечить практически полную изоляцию радиоактивных веществ от биосферы, а возможные их утечки в окружающую среду свести до уровня, допустимого действующими санитарными нормами. Несмотря на это, в результате очистки воды в различных технологических системах реактора, ремонта или замены оборудования, проведения испытаний и других мероприятий на АЭС возникают выбросы и сбросы загрязняющих веществ и образуются отходы [23, 37–39].

В процессе эксплуатации АЭС происходит выработка продуктов деления в топливе. Часть образующихся радиоактивных веществ во всех эксплуатационных режимах работы АЭС, включая проектные аварии, непрерывно или периодически выделяется в атмосферу в виде газообразных радиоактивных выбросов. Основные источники газообразных отходов – система байпасной очистки теплоносителя первого контура (АЭС с реакторами типа ВВЭР) и эжектор конденсатора турбины (АЭС с реакторами типа РБМК). Характер этих выбросов зависит от типа реактора и системы обращения с этими отходами. В их состав входят инертные радиоактивные газы (ИРГ) (радионуклиды Kr, Xe), пары ^{3}H и ^{3}H в газообразной форме, активационные газы (^{41}Ar, ^{14}C, ^{13}N, ^{16}N), галогены и радиоактивные вещества в твердой форме (продукты деления и активации). Дополнительным источником выбросов на АЭС служит вентиляция основных и вспомогательных помещений станции. Перед выбросом через трубу поток вентилируемого воздуха подвергается очистке на аэрозольных и йодных фильтрах [5, 16, 23, 38, 40].

Наиболее эффективным направлением в области защиты атмосферного воздуха от загрязнений является использование малоотходных ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов с замкнутыми производственными циклами, исключающими или резко снижающими выброс вредных веществ в окружающую среду. Однако не всегда удается разработать и внедрить малоотходные технологические процессы, обеспечивающие полную комплексную очистку вредных технологических выбросов в атмосферу, поэтому в настоящее время одним из основных средств предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем очистки газов [6, 9, 25].

Выделяют два принципиально различных направления в работах по снижению загрязнения окружающей среды: активный и пассивный. Применительно к атомной энергетике активный способ заключается в предупреждении выбросов радиоактивных продуктов в окружающую среду в результате совершенствования технологических схем и оборудования; в создании замкнутого технологического процесса, исключающего выброс этих продуктов в окружающую среду; в отработке и совершенствовании топливных элементов; в создании высокоэффективных систем очистки. Пассивный способ основан на использовании эффекта рассеивания примесей радиоактивных веществ. Промышленные методы очистки газов можно свести к трём группам:

1) с помощью твёрдых поглотителей или катализаторов – «сухие методы» очистки;

2) с помощью жидких поглотителей (абсорбентов) – жидкостная очистка;

3) очистка без применения поглотителей и катализаторов.

К первой группе относятся методы, основанные на адсорбции, химическом взаимодействии с твёрдыми поглотителями и на каталитическом превращении примесей в безвредные или легко удаляемые соединения. Сухие методы очистки обычно

проводят с неподвижным слоем сорбента, поглотителя или катализатора, который периодически должен подвергаться регенерации или замене. В последнее время такие процессы осуществляются также в «кипящем» или движущемся слое, что позволяет непрерывно обновлять очищающие материалы. Жидкостные способы основаны на абсорбции извлекаемого компонента жидким сорбентом (растворителем). Третья группа методов очистки основана на конденсации примесей и на диффузионных процессах (термодиффузия, разделение через пористую перегородку). В зависимости от требуемой степени очистки газа различают грубую, среднюю и тонкую очистку. Однако количественные нормы, отвечающие такой классификации, меняются в зависимости от требований технологии. Требуемая степень очистки газа нередко достигается в несколько этапов, отличающихся условиями или способами проведения процесса [2, 12, 15, 17, 23, 44].

Основным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу принято считать систему очистки теплоносителя первого контура и конденсатоочистки. Также выбросы возникают в результате дегазации протечек теплоносителя, выхода газов при водообмене в реакторе, при отборе проб воды и при дезактивационных операциях. Выбросы проходят сложную систему обработки: очистка от паров воды и водорода, от аэрозолей и от йода. Для уменьшения активности выбрасываемых газов на АЭС их задерживают на определенное время перед выбросом в трубу, в течение которого происходит распад короткоживущих радионуклидов. Дополнительным источником выбросов на АЭС служит вентиляция основных и вспомогательных помещений станции. Перед выбросом через трубу поток вентилируемого воздуха подвергается очистке на аэрозольных и йодных фильтрах. Для локализации, сбора и обработки газообразных отходов с целью максимального снижения выхода радиоактивных веществ, содержащихся в газообразных радиоактивных отходах АЭС, используется очистное оборудование по обращению с газообразными радиоактивными отходами: аппараты, устройства, фильтры, адсорберы, барботеры и др. Это оборудование устанавливается в вытяжных системах спецвентиляции помещений, в воздушную среду которых возможен выход газообразных радиоактивных отходов, а также в технологических линиях, по которым осуществляется контролируемый сброс газообразных радиоактивных отходов при работе оборудования. В результате очистки газообразных радиоактивных отходов в аппаратах, предусматриваемых на АЭС, образуются твердые РАО – фильтроэлементы, сорбенты, элементы вентиляционных систем и др. Перед выбросом в атмосферу газообразные отходы вначале подвергаются выдержке, в течение которой их активность уменьшается за счет распада короткоживущих нуклидов; охлаждаются в теплообменниках, где отделяется большая часть влаги, содержащей радиоактивные примеси; очищаются в аэрозольных фильтрах; осушаются в цеолитовых фильтрах и освобождаются от радиоактивных примесей в фильтрах-адсорберах, заполненных активированным углем. Эти операции снижают радиоактивность газоаэрозольных выбросов в сотни раз (эффективность очистки – более 99 %). Для очистки отходящих газов АЭС используется адсорбционный метод очистки, в частности способ динамической адсорбции радионуклидов криптона и ксенона в колонне, работающей в режиме непрерывного протока. Она обеспечивает очистку более чем в 100 раз, что позволяет поддерживать активность газовых выбросов АЭС значительно ниже норм, установленных санитарными правилами. Для очистки газообразных радиоактивных отходов, содержащих короткоживущие радионуклиды, применяются хромотографические системы, основанные на задержке радионуклидов в угольном адсорбере в течение времени, достаточного для их распада. Для очистки отходящих газов от радиоактивного йода применяют адсорбцию на активированном угле, а также изотопный обмен и химические реакции на импрегнированных углях. Для улавливания твердых аэрозольных частиц применяют высокоэффективные тонковолокнистые фильтры из синтетических волокон или из стекловолокна. Наиболее важными компонентами систем газоочистки являются аэрозольные фильтры и адсорберы [3, 8, 10, 16, 23, 29, 37–39, 46].

На предприятиях атомной отрасли, как правило, используются двухступенчатые системы очистки, состоящие из высокоэффективного аэрозольного фильтра и йодного фильтра-адсорбера. Фильтры-адсорберы в качестве ступени йодной очистки представляют собой, как правило, устройства, в которых сорбент помещен в камеру ящичного типа, разделенную на секции, заполненные гранулами сорбента. В качестве сорбента в большинстве случаев используются гранулы активированных углей размером около 1–2 мм, импрегнированные различными химическими соеди-

нениями, обеспечивающими хемосорбцию молекулярного йода и(или) органических форм йода [18, 28].

Для очистки газообразных РАО, содержащих короткоживущие радионуклиды таких как криптон, ксенон или радон, применяются хроматографические системы, основанные на задержке радионуклидов в угольном адсорбере в течение времени, достаточного для их распада. Коэффициент адсорбции криптона и ксенона на увлажненном угле существенно ниже, чем на сухом, поэтому в газоочистную систему включают узел сушки. Поведение угольных адсорберов имеет динамический характер и эффективность очистки падает со временем из-за продолжающегося осаждения нерадиоактивных компонентов воздуха (влаги, органических и неорганических паров и газов). Старение и отравление активированного угля могут также являться причинами деградации фильтров. Поэтому очень важно производить периодическое испытание фильтров [13, 38].

Для очистки отходящих газов от радиоактивного йода применяют адсорбцию на активированном угле, а также изотопный обмен и химические реакции на импрегнированных углях. Используют йодиды металлов, такие как KI, PbI_2 или Cu I_2, а также соединения, вступающие в химическую реакцию с йодом и метилиодидом, такие как $AgNO_3$ или триэтилендиамин [36, 38, 46].

Рассматривая фильтрование радиоактивных аэрозолей подробнее, следует отметить, что содержащиеся в промышленных газах взвешенные частицы чрезвычайно разнообразны по своему составу, агрегатному состоянию, а также дисперсности. Очистка газов от взвешенных частиц (аэрозолей) достигается механическими и электрическими средствами. Механическую очистку газов производят: воздействием центробежной силы, фильтрацией сквозь пористые материалы, промывкой водой или же другой жидкостью; иногда для освобождения от крупных частиц используют их силу тяжести. Механическую очистку газов обычно проводят методами сухой газоочистки (аппарат циклон), фильтрации и мокрой газоочистки. Электрическая очистка газов применяется для улавливания высокодисперсных частиц пыли или туманов и обеспечивает, при известных условиях, высокий коэффициент очистки. Осаждение аэрозолей осуществляется электрическим полем высокого напряжения (до 50000 вольт), что вызывает ионизацию газа; частицы аэрозолей получают дополнительный заряд и осаждаются на противоположно заряженном электроде. Также для фильтрации запылённых газовых потоков используются различные ткани из натуральных или искусственных волокон (хлопок, шерсть, асбест, стекловолокно, базальтовое волокно, лавсан и др.). Фильтры такого типа называются тканевыми (рукавными) фильтрами. Размеры осаждённых частиц пыли в порах ткани и на её поверхности часто во много раз меньше среднего диаметра пор фильтровальной ткани. Это объясняется тем, что осаждение частиц в основном происходит в результате их столкновения с элементами ткани под действием сил инерции, электрических зарядов и других факторов. Однако пока фильтр частично не забит пылью, он мало эффективен по отношению к мелким частицам. Тканевые фильтры служат для улавливания весьма тонких фракций пыли и имеют высокий коэффициент очистки [7, 17, 29].

Помимо тканевых, применяются фильтры из специального картона, пористой бумаги, ваты, пористой керамики, металлокерамики и др. Конструкции их весьма разнообразны. Некоторые из них не имеют приспособлений для периодического удаления пыли, и при достижении определённой величины гидравлического сопротивления фильтрующий материал заменяется. Удаление пыли из некоторых фильтров производится периодической обратной продувкой или промывкой, чаще всего водой. Для повышения эффекта пылеулавливания фильтры с насадкой из крупных материалов (керамических и металлических колец, гофрированной стальной сетки и др.) смачивают минеральным маслом. Промышленные фильтры подразделяются на аппараты периодического и непрерывного действия, а также по признаку направлений движения фильтрата и действия силы тяжести. Эти направления могут совпадать, быть противоположными или взаимно перпендикулярными [1, 12, 29, 32].

Наиболее простым, надежным и экономичным способом очистки воздуха и технологических газов от радиоактивных аэрозолей являются волокнистые фильтры. Они получили повсеместное распространение. Разработаны и применяются фильтры из волокон целлюлозы, лавсана, полипропилена, полиакрилонитрила, из стеклянных и кварцевых волокон, базальта и т.п. Особое место среди полимерных материалов занимают фильтры Петрянова (ФП). Их отличает высокая эффективность задержки мельчайших, в том числе наиболее проникающих частиц при сравнительно низком гидродинамическом сопро-

тивлении. Выпускаются различные сорта материалов ФП, обладающих, радиационной стойкостью, наличием электрических зарядов, стойких к воздействию кислот, щелочей, органических растворителей, выдерживающих высокие температуры и механические нагрузки. Альтернативой до сих пор применяемым ФП-фильтрам являются аэрозольные фильтры на основе стекловолокон. Фильтры, использующие стеклобумагу из ультратонких стекловолокон, имеют более высокий класс по эффективности. Они термо- и огнестойки и сохраняют показатель эффективности при относительно высокой влажности фильтруемой среды и наличии в ней паров щелочей и кислот [20, 38].

Для улавливания твердых аэрозольных частиц применяют высокоэффективные тонковолокнистые фильтры из синтетических волокон или из стекловолокна, называемые HEPA или «абсолютные фильтры». Существует большое число модификаций абсолютных фильтров, удовлетворяющих самым разнообразным требованиям. Как правило, время службы фильтра определяется ростом его сопротивления по мере увеличения количества улавливаемых аэрозолей, а не уменьшением эффективности удержания частиц. Так как абсолютные фильтры имеют ограниченную ёмкость по пыли, перед ними часто устанавливаются предварительные фильтры грубой очистки, улавливающие пыль [13, 38, 46].

Типичный прямоугольный фильтр для аэрозолей показан на рис. 2. Чтобы обеспечить очистку больших потоков воздуха, такие фильтры обычно объединяют, параллельно, в блоки, состоящие из нескольких экземпляров.

Фильтрация аэрозолей основана не только на механическом удержании сравнительно крупных частиц, но и на улавливании субмикронных частиц с помощью сил адгезии. Известно как минимум шесть различных механизмов захвата аэрозольных частиц волокнами – отсеивание, зацепление, диффузионный, инерционный, электрический и гравитационный. Эффективность фильтрации является сложной функцией распределения частиц по размерам, скорости воздушного потока и других параметров [14, 15].

Преимущества материалов ФП, обусловленные эффективной управляемостью и всеядностью технологии электроформования к составу сырья в исходных системах полимер – растворитель, проявляются в их микроструктурных, механических, физико-химических и, как следствие, – в функциональных, конструкционных и эксплуатационных свойствах, а также в возможности их оптимизации по целям высокоэффективной очистки газовых аэрозолей (ВОГА). Благодаря разнообразию волокнообразующих полимеров и их физико-химических характеристик, материалы ФП значительно легче, чем другие их волокнистые аналоги, адаптировать к различным, часто весьма жестким условиям эксплуатации – повышенным или пониженным температурам, химически агрессивной среде, ионизирующему излучению, гидродинамическим нагрузкам и особенно к совместному воздействию этих факторов [4].

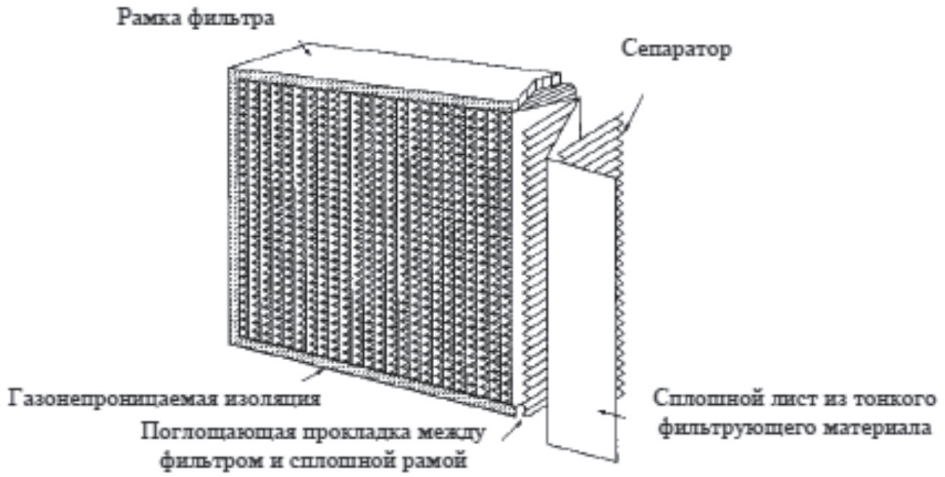


Рис. 2. HEPA-фильтр для аэрозолей [45]

К недостаткам материалов ФП следует отнести прежде всего малый срок службы, обусловленный стеканием электростатического заряда и, как следствие, уменьшение эффективности фильтрации. Срок службы фильтров на основе материалов ФП поэтому не превышает 2000 часов. Также к недостаткам можно отнести общую для всех высокоэффективных фильтрующих материалов неизотропность их микроструктуры. Следствием является взаимное влияние волокон на характер обтекания их потоком газа, что в конечном счете приводит к уменьшению гидродинамического сопротивления волокнистого материала и эффективности улавливания им аэрозольных частиц. Индивидуальным недостатком материалов ФП является ограничение нижнего предела диаметра волокон величиной 0,3 мкм [4, 11, 24, 47].

Проблема обращения с радиоактивными отходами АЭС, в том числе и газовыми, оказывает существенное влияние на развитие ядерной отрасли. В настоящее время используются различные методы очистки газовых сдувок АЭС, такие как фильтрование, осаждение, однако создание безопасных и экономичных установок для обезвреживания радиоактивных технологических газов АЭС является задачей комплексной. Решать ее нужно не только за счет совершенствования таких установок, но и совершенствования и создания основного и вспомогательного оборудования АЭС, имеющих минимум технологических сдувок радиоактивных газов [34]. Следует отметить, что подобные меры, безусловно, позволяют, на современном этапе, получить максимальный эффект от процесса экологизации хозяйственной деятельности за счет постоянного и неуклонного внедрения систем управленческих, технологических и других решений, позволяющих повышать эффективность использования естественных ресурсов при улучшении или хотя бы при неизменности качества окружающей природной среды [43].

Список литературы

1. Атомная промышленность и наука в атомной сфере [Электронный ресурс] // Проблемы обеспечения безопасного хранения ОЯТ. – Режим доступа: http://matkb.ru/nauka_atom/promatom90.htm (дата обращения: 26.12.2016).

2. Атомная энергетика. Проблема снижения выбросов АЭС [Электронный ресурс] // Физика: портал – Режим доступа: http://ingraft.ru/atom_stan/reaktor71.htm (дата обращения: 26.12.2016).

3. АЭС ВВЭР [Электронный ресурс] // Важная экология: сайт – Режим доступа: http://www.rightecology.ru/riecos-679-2.html (дата обращения: 17.10.2016).

4. Басманов П.И., Кириченко В.Н., Филатов Ю.Н., Юров Ю.Л. Высокоэффективная очистка газов от аэрозолей фильтрами Петрянова. – М.: Наука, 2003. – 271 с.

5. Бекман И.Н. Ядерная индустрия. Курс лекций / И.Н. Бекман. – М: Изд-во МГУ, 2005. – 867 с.

6. Буренин В.В. Защита атмосферного воздуха от производственной пыли, токсичных паров и газов // Экология и промышленность России. – 2004. – № 9. – С. 25–29.

7. Выбросы атомными станциями радиоактивных веществ [Электронный ресурс] // Физика: портал – Режим доступа: http://kurspro.ru/oshistka/vibros85.htm (дата обращения: 26.12.2016).

8. Газоаэрозоли на АЭС – что это? [Электронный ресурс] // сайт «Атомная энергетика и экология» – Режим доступа: http://www.ecoatominf.aaanet.ru/publishs/VAES/VAES_27.htm (дата обращения: 25.02.2017).

9. Гигина О.С. Методы и технические средства защиты атмосферного воздуха от загрязнения и очистки отходящих газов / О.С. Гигина. – Уфа, 2010. – 78 с.

10. Киров В.С. Атомные электрические станции: Учебное пособие. – Одесса: ОНПУ, 2010. – 216 с.

11. Кирш А.А., Будыка А.К., Кирш В.А. Фильтрация аэрозолей волокнистыми материалами ФП // Российский химический журн. – 2008. – Т. 52. № 5. – С. 97–101.

12. Короткова В.Е. Анализ промышленных методов очистки воздуха от радиоактивных аэрозолей / В.Е. Короткова, С.И. Черняев // Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в ВУЗе: материалы ВНТК. – 2016. – Т. 2. – Калуга: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. – С. 35–38.

13. МАГАТЭ. Технологические и организационные аспекты обращения с радиоактивными отходами: Учебное пособие. Вена: Международное агентство по атомной энергии, IAEA-TCS-27, 2005. – 230 с.

14. Маркелова Н.П., Кадомцев Г.М., Черняев С.И. Анализ технологии высокоэффективной фильтрации воздуха и ключевых особенностей ее обеспечения // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3–2. – С. 263–267.

15. Маркелова Н.П., Кадомцев Г.М., Черняев С.И. Некоторые особенности контроля высокоэффективных воздушных фильтров // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 156–161.

16. Матушкина Е.В., Сажин В.Б., Козляков В.В., Хайри А.Х., Терещук В.С., Панфилов А.С., Попов И.А., Селдинас И. Особенности воздействия на окружающую среду различных стадий ядерного топливного цикла и проблемы безопасности АЭС // Успехи в химии и химической технологии. 2011. Т. 25. № 7 (123). с. 104-121. [Электронный ресурс] Открытый доступ на E-library http://elibrary.ru/item.asp?id=20230065 (дата обращения: 25.02.2017).

17. Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности: Конспект лекций [Электронный ресурс] // Хелпикс.Орг – Интернет помощник. – Режим доступа: http://helpiks.org/5-48054.html (дата обращения: 03.12.2016).

18. Меркушкин А.О. Сравнительная оценка эффективности улавливания CH3I композиционным сорбентом на основе пенополиуретана с различными формами углерода / А.О. Меркушкин, А.В. Обручиков, Й.А. Мин // Успехи в химии и химической технологии. – 2013. – № 6. – С. 42–46.

19. Методы спецгазоочистки радиоактивных газов и аэрозолей на АЭС [Электронный ресурс] // Электронная библиотека студента: сайт «Библиофонд» – Режим доступа: http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=728590 (дата обращения: 25.01.2017).

20. Новое фильтрационное оборудование для АЭС [Электронный ресурс] // АэроФильтр: сайт – Режим доступа: http://aerofiltr.ru/company/publishing/novoe-filtracionoe-oborudovanie-dlja-ayes.html (дата обращения: 01.12.2016).

21. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ 88/97, НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97). – Москва, 1998.

22. Основные пути проникновения радионуклидов в организм [Электронный ресурс] // Учение.net: Портал для

студентов-медиков – Режим доступа: http://uchenie.net/19-osnovnye-puti-proniknoveniya-radionuklidov-v-organizm/. (дата обращения: 12.12.2016).

23. Особенности воздействия на окружающую среду различных стадий ядерного топливного цикла и проблемы безопасности на АЭС / Е.В. Матушкина и др. // Успехи в химии и химической технологии. – 2011. – № 7(123). – С. 104-121.

24. Отраслевой стандарт «Фильтры аэрозольные с фильтрующим материалом ФП» (ОСТ 95 4-80).

25. Очистка отходящих газов от паров органических растворителей [Электронный ресурс] // Электронная библиотека студента: сайт «Библиофонд» – Режим доступа: http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=579580 (дата обращения: 25.01.2017).

26. Пайметов И.В. Разработка текстильных фильтров специального назначения, применяемых в ядерной энергетике: дис. … канд. тех. наук: 05.19.02 / И.В. Пайметов. – Дмитровград, 2015. – 154 с.

27. Патент 2036698 Рос. Федерация, МПК6 B01D 53/02, G21F 9/02. Адсорбирующий фильтрующий материал, способ его получения и способ очистки газов от радиоактивных веществ / Дука А.В., Григорьев А.Ю., Виленский М.Г.; Акционер, о-во закр. типа «Научно-производственный комплекс «Матекс». – № 93049173/26; заявл. 21.10.1993; опубл. 09.06.1995, Бюл. 16.

28. Патент 2192914 Рос. Федерация, МПК7 B01D39/16, G21F9/02. Аэрозольный сорбирующий фильтр и способ его изготовления / Басалаев Н.А., Бережной В.М., Зубарев В.В., Иванов В.Д., Плотников В.Г., Рыбкин Н.И., Земсков А.А., Клинин Е.Н., Облогин В.А., Решетников Е.А., Слепоконь Ю.И.; Закрытое акционерное общество «Прогресс-Экология». – № 2000132698/12; заявл. 27.12.2000; опубл. 20.11.2002, Бюл. 32.

29. Предотвращение загрязнения окружающей среды выбросами АЭС [Электронный ресурс] // Введение в экологию энергетики: сайт – Режим доступа: http://adlingva.ru/energo.html (дата обращения: 04.12.2016).

30. Приказ Ростехнадзора от 05 августа 2014 г. № 347 «Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения».

31. Приказ Ростехнадзора от 25.06.2015 № 244 «Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности».

32. Прикладная ядерная космофизика: Учебное пособие / К.А. Боярчук и др.; под. ред. А.М. Гальпера. – М.: МИФИ, 2007. – 216 с.

33. Пронкин Н.С. Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла / Н.С. Пронкин. – М.: Логос, 2012. – 420 с.

34. Пути дальнейшего совершенствования систем отчистки технологических газов АЭС [Электронный ресурс] // Важная экология: сайт – Режим доступа: http://www.rightecology.ru/riecos-680-1.html (дата обращения: 25.02.2017).

35. Радиационная гигиена: учеб. для вузов / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. – 2010. – 384 с.

36. Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие» (обзор). Часть 5. Средства улавливания и анализа аэрозолей. Радиоактивные аэрозоли в легких / Б.И. Огородников, Э.М. Пазухин. – Чернобыль, 2006. – 56 с.

37. Радиоактивные отходы АЭС и методы обращения с ними: монография / А.А. Ключников, Э.М. Пазухин, Ю.М. Шигера, В.Ю. Шигера; под ред. Ю.М. Шигеры. – Чернобыль: ИПБ АЭС НАН Украины, 2005. – 485 с.

38. Радиоактивные отходы АЭС: информационный бюллетень / ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси. – 2010. – №10-11. – 8 с.

39. Радиоактивные отходы АЭС: источники, классификация и обработка [Электронный ресурс] // Информационный портал: сайт – Режим доступа: http://anastasia-myskina.ru/ekologiya/okrujauschaysreda/61/5107-5-2-radioaktivnye-otxody-aes-istochniki-klassifikaciya-i-obrabotka-nbsp.htm (дата обращения: 25.02.2017).

40. Сравнительный анализ газоаэразольных выбросов АЭС и ВВЭР и РБМК [Электронный ресурс] // Студенческая библиотека онлайн: сайт «Studbooks.net» – Режим доступа: http://studbooks.net/1243077/ekologiya/sravnitelnyy_analiz_gazoaerazolnyh_vybrosov_aes_i_vver_i_rbmk (дата обращения: 25.02.2017).

41. Федеральный закон от 11 июля 2011 г. N 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» Российская газета – Федеральный выпуск №5529 (153) 15 июля 2011 г.

42. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности» (НП-021-15) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: сайт – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_183507. (дата обращения: 12.12.2016).

43. Черняев С.И. Развитие экологического маркетинга в России и за рубежом [Текст] / С. И. Черняев // Экономика. Управление. Право. – М., 2013. – № 5. – С. 3–6.

44. Электрофильтры. Классификация. Схемы. Сухие и мокрые электрофильтры. Конструкции. Узлы и детали [Электронный ресурс] // Интернет помощник: сайт Хелпикс.Орг – Режим доступа: http://helpiks.org/5-48054.html (дата обращения: 25.02.2017).

45. HEPA-фильтр для аэрозолей [Электронный ресурс] // Конспекта.Нет: сайт – Режим доступа: http://konspekta.net/studopediainfo/baza10/1581170486977.files/image312.jpg (дата обращения: 25.12.2016).

46. Treatment of Radioactive Gaseous Waste / International Atomic Energy Agency. – IAEA, Vienna, 2014. – 66 p.

47. Zhonglin X. Fundamentals of Air Cleaning Technology and Its Application in Cleanrooms / X. Zhonglin. – Beijing, China: People's Republic, 2014. – 881 p.

УДК 620.179/.111.3

МЕТОДИКА РАСПОЗНАВАНИЯ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ МАТЕРИАЛОВ ПО ПАРАМЕТРАМ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ

[1]Лебедев А.С., [1]Добролюбов А.Н., [1]Лебедев Е.Л., [2]Безруков А.В.

[1]ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург, e-mail: vka@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВПО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург, e-mail: acoms@bstu.spb.su

В статье рассматриваются вопросы распознавания повреждений поверхности материалов по параметрам акустико-эмиссионных сигналов. Методологической основой для классификации типа повреждения объектов и их элементов предложен метод распознавания образов. В качестве различительных признаков предложены статистические характеристики (совместные функции распределения вероятностей) параметров акустико-эмиссионных сигналов. В качестве критерия (решающей функции) распознавания предложен критерий максимума правдоподобия, который при равных априорных вероятностях появления классов эквивалентен критерию максимума апостериорной вероятности. Для аппроксимации решающих функций использован метод разложения в ряд по ортонормированным функциям. В качестве аппроксимирующих функций предложены полиномы Лежандра. Разработана стратегия действий для распознавания класса повреждения по статистическим характеристикам акустико-эмиссионных сигналов. В качестве аппаратной реализации стратегии предложена многоканальная схема классификатора.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, распознавание образов, параметры акустико-эмиссионных сигналов, статистические характеристики параметров

METHOD OF RECOGNIZING THE EXTENT OF DAMAGE OF MATERIALS ON PARAMETERS ACOUSTIC EMISSION SIGNALS

[1]Lebedev A.S., [1]Dobrolyubov A.N., [1]Lebedev E.L., [2]Bezrukov A.V.

[1]Mozhaisky Military Space Academy, Saint-Petersburg, e-mail: vka@mail.ru;

[2]Baltic State Technical University «VOENMECH» them D.F. Ustinov, Saint-Petersburg, e-mail: acoms@bstu.spb.su

The article deals with questions of recognition damage the surface material on the parameters of acoustic emission signals. The methodological basis for the classification of the type of damage to objects and elements proposed by the pattern recognition method. As the various features offered statistical characteristics (joint probability distribution function) of the parameters of acoustic emission signals. As a criterion (the decision function) proposed a maximum likelihood detection criterion, which at equal a priori probabilities of occurrence of the classes is equivalent to the criterion of maximum a posteriori probability. To approximate deciding function is used method of expansion in a series of orthonormal functions. As an approximating functions offered Legendre polynomials. Developed an action strategy for detecting a class of damage according to the statistical characteristics of acoustic emission signals. As a hardware implementation of the strategy proposed multichannel schemes classifier.

Keywords: acoustic emission, pattern recognition, the parameters of acoustic emission signals, the statistical characteristics of parameters

Классификация (распознавание) сложных объектов или процессов и явлений, происходящих в них, требует создания специальных систем распознавания – технических систем, включающих в себя совокупность технических аппаратно-программных средств получения и переработки информации и предназначенных для решения на основе специально разработанных алгоритмов и методик задач классификации (распознавания) соответствующих явлений и процессов, непосредственно характеризующих неисправность.

Теоретические исследования

Известно, что в ряде случаев вооружение и военная техника, удаленное оборудование или его элементы, доступ к которым затруднен, оснащается средствами неразрушающего контроля для технического диагностирования. Метод акустической эмиссии (АЭ) позволяет не только обнаружить наиболее опасные дефекты, которые развиваются на поверхности контролируемого объекта, но и оценить степень их опасности.

С помощью акустико-эмиссионной аппаратуры регистрируется множество параметров сигналов. Для получения полезной информации, при идентификации данных сигналов и их параметров, могут быть использованы различные методики – от простого порогового выделения сигнала до распознавания образов [1, 2]. Анализ ха-

рактера параметров сигналов показывает, что они являются реализацией случайного процесса (носят шумовой характер), поэтому целесообразно использовать вероятностную систему распознавания образов, основанную на теории статистических решений. Поскольку параметры АЭ-сигналов носят характер случайного процесса, то наиболее общей характеристикой случайного процесса является функция распределения вероятностей, которая в дальнейшем будет использована для разработки системы распознавания классов повреждений.

Для идентификации АЭ-сигнала необходимо обосновать набор (алфавит) признаков, различающий эти сигналы (классы), и применить к нему разделяющий (решающий) критерий. Основные задачи и этапы распознавания подробно описаны в [8, 12]. Исходными данными при разработке настоящей методики являются зарегистрированные параметры АЭ-сигналов, возникающие в процессе локального нагружения исследуемого материала.

В процессе технического диагностирования объектов контроля акустико-эмиссионный контроль позволяет наблюдать за изменением свойств как самого материала, так и его покрытия. Обычно при оценке состояния материала или какой-либо конструкции оценивают энергетические параметры сигналов или их амплитудно-частотные характеристики. Необходимо отметить, что часто сигналы, пришедшие от заведомо разных источников, имеют близкие значения параметров. В ряде случаев (недостаток оборудования и аппаратуры) определить дефекты объекта контроля по пороговому анализу значений амплитуд АЭ-сигналов в промежутке времени наблюдения достаточно проблематично [3, 4, 11].

Плотность распределения вероятности по параметрам АЭ-сигналов рассчитывается по формуле

$$p(x_i) = \frac{N_i}{N}, \qquad (1)$$

где N_i – количество АЭ-сигналов с соответствующими параметрами, попавших в i-й интервал амплитуды, частоты и др.; N – количество импульсов, зарегистрированных за промежуток времени наблюдения [7]; $x = \langle x_1,\ x_2,...,\ x_n \rangle$ – вектор признаков; x_i – параметр АЭ-сигнала (амплитуда, частота и т.д.) – измеряемый признак.

Поскольку акустико-эмиссионная аппаратура позволяет регистрировать большое количество параметров АЭ-сигналов (время прихода АЭ-сигнала, мкс; величина первого пика, дБ; частота до максимума, кГц и т.д.), то является целесообразным предварительный отбор наиболее информативных параметров с целью уменьшения вычислительной сложности предлагаемой стратегии распознавания, такой мерой оценки являются энтропия и дивергенция. Предпочтение отдается тем параметрам, которые имеют минимальную энтропию и максимальную дивергенцию. Вычисление энтропии производится по формуле

$$H_i = -\sum_{j=1}^{N} p(x_j/\omega_i)\ln(p(x_j/\omega_i)), \qquad (2)$$

где $p(x_j/\omega_i)$ – вероятность появления признака (образа) x_j при условии его принадлежности к классу ω_i; N – число интервалов [5].

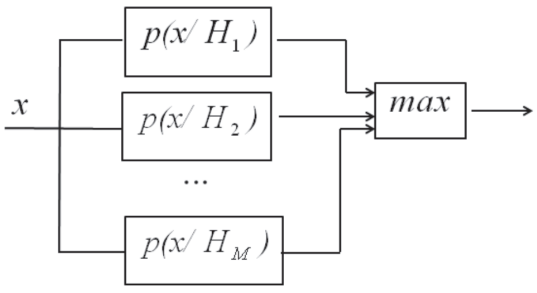
Дивергенция рассчитывается по формуле

$$I_{ij} = \sum_{l=1}^{L}[p(x_l/\omega_i) - p(x_l/\omega_j)]\ln\frac{p_i(x_l/\omega_i)}{p_j(x_l/\omega_j)}, \qquad (3)$$

где $\begin{cases} p_i(x) = p(x_l/\omega_i), \\ p_j(x) = p(x_l/\omega_j), \end{cases}$ $l = 1,\ 2,...,\ L.$

В результате предварительного отбора параметры АЭ-сигналов, имеющие минимальную энтропию и максимальную дивергенцию, будут составлять словарь признаков повреждений необходимый для распознавания.

При использовании в распознавании вероятностных методов, по сути, применяется классическое решение задачи проверки простой гипотезы против сложной альтернативы с применением многоканальной системы (рисунок), в которой согласованные фильтры заменяются разделяющими (решающими, дискриминантными) функциями $p(x/H_i)$ – условными вероятностями наблюдения параметра x при справедливости гипотезы H_i (функциями правдоподобия).



Многоканальная система проверки многоальтернативных гипотез

Решающая функция представляет собой функцию, относящую вектор наблю-

даемых признаков x к одному из заданных классов алфавита. Оптимальной считается решающая функция $p(H_i/x)$, которая имеет наименьшую вероятность ошибки $p_{\text{ош}}(H_i)$ при всех допустимых значениях x формируется на базе апостериорных вероятностей [5, 10]:

$$p_{\text{ош.}}(H_i)=1-p(H_i/\ x), \qquad (4)$$

где $p_{\text{ош}}(H_i)$ – вероятность ошибочного принятия решения о справедливости гипотезы H_i.

Оптимальная решающая функция $p(H_i/x)$ определяется с помощью формулы

$$p(H_i\ /\ x)=\frac{p(H_i)p(x\ /\ H_i)}{\sum\limits_{k=1}^{M}p(H_k)p(x\ /\ H_k)}, \qquad (5)$$

где M – количество классов $k = 0, 1, 2,\ldots, M$; $p(H_k)$ – априорная вероятность появления объектов k-го класса; $p(x/H_k)$ – условная вероятность появления наблюдения x при истинности гипотезы H_k; $p(x/H_i)$ – апостериорная вероятность справедливости гипотезы H_i при наблюдении события x.

В соответствии с (5) оптимальная решающая функция $p(H_i/x)$ относит набор x к классу H_i в том и только в том случае, если выполняются равенства

$$p(H_i\ /\ x)\geq p(H_j\ /\ x),\ \ \forall\quad j\neq i\,. \qquad (6)$$

Поскольку сумма в знаменателе (5) является полной вероятностью и одинакова для всех значений j, оптимальное решающее правило можно записать в виде:

$$d_i=p(H_i)p(x\ /\ H_i)\geq p(H_j)p(x\ /\ H_j)=d_j,$$

$$\forall\quad j\neq i\,. \qquad (7)$$

При $d_i = d_j$ может быть принято решение об отнесении вектора x как к классу H_i так и к классу H_j.

Таким образом, решающую функцию d_i можно использовать для классификации, т.е. использовать соотношение (7) для разделения N-мерного пространства словаря признаков (N – число признаков) на области, соответствующие классам алфавита.

Так как реализация Байесовского классификатора предполагает знание условных вероятностей $p(x/H_j)$ появления реализации признаков x при справедливости j-ой гипотезы ($j = 1, 2,\ldots, M$ – количество классов) – получение оценки подобных вероятностей исходя из заданной выборки измеряемых признаков является основной задачей классификации.

Пусть $\hat{p}(x\ /\ H_i)$ – оценка условной вероятности $p(x/H_i)$. Воспользуемся разложением оценки $\hat{p}(x\ /\ H_i)$ в ряд [10]:

$$\hat{p}(x\ /\ H_i)=\sum_{l=1}^{L}c_l^i\varphi_l(x), \qquad (8)$$

где c_l^i – коэффициенты, подлежащие определению; $\{\varphi_l(x)\}$ – множество заданных базисных функций; L – порядок аппроксимирующего многочлена (подбирается эмпирически); i – указывает класс алфавита.

Для рассматриваемых классов сформируем байесовский классификатор, воспользовавшись экспериментальными распределениями, полученными по измеренным и зарегистрированным значениям признаков, и соотношением (8). Базисные функции должны быть ортогональными в области определения признаков. Поскольку диапазон измерения признаков конечен, он всегда может быть приведен к нормированному интервалу [0, 1], поэтому будут удобны полиномы Лежандра, поскольку областью их ортогональности является интервал [– 1, 1]. В одномерном случае эти функции определяются рекуррентным соотношением [9, 12]:

$$(l+1)P_{l+1}(x)-(2l+1)xP_l(x)+$$
$$+lP_{l-1}(x)=0, l\geq 1, \qquad (9)$$

где $P_0(x) = 1$ и $P_1(x) = x$.

Результаты расчета апостериорных вероятностей

	1 класс повреждений	2 класс повреждений	3 класс повреждений	4 класс повреждений	5 класс повреждений	6 класс повреждений
$P(x/H_1)$	0,3486	0,2901	0,0995	0,0600	0,0762	0,1000
$P(x/H_2)$	0,2901	0,3488	0,1252	0,0677	0,0712	0,0979
$P(x/H_3)$	0,0995	0,1252	0,2593	0,2007	0,1825	0,1894
$P(x/H_4)$	0,0600	0,0667	0,2007	0,2557	0,2132	0,2151
$P(x/H_5)$	0,0762	0,0712	0,1852	0,2283	0,2549	0,2208
$P(x/H_6)$	0,1000	0,0979	0,1894	0,2151	0,2208	0,2460

Ортонормированные многочлены Лежандра определяются из соотношения

$$\Phi_l(x) = \sqrt{\frac{2l+1}{2}} P_l(x),\ l = 0,1,2,...,L\ . \quad (10)$$

Несколько первых многочленов Лежандра принимают следующие значения $P_0(x) = 1,\ P_1(x) = x,\ P_2(x) = \frac{3}{2}x^2 - \frac{1}{2},$

$P_3(x) = \frac{5}{2}x^3 - \frac{3}{2}x,\ P_4(x) = \frac{35}{4}x^4 - \frac{3}{2}x^2 + \frac{3}{8}$ и т.д.

В соответствии с вышеуказанными ортогональными многочленами Лежандра и соотношением (10) первые ортонормированные полиномы Лежандра принимают вид

$$\Phi_0 = \sqrt{\frac{1}{2}};\ \Phi_1 = \sqrt{\frac{3}{2}}x;$$

$$\Phi_2 = \sqrt{\frac{5}{2}}\left(\frac{3}{2}x^2 - \frac{1}{2}\right) = \frac{\sqrt{5}}{2\sqrt{2}}\left(3x^2 - 1\right)$$ и т.д.

Множество ортогональных функций для *N*-мерного случая можно получить, формируя *N*-мерные комбинации одномерных функций [12]:

$$\begin{cases} \varphi_1(x_1, x_2, ..., x_N) = \Phi_0(x_1)\Phi_0(x_2), ..., \Phi_0(x_N) \\ \varphi_2(x_1, x_2, ..., x_N) = \Phi_0(x_1)\Phi_0(x_2), ..., \Phi_1(x_N) \\ \vdots \\ \varphi_N(x_1, x_2, ..., x_N) = \Phi_0(x_1)\Phi_1(x_2), ..., \Phi_0(x_N) \\ \vdots \\ \varphi_{N+2}(x_1, x_2, ..., x_n) = \Phi_0(x_1)\Phi_1(x_2), ..., \Phi_1(x_{N-1})\Phi_1(x_{N-2}) \end{cases} \quad (11)$$

и так далее, т.е. при формировании этих функций $\varphi_j(x)$ можно использовать произвольную *N*-мерную комбинацию функций одной переменной.

Таким образом, ортонормированные *n*-мерные функции Лежандра с учетом соотношения (10) принимают вид (где *n* – количество признаков)

$$\varphi^k_{1j}(x) = \Phi_0(x_{1j})\Phi_0(x_{2j})\Phi_0(x_{3j})\Phi_0(x_{4j}) = 0,25;$$

$$\varphi^k_{2j}(x) = \Phi_0(x_{1j})\Phi_0(x_{2j})\Phi_0(x_{3j})\Phi_1(x_{4j}) = \sqrt{0,5}\cdot 0,5\sqrt{\frac{3}{2}}x^k_{4j}\,p(x^k_{4j}) = \frac{\sqrt{3}}{4}x^k_{4j}\,p(x^k_{4j}) = \frac{\sqrt{3}}{4}y^k_{4j};$$

...

$$\varphi^k_{15j}(x) = \Phi_2(x_{1j})\Phi_0(x_{2j})\Phi_0(x_{3j})\Phi_0(x_{4j}) = \frac{\sqrt{5}}{8}\left[3(x^k_{1j})^2\,p^2(x^k_{1j}) - 1\right] = \frac{\sqrt{5}}{8}[(y^k_{1j})^2 - 1]$$

и так далее.

Следующая задача заключается в определении коэффициентов c^i_l разложения (8). Используя допущение об ортонормированности функции $\varphi_l(x_{ij})$, эти коэффициенты можно вычислить из соотношения [8, 12]

$$c^k_l = \sum_{j=1}^{J} \varphi^k_{lj}(y^k_j), \qquad l = 1,2,...,L \quad (12)$$

где *M* – номер класса алфавита $k = 1, 2,\ldots, M$; *L* – порядок аппроксимации многочлена (подбирается эмпирически) $l = 1, 2,\ldots, L$; *J* – число интервалов дискретизации *i*-го признака в *k*-ом классе; *j* – номер отсчета ($j = 1, 2,\ldots, J$) *i*-го признака в *k*-ом классе.

В дальнейшем при поступлении на вход в систему неклассифицированной выборки необходимо определить ортонормированные функции Лежандра $\varphi_{1j} - \varphi_{Lj}$ по формуле (11) для этой выборки Вычисление апостериорных вероятностей для классифицируемой выборки производим по формуле

$$p(x / H_i) = \sum_{l=1}^{L} c^k_l \sum_{j=1}^{L} \varphi_{lj}(y_j),$$

$$i = 1, 2,\ldots, k, \quad (13)$$

где *k* – количество классов повреждений.

Определение принадлежности к классу определяется по максимуму $p(x/H_k)$.

Экспериментальные исследования

Проведенные экспериментальные исследования проводились с целью проверки достоверности предлагаемой методики.

Результаты расчета апостериорных вероятностей

	1 класс повреждений	2 класс повреждений	3 класс повреждений	4 класс повреждений	5 класс повреждений	6 класс повреждений
$P(x/H_1)$	0,3486	0,2901	0,0995	0,0600	0,0762	0,1000
$P(x/H_2)$	0,2901	0,3488	0,1252	0,0677	0,0712	0,0979
$P(x/H_3)$	0,0995	0,1252	0,2593	0,2007	0,1825	0,1894
$P(x/H_4)$	0,0600	0,0667	0,2007	0,2557	0,2132	0,2151
$P(x/H_5)$	0,0762	0,0712	0,1852	0,2283	0,2549	0,2208
$P(x/H_6)$	0,1000	0,0979	0,1894	0,2151	0,2208	0,2460

Экспериментальные исследования проводились с использованием разных механизмов нагружения объектов контроля (механический, тепловой и др.) и различной энергией воздействия и одновременной регистрацией акустико-эмиссионных сигналов. АЭ-сигналы регистрировались с помощью зафиксированных с тыльной стороны объектов контроля пьезоэлектрических датчиков, входящих в состав акустико-эмиссионной аппаратуры «Малахит 12А-С». В результате указанного нагружения на поверхности объектов контроля образовывались различные повреждения. Данные повреждения объединялись в шесть классов (первый класс повреждений соответствует отсутствию повреждений, второй класс повреждений – единичным трещинам на поверхности объекта контроля, третий класс повреждений соответствует появлению в месте локального нагружения множества трещин на поверхности и т.д.) и зависели от степени нагружения. При определении словаря признаков зарегистрированные параметры АЭ-сигналов обрабатывались с помощью выражения (1) для получения одномерных функций распределения $p_j(x_j)$.

С помощью формул (2) и (3) в качестве информативных признаков были отобраны четыре параметра (амплитуда A (дБ), частота F (Гц), количество сигналов N (ед.), энергетический параметр E (мкв×мкс)).

Априорная вероятность принималась одинаковой для каждого класса и равной 1/6. Чем выше значение полинома (10), тем выше апостериорная вероятность. Для обоснования необходимой степени полинома используется разница между апостериорными вероятностями соседних классов повреждений, которая имеет предел. Полученные в результате проведенного эксперимента апостериорные вероятности с использованием разработанного программного обеспечения [6] представлены в таблице.

Выводы

Применение предложенной методики, повышает достоверность классификации повреждений поверхности материалов в условиях внешних воздействий. Полученные результаты предполагается использовать для оценки технического состояния элементов конструкций, работающих автономно, а также для решения ряда других задач. В качестве аппаратной базы для реализации предлагаемой методики предлагается использовать уже имеющиеся акустико-эмиссионные системы.

Список литературы

1. Акустическая эмиссия: учеб. пособие / под. общ. ред. В.В. Клюева. – 2-е изд. М.: Издательский дом «Спектр», 2015. – 192 с.: ил. – (Диагностика безопасности).

2. Бигус Г.А. Диагностика технических устройств / В.И. Шпорт, Ю.Ф. Даниев, Н.А. Быстрова, Д.И. Галкин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 615 с.: ил.

3. Буйло С.И. Диагностика предразрушающего состояния материалов по параметрам амплитудного распределения сигналов сопутствующего акустического излучения / С.И. Буйло // Дефектоскопия. – 2012. – № 4. – С. 32–45.

4. Буйло С.И. Метод идентификаций деформации и разрушения по положению особых точек восстановительного потока актов акустической эмисии / С.И. Буйло // Дефектоскопия. – 2008. – № 8. – С. 3–14.

5. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 213 с. – (сер. Бакалавриат).

6. Лебедев А.С., Лебедев Е.Л., Масалкин А.А. Программа байесовской классификации повреждений элементов конструкций по параметрам акустико-эмиссионных сигналов. РОСПАТЕНТ. Свидетельство № 2016663375 от 06.01.2016.

7. Лебедев А.С. О возможности идентификации повреждений поверхности материалов при их лазерной обработке по параметрам акустико-эмиссионных сигналов // Актуальные вопросы развития вооружения, военной и специальной техники войск противовоздушной и противоракетной обороны, космических войск воздушно-космических сил: сб. науч.-метод. трудов Всерос. науч.-практич. конф. (Москва, 22 апр. 2016 г.) – Москва, 2016. – С. 189–193.

8. Мерков А.Б. Распознавание образов. Построение и обучение вероятностных моделей / А.Б. Мерков. – М.: Ленанд, 2014. – 240 с.

9. Табарин Г.Т. Методы математической физики / Г.Т. Табарин. – М.: – изд. Асв. 2009. – 208 с.

10. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника / В.И. Тихонов. – М.: – изд. ЁЁ Медиа. 2012. – 678 с.

11. Серьезнов А.Н. Использование метода акустической эмиссии и тензоетрии при проверке остаточной прочности самолета / А.Н. Серьезнов, Степанова Л.Н, Тихонравов А.Б., Куликов Е.Н., Кабанов С.И., Лебедев Е.Ю., Кожемякин В.Л, Кареев А.Е. // Дефектоскопия. – 2008. – № 2. – С. 28–35.

12. Фомин Я.А. Распознавания образов: теория и применение / Я.А. Фомин. – М.: Фазан, 2014. – 670 с.

УДК 544.277.2: 66.086.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАЗМЕННОГО ФАКЕЛА В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ АРГОНЕ

[1]Лебедева Е.В., [1]Микушев В.М., [2]Чирцов А.С., [2]Швагер Д.А.

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, e-mail: vicedean@rambler.ru;

[2]Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, e-mail: alex_chirtsov@mail.ru

На базе газодинамического и плазмохимического модулей программной среды моделирования COMSOL создана численная модель высокочастотной (10–100 кГц) серии микросекундных импульсных разрядов в струях инертных газов, инжектируемых в воздух при атмосферном давлении. Газодинамическая часть модели строилась в предположении слабой турбулентности потоков. Плазмохимическая модель объединила две 2D-модели, развитые и оптимизированные для тлеющих разрядов в аргоне и в воздушной смеси при пониженных давлениях без учета элементарных столкновительных процессов между частицами из различных подсистем. Результаты моделирования электрических параметров разрядного промежутка и пространственного распределения возбужденных атомов согласуются с усредненными по времени характеристиками серии импульсных квази-искровых разрядов. Детальное моделирование отдельных импульсных разрядов со стохастически изменяющимися пространственными конфигурациями требует перехода к динамическим 3D-моделям разрядного промежутка, учитывающим взаимодействия между рассматриваемыми описанными подсистемами. Построение и отладка такого варианта численной модели осуществляется путем создания и настройки вспомогательных моделей для упрощенных условий, обеспечивающих доминирование отдельных процессов, включаемых в объединенную схему.

Ключевые слова: тлеющий разряд, численное моделирование, положительный столб, прикатодный слой, нормальный разряд, аномальный разряд, полуэмпирическая модель, двумерная модель

PLASMA TORCH MODELLING IN LOW TEMPERATURE ARGON

[1]Lebedeva E.V., [1]Mikushev V.M., [2]Chirtsov A.S., [2]Shvager D.A.

[1]Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, e-mail: vicedean@rambler.ru;

[2]Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, e-mail: alex_chirtsov@mail.ru

A numerical model of the high-frequency (10–100 kHz) series of microsecond pulse discharges in inert gas gases injected in the air under atmospheric pressure is created on the basis of COMSOL simulation software module. A gas dynamic model section was built on the assumption of weak flow turbulence. The plasma chemical model combined two 2D- models developed and optimized for glow discharges in argon and air mixture under low pressures without elementary collissional processes between particles from various subsystems. Discharge gap and excited atom space distribution electrical parameter simulation results match with time averaged characteristics of the series of pulse quasi-spark discharges. Detailed modelling of individual pulse discharges with stochastically varying space configurations requires a transition to dynamic 3D discharge gap models taking into account interactions between described subsystems under consideration. Such numerical model option building and debugging is implemented by creating and configuring auxiliary models for simplified conditions providing dominance of individual processes included in the unified diagram.

Keywords: glow discharge, numerical simulation, positive glow, cathode layer, normal discharge, abnormal discharge, semi-empirical model, two-dimensional model

Изучение низкотемпературной плазмы, возникающей в атмосферных разрядах при нормальных давлениях, представляет как прикладной, так и фундаментальный интерес. В настоящее время низкотемпературная плазма атмосферных разрядов с успехом используется в медицине для стерилизации поверхностей из различных материалов, в том числе – живых тканей [6, 8]. Энергетические и химические параметры используемых плазменных факелов сравнительно легко перестраиваются в весьма широких пределах, что позволяет переводить приборы из режима щадящей обработки поверхностей в режимы разрушающего воздействия (резка тканей, коагуляция кровотечений и т.д.). Весьма перспективной представляется плазменная обработка пищевых продуктов [7]. Техническая реализация разрядов указанного типа достаточно проста и не требует уникального оборудования. В то же время экспериментальное исследование параметров плазм возникающих в факелах атмосферных разрядов весьма нетривиально. Последнее связано с малыми геометрическими размерами и короткими временами существования последних. В этой связи особо важное значение принимает корректное численное моделирование используемых в технических устройствах

разрядов с целью понимания физики протекающих в них процессов и оптимизации параметров, возникающих в них плазм.

Цель исследования

Целью работы является изучение особенностей коронного и искрового разряда в струе аргона, создаваемого серийно выпускаемым медицинским аппаратом «Аппарат электрохирургический высокочастотный с двумя режимами аргоноплазменной коагуляции ЭХВЧАрК-120-01-ЭФА-М» (далее АЭХВАК). Выполняемое исследование, с одной стороны, ориентировано на разработку методов управления плазменными параметрами с целью их оптимизации и перестройки при решении различных задач практической хирургии и плазменной терапии, с другой – представляет определенный фундаментальный интерес, как пример изучения весьма экзотического класса разрядов, позволяющего протестировать развиваемые методы моделирования нелокальной плазмы на системах существенно отличающихся от используемых при развитии этих численных методов.

Материалы и методы исследования

Для проведения работы был создан эксклюзивный вариант устройства АЭХВАК, ориентированный на экспериментальное изучение генерируемого им плазменного факела (рис. 1). Данный вариант отличается более гибкой системой настроек и возможностью автоматизации их изменения с помощью программных сред для автоматизации экспериментов. Схема установки имела следующие параметры: длина трубки-сопла может варьироваться в пределах от 50 мм до 300 мм, рабочее значение – 100 мм. Внутренний диаметр самой трубки 3 мм. На оси трубки находится электрод-игла диаметром 0,5 мм. Расстояние до второго электрода («ткани пациента») – порядка 10 мм (допустимый диапазон от 5 мм до 25 мм). В экспериментальном варианте в качестве второго электрода используются сменные насадки из металла: плоский диск, полусфера, коническая поверхность со сферическим закруглением при вершине. Использование металлического электрода-«пациента» позволяет увеличивать время экспозиции без повреждения электрода.

Устройство допускает возможность варьирования химического состава прокачиваемого газа (все инертные газы и их калиброванные смеси; инертные газы с добавками азота, кислорода, атмосферного воздуха). В рамках эксперимента наибольший интерес представляют аргон, в силу его повсеместной распространенности, и криптон, в силу его сравнительной доступности, но потенциально большей эффективности. Объёмные расходы инертного газа стабилизируются и могут варьироваться в пределах от 0,5 до 10 л/мин (рабочий объёмный расход 3,5 л/мин). Давление газа в струе внутри трубки контролируется специальным датчиком. Для создания разряда используется импульсный генератор плазмы, длительность импульса 1 мкс. На генератор плазмы подается последовательность таких импульсов с частотой повторения от 10 до 100 кГц (рабочее значение 30 кГц). Амплитуда импульса может достигать 3 кВ. Два разделительных конденсатора имеют ёмкость 1000 пФ, они включены в каждый полюс источника, т.е. последовательно. Роль отсутствующего балластного резистора играет внутреннее сопротивление генератора (200-300 Ом) и второй электрод («ткань»).

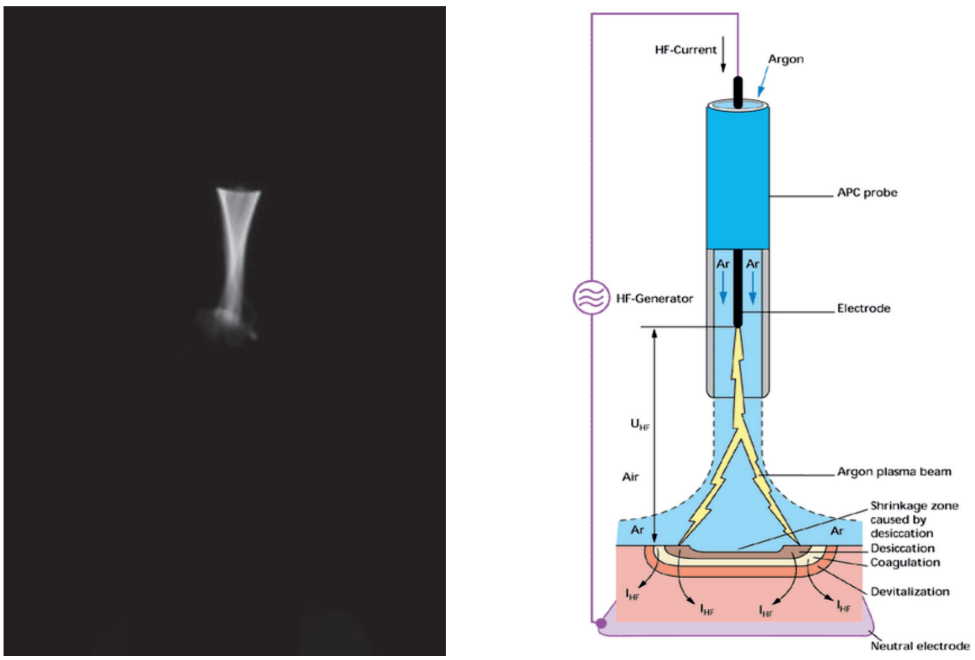


Рис. 1. Экспериментальный вариант хирургического инструмента «плазменное перо» и создаваемый им плазменный факел

Модель тлеющего разряда в струе криптона разработана с помощью комплекса моделирующих программ, в качестве ядра которого выступают два модуля среды COMSOL [5]. Плазмохимическая модель разряда строилась аналогично ранее описанным моделям в [3, 4]. Малые длительности импульсных разрядов при реализуемых скоростях газа на срезе сопла позволили использовать квазистатическое приближение. В его рамках расчет разряда в струе осуществлялся в два этапа. На первом решалась двумерная аэродинамическая задача расчета пространственного распределения давлений и концентраций атомов инертного газа в струе, инжектируемой в неподвижный воздух при нормальном давлении. На втором этапе осуществлялось моделирование тлеющего разряда в статическом распределении смеси воздуха и аргона.

Расчёт в рамках «микроскопического усредненного» подхода, позволяющего осуществлять индивидуальный учет элементарных процессов в газоразрядных средах на базе гидродинамического приближения, осуществляется в 2 этапа. На первом этапе находится функция распределения при помощи решения уравнения Больцмана или аналитическая полуэмпирическая модель газоразрядного промежутка. Результатом решения являются зависящие от двух переменных (E и n_e) значения функции распределения электронов по энергиям (ФРЭ). На основе ФРЭ вычисляется температура электронов, коэффициенты скоростей реакций, а также коэффициенты переноса (диффузии и подвижности электронов) как функции от напряженности поля и концентрации.

На втором этапе полученное в нулевом приближении «стартовое» решение уточняется методом последовательных приближений. В ходе каждой итерации решается система уравнений типа (1–5), в которой учитываемый набор частиц и список задающих конкретный вид этих уравнений элементарных процессов и плазмохимических реакций определяется пользователем в соответствии с формулируемой им физической моделью.

Для описания временной эволюции концентраций каждого типа частиц j в газовом разряде используются дифференциальное уравнение, выражающее, по сути, соответствующие законы сохранения:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial n_j}{\partial t} + \left(\nabla, \mathbf{J}_j^{(\alpha)}\right) = S_j^{(inelastic)}, \\ \mathbf{J}_j = -\nabla\left(D_j n_j\right) + \mu_j n_j q_j \mathbf{E} / \left|q_j\right|. \end{cases} \qquad (1)$$

Сходное уравнение, выражающее закон сохранения энергии, записывается для объемных плотностей энергий для каждого из сортов частиц:

$$\begin{cases} \dfrac{3}{2}\dfrac{\partial}{\partial T}\left(n_j T_j\right) + \left(\nabla, \mathbf{Q}_j\right) + q_j\left(\mathbf{E}, \mathbf{J}_j\right) = S_{T_j}^{(elastic)} + S_{T_j}^{(inelastic)} \\ \mathbf{Q}_j = -\left(\dfrac{5}{2}D_j\right)\nabla\left(n_j T_j\right) + \left(\dfrac{5}{2}\mu_j\right)\mathbf{E}\, n_j T_j. \end{cases} \qquad (2)$$

В соотношениях (1) и (2) через J_j и Q_j обозначены соответственно плотности потоков числа частиц и связанных с ними тепловых энергий, возникающих в результате процессов диффузии (D_j – коэффициент диффузии) и дрейфа под действием сил поля (μ_j -подвижность). Через S_j обозначены объемные плотности скоростей реакций рождения и гибели частиц каждого сорта при столкновениях, а также скоростей выделения и поглощения связанной с этими частицами тепловой энергии. Эти скорости пропорциональны концентрациям рассматриваемых частиц. Так, например, в случае учета реакций, протекающих при двухчастичных столкновениях, выражение для такой скорости имеет вид

$$S_j^{(inelastic)} = S_j^{(+)} - S_j^{(-)} =$$
$$= \sum_{p,q,j'} k_{p+q\to j+\{j'\}}^{(+)}\, n_p n_q - \sum_{p,j'} k_{j+p\to\{j'\}}^{(-)}\, n_j n_p, \qquad (3)$$

где через k_{pq} обозначены константы скоростей реакций, приводящих к рождению и гибели частиц рассматриваемого сорта. Такие константы вычисляются, исходя из сечений элементарных столкновительных процессов σ_{pq} и функции распределения f по скоростям относительного движения частиц, участвующих в элементарном процессе:

$$k_{p+q\to j+\{j.\}} = \int dv_{pq}\, f\left(v_{pq}\right)\sigma_{p+q\to j+\{j.\}}\left(v_{pq}\right) v_{pq}. \qquad (4)$$

Константы скоростей прямых и обратных двухчастичных столкновительных процессов и соответствующие сечения связаны между собой известными соотношениями, вытекающими из требования возможности нахождения системы в состоянии термодинамического равновесия при температуре T:

$$g_p k_{pq} = g_q k_{qp}\, \exp\left[-\frac{\delta W}{kT}\right],$$
$$g_p\left(W^{(kin)} + \delta W\right)\sigma_{pq}\left(W^{(kin)} + \delta W\right) =$$
$$= g_\phi(W^{(kin)})\sigma_q\left(W^{(kin)}\right).$$

В двух последних формулах индексы q и p нумеруют состояния участников элементарного столкновительного процесса до и после взаимодействия, g_q и g_p – статистические веса соответствующих состояний, $W^{(kin)}$ – кинетическая энергия относительного движения сталкивающихся частиц, δW – энергия, передаваемая при неупругом столкновении.

Для получения замкнутой задачи описания системы уравнения (1–4) дополняются известными из электродинамики уравнениями для квазистатического электрического поля:

$$\mathbf{E} = -\nabla\phi, \quad \Delta\phi = -4\pi\sum_j q_j\, n_j. \qquad (5)$$

Помимо проблем чисто вычислительного характера (учет гигантского числа типов взаимодействующих и превращающихся друг в друга частиц) задача осложнена рядом носящих принципиальный характер физических проблем. К этим проблемам относятся: алгоритмы ограничения набора учитываемых элементарных процессов и числа квантовых состояний атомов, молекул и их ионов, необходимость наличия

информации о функциях распределения по скоростям и зависимостях констант скоростей элементарных процессов от энергий (или зависимостей соответствующих сечений от относительных скоростей).

При этом значения зависящих от функции распределения электронов коэффициентов переноса и констант скоростей реакций берутся из решений, полученных в ходе предшествующей итерации. Таким образом, найденные функции распределения вводятся в систему (1–5) неявно, в виде вычисленных с их помощью констант скоростей реакций (3). На каждой итерации система дифференциальных уравнений в частных производных решается стандартными методами, реализованными в плазменном модуле моделирующей среды COMSOL. После решения системы уравнений (1–5) осуществляется корректировка пространственного распределения электронной температуры и концентрации носителей зарядов, пересчитываются зависящие от этих параметров коэффициенты и осуществляется переход к следующей итерации.

Упрощенная схема алгоритма решения самосогласованной задачи моделирования нелокальной плазмы приведена на рис. 2.

На приведенной схеме красными стрелками показаны действия пользователя по постановке задачи и выбору приближений для ее решений; зелеными – первый этап решения, состоящий в получении стартового приближения для запуска расчета по методу последовательных приближений; розовыми – дополнительная информация, получаемая из литературных источников; оранжевыми – основной расчет, основанный на решении системы «гидродинамических» уравнений в частных производных; синими – данные, получаемые в результате квантовомеханических расчетов сечений элементарных процессов; фиолетовыми – осуществляемый пользователем контроль промежуточных и конечных результатов.

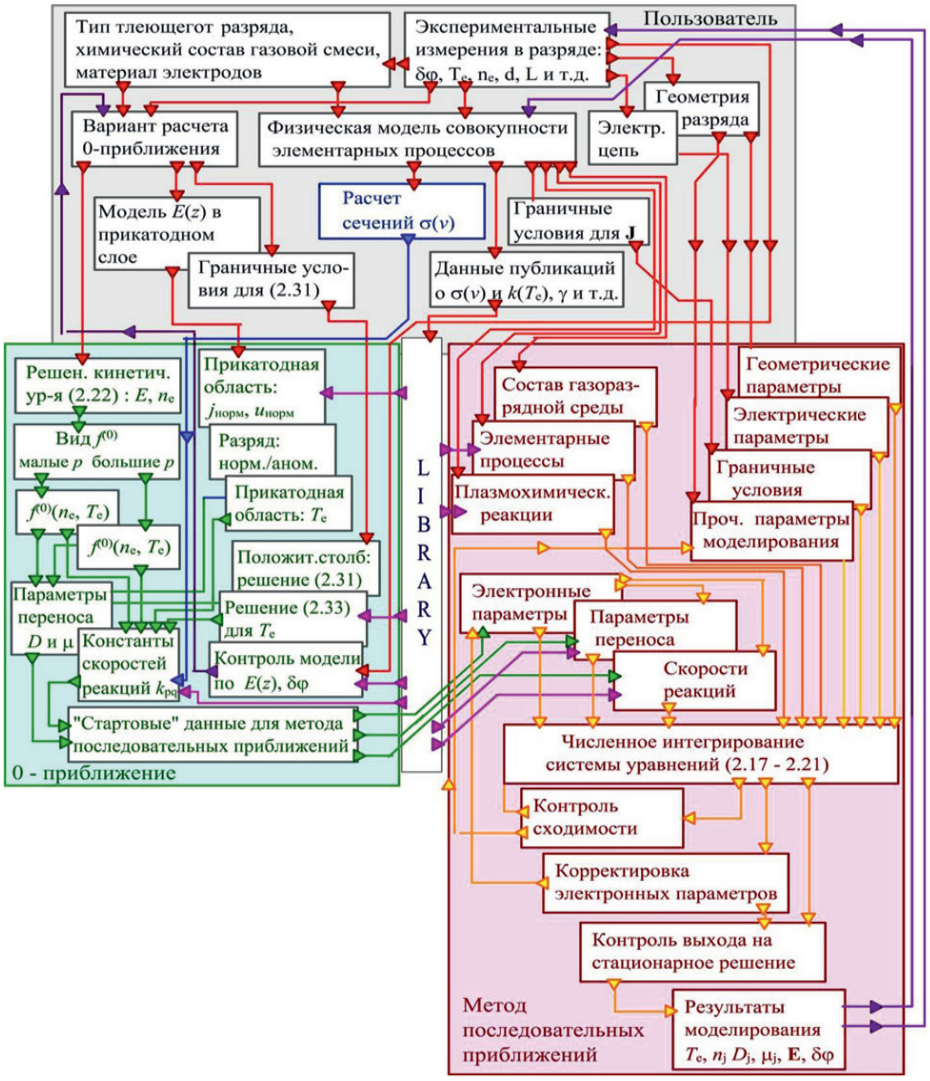


Рис. 2. Упрощенный алгоритм автоматизированного расчета параметров нелокальных газоразрядных сред с использованием плазменного модуля моделирующей оболочки

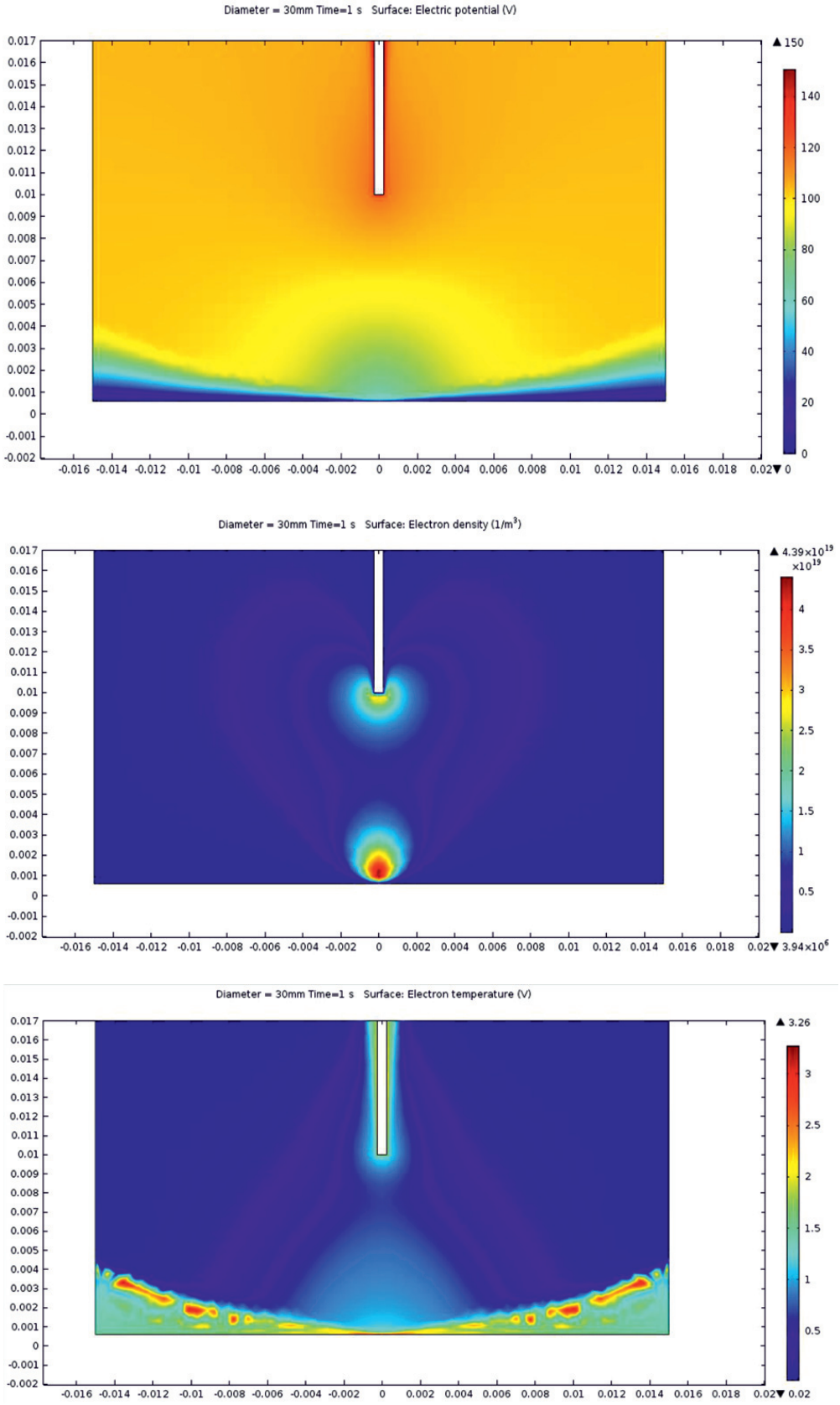


Рис. 3. Результаты моделирования импульсного тлеющего разряда в струе аргона, инжектируемого в воздух (приведены 2D-распределения: потенциала, электронной плотности, электронной температуры; масштаб по горизонтали существенно увеличен для удобства восприятия)

Приведенный алгоритм, по сути, реализует гибридный подход к моделированию плазмы, сочетающий преимущества гидродинамических и кинетических моделей. В гидродинамических моделях характеристиками компонент плазмы (электроны, ионы, нейтралы) являются такие макроскопические параметры, как концентрации, потоки, средняя энергия частиц. Изменения этих характеристик в пространстве и во времени описываются гидродинамическими уравнениями баланса. Поскольку частицы имеют заряд, для описания их взаимодействия с электрическим полем, система решается совместно с уравнениями Максвелла (в том числе с уравнением Пуассона).

На приведенной заведомо упрощенной схеме не нашла отражения процедура выбора сетки для решения системы дифференциальных уравнений. При решении задач описания стационарной плазмы сетка задавалась вручную с учетом геометрии разрядного промежутка и иных априорных физических соображений. При переходе к решению задач описания существенно нестационарных газоразрядных сред и протекающих в них процессов было признано целесообразным автоматизировать эту часть работ по моделированию. В результате был осуществлен переход к адаптивным методам построения сетки, параметры которой менялись в ходе решения задачи. Новый подход был успешно апробирован в ходе моделирования пробоя в гелии [1] и показал свою работоспособность.

При постройке подобной сложной интегральной модели необходимо правильно учесть взаимодействия между плазменной и гидродинамической системой. Очень важно правильно выбрать сетку для расчётов, т.к. гидродинамика требует очень точкой сетки, но при этом серьёзно возрастает время расчёта реакций в плазме, поэтому важно задать для каждого свою сетку. Так же при моделировании заряда должно учитываться давление, получаемое из распределения скоростей, рассчитанного в гидродинамике. Задача же граничных условий является одной из самых важных при подобных расчётах. Необходимо, чтобы они полностью сочетались между собой, не внося противоречий в систему, иначе полученный результат будет не консистентным. И так как расчёты данной модели даже на современных вычислительных устройствах могут занимать значительное время (в условиях одновременной вариации параметров для установления различных зависимостей), то необходимо максимально воспользоваться возможностью создания границ симметричности, за счёт чего возможно в разы повысить скорость расчёта модели.

Использовалась стандартная плазмохимическая модель аргона из [5], учитывающая только один эффективный возбужденный уровень. Для воздуха, в соответствии с результатами ранее выполненных сравнений модельных расчетов с плазменным экспериментом [2], использовалась модифицированная модель разряда в аргоне с измененными параметрами, описывающими потери энергии электронов при столкновении с частицами газа и вероятностями выбивания электронов с катода при его ионной бомбардировке. Таким образом плазмохимическая модель объединяла две 2D-модели, развитые и оптимизированные для тлеющих разрядов в аргоне и воздушной смеси при пониженных давлениях без учета элементарных столкновительных процессов между частицами из различных подсистем. Газодинамическая часть модели строилась в предположении о слабой турбулентности потоков.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты моделирования приведены на рис. 3. Результаты моделирования электрических параметров разрядного промежутка и пространственного распределения возбужденных атомов согласуются с усредненными по времени характеристиками серии импульсных квази искровых разрядов.

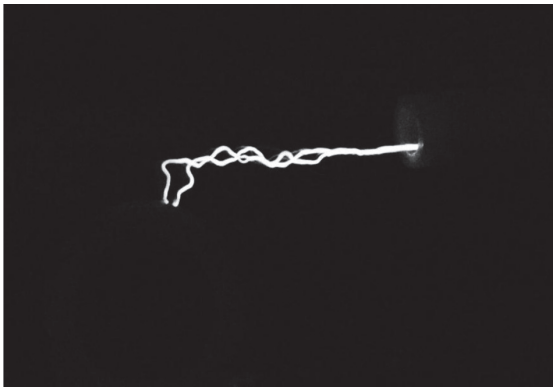


Рис. 4. Фотография разрядов, сделанная с помощью высокоскоростной камеры

Заключение

Результаты моделирования с хорошей точностью совпадают с экспериментом, поэтому можно переходить к моделированию более сложных сценариев. Отдельный интерес представляет моделирование разряда при максимальных скоростях газа, так как поток становится существенно неламинарным и треки отдельных импульсов перестают быть ровными (рис. 4). Газодинамическая часть разработанной модели построена в предположении о слабой турбулентности потоков и квазистационарности разрядов. Детальное моделирование отдельных импульсных разрядов со стохастически изменяющимися пространственными конфигурациями требует перехода к динамическим 3D-моделям разрядного промежутка, учитывающим взаимодействия между рассматриваемыми описанными подсистемами. Построение и отладка нового варианта численной модели осуществляется путем создания вспомогательных компьютерных симуляций для упрощенных условий, подбираемых так, чтобы в соответствующей оптимизируемой подмодели процесс играл по возможности доминирующую роль. В случаях, когда оказывается осуществимым надежный экспериментальный контроль параметров плазмы соответствующих упрощенным вариантом разрядов, осуществляются проверка и дополнительная на-

стройка в соответствии с приближениям вспомогательных моделей и их включение в разрабатываемую интегральную модель реального устройства, представляющего собой весьма сложную физико-химическую систему.

В дальнейшем также предстоит перейти к органическим материалам в качестве второго электрода. Предстоит установить, каков механизм влияния плазмы на ткани пациента, с тем чтобы можно было продолжать совершенствовать данную технологию.

Список литературы

1. Елисеев С.И., Демидов В.И., Чирцов А.С., Кудрявцев А.А., Колобов В.И., Богданов Е.А. Моделирование импульсного пробоя в гелии с использованием адаптивных методов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 5(93). – С. 139–146.

2. Чернышева М.В., Марек В.П., Швагер Д.А., Чирцов А.С. Компьютерное моделирования при изучении физических процессов в тлевшем разряде в воздушных смесях при низких давлениях. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 3(91). – С. 140–148.

3. Bogdanov E.A., Eliseev S.I., Kudryavtsev A.A. Comment on «Effect of the electron energy distribution on total energy loss with argon in inductively coupled plasmas» // Phys. Plasmas. – 2015. – Vol. 22. – P. 13501.

4. Bogdanov E.A., Chirtsov A.S., Kudryavtsev A.A. Fundamental non-ambipolarity of electron fluxes in 2D plasmas // Phys. Rev. Lett. 2011. – Vol. 106, № 19. – P. 195001 (1-4).

5. COMSOL [Электронный ресурс] // Plasma Software – Model Low-Temperature Plasma Sources and Systems: сайт. – URL: http://www.comsol.com/plasma-module (дата обращения: 25.01.2015).

6. Hosseinzadeh C.A., Memariani H., Sohbatzadeh F., Valinataj O.A. Nonthermal atmospheric argon plasma jet effects on escherichia coli biomacromolecules // Applied Biochemistry & Biotechnology. – 2013. – Vol. 171, № 7. – P. 1617–1629.

7. Niemira B. A. Cold Plasma Decontamination of Foods. // Annual Review of Food Science & Technology. – 2012. – Vol. 3, № 1. – P. 125–142.

8. Weng C.C., Wu Y.T., Liao J.D., Kao C.Y., Chao C.C., Chang J. E., Hsu B. W. Inactivation of bacteria by a mixed argon and oxygen micro-plasma as a function of exposure time // International Journal of Radiation Biology. – 2009. – Vol. 85, № 4. – P. 362–368.

УДК 004:519.2

ДРЕВОВИДНЫЙ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ УСЛОВНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЖИДАНИЙ

Никоненко Н.Д.

Южно-Российский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Ростов-на-Дону, e-mail: natdniko@mail.ru

В статье исследуется древовидный алгоритм вычисления условных математических ожиданий для дискретизированных процессов Леви, указывается, что это можно интерпретировать как нахождение справедливой цены опциона, приводится пример решения задачи хеджирования в среднем для дискретизированного процесса Леви. Обосновывается выбор алгоритма обхода дерева, который реализован с помощью языка программирования C++. Рассматривается параллельный вариант реализации данного алгоритма, на основе многопоточной модели исполнения кода (использовался программный интерфейс OpenMP) проводится анализ скорости выполнения, обозначается важность повторного использования памяти. Показано, что этот прием применяется в реализованном параллельном алгоритме. Приводится пример реализации алгоритма без OpenMP и повторного использования памяти и с параллельного варианта, указано, что результаты экспериментов подтверждают полученную оценку по закону Амдала.

Ключевые слова: древовидные алгоритмы, условное математическое ожидание, дискретизированные процессы Леви, опцион, многопоточная модель исполнения кода, повторное использование памяти

THE TREE ALGORITHM FOR CALCULATION OF CONDITIONAL MATHEMATICAL EXPECTATIONS

Nikonenko N.D.

The South Russian Institute of Management – branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Rostov-on-Don, e-mail: natdniko@mail.ru

The paper investigates tree-based algorithm for computing the conditional expectation for discretized Lévy processes, it is specified that it can be interpreted as finding the fair price of an option, provides an example of solving the problem of hedging the average for the sampled Lévy process. The choice of algorithm of tree traversal is proved, which is implemented using programming language C++. The parallel implementation of this algorithm, based on a multithreaded execution model code (used software interface OpenMP) analysis of speed of implementation is considered, indicates the importance of reusing memory. It is shown that this technique is used in the implemented parallel algorithm. An example implementation of the algorithm without OpenMP and reuse of memory and with a parallel version, provided that the results of the experiments confirm the obtained score of Amdahl's law.

Keywords: tree algorithms, conditional expectation, discretized Lévy processes, options, multi-threaded execution model of code, memory reuse

В данной статье рассматривается алгоритм определения условного математического ожидания для дискретизированного экспоненциального процесса Леви по времени или состоянию (подробнее см. [3], [8]), которое применяется для вычисления справедливых цен опционов. В моделях со скачками используются следующие способы вычисления цен опционов: методы мультиномиальных деревьев (прост в реализации, но имеет медленную сходимость); метод конечно-разностных схем (быстр, прост). При решении задачи вычисления условного ожидания важно, является ли мера риск-нейтральной. Для экспоненциальных моделей процесса Леви используются методы быстрой факторизации Винера – Хопфа [6] (и для американских опционов) и другие. Целью данной статьи является реализация древовидного алгоритма вычисления условных математических ожиданий для дискретизированного экспоненциального процесса Леви, выбор метода обхода дерева и исследование результатов применения параллельного варианта данного алгоритма на основе многопоточной модели исполнения кода. Задача вычисления условных математических ожиданий имеет достаточно широкий спектр применения, в частности, для определения справедливой цены опционов. Таким образом, данный алгоритм может быть использован для определения условных математических ожиданий случайных процессов данного вида. Кроме того, возможен и прикладной аспект использования указанного алгоритма, например, для вычисления справедливой цены опциона европейского типа, если дисконтированная цена дисконтированного финансового обязательства может быть рассмотрена как дискретизированный экспоненциальный процесс Леви.

Материалы и методы исследования

В основе методики исследования лежит метод деревьев, определение сложности алгоритмов и закон

Амдала. Основными в указанном методе являются информационные потоки. Будем считать, что все процессы, которые приводятся в данной статье, изменяются на конечном вероятностном пространстве (Ω, F, P), отсюда число событий на данном вероятностном пространстве будет конечным. Каждая алгебра F_k ($k = 0, 1,\ldots, N$), где – информация, доступная в момент времени k. При данном рассмотрении каждая фильтрация образует соответствующий слой информационного дерева, причем корню соответствует F_0. И таким образом, число слоев у информационного дерева будет равно $N + 1$. Если интересует некоторое событие, то должны выбрать ту ветку гипотез, которая ему соответствует и рассматривает только эту ветку (подробнее см. [5]). Отсюда, структура данных, которая необходима для реализации алгоритма вычисления условного математического ожидания – это дерево.

Результаты исследования и их обсуждение

Общая схема расчетов на дереве представляет собой совокупность двух методов: прохода по дереву от корня к листьями и прохода по дереву от листьев к корню. Напомним, что в корне содержится информация о нулевом моменте времени (входная информация). Итак, при проходе от корня, вычисляется базовый процесс S (можно рассматривать как дисконтированную цену дисконтированного финансового обязательства) и ограниченная функция f (можно считать дисконтированным финансовым обязательством). Если данная функция – опцион европейского типа, то значения f – будут только на листьях, в случае Американского типа значения будут везде кроме корня. При проходе от листьев вычисляются условные математические ожидания, тогда в корне будет находиться значение справедливой цены опциона.

Будем рассматривать дискретизированные экспоненциальные процессы Леви следующего вида:

$$S_k = S_{k-1} e^{h_k}. \qquad (1)$$

Итак, индекс h_k – случайная величина, которая распределена по закону Пуассона при дискретизации экспоненциального процесса Леви по времени и состоянию (подробнее см. [3], [8]). Для реализации алгоритмов необходимо выяснить, какую структуру имеет информационное дерево, если базовый процесс изменяется по закону (1). Условие на число потомков вершины имеет вид

$$P\left(\xi \geq n^*\right) = \sum_{j=n^*+1}^{\infty} \frac{\lambda^j e^{-\lambda}}{j!}. \qquad (2)$$

У вершины получается $n^* + 1$ потомков (подробнее см. [7]).

Дерево реализовано при помощи принципов объектно-ориентированного программирования, узел дерева определен как класс (структура дерева имеет вид как на рис. 1).

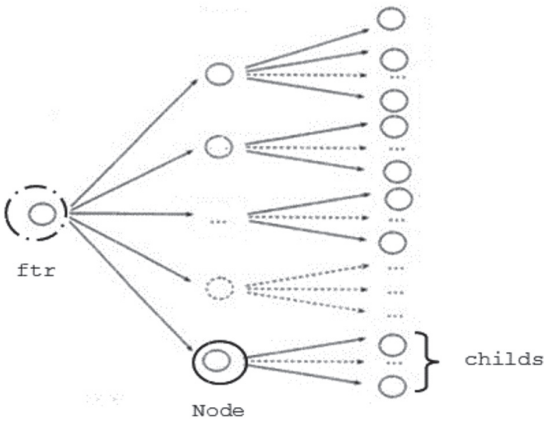


Рис. 1. Реализация дерева

Например, значение S в узле Node – Node → S, если необходимо получить предыдущее значение (нужно для вычисления условных математических ожиданий), то получим, Node → ftr → S.

Следующим этапом является выбор алгоритма обхода дерева. При осуществлении вычислений должно быть построено дерево, и его узлы должны быть обработаны. В данном случае могут использоваться модификации метода «поиска в глубину» и «поиска в ширину». Чаще используется метод поиска в глубину, это связано с тем, что при использовании данного алгоритма дерево не хранится в памяти целиком. Обрабатывается один из путей от корня дерева к листу или какая-то его часть в каждый момент времени.

При решении задачи вычисления условного математического ожидания каждая вершина дерева может быть описана с помощью двух векторов. Обозначим их FRTL (от «from the root to the leaves») и FLTR. Для вычисления этих векторов функции имеют вид

$$FRTL_j = Y_j\left(FRTL, ftr(j)\right),$$
$$FLTR_j = Z_j\left(FRTL_j, childs(j)\right), \qquad (3)$$

где j – номер вершины в дереве, если организовать нумерацию от корня к листам), $ftr(j)$ – вершина, которая является родительской для вершины для j, $childs(j)$ – потомки вершины j.

Заметим, что данная схема является обобщенной (не учитывает особенности вычислений при проходах по дереву). Например, при проходе от корня к листьям вычисляется значение базового процесса S,

при проходе от листьев к корню вычисляются условные математические ожидания и в корне определяется справедливая цена.

Поиск в глубину может быть использован в случае, когда операции выделения памяти для размещения всего дерева в памяти требуют достаточно больших временных затрат, либо когда памяти недостаточно для размещения всего дерева.

Заметим, что данные алгоритмы реализованы на языке C++. Операции выделения памяти большинством компиляторов языка C++ достаточно эффективны. Как при выделении непрерывных блоков памяти и не приводят к большим временным затратам, так и в общем. Следовательно, данные издержки не могут привести к многократному замедлению вычислений.

В данном случае алгоритм поиска в глубину может быть применим и является более предпочтительным по времени работы, поскольку не требует хранения дерева полностью в памяти. Но этот факт может быть использован для обоснования в том случае, если объема оперативной памяти достаточно для хранения всего дерева в памяти. При реализации алгоритмов будем использовать «поиск в ширину».

Отметим, что при использовании схем параллельных вычислений будут внесены некоторые особенности в расчеты, а значит, будут изменены базовые алгоритмы обработки деревьев.

Дерево определено в виде класса – class Tree. В данном классе реализованы методы работы с деревом. Соответственно, есть методы, которые реализуют функции (3). Для определения вектора FRTL используется метод forward, для определении вектора FLTR –метод backward, с помощью которого определяются условные математические ожидания.

Рассмотрим реализацию древовидного алгоритма вычисления условных математических ожиданий на примере задачи вычисления условного математического ожидания дискретизированного экспоненциального процесса Леви при решении задачи о среднеквадратичном хедже ($f_{N^{T-t}} = f_{N^{T-t}}(\omega)$ – которое $F_{N^{T-t}}$ – измеримое платежное обязательство – финансовое обязательство европейского типа) (подробнее см. [2]):

$$R_{N^{T-t}}(\pi^*, X_0^*) = \min_{X_0^*, \pi} E_P[X^{\pi}_{N^{T-t}} - f_{N^{T-t}}]^2. \quad (4)$$

После решения получим (параметры η, χ – из функции Лагранжа, которая была использована при решении задачи (4)):

$$X_N = f(S_N),$$

$$X_{k-1} = E_P(Y_k X_k / F_{k-1}) = \sum_{j=0}^{n^*} Y_k^{(j)} X_k^{(j)} \frac{e^{-\lambda}\lambda^j}{j!},$$

$$Y_k = \frac{1}{\hat{Y}_k}, \hat{Y}_k = \sqrt{\eta e^{\xi_k \sigma} + \chi}.$$

Заметим, что X_0 есть справедливая цена опциона.

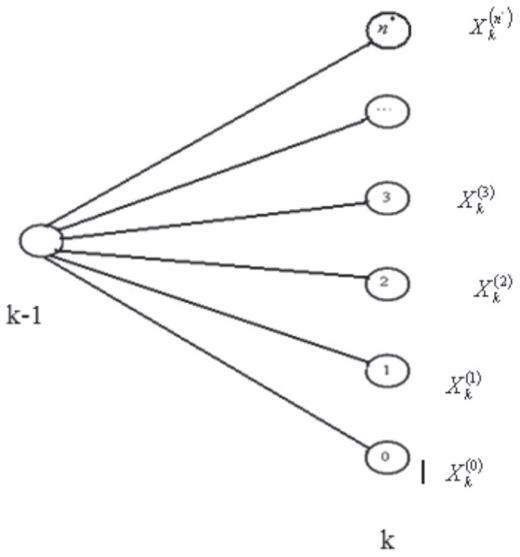


Рис. 2. Пример расчета на дереве

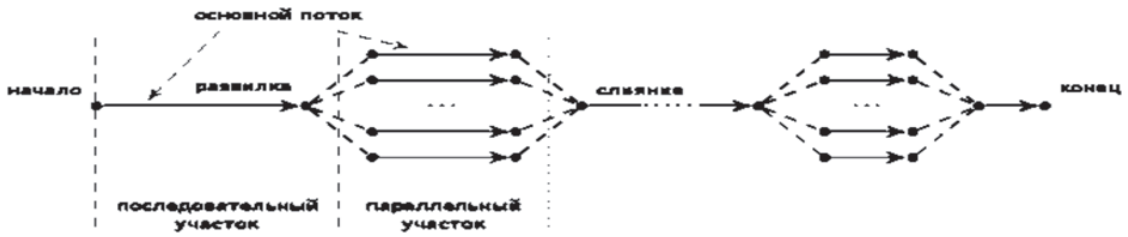


Рис. 3. Реализация параллельных вычислений OpenMP

На рис. 2 показан пример расчета, где k – текущий уровень дерева, $k-1$ – предыдущий уровень, в данном случае эту вершину уровня $k-1$ рассматриваем как родителя вершин уровня k 0, 1, 2,…,n^*, а вершины 0, 1, 2,…,n^*, как ее потомков.

Одна вершина дерева занимает 48 байт для задачи (4). Оценим число вершин на дереве. Положим, что количество потомков равно семи. Из таблицы видно, что, начиная с 10 уровня, используется достаточно большой объем памяти. Приложение для определения вычисления реализовано на операционной системе MS Windows. Заметим, что структуры данных стандартной библиотеки C++ имеют ограничения на максимальный объем используемой памяти. Кроме того, при нехватке оперативной памяти используют виртуальную память. Обычно виртуальная память реализуется при использовании жесткого диска. Данная память имеет существенно более низкую скорость работы. Отсюда, хранение всего дерева в памяти является нерациональным. Так при временном горизонте, для которого необходимо найти справедливую цену, больше 15, хранить полностью построенное дерево в памяти практически является невозможным. Из таблицы можно также определить объем вычислительных ресурсов.

Расчет используемой памяти

Уровни	Узлы дерева	Память	Единица измерения
1	1	48,00	б
2	8	384,00	б
3	57	2,67	Кб
4	400	18,75	Кб
5	2801	131,30	Кб
6	19608	919,13	Кб
7	137257	6,28	Мб
8	960800	43,98	Мб
9	6725601	307,87	Мб
10	47079208	2,10	Гб
11	329554457	14,73	Гб
12	2306881200	103,13	Гб
13	16148168401	721,88	Гб
14	113037178808	4,93	Тб
15	791260251657	34,54	Тб
16	5538821761600	241,80	Тб
17	38771752331201	1,65	Пб

Другой проблемой, которая возникает при реализации данных алгоритмов, является временная сложность обработки указанных структур данных. Одним из путей решения данной проблемы (не полного) может стать многопоточная модель исполнения кода. Для реализации данного подхода использовался программный интерфейс OpenMP. Реализация параллельных вычислений OpenMP представлена на рис. 3.

Заметим, что программа может содержать любое количество последовательных и параллельных участков. Порождение нитей и завершение нитей не влияют сильно (подробнее см. [1]). Древовидные алгоритмы подвергаются глубокому распараллеливанию, поэтому OpenMP может быть использована совместно с другими технологиями параллельного программирования, например с MPI.

Выясним ускорение при использовании многопоточной модели исполнения кода с помощью закона Амдала:

$$a \le \frac{1}{(1-p)+\frac{p}{n}},$$

где a – ускорение программы, p – доля общего времени выполнения параллельной части программы, n – количество используемых процессоров [4].

Чтобы оценить ускорение, введем следующие допущения: обработка одной вершины, которая измеряется в количестве «обычных» математических операций (основные математические конструкции языка C++ – математические функции и операции), является постоянной величиной, которая не зависит от входных параметров или результатов предыдущих расчетов (в большинстве трудов по оценке алгоритмов обычно пренебрегают). Алгоритм расчета обосновывается на базовом механизме обработки деревьев, «поиск в ширину» и его вид, при котором вершины обрабатываются от листьев к корню дерева. «Поиск в глубину» в случае, когда дерево не может быть размещено полностью в оперативную память, для параллельных расчетов не подходит (было показано выше). Определим сложность последовательных и параллельных алгоритмов. Введем обозначение $CChild := n^* + 1$. Число слоев дерева $N+1$ (финальный момент времени – N). Тогда число вершин определяется формулой:

$$\frac{(CChild)^{N+1}-1}{CChild-1}.$$

Ускорение для задачи вычисления условного математического ожидания имеет следующую оценку:

$$a \le \frac{n \cdot chl}{n \cdot chl + (1-n) \cdot znm},$$

где M – глубина управляющего дерева,

$$\text{znm} = \left((CChild)^N + (CChild)^M \right)(CChild - 1) + 3(CChild)^N - 3(CChild)^{M+1},$$

$$chl = \left(2 - (CChild)^M + (CChild)^N \right)(CChild - 1) - 6 + 3(CChild)^N.$$

Ускорение для проверки на ПК со следующими характеристиками −IntelCore(TM)2 DuoCPU, 1,8GHz, RAM 1024Mb, ОС Windows Professional (для данного ПК был приведен алгоритм расчета задачи о рандомизированной остановке, подробнее [7]): $a \leq 2$. При использовании технологии OpenMP и повторном использовании памяти, глубине управляющего дерева равной четырем и четырьмя потомками, временной горизонт – 10 (финальный момент времени (момент предъявления опциона к исполнению), количество потомков у каждой вершины равно 7, в таблице был показан объем используемой памяти) – время работы составляет 81,255, без использования указанных технологий время работы составило 156,748 сек. Откуда ускорение будет согласно полученным данным меньше или равно двум (1,93).

Заключение

Таким образом, вычислительный алгоритм для определения условных математических ожиданий дискретизированного экспоненциального процесса Леви по времени или состоянию, рассмотренный выше, может быть реализован с помощью древовидного алгоритма. По данным вычислительных экспериментов, при принятии во внимание времени работы и отсутствии ограничений со стороны памяти, выбор метода расчетов на дереве представляется оправданным. Итак, полученный древовидный алгоритм может быть распараллелен с помощью технологии OpenMP и повторного использования памяти (показано на примере ПК со следующими характеристиками −IntelCore(TM)2 DuoCPU, 1,8GHz, RAM 1024Mb, ОС Windows Professional), а также и при использовании технологии MPI.

Список литературы

1. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP [Текст] / А.С. Антонов. – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 77 с.

2. Белявский Г.И. Алгоритм вычисления оптимальной мартингальной меры для условно-пуассоновского распределения логарифмического возврата [Текст] / Г.И. Белявский, Н.Д. Никоненко // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2009. – № 4. – С. 11-14.

3. Белявский Г.И. Алгоритм расчета безарбитражной цены финансового обязательства на основе дискретизации процессов Леви по состоянию [Текст] / Г.И. Белявский, Н.Д. Никоненко // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2012. – № 3. – С. 56–59.

4. Букатов А.А. Программирование многопроцессорных вычислительных систем [Текст] / А.А. Букатов, В.Н. Дацюк, А.И. Жегуло. – Ростов-на-Дону: ООО «ЦВВР», 2003. – 208 с.

5. Красий Н.П. Стохастическая финансовая математика: Односеместровый курс лекций (методическое пособие) [Текст] / Н.П. Красий, И.В. Павлов. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2005. – 60 с.

6. Кудрявцев О.Е. Вычисление цен барьерных и американских опционов в моделях Леви [Текст] / О.Е. Кудрявцев // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2010. – Т. 17. Вып. 2. – С. 210–220.

7. Никоненко Н.Д. Алгоритм решения задачи о рандомизированной остановке [Текст] / Н.Д. Никоненко // Научные труды SWORLD. – 2013. – Т. 5, № 3. – С. 95–99.

8. Никоненко Н.Д. Аппроксимация финансового обязательства остановке [Текст] / Н.Д. Никоненко // Инновационные процессы в современном мире. Материалы международной научно-практической конференции (21–25 сентября 2016 г. Сочи – Ростов-на-Дону). Отв. ред. Акопов Г.Л. – Ростов-на-Дону: Изд-во Фонд науки и образования, 2016. – С. 68–71.

УДК 621.921.27:620.186.82

КОЭФФИЦИЕНТ ФОРМЫ ЗЕРЕН ФРАКЦИЙ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ КАРБИДА КРЕМНИЯ ЧЕРНОГО

Носенко В.А., Александров А.А., Авилов А.В.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжск, e-mail: nosenko@volpi.ru, alexalexal2011@yandex.ru, avilov@volpi.ru

Формы и размеры зерен шлифовальных порошков оказывают влияние на показатели абразивного инструмента и процессов абразивной обработки, в том числе режущую способность, износостойкость и качество поверхности деталей машин. Ранее проведенные исследования геометрических размеров зерен требует актуализации, поскольку с 2006 года изменился стандарт на зерновой состав шлифовальных порошков. В данной статье исследовали коэффициент формы зерен, под которым понимали отношение их длины к ширине, для шлифпорошков из карбида кремния черного зернистостей F36-F180. Зерна фотографировали под микроскопом и обрабатывали полученные изображения в специальном программном обеспечении. Устанавливали закон распределения коэффициента формы зерен фракций, а также исследовали силу связи коэффициента формы с шириной зерен.

Ключевые слова: шлифовальные порошки, зернистость, фракция, коэффициент формы зерен, сила связи, ширина зерен, коэффициент корреляции

THE SHAPE FACTOR OF GRINDING POWDERS FRACTIONS OF BLACK SILICON CARBIDE

Nosenko V.A., Aleksandrov A.A., Avilov A.V.

Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Volzhsk, e-mail: nosenko@volpi.ru, alexalexal2011@yandex.ru, avilov@volpi.ru

Shapes and sizes of grain grinding powders affects the indices of the abrasive tool and abrasive machining processes including cutting ability, wear resistance and surface quality of machinery parts. Earlier studies of geometric grain size requires updating, because of the changes in the standard on sieving grinding powders since 2006. This article explored the aspect ratio of the grains, which is defined as the ratio of length to width, for grinding powders of black silicon carbide grit F36-F180. The grains were photographed under a microscope and images received were processed in special software. Law of the grain shape factor distribution was established, and also investigated the power coupling coefficient form with a grain width.

Keywords: grinding powders, grain, fraction, grain shape factor, strength of connection, grain width, correlation coefficient

Одним из актуальных вопросов теории и практики абразивной обработки является исследование геометрических размеров и формы зерен шлифпорошков. Актуальность обусловлена тем, что многие показатели абразивного инструмента и процесса абразивной обработки деталей машин зависят от формы и размера зерен применяемых порошков. Например, режущая способность и износостойкость абразивного инструмента, сила и температура резания, качество обработанной поверхности [1, 2]. Кроме того, начиная с 2006 года в нашей стране действует новый стандарт на зерновой состав шлифовальных порошков ГОСТ Р 52381-2005, что требует актуализации ранее проведенных исследований геометрии зерен шлифпорошков.

Из всех геометрических параметров зерен шлифпорошков в наибольшей степени исследованной можно считать ширину зерен [4, 12], лежащую в основе классификации шлифовальных порошков по зернистости при их изготовлении в процессе рассева на ситах.

Ширина зерен для большинства порошков и отдельных фракций подчиняется нормальному закону распределения [3, 7, 8, 13, 15]. Нормальное распределение наиболее часто используется при описании распределения параметров исходных характеристик шлифпорошков и рабочей поверхности абразивного инструмента [5]. Более подробный анализ шлифпорошков из карбида кремния черного зернистостью *F*36-*F*180 [9, 10] выявил, что у фракций, оседающих на втором контрольном сите и поддоне, закон распределения ширины зерен отклоняется от нормального [9]. Связь средней ширины зерен самых крупных фракций с размером ячейки проходного сита отклоняется от линейной зависимости [10], а во фракциях с одинаковым размером ячейки проходного сита средняя ширина зерен увеличивается в большей зернистости.

Коэффициент формы зерен, под которым понимали отношение длины зерен к их ширине l/b, является одним из важнейших геометрических параметров зерен шлифо-

вальных порошков. Именно он лежит в основе классификации формы зерен на изометричные ($l/b < 1{,}3$), игольчатые ($l/b > 2$) и промежуточные ($1{,}3 < l/b < 2$) разновидности, каждая из которых применяется в различных случаях абразивной обработки.

При исследовании геометрических параметров зерен микрошлифпорошков зернистостей М14-М40 установлено [11], что из всех параметров l/b имеет наибольшие значения асимметрии ($As = 1{,}7$) и эксцесса ($Ek = 4…5$), что свидетельствует об отличии данного параметра от нормального закона распределения. Установлено также, что ни среднее значение, ни дисперсия параметра l/b не зависят от зернистости.

Цель данной работы заключалась в исследовании коэффициента формы зерен. Задачами работы являлись, во-первых, исследование закона распределения коэффициента формы зерен фракций шлифовальных порошков из карбида кремния черного зернистостью *F*180-*F*36 и, во-вторых, определение силы связи коэффициента формы с шириной зерен.

Материалы и методы исследования

В работе анализировались серийно изготовляемые на ОАО «Волжский абразивный завод» шлифовальные порошки карбида кремния черного марки 54С семи зернистостей: *F*36, *F*46, *F*60, *F*70, *F*90, *F*120, *F*180. Указанные шлифпорошки, высушенные при 105 °С в течение 30 минут, рассевали на фракции машиной типа RO-TAP. Отбор проб зерен из каждой фракции производили методом квартования. Выборки зерен в каждой фракции имели объем от 600 до 1500 зерен, общее количество выборок – 34. Остаток на поддоне зернистости *F*46 не учитывали, так как его масса составляла менее 0,1 г.

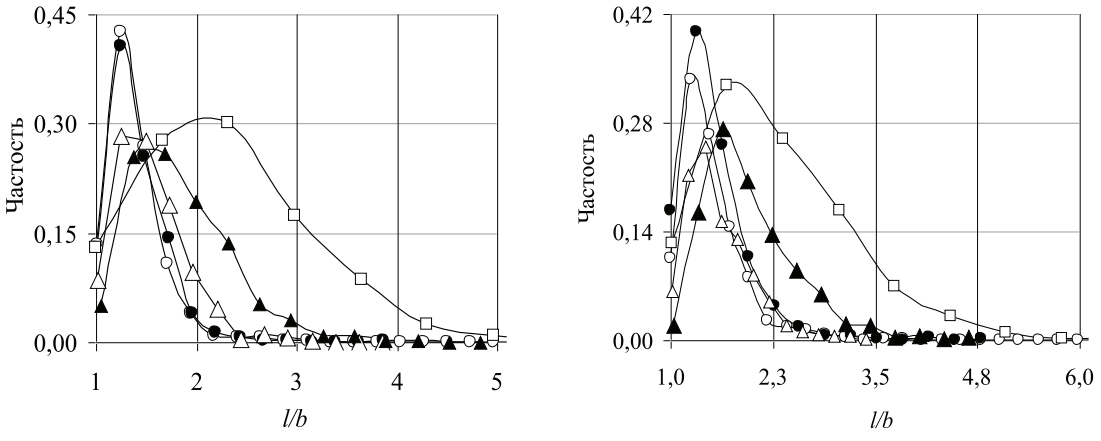
Длину и ширину зерен измеряли в специальном программном обеспечении [14] по электронным фотографиям проекций профиля зерен. Фотографирование зерен производили под микроскопом с помощью камеры высокого разрешения 5 Мпикс. При визуальном просмотре удаляли склеенные зерна. Расстояние между двумя максимально удаленными точками профиля принимали за вектор длины зерна, а наибольшее расстояние, перпендикулярное этому вектору – за вектор ширины зерна.

Погрешность измерения длины и ширины зерна не превышала 5 %, а погрешность коэффициента формы l/b – 10 %.

Результаты исследования и их обсуждение

Для графической интерпретации распределения параметра l/b определяли вариационный размах его значений в каждой выборке и делили на 10–15 групп. Если частота попадания значений в некоторой группе была меньше 9, рассматриваемую группу объединяли со следующей. По критерию Пирсона проверяли соответствие длины зерен нормальному закону распределения. Уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Подавляющее большинство кривых распределения имеют удлиненную правую ветвь. Для представленных на рис. 1 данных коэффициент асимметрии колеблется в диапазоне 1,105–2,357, эксцесса – 1,615–10,179. Таким образом, интервал варьирования значений асимметрии и эксцесса в данном случае еще больше, чем у микропорошков [11]. Установлено, что распределение отношения длины к ширине зерен не подчиняется нормальному закону ни в одной выборке.



а *б*

Рис. 1. Плотность распределения l/b зерен фракций шлифовальных порошков F36 (а) и F70 (б): ○ – Q_2; ● – Q_3; ▲ – Q_4; Δ – Q_5; □ – Q_6

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляции между всеми значениями геометрических параметров l/b и b в зернистостях

Зернистость	*F*36	*F*46	*F*60	*F*70	*F*90	*F*120	*F*180
Коэффициент корреляции	– 0,580	– 0,532	– 0,547	– 0,614	– 0,631	– 0,401	– 0,389

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции между средними значениями геометрических параметров фракций $(l/b)_m$ и b_m в зернистостях

Зернистость	*F*36	*F*46	*F*60	*F*70	*F*90	*F*120	*F*180
Коэффициент корреляции	– 0,963	– 0,852	– 0,944	– 0,979	– 0,850	– 0,901	– 0,979

Если исходить из формы кривых и значений коэффициентов асимметрии, можно высказать гипотезу о возможности распределения по логарифмически нормальному закону. Значения l/b были прологарифмированы и обработаны статистически. Установлено, что даже после этого во фракциях Q_2 и Q_3 рассматриваемых зернистостей логарифмически нормальному закону не подчиняется ни одна выборка. Подчиняются логарифмически нормальному закону около 80% выборок фракций Q_4 и Q_5 анализируемых зернистостей. Всего из 34 выборок около 40% имеют логарифмически нормальный закон распределения.

Проведено исследование силы связи значений l/b и b. Если все полученные в работе значения l/b свести в один массив, то коэффициент корреляции l/b и b составил $r = – 0{,}177$, что согласно классификации Чеддока [6] свидетельствует о слабой корреляционной зависимости. Поэтому сила связи исследовалась внутри каждой зернистости. Полученные значения коэффициентов корреляции приведены в табл. 1.

Получили, что при уменьшении интервала варьирования исходных данных коэффициенты корреляции l/b и b увеличились. В данном случае можно говорить о средней силе связи между рассматриваемыми параметрами. Отрицательный знак коэффициента корреляции указывает на то, что связь параметров обратно пропорциональная: при уменьшении параметра b увеличивается параметр l/b.

Если рассматривать силу связи только между средними геометрическими параметрами в каждой фракции для всех зернистостей, то значение коэффициента корреляции равно $r = – 0{,}269$, что свидетельствует о низкой силе связи. Коэффициенты корреляции вычисляли для отдельных зернистостей (табл. 2).

Установлено, что в пределах любой зернистости сила связи между средними значениями параметров фракций, согласно классификации Чеддока, является высокой. В качестве примера на рис. 2 приведена графическая интерпретация связи.

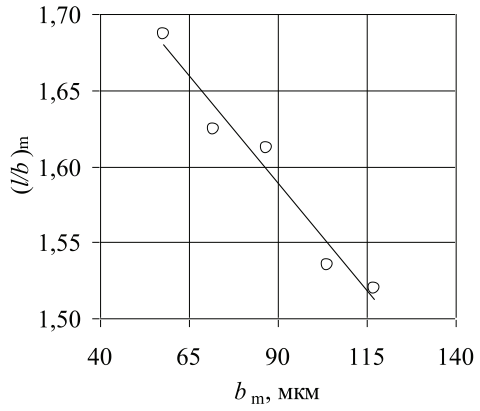


Рис. 2. Зависимость среднего коэффициента формы $(l/b)_m$ от средней ширины зерен b_m во фракциях зернистости F180

Для исследования возможности расчета среднего коэффициента формы зерен фракции $(l/b)_m$ как частного от деления средней длины зерен фракции l_m на среднюю ширину зерен фракции b_m, указанные значения сравнивали и определяли относительную погрешность расчета Δ. В качестве примера в табл. 3 приведены результаты сравнения для одной из зернистостей.

Таблица 3

Среднее значение коэффициента формы $(l/b)_m$ и частное средних l_m и b_m для фракций зернистости F180

Параметр	Фракция				
	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6
$(l/b)_m$	1,487	1,500	1,563	1,569	1,603
l_m/b_m	1,520	1,535	1,612	1,624	1,687
Δ,%	2,1	2,3	3,1	3,3	4,9

Таблица 4

Изменение процентного содержания изометричных зерен ($l/b < 1{,}3$) во фракциях анализируемых зернистостей

Зернистость	Фракция				
	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6
*F*36	46,3	42,9	29,9	10,3	10,5
*F*46	50,9	40,7	31,5	11,8	—
*F*60	34,7	33,0	23,6	16,7	12,1
*F*70	36,3	35,0	25,9	6,9	10,3
*F*90	33,0	33,9	26,4	15,6	3,9
*F*120	46,8	41,8	30,6	13,7	29,9
*F*180	39,5	35,8	25	27,3	24,5

Таблица 5

Изменение процентного содержания игольчатых зерен ($l/b > 2$) во фракциях анализируемых зернистостей

Зернистость	Фракция				
	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6
*F*36	2,9	3,4	9,7	32,6	59,4
*F*46	6,2	6,8	9,2	30,2	—
*F*60	10,9	8,6	15,3	28,5	46,3
*F*70	8,4	10,7	14,5	37,9	56,3
*F*90	11,4	9,0	11,3	18,5	55,6
*F*120	4,8	7,5	10,8	30,9	26,3
*F*180	11,3	12,9	15	16,6	20,4

Проведя аналогичный расчет для всех анализируемых зернистостей, получили, что средняя относительная погрешность составила 2,2 %, а максимальная относительная погрешность – 4,9 %. Последнее значение меньше, чем погрешность измерения коэффициента формы, в 2 раза, поэтому точность расчета среднего коэффициента формы по средним значениям его составляющих допустима.

Коэффициент формы рассматривали как границу классификации формы зерен 3 группы – изометричные ($l/b < 1{,}3$), игольчатые ($l/b > 2$) и промежуточные ($1{,}3 < l/b < 2$). В каждой исследуемой фракции шлифовальных порошков вычисляли процентное содержание зерен данных групп. Процентное содержание зерен изометричной разновидности приведено в табл. 4, игольчатой – табл. 5.

Получили, что с уменьшением размера ячейки проходного сита (от фракции Q_2 до Q_6) во всех зернистостях количество изометричных зерен убывает. Причем для всех зернистостей, кроме *F*120 и *F*180, оно уменьшается более существенно, чем размер ячейки сита. Например, для зернистости *F*90 количество изометричных зерен убывает почти в 10 раз, в то время как размер ячейки проходного сита уменьшается с 250 до 106 мкм, или в 2,4 раза.

Установили, что количество игольчатых зерен при уменьшении размера ячейки проходного сита во всех зернистостях увеличивается. Для всех зернистостей, кроме *F*180, оно увеличивается более существенно, чем уменьшается размер ячейки проходного сита. Например, для зернистости *F*36 количество игольчатых зерен возрастает почти в 20 раз, в то время как размер ячейки проходного сита уменьшается с 800 до 355 мкм, или в 2,4 раза.

Процентное содержание зерен промежуточной разновидности, как показали подсчеты, во фракциях Q_2–Q_5 рассмотренных зернистостей практически одинаково и составляет примерно 45–55 %. Во фракциях Q_6 зернистостей имеется около 30–40 % промежуточных зерен.

Выводы

1. Распределения коэффициента формы l/b фракций имеют удлиненную правую ветвь, характеризуются положительными значениями асимметрии и эксцесса и не подчиняются нормальному закону. После логарифмирования около 80 % фракций Q_4 и Q_5 рассматриваемых зернистостей стали подчиняться логарифмически нормальному закону. Из всех выборок около 40 % подчиняются логарифмически нормальному закону распределения.

2. Корреляционная связь между коэффициентом формы l/b и шириной зерна b обратно пропорциональная: при уменьшении параметра b параметр l/b возрастает. Сила связи растет по мере уменьшения интервала варьирования данных. Наибольшей силой обладает связь между средними значениями $(l/b)_m$ и b_m внутри каждой зернистости.

3. При уменьшении размера ячейки проходного сита доля изометричных зерен с коэффициентом формы $l/b < 1{,}3$ во фракциях анализируемых зернистостей убывает; доля игольчатых зерен с коэффициентом формы $l/b > 2$ возрастает; доля промежуточных зерен для всех фракций, кроме самой мелкой, оседающей на поддоне, примерно одинакова и составляет 45–55 %.

4. Среднее значение коэффициента формы можно получить делением средней длины зерна на среднюю ширину. Погрешность такого расчета составляет не более 5 %.

Список литературы

1. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник. Под ред. д-ра техн. наук проф. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение. – 1977. – 391 с.

2. Байкалов А.К. Введение в теорию шлифования материалов. – К.: Наукова думка. – 1978. – 207 с.

3. Ваксер Д.Б. Исследование геометрии и размеров абразивного зерна // Абразивы. – 1956. – № 16. – С. 3–15.

4. Гаршин А.П. Абразивные материалы и инструменты. Технология производства / А.П. Гаршин, С.М. Федотова // Под общей редакцией А.П. Гаршина. – СПб.: Изд-во Политехнического университета. – 2008. – 1010 с.

5. Грабченко А.И. 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования / А.И. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.А. Федорович. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 364 с.

6. Елисеева И.И. Общая теория статистики / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев // Финансы и статистика. – 2005. – 657 с.

7. Королев А.В. Геометрические параметры режущей части абразивных зерен / А.В. Королев, А.Н. Васин, В.А. Назарьева, О.П. Решетникова // СТИН, 2014. – № 3. – С. 18–23.

8. Михайлов М.И. Влияние абразивосодержащего наполнителя на прочность композиционного материала на основе латуни / М.И. Михайлов, Д.В. Никитенко // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2012. – № 3. – С. 35–42.

9. Носенко В.А. Распределения ширины зёрен шлифовальных порошков из карбида кремния чёрного различных зернистостей / В.А. Носенко, А.А. Александров // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2015. – № 2. – С. 111–117.

10. Носенко В.А. Связь ширины зёрен шлифовальных порошков из карбида кремния чёрного с размерами ячеек контрольных сит / В.А. Носенко, А.А. Александров // Известия вузов. Машиностроение. – 2015. – № 5. – С. 74–80.

11. Носенко В.А. Статистические параметры геометрических размеров зерен микрошлифпорошков карбида кремния / Носенко В.А., Макушкин И.А., Шегай А.А. // Изв. ВолгГТУ. Межвуз. сб. науч. ст. ВолгГТУ. – Волгоград, 2011. – Вып. 7. – № 13. – С. 32–34.

12. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / В.Н. Бакуль и др. – М.: Машиностроение, 1975. – 296 с.

13. Островский В.И. Теоретические основы процесса шлифования. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1981. – 144 с.

14. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2011610144, 11.01.11. Программа для автоматизированного определения геометрических параметров шлифовального зерна по фотографии «Зерно НМ ВПИ» / В.А. Носенко, А.А. Рыбанов, И.А. Макушкин, А.А. Шегай, К.А. Букштанович. – ВолгГТУ, 2011.

15. Bezykornov A.I. Grain geometry and strength of some refractory-compound powders / A.I. Bezykornov, N.I. Bogomolov and M.S. Kovalchenko // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 1969. – V. 8, № 6. – P. 481–485.

УДК 004.65:519.688

ПРОГРАММЫ-КРАУЛЕРЫ ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ О ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКИХ САЙТАХ ЗАДАННОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ – АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

[1]Печников А.А., [2]Сотенко Е.М.

[1]ФГБУН «Институт прикладных математических исследований Карельского научного центра Российской академии наук», Петрозаводск, e-mail: pechnikov@krc.karelia.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, e-mail: katherinmail@gmail.com

Анализ данных, представленных в Вебе, – распространенная на сегодняшний день исследовательская задача. Для её решения необходимы программы-инструменты, позволяющие собирать данные из Веба. Для обозначения таких программ часто используется термин «краулер». Сегодня существует широкий спектр известных краулеров, и в ряде случаев это позволяет не писать с нуля новые, а использовать существующие программы. Если это краулеры с открытым кодом, то их можно дорабатывать под цели конкретных задач, формирующиеся и видоизменяющиеся в процессе исследования. В данной работе в качестве альтернативы рассмотрены несколько краулеров, из которых требуется сделать выбор наиболее подходящего для решения задачи сбора данных с некоторого заданного ограниченного множества представительских сайтов (таких, например, как сайты гостиниц). Приводятся основные требования, предъявляемые к краулерам, и их классификация по основным типам. Дается аналитический обзор наиболее популярных краулеров, для которых в качестве одного из главных критериев отбора является наличие открытого исходного кода. В результате проведенного анализа проведен отбор трех наиболее перспективных краулеров.

Ключевые слова: Интернет, Веб, сбор данных о Вебе, краулер, открытое программное обеспечение

CRAWLERS FOR COLLECTIG THE DATA FROM OFFICIAL SITES OF GIVEN SUBJECT AREA – ANALITICAL REVIEW

[1]Pechnikov A.A., [2]Sotenko E.M.

[1]Institute of Applied Mathematical Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, e-mail: pechnikov@krc.karelia.ru;
[2]St. Petersburg State University, Saint-Petersburg, e-mail: katherinmail@gmail.com

The analysis of data, presented in Web, widely spread nowadays research task. In order to solve it usually used programs, gathering data from the Web, which are called «crawlers». There are a lot of already built crawlers, that allows not to write your own, but use one of existing instead. Some crawlers are open source that allows to modify them in case they don't provide required functionality. This paper provides the overview of several crawlers in order to solve the task of gathering the data from set of official sites (for example, official sites of hotels). Also were provided main requirements, which crawlers must meet, crawler's classification and analysis of their functionality. Is the crawler open source – was one of the main criteria of crawler's selection. The result of performed analysis was the selection of three most perspective crawlers.

Keywords: Internet, Web, web data collection, crawler, open source

Для получения больших объемов информации, необходимых для апробации и изучения моделей в рамках вебометрического анализа, можно применить несколько известных подходов, таких как использование возможностей расширенного поиска поисковых систем, использование открытых баз данных, созданных другими исследователями, покупка вебометрических данных у компаний, специализирующихся на таких видах деятельности, разработка собственных инструментов.

Наконец, можно использовать специализированные программы, предназначенные для сбора данных о Вебе, которые могут быть свободными или коммерческими.

Основные преимущества и недостатки каждого из подходов были проанализированы еще 15 лет назад в работе [5], и их рассмотрение выходит за рамки данной статьи. Мы исходим из того, что открытые специализированные программы для сбора данных о Вебе сегодня позволяют не писать с нуля новые, а использовать существующие [19] и дорабатывать их под потребности конкретных задач.

Термин «краулер» (англ. crawler) в общем случае обозначает программу, реализующую процесс перемещения по страницам и/или документам Веба с целью сбора определенной информации, статистики или сохранения ресурсов сайта. Общие принципы работы краулеров изложены в [17]. В самом общем виде работу краулера по сканированию сайта можно описать следующим образом: сканирование сайта начи-

нается с начальной страницы и затем программа использует ссылки, размещенные на ней, для перехода на другие страницы. Каждая страница сайта анализируется на наличие требуемой информации, которая копируется в соответствующее хранилище в случае обнаружения. Процесс повторяется до тех пор, пока будет проанализировано требуемое число страниц или достигнута некая цель.

В данной статье дается аналитический обзор наиболее популярных краулеров, для которых одним из главных критериев включения в данный обзор является наличие открытого исходного кода и нацеленность на представительские сайты организаций.

Класс содержательных задач и связанные с ним ограничения

В вебометрических исследованиях довольно часто рассматриваются задачи исследования связей между представительскими сайтами организаций, занимающихся одинаковыми видами деятельности и расположенных в одном географическом регионе. Понятие региона может рассматриваться достаточно широко – от города до континента.

Одним из примеров такой задачи может служить исследование сайтов гостиниц, расположенных в крупном городе. Данные, собранные с таких сайтов, должны содержать информацию о том, каким образом отели связаны между собой и сторонними сервисами (в частности, посредством гиперссылок), какой набор услуг они предоставляют помимо проживания, какими средствами они продвигают себя в Вебе.

Для того чтобы обеспечить сбор указанной информации, необходимо, чтобы искомый краулер поддерживал работу со следующими данными:

1) HTML, JavaScript, так как большинство сайтов разработано с использованием этих технологий;

2) Plain text, PDF и другие форматы представления текстовых данных;

3) URLs, с возможностью построения на их основе графа веб-ресурсов.

Краулер должен быть производительным, поскольку согласно первичной оценке объема данных, которые предстоит собрать и обработать, нужно извлечь данные более с чем 3000 представительских сайтов, при условии того, что каждый из них в среднем ссылается примерно на 11000 страниц, то есть обработать около 3300000 страниц. При средней скорости обработки 2 страницы/сек, которую обеспечивают краулеры с низкой производительностью [20], потребуется около 20 суток, чтобы собрать указанные данные. Такое время одной итерации неприемлемо, имея в виду, что предполагается наличие многих итераций для исследования динамики изменения связей.

В качестве отдельного ограничения отметим стоимость искомого инструмента. Для научных исследовательских целей правильнее рассматривать только инструменты с открытым исходным кодом, т.к. они распространяются бесплатно и их исходный код доступен для анализа и редактирования, что позволяет настраивать инструменты под меняющиеся требования, зачастую возникающие в ходе научного процесса.

Типы краулеров

Рассмотрим основные типы краулеров, которые принято выделять в литературе [6, 7], для того чтобы категоризовать искомые инструменты и понимать накладываемые на них ограничения.

Сфокусированный краулер (Focused Web Crawler) – это краулер, задача которого заключается в том, чтобы загрузить связанные с друг другом страницы по конкретной теме. Такой вид краулеров также называют тематическим (Topic Crawler).

Принцип его работы основывается на том, что каждый раз переходя к новому документу, данный краулер проверяет, насколько он релевантен обозначенной теме, переход осуществляется только на документы, соответствующие теме. Его достоинства состоят в том, что он экономичен и не требует значительных вычислительных ресурсов.

Инкрементный краулер (Incremental Crawler) – традиционный краулер, который периодически обновляет собранные в своем хранилище документы. Помимо замены старых версий документов на новые, он может обновлять ранг документов, сортируя их на менее важные и более важные.

Распределенный краулер (Distributed Crawler) – это тип краулера, базирующегося на распределенных вычислениях. Как правило, он реализован на нескольких вычислительных узлах, один из которых назначается главным, а другие являются дочерними узлами.

Этот тип краулеров использует алгоритмы типа Page Rank для улучшения релевантности поиска. Достоинство этого вида краулеров в их надежности и отказоустойчивости.

Параллельный краулер (Parallel Crawler) – такой краулер состоит из нескольких краулер-процессов, каждый из которых работает над своим выбранным множеством данных.

Кроссплатформенный краулер (Cross-platform Crawler) – такой краулер должен одинаково устанавливаться и настраиваться на машинах с различными операционными системами.

Требования к краулерам

Приведем основной стандартный набор требований к краулерам в соответствии с [19, 26]:

1. **Надежность.** Веб содержит ресурсы, которые могут вводить краулер в бесконечный цикл или отправлять на недоступные сервисы, ожидать выполнения которых он не должен.

2. **Вежливость.** Веб-ресурсы имеют явные и неявные политики, регулирующие частоту, с которой краулер может посетить их (как правило, они описаны в файле robots.txt).

3. **Распределенность.** Краулер должен иметь возможность запускаться на выполнение в распределенном режиме на нескольких машинах.

4. **Масштабируемость.** Краулер должен поддерживать возможность увеличения производительности за счет добавления дополнительных вычислительных узлов.

5. **Производительность и эффективность.** Краулер должен обеспечивать эффективное использование системных ресурсов.

6. **Качество.** Краулер должен уметь отделять спам-страницы от полезных, реализовывать процедуры нормализации URL, предотвращая дублирование обработки.

7. **Актуальность.** Краулер должен поддерживать обновление собранных данных.

8. **Расширяемость.** Краулер должен позволять добавлять новую функциональность для анализа новых форматов данных, протоколов и т.д.

Для нашего класса содержательных задач необходим инструмент, который должен:

1) быть кроссплатформенным, чтобы его можно было одинаково конфигурировать на вычислительных узлах с разными операционными системами;

2) обеспечивать производительность обработки порядка 100 страниц/сек, чтобы время сбора описанного выше объема данных составляло часы, а не дни;

3) интегрироваться с базой данных для хранения информации и полнотекстовым индексом, позволяющим быстро извлекать собранные данные;

4) реализовывать стратегию сбора данных в ширину и вертикального поиска, так как в нашей задаче необходима информация о предметной области, а не узкое множество фактов.

Обзор основных первоисточников

Есть несколько источников информации, дающих представление относительно тех или иных программных продуктов с открытым исходным кодом, но далеко не все из них можно воспринимать как достоверные.

Например, из перечня на блог-ресурсе «Top 50 open source web crawlers» [27] можно почерпнуть названия веб-краулеров с открытым исходным кодом, но при этом не разъясняется, на основании чего было произведено ранжирование краулеров. Более того, здесь содержатся ссылки на устаревшие и не развивающиеся инструменты.

Другой список предоставляет Best Open Source: 36 best open source web crawler projects [6]. Рейтинг основан на общественном рейтинге проектов с открытым исходным кодом. Список не является полным, например в него не попал известный и широко используемый краулер Scrapy. Обоснование ранжирования краулеров можно увидеть в академических обзорах, таких как [11, 23].

Первоисточники позволили определить базовый перечень из восьми краулеров, которые будут рассмотрены далее.

Краулеры с открытым исходным кодом

Далее приводится краткое описание наиболее популярных краулеров с открытым исходным кодом, взятых из приведенных выше первоисточников.

1. **Nutch** [3]. Типизация: инкрементный, параллельный, распределенный, кроссплатформенный. Инструмент поиска в Вебе и краулер, написанный на java, поддерживающий граф связей узлов, различные фильтры и нормализацию URL [22].

Интегрирован со свободной библиотекой полнотекстового поиска Apache Lucene [2], набором утилит, библиотек и фреймворков для разработки и выполнения распределённых программ Apache Hadoop [4] и позволяет использовать хранилища данных, такие как СУБД Cassandra [1].

Является масштабируемым (до 100 узлов в кластере), легко настраивается и расширяется, является «вежливым». Заявленная производительность 1000 страниц/сек. Более детальное описание можно найти в [29].

2. **Scrapy** [25]. Типизация: сфокусированный, параллельный, кроссплатформенный. Расширяемый и гибкий краулер, написанный на Python, который легко устанавливается, поддерживает выгрузку данных в форматах JSON, XML, CSV.

Подходит для сфокусированного сбора данных в Вебе. «Вежливый», устойчивый, расширяемый краулер. Считается, что данный краулер менее производительный, нежели Apache Nutch [23].

3. **Open Search Server** [18]. Типизация: инкрементный, параллельный, кроссплатформенный. Краулер и поисковый движок, ядро которого написано на java, являющийся «вежливым» и поддерживающий современные подходы к полнотекстовому поиску.

Обеспечивает автоматическую классификацию текстов и подключение базы синонимов, поддерживает 18 языков. Использует такие технологии, как Apache Lucene, фреймворк для разработки веб-приложений ZK [17] и другие. Это надежный и производительный инструмент [9, 10].

4. **Norconex HTTP Collector** [16]. Типизация: инкрементный, параллельный, кроссплатформенный. Позволяет выполнять задачи крулинга и сохранять собранные данные в любое настроенное хранилище, в том числе и в поисковый индекс, написан на java, является «вежливым».

Производительный, поддерживает все востребованные функции: фильтрацию, нормализацию, а также распознавание языков, гибкость извлечения данных и т.д. Активно развивается и поддерживается коммерческим проектом [14].

5. **Bixo** [7]. Типизация: инкрементный, параллельный, распределенный, кроссплатформенный. Написан на java. Работает на основе Cascading (платформа для создания приложений на Hadoop) [8].

Позволяет переносить данные в предметно-ориентированную информационную базу данных Data Warehouse [9].

Расширяемый, настраиваемый, устойчивый и «вежливый». Масштабируем до 1000 вычислительных узлов и подходит для анализа данных больших объемов [23].

Разработчики этого инструмента сделали его после разработки одного из проектов для вертикального поиска, основанного на Nutch [11]. Данный инструмент рекомендуют использовать для таких задач, как нахождение и анализ комментариев по поводу конкретного продукта, отслеживание популярности объекта в социальной сети, анализ данных о стоимости продукта и т.д. [7].

6. **Crawler4j** [12]. Типизация: параллельный, кроссплатформенный. Написан на java с простым API (Application Programming Interface – интерфейс прикладного программирования). С его помощью можно легко организовать многопоточный краулинг.

Данный инструмент можно легко встроить в проект, но при этом не поддерживается индексирование. Является «вежливым», но обнаружено, что может порождать излишнюю нагрузку на исследуемый хост [20, 23].

7. **Arachnode.net** [13]. Типизация: инкрементный, параллельный, кроссплатформенный. Написан на C# с использованием платформы .NET и SQL Server 2008.

Является «вежливым» и поддерживает загрузку, индексацию и сохранение веб-контента, включая адреса e-mail, файлы и веб-страницы.

Сведения о производительности разноречивы: в [21] говорится о 3145 страницах/сек, но в свободной версии данный краулер имеет гораздо более низкую производительность 1,29 страниц/сек [20].

8. **GNU Wget** [30]. Типизация: сфокусированный. Продолжающий развиваться инструмент, написанный на C на Linux-платформе, который позволяет получать файлы из наиболее широко использующихся интернет-протоколов (HTTP, HTTPS, FTP). Данный краулер подходит в основном для выгрузки конкретных данных или сайта, но не масштабного краулинга сегментов Веба.

Выбор краулера

Кратко напомним дополнительные требования из пункта 1:

1) кроссплатформенность,

2) производительность обработки порядка 100 страниц/сек,

3) интеграция с базой данных и полнотекстовым индексом,

4) стратегия сбора данных «вначале вширь, потом в глубину»,

5) актуальность.

Таким образом, следуя этим требованиям:

- ввиду требования (1) GNU Wget не подходит, так как может использоваться только на платформе Linux;
- ввиду требования (2) Arachnode.net не подходит, так как в свободной версии данный краулер имеет производительность 1,29 страниц/сек;
- ввиду требования (3) Crawler4j и Norconex HTTP Collector не подходят, так как не имеют интегрированного хранилища и/или поискового индекса;
- ввиду требования (4) Scrapy не подходит, так как является сфокусированным, то есть не реализующим стратегию сбора данных «вначале вширь потом в глубину»;
- требование (5) выполняется всеми рассмотренными краулерами с открытым исходным кодом.

Из оставшихся трех программных продуктов Nutch, Open Search Server и Bixo по типизации все они почти одинаковы (у Open Search Server отсутствует распределенность, что, по-видимому, и влияет на производительность). По заявленной производительности наиболее предпочтительным представляется выбор Apache Nutch.

Заключение

Рассмотрены основные типы краулеров и дополнительные требования, сформулированные как результат предварительного изучения предметной области, представляющей собой некоторое заданное ограниченное, но достаточно большое множество представительских веб-сайтов.

В результате систематизации и анализа соответствия основным и дополнительным требованиям проведен отбор трех наиболее перспективных краулеров.

Список литературы

1. Apache Cassandra. http://cassandra.apache.org (дата обращения: 06.02.2017).

2. Apache Lucene. http://lucene.apache.org (дата обращения: 06.02.2017).

3. Apache Nutch™. http://nutch.apache.org (дата обращения: 01.03.2017).

4. Apache Hadoop. https://wiki.apache.org/hadoop (дата обращения: 06.02.2017).

5. Bar-Ilan J. Data collection methods on the Web for infometric purposes: A review and analysis // Scientometrics. January 2001. – Vol. 50(1). – P. 7–32.

6. Best Open Source: 36 best open source web crawler projects. http://www.findbestopensource.com/tagged/webcrawler?start=0 (дата обращения: 11.01.2017).

7. Bixo – Web Mining Toolkit. https://openbixo.files.wordpress.com/2010/01/bixo-web-mining-talk-at-hug.pdf (дата обращения: 02.02.2017).

8. Cascading | Application Platform for Enterprise Big Data. http://www.cascading.org (дата обращения: 06.02.2017).

9. Data Warehousing Overview. http://dwreview.com/DW_Overview.html (дата обращения: 06.02.2017).

10. Examples using Common Crawl Data. http://commoncrawl.org/the-data/examples (дата обращения: 06.02.2017).

11. Granados N.F., Kauffman R.J., King B. The Emerging role of vertical search engines in travel distribution: a newly-vulnerable electronic markets perspective // Proceedings of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences. – 2008. – P. 389.

12. GitHub – yasserg/crawler4j: Open Source Web Crawler for Java. https://github.com/yasserg/crawler4j (дата обращения: 01.03.2017).

13. Home – arachnode.net. http://arachnode.net (дата обращения: 01.03.2017).

14. Khurana D., Kumar S. Web Crawler: A Review // International Journal of Computer Science & Management Studies. – 2012. – № 12–1. – P. 401–405.

15. Leading Enterprise Java Web Framework | ZK. https://www.zkoss.org (дата обращения: 06.02.2017).

16. Norconex HTTP Collector. http://www.norconex.com/product/collector-http (дата обращения: 01.03.2017).

17. Olston C., Najork M. Web Crawling // Foundations and Trends in Information Retrieval. – 2010. – Vol. 4, № 3. – P. 175–246.

18. OpenSearchServer | Open Source Search Engine and Search API. http://www.open-search-server.com (дата обращения: 01.03.2017).

19. Papavassiliou V., Prokopidis V., Thurmair G. A modular open-source focused crawler for mining monolingual and bilingual corpora from the web // Proceedings of the 6th Workshop on Building and Using Comparable Corpora., Sofia, August 8, 2013. – P. 43–51.

20. Performance Benchmark. https://arachnode.net/blogs/arachnode_net/archive/2008/12/31/performance-benchmark-etc.aspx (дата обращения: 4.02.2017).

21. Performance Tuning. https://arachnode.net/blogs/arachnode_net/archive/2015/04/12/performance-tuning.aspx (дата обращения: 04.02.2017).

22. RFC 3986 – Uniform Resource Identifier (URI). 2005. https://tools.ietf.org/html/rfc3986 (дата обращения: 04.02.2017).

23. Ricardo A., Serrão C. Comparison of existing open-source tools for Web crawling and indexing of free Music // Journal of telecommunications. – 2013. – № 18–1. https://ru.scribd.com/doc/123153248/Comparison-of-existing-open-source-tools-for-Web-crawling-and-indexing-of-free-Music.

24. Scrapinghub Platform. http://scrapinghub.com/platform (дата обращения: 12.01.2017).

25. Scrapy A Fast and Powerful Scraping and Web Crawling Framework. http://scrapy.org (дата обращения: 01.03.2017).

26. Sharma G., Sharma S., Singla H. Evolution of web crawler its challenges // International Journal of Computer Technology and Applications. – 2016. – № 9(11). – P. 5357–5368.

27. Top 50 open source web crawlers for data mining. http://bigdata-madesimple.com/top-50-open-source-web-crawlers-for-data-mining (дата обращения: 11.01.2017).

28. Udapure T.V., Kale R.D., Dharmik R.C. Study of Web Crawler and its Different Types // Journal of Computer Engineering. 2014. № 16-1. http://iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol16-issue1/Version-6/A016160105.pdf.

29. Web Crawling with Apache Nutch. http://events.linuxfoundation.org/sites/events/files/slides/aceu2014-snagel-web-crawling-nutch.pdf (дата обращения: 05.02.2017).

30. Wget – GNU Project – Free Software Foundation. http://www.gnu.org/software/wget (дата обращения: 01.03.2017).

УДК 004.04:378

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ В ВУЗЫ РОССИИ

Пыхтин А.И., Мезенцева А.Г.

Юго-Западный государственный университет, Курск, e-mail: aipykhtin@swsu.ru

Целью работы являлось построение функциональной модели централизованной приемной кампании в вузы России. В качестве инструмента исследования использована методология функционального моделирования IDEF0. Основным результатом работы стала функциональная модель, декомпозированная на блоки «Ввести данные в федеральную информационную систему обеспечения государственной итоговой аттестации и приема», «Провести ЕГЭ и государственные выпускные экзамены», «Ввести результаты олимпиад», «Провести вступительные испытания в вузах», «Провести всероссийский конкурс». Модель отличается тем, что в ее основу положена идея объединения процедуры приема в высшие учебные заведения Российской Федерации в рамках единой информационной системы, основанной на имеющихся федеральных информационных системах. Практическая реализация указанной модели позволит сократить расходы вузов на поддержку собственных информационных систем, усилить контроль за соблюдением отдельных требований законодательства России в области высшего образования; реализовать наиболее открытый и прозрачный по отношению к абитуриентам способ проведения конкурсного отбора.

Ключевые слова: прием в вуз, функциональная модель, информационная система

THE FUNCTIONAL MODEL OF CENTRALIZED ADMISSION CAMPAIGN TO THE UNIVERSITIES OF RUSSIA

Pykhtin A.I., Mezentseva A.G.

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

The aim is to construct a functional model of a centralized admission campaign in Russian universities. As a research tool used methodology for functional modeling IDEF0. The main result was the functional model, decomposed into blocks «Enter data in the federal information system to ensure the state final examination and receiving», «Carry the exam and the state final exams», «Enter the competition results», «Carry entrance examinations in higher educational institutions», «Conduct national competition». The model is different in that it is based on the idea of combining the reception procedure in the Russian Federation, institutions of higher education within the framework of a unified information system based on existing federal information systems. The practical implementation of this model will reduce the costs of universities to support their own information systems, strengthen the enforcement of individual claims Russian legislation in the field of higher education; implement the most open and transparent in relation to the applicants the way of competitive selection.

Keywords: admission to universities, functional model, information system

В 2009 году Минобрнауки России перевело всероссийский проект единого государственного экзамена (ЕГЭ) в штатный режим, что обозначило переход к ЕГЭ как к основному способу проведения итоговой аттестации в школах и вступительных испытаний в высших учебных заведениях. Для повсеместного контроля за соблюдением вузами законодательства в области приема была создана и внедрена специальная федеральная информационная система (ФИС ГИА и приема), в которую все образовательные организации с 2012 года обязаны ежесуточно вносить полные сведения о заявлениях абитуриентов, их льготах, результатах ЕГЭ и вступительных испытаний, приказах о зачислении и т.д. Возможности ФИС ГИА и приема и, соответственно, ответственность вузов ежегодно расширяются. Общие затраты на разработку системы не афишируются, но можно сказать, что только в 2016 году стоимость работ по модернизации ФИС ГИА и приема составила 26,945 млн рублей. По данным федерального портала «Российское образование» в настоящее время в России более 2600 вузов и филиалов, каждый из которых обязан поддерживать взаимодействие с ФИС ГИА и приема или с использованием стороннего программного обеспечения, или создавая собственные программные продукты. По самым скромным подсчетам ежегодно на такую поддержку вуз тратит не менее 100 тыс. рублей, что в масштабах России составляет не менее 260 млн рублей. Естественно, что в сложившихся условиях возник вопрос о возможности экономии затрачиваемых ресурсов.

Таким способом экономии может стать модификация ФИС ГИА и приема для организации централизованной приемной кампании в вузы России. В настоящее время ФИС ГИА и приема хранит и обрабатывает копию данных, хранящихся в информационных системах вузов. Передача данных в ФИС ГИА и приема из программного обеспечения образовательных организаций

осуществляется в виде XML-пакетов или (при небольшой численности абитуриентов) в ручном режиме. Рассмотрим вариант использования ФИС ГИА и приема не только как инструмента контроля, но и как основного программного обеспечения для управления приемной кампанией. Данная тема уже частично рассматривалась в [3], а централизованная концепция организации приема в вузы или на уровне отдельного региона в [1, 2, 12]. Предложены и алгоритмы проведения централизованного приема в вузы России [4, 13]. Отметим, что централизованная приемная кампания может быть организована и в других странах, где имеются аналоги ЕГЭ и соответствующие информационные системы, например в Китайской народной республике [6, 10, 11, 17].

Проблематикой анализа особенностей приема абитуриентов в вузы занимается и ряд зарубежных авторов. Так изучением проблем и выявлением специфических характеристик приема абитуриентов в различных странах занимались такие исследователи, как Boaz Shulruf, Rolf Turner, John Hattie (2009) [7], Min Zhu (2014) [11], James Friedrich, Gale Lucas, Emily Hodell (2005) [9] и, в частности, целесообразность использования входных тестов исследовали – в Китае (Guangliang Yang, 2014) [8] и в США (Zwick R., 2010) [18]. Авторами также рассмотрен практический опыт использования системы квотирования при приеме в университеты Германии (Sebastian Braun, Nadja Dwenger, Dorothea Kübler, Alexander Westkamp, 2014) [14]. Существенный вклад в исследование политики поступления в вузы не только в развитые, но и в развивающиеся страны внесли такие ученые, как (Sudhanshu Handa, Peter-John Gordon, 1999) [16].

Материалы и методы исследования

В качестве инструмента исследования будем использовать методологию функционального моделирования IDEF0. Графическая нотация IDEF0 предназначена для формализации и описания бизнес-процессов, ее отличительной особенностью является акцент на соподчинённости объектов. При этом будем выделять уже существующие блоки и взаимосвязи, в том числе реализованные в ФИС ГИА и приема, и предлагаемые для разработки модули.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматривая всю систему приема в вузы России в целом, можно выделить функциональный блок «Провести прием в вузы России» (рис. 1). Входами для данного блока являются данные абитуриентов, предусмотренные порядком приема в вузы, а также требованиями к проведению государственной итоговой аттестации в форме ЕГЭ или ГВЭ. Выходы процесса – приказы о приеме обучающихся на первый курс обучения. В настоящее время именно они являются основным результатом функционирования ФИС ГИА и приема, Минобрнауки России рассматривается идея формирования приказов о зачислении в вузы именно из ФИС ГИА и приема.

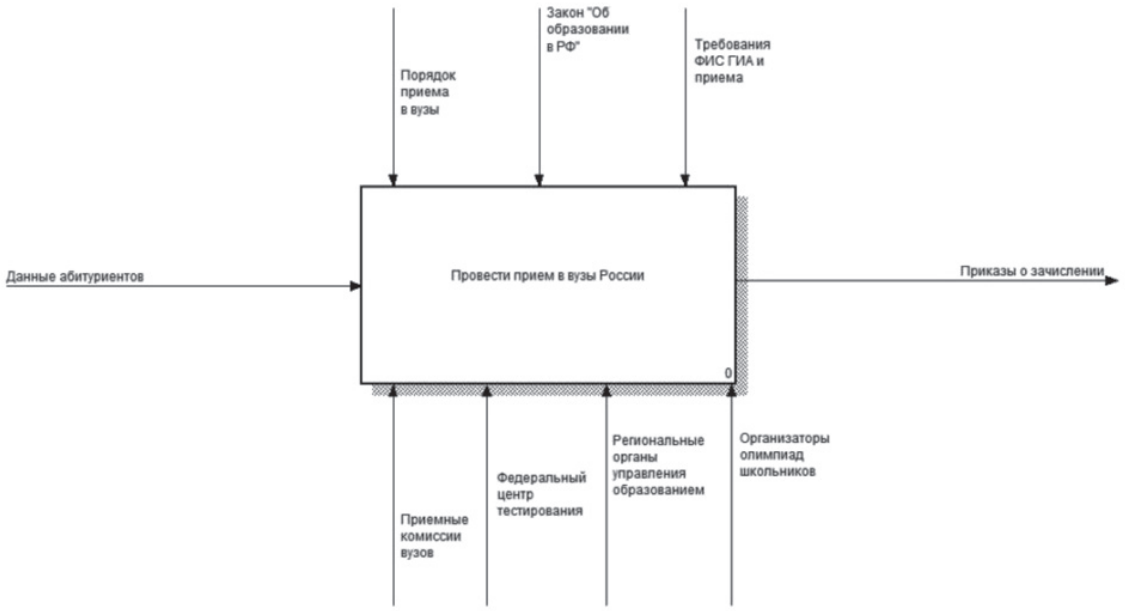


Рис. 1. Уровень А-0 функциональной модели

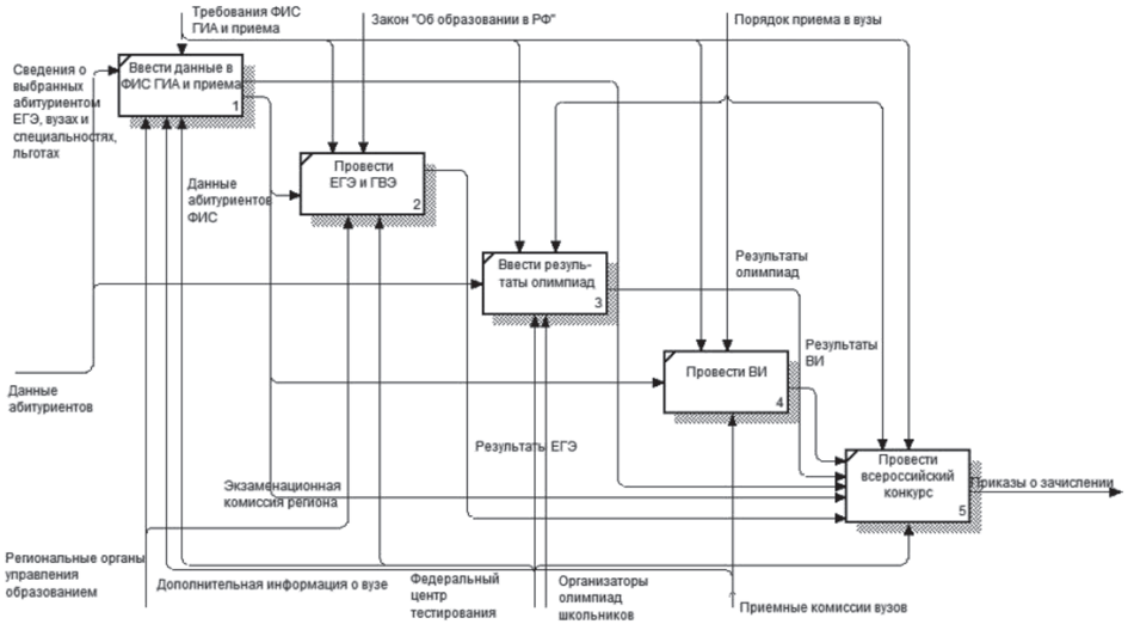


Рис. 2. Уровень А0 функциональной модели

Управление – законодательство России в области образования. Механизмы (исполнители) приемные комиссии вузов, Федеральный центр тестирования, региональные органы управления образованием, организаторы олимпиад школьников.

Функциональный блок «Провести прием в вузы России» детализируется в соответствии с рис. 2.

Декомпозиция данного функционального блока состоит из 5 основных взаимосвязанных процессов: «Ввести данные в ФИС ГИА и приема», «Провести ЕГЭ и ГВЭ», «Ввести результаты олимпиад», «Провести ВИ (вступительные испытания в вузах)», «Провести всероссийский конкурс».

Блок «Ввести данные в ФИС ГИА и приема» соответствует обработке заявлений выпускников школ, колледжей, техникумов на сдачу ЕГЭ. В настоящее время до 1 февраля ежегодно любой желающий может записаться на сдачу ЕГЭ, подав заявку в школе, техникуме, региональном органе управления образованием. При этом указывается только перечень предметов. Предлагается в рамках этого же процесса осуществить выбор интересующих будущего абитуриента специальностей и направлений подготовки и высших учебных заведений, а также указать наличие у лиц, заявляющихся на сдачу ЕГЭ, льгот (например, статуса сироты, инвалида, ветерана боевых действий). Вся необходимая информация о вузах, в том числе контрольных цифрах приема и объеме приема на внебюджетные места, перечне реализуемых образовательных программ и вступительных испытаний, может вводиться образовательными организациями, как это реализовано в настоящее время (в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2013 г. № 755 г. «О федеральной информационной системе обеспечения проведения государственной итоговой аттестации обучающихся, освоивших основные образовательные программы основного общего и среднего общего образования, и приема граждан в образовательные организации для получения среднего профессионального и высшего образования и региональных информационных системах обеспечения проведения государственной итоговой аттестации обучающихся, освоивших основные образовательные программы основного общего и среднего общего образования»).

Работу вузов тем не менее можно значительно упростить, если Минобрнауки России организует процесс передачи данных в ФИС ГИА и приема результатов открытого публичного конкурса по распределению контрольных цифр приема по специальностям и направлениям подготовки и (или) укрупненным группам специальностей и направлений подготовки для обучения по образовательным программам высшего образования за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, проводимого ежегодно. Еще одной составляющей данного блока может стать интеграция ФИС ГИА и приема с официальным сайтом для отбора иностранных граждан на обучение в Российской Феде-

рации (http://russia.study). Также отметим, что потенциальными абитуриентами могут быть не только школьники, но и выпускники с высшим образованием. Сведения о них уже вносятся вузами в Федеральный реестр сведений документов об образовании и (или) о квалификации, документах об обучении (ФРДО). Необходимо лишь интегрировать ФРДО с ФИС ГИА и приема, что позволит, во-первых, обеспечить дополнительный контроль подлинности поданных документов об образовании, во-вторых, контроль за соблюдением ограничения на получение физическими лицами только одного высшего образования определенного уровня за счет бюджетных средств.

Перспективным является и вариант, в котором сведения в ФИС ГИА и приема вносятся лично абитуриентом через портал государственных и муниципальных услуг (https://www.gosuslugi.ru/).

Таким образом, результатом функционирования процесса «Ввести данные в ФИС ГИА и приема» станет база данных о будущей приемной кампании, содержащая следующую информацию:

1) персональные данные абитуриентов (уже хранятся в ФИС ГИА и приема);

2) сведения об имеющихся у абитуриентов льготах;

3) сведения о документах об образовании абитуриентов, если они завершили обучение до сдачи ЕГЭ в текущем году (т.е. сдавали ЕГЭ в предыдущие годы и не сдавали вообще);

4) сведения о выборе будущих направлений подготовки и специальностей абитуриентами (в настоящее время вводятся вузами, предлагается дать возможность ввода и региональным органам управления образованием);

5) информация о реализуемых вузами образовательных программах, объемах приема, перечнях вступительных испытаний (уже хранится в ФИС ГИА и приема);

6) информация об иностранных гражданах, претендующих на обучение в российских вузах.

Следующий функциональный блок «Провести ЕГЭ и ГВЭ», находящийся в настоящее время в ведении Рособрнадзора, Федерального центра тестирования, региональных органов управления образованием, по сути полностью отлажен и не требует модификации по сравнению с существующей структурой. Региональные экзаменационные комиссии проводят ЕГЭ и ГВЭ, а также рассматривают апелляции, результаты заносятся в ФИС ГИА и приема. В перспективе рассматривается вопрос и о проведении аналога ЕГЭ для бакалавров (возможно, специалистов и магистров), уже в тестовом режиме функционирует проект «Федеральный интернет-экзамен для выпускников бакалавриата (ФИЭБ)» [5]. В любом варианте развития подобных проектов занесение результатов такого экзамена в ФИС ГИА и приема не будет связано с особыми техническими сложностями. В рамках этого же блока по результатам ЕГЭ и ГВЭ необходимо будет наполнить ФИС ГИА и приема сведениями о документах об образовании будущих абитуриентов, если сдача ЕГЭ была необходима для их получения.

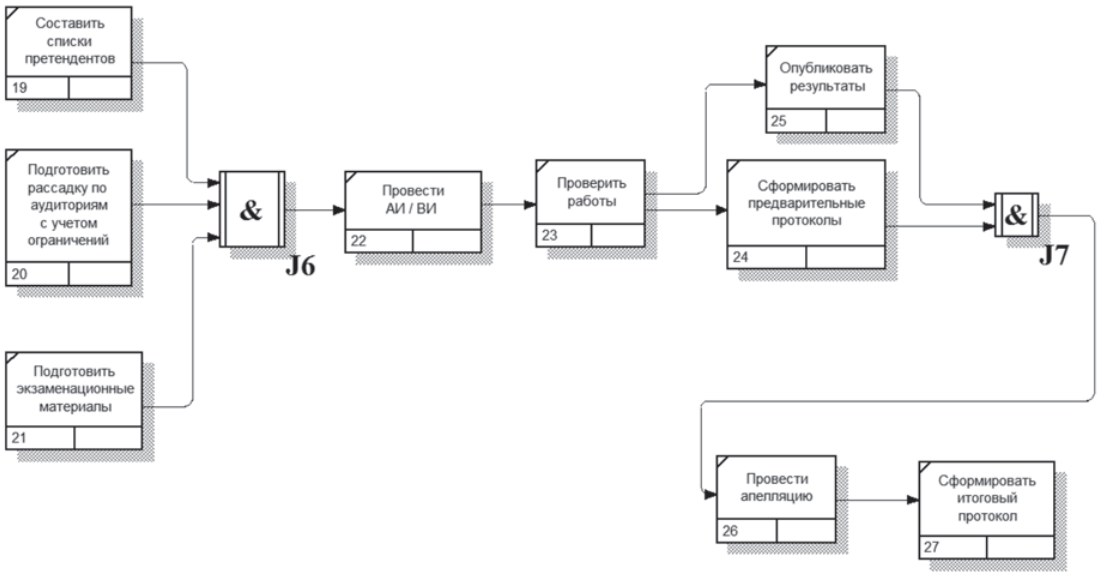


Рис. 3. IDEF3-детализация функционального блока «Провести ВИ»

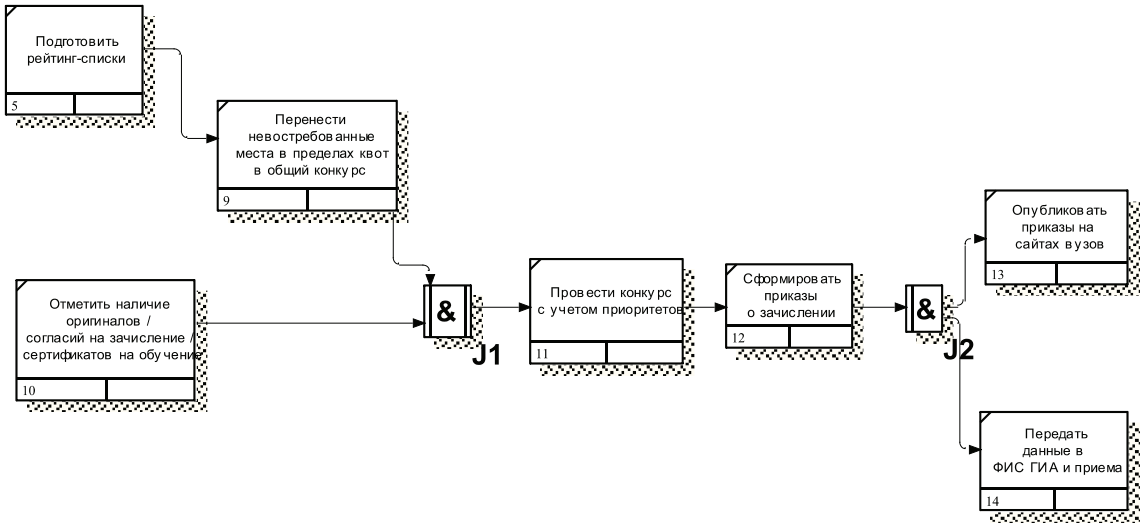


Рис. 4. IDEF3-детализация функционального блока «Провести всероссийский конкурс»

Рассмотрим блок «Ввести результаты олимпиад». В настоящее время соответствующий процесс реализован технически в рамках ФИС ГИА и приема, остаются лишь отдельные проблемы с внесением данных организаторами Всероссийской олимпиады школьников, а также олимпиад школьников, перечень которых утверждается ежегодно Минобрнауки России. Сведения о победителях и призерах олимпиад необходимы для организации приемной кампании, так как победа в интеллектуальном состязании в различных случаях дает абитуриентам особые права при поступлении: прием без вступительных испытаний, приравнивание к лицам, набравшим 100 баллов по результатам ЕГЭ или дополнительным вступительным испытаниям вуза.

Функциональный блок «Провести ВИ» (рис. 3) соответствует процессу проведения вступительных испытаний вузами.

С одной стороны, основной формой приема вступительных испытаний в вузы России с 2009 года является ЕГЭ, с другой стороны, не сдавать ЕГЭ в настоящее время имеют право иностранные граждане, выпускники со средним профессиональным или высшим образованием, лица с ограниченными возможностями здоровья и некоторые другие категории лиц. Также ряд вузов России, определяемый на конкурсной основе Минобрнауки России, имеет право проводить дополнительное вступительное испытание профильной направленности. Это вузы, в которые ежегодно высокий конкурс и бюджетные места занимают лица с очень высоким средним баллом ЕГЭ (иногда 95–100 баллов в расчете на один предмет). Также по ряду специальностей и направлений подготовки, как правило, творческой направленности («Архитектура», «Вокальное искусство», «Журналистика» и др.) разрешено любым вузам по своему усмотрению проводить соответствующие дополнительные вступительные испытания творческой или профессиональной направленности (например, прослушивание для будущих вокалистов или экзамен по рисунку для архитекторов). То есть вузы должны иметь инструмент для импорта и ручного ввода результатов экзаменов в ФИС ГИА и приема (сейчас результаты вступительных испытаний вводятся вместе с заявлениями абитуриентов в пакетном режиме или вручную). Для актуализации этого блока в рамках предполагаемой концепции централизованного приема не требуется значительных преобразований ФИС ГИА и приема. Выбор формы и особенностей проведения вступительных испытаний определяется вузом. Отметим, что в общем случае вуз имеет право заменить внутренние вступительные испытания на ЕГЭ в большинстве указанных случаев.

Последний, но самый важный блок модели – «Провести всероссийский конкурс» (рис. 4).

Суть его заключается в следующем: на основании всего массива данных, сформированного рассмотренными выше процессами в ФИС ГИА и приема, проводится единый конкурс в вузы России, определяется список абитуриентов, подлежащих зачислению, формируются приказы о зачислении. Выход блока – приказы о зачислении в состав обучающихся, который должны быть экспортированы во внутренние систе-

мы автоматизации вузов и федеральную информационную систему «Контингент».

Отметим, что возможны несколько вариантов реализации функционального блока:

1. Оставить структуру, близкую к действующей: каждый вуз проводит раздельный конкурс в рамках своего сегмента ФИС ГИА и приема, к которому относятся все абитуриенты, выбравшие этот вуз в блоке «Ввести данные в ФИС ГИА и приема».

2. Конкурс провести централизованно по всей России с учетом приоритетов вузов и образовательных программ, указанных в заявлениях абитуриентов.

3. Конкурс провести вне зависимости от выбранных абитуриентов вузов отдельно по специальностям и направлениям подготовки на все имеющиеся в России бюджетные места. Абитуриенты, прошедшие по конкурсу, являются наиболее подготовленными в масштабах России и получают право выбрать вуз, в котором желают обучаться и который имеет лицензию на право осуществления образовательной деятельности. Более подробно данный подход представлен в [2, 12].

Первые два варианта в общем случае не требуют существенных изменений действующего порядка приема граждан в вузы России. Третий же вариант должен быть утвержден на нормативно-правовом уровне.

Заключение

Предложена функциональная модель централизованной приемной кампании в вузы России, отличающаяся тем, что в ее основу положена идея объединения процедуры приема в высшие учебные заведения Российской Федерации в рамках единой информационной системы, основанной на имеющихся федеральных информационных системах – ФИС ГИА и приема, «Контингент», ФРДО. Практическая реализация указанной модели позволит достичь следующих результатов:

1. Сократить расходы вузов на поддержку собственных информационных систем и их интеграцию с ФИС ГИА и приема.

2. Усилить контроль за соблюдением некоторых требований законодательства России в области высшего образования (ограничение на количество высших образований одного уровня, получаемых за счет бюджетных средств, контроль подлинности документов об образовании и т.д.).

3. Реализовать наиболее открытый и прозрачный по отношению к абитуриентам способ проведения конкурсного отбора.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-226.2017.8.

Список литературы

1. Костюшина Е.А. Организация единого конкурсного пространства региона / Е.А. Костюшина // Открытое и дистанционное образование. – 2003. – № 3. – С. 35–41.

2. Пыхтин А.И. Концепция организации приема в вузы на основе проведения единого всероссийского конкурса по направлениям подготовки и специальностям / А.И. Пыхтин, И.П. Емельянов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – № 2 (47). – С. 086–088.

3. Пыхтин А.И. Перспективы модификации ФИС ГИА и приема для использования в качестве центральной информационной системы при приеме в вузы России // Современное общество, образование и наука: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 16 частях. – Тамбов, 2015. – С. 131–133.

4. Пыхтин А.И. Постановка задачи и алгоритм проведения всероссийского конкурса по направлениям подготовки и специальностям высшего образования при приеме в вузы России / А.И. Пыхтин, О.В Овчинкин, И.А. Зевелева // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2014. – Т. 12, № 5. – С. 70–75.

5. Федеральный интернет-экзамен для выпускников бакалавриата (ФИЭБ) [Электронный ресурс]. – НИИ мониторинга качества образования. – Режим доступа: http://bakalavr.i-exam.ru/ (дата обращения 16.01.2017).

6. Чжаомин Чэнь. Реформирование системы образования в Китае / Чжаомин Чэнь // Гуманитарный вектор. Серия: Педагогика, психология. – 2010. – № 1. – С. 61–69.

7. Boaz Shulruf, Rolf Turner, John Hattie. A Dual admission model for equity in higher education: a multi-cohort longitudinal study // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2009. – Vol. 1. – P. 2416–2420.

8. Guangliang Yang. Are all admission sub-tests created equal? – Evidence from a National Key University in China // China Economic Review. – 2014. – № 30. – P. 600–617.

9. James Friedrich, Gale Lucas, Emily Hodell. Proportional reasoning, framing effects, and affirmative action: Is six of one really half a dozen of another in university admissions? // Organizational Behavior and Human Decision Processes. – 2014. – № 98–2. – P. 195–215.

10. Ji W. Legal Education in China: Reforms and Requirements // Asian Journal of Law and Society. – 2016. – Vol. 3. – P. 237–246.

11. Min Zhu. College admissions in China: A mechanism design perspective // China Economic Review. – 2014. – Vol. 30. – P. 618–631.

12. Pykhtin A., Klevtsova M., Ovchinkin O., Zeveleva I. The Concept Of Innovative System Of Enrollment In State Universities Of Russia // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Vol. 6, № 5. – P. 149–153.

13. Pykhtin A.I., Ovchinkin O.V., Zeveleva I.A. The Algorithm For A Single Competition For Admission To Higher Education Programmes // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10. № 7. – P. 18425–18434.

14. Sebastian Braun., Nadja Dwenger, Dorothea Kübler, Alexander Westkamp. Games and Economic Behavior. № 85. – P. 232–251.

15. Stijn Broecke. University selectivity and earnings: Evidence from UK data on applications and admissions to university // Economics of Education Review. – 2012. – Vol. 31, № 31–3. – P. 96–107.

16. Sudhanshu, Handa, Peter-John Gordon. University admissions policy in a developing country: evidence from the University of the West Indies // Economics of Education Review. – 1999. – P. 279–289.

17. Tan C. Tensions and challenges in China's education policy borrowing // Educational Research. – 2016. – Vol. 58. – P. 195–206.

18. Zwick R. Admissions Testing // International Encyclopedia of Education (Third Edition). – 2010. – P 7–14.

УДК 004.65:629.488

О МЕТОДИКЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ АПК «БОРТ» ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛОКОМОТИВА

[1]Четвергов В.А., [2]Величко М.С., [3]Мишин А.И., [2]Сиряк П.А.

[1]Омский государственный университет путей сообщения, Омск, e-mail: ChetvergovVA@mail.ru;
[2]ООО «Производственное конструкторско-технологическое предприятие «Транспорт», Омск;
[3]ООО «Научно-производственная фирма «Транспорт», Омск

Бортовые системы диагностирования тягового подвижного состава железнодорожного транспорта формирует поток измерительной информации. Эта информация архивируется на серверах, формируя базы данных. В дальнейшем она не используется в техническом диагностировании локомотивов. В статье описывается одна из возможных методик использования накопленной базы данных измерений параметров дизель-генераторной установки тепловозов комплексом АПК «Борт» для оценки технического состояния локомотива. Предложен проект методики использования накопленной базы данных измерений параметров дизель-генераторной установки тепловозов комплексом АПК «Борт» для оценки технического состояния локомотива. Методика предполагает наличие результатов статистической обработки результатов измерений, находящихся в базе данных (выбор закона распределения, оценки параметров, закономерности изменения параметров распределения). Поставлены задачи для дальнейших исследований по подготовке данных для реализации методики.

Ключевые слова: техническое диагностирование, экспериментальные статистические данные, диагностирование, распределение, методика

A METHOD OF USING HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX BORT DATABASE FOR LOCOMOTIVE TECHNICAL CONDITION EVALUATION

[1]Chetvergov V.A., [2]Velichko M.S., [3]Mishin A.I., [2]Siryak P.A.

[1]Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: ChetvergovVA@mail.ru;
[2]OOO Manufacturing engineering and design enterprise «Transport», Omsk;
[3]OOO Scientific-production firm «Transport», Omsk

On-board locomotive diagnostics systems generates a stream of measurement information. This information is archived to form a database server. In the future it is not used in the technical diagnosis of locomotives. An article describes one of the possible methods of using accumulated database of locomotive diesel-generator set parameters measurements by hardware and software complex BORT to evaluate the technical condition of the locomotive. An article suggests one of the possible methods of using accumulated database of locomotive diesel-generator set parameters measurements by hardware and software complex BORT to evaluate the technical condition of the locomotive. The methods intends the availability of the results of statistical processing of measurement results stored in the database (choice of the distributive law, parameters estimation, regularities of variation of distribution parameters). The tasks for further research in data preparation for the implementation of the methodology are supplied.

Keywords: technical diagnosis, experimental statistic data, diagnostic, distribution, method

Более 3000 магистральных и маневровых тепловозов, находящихся в эксплуатации ОАО «РЖД», оснащены бортовым аппаратно-программным комплексом «Борт» (АПК «Борт»). Основное назначение комплекса – мониторинг баланса топлива на борту локомотива. Для выполнения этой функции, а также учета объемного и массового расхода топлива в соответствии с выполненной локомотивом работой, измеряется ряд параметров работы дизель-генераторной установки. К числу таких параметров относится, в частности, напряжение и сила тока тягового генератора и вычисленная по этим величинам мощность.

С начала установки первых комплексов на локомотивы результаты измерений параметров архивировались. В итоге на сервере предприятия изготовителя АПК «Борт» сформирована база данных. Однако данные базы в настоящее время из-за отсутствия методик не используются для мониторинга или оценки технического состояния локомотивов. Целью данной статьи является описание одного из вариантов методики использования накопленной в базе данных измерительной информации для мониторинга технического состояния локомотива и постановка задач на подготовку данных для использования этой методики. Предполагается, что статистические выборки сформированы на основе информации, находящейся в доступной для авторов базе данных измерительной информации АПК «Борт» и в соответствии с требованиями и технологией, описанной в статье [4].

Основные параметры, измеряемые АПК «Борт» на тепловозе ТЭМ2

Наименование параметра		Диапазон измерения или значение параметра	Основная относительная погрешность, не более, %	Допускаемая абсолютная погрешность, не более
Основные				
1. Ток тягового генератора, мВ/А		от 0 до 75 от 0 до 2000	1,0	
2. Напряжение тягового генератора, В		от 0 до 1000	1,0	
3. Мощность тягового генератора, кВт		от 0 до 900	1,5	
4. Масса топлива, кг		от 250 до 5800	0,7 (приведенная)	
5. Плотность топлива, кг/м^3	нижний предел, не менее	$0{,}8 \cdot 10^3$	0,5	
	верхний предел, не более	$0{,}88 \cdot 10^3$	0,5	
6. Давление масла после фильтра, МПа (кгс/см^2), не более		0,6 (6,0)	± 5	
7. Давление топлива, МПа (кгс/см2), не более		0,6 (6,0)	± 5	
8. Температура воды контура охлаждения, °С		от 0 до 100		± 4 °С
9. Температура масла контура охлаждения, °С		от 0 до 100		± 4 °С
10. Температура топлива, °С	нижний предел, не менее	минус 40		± 1 °С
	верхний предел, не более	плюс 50		
11. Давление в тормозной магистрали МПа (кгс/см^2), не более		от 0 до 1 (от 0 до 10)	± 2,5	
12. Частота вращения коленчатого вала дизеля, об/мин, не более		2000	± 2	
Дополнительные				
13. Объем топлива, л		от 500 до 6000	0,5 (приведенная)	
14. Частота вращения вала турбины турбокомпрессора, об/мин, не более		2000	± 5	
15. Скорость тепловоза, км/ч, не более		160		
16. Позиция контроллера машиниста		8		
17. Температура окружающей среды, °	нижний предел, не менее	минус 40		± 4 °С
	верхний предел, не более	Плюс 50		

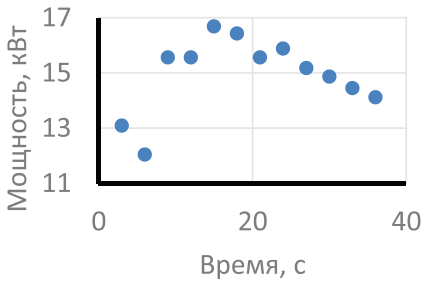


Рис. 1. Изменение мощности тягового генератора в течение переходного процесса

На момент начала работы по этой тематике основная масса АПК «Борт» была установлена на маневровые локомотивы ТЭМ2. В АПК «Борт» предусмотрено измерение силы тока I и напряжения U тягового генератора (ТГ) (в соответствии с таблицей). Мощность ТГ вычисляется $P = I * U$. Значение мощности записывается в файл наряду с другими параметрами в виде целого числа в киловаттах. Округление в этом случае получается достаточно точным в рамках требований заказчика, но грубым при проведении статистических оценок. В этом случае необходимо принять значение мощности, как произведение представленных в файле соответствующих значений тока и напряжения.

Мощность тягового генератора локомотива P является случайной величиной. В каждом из выбранных переходных процессов она непостоянна (например, в соответствии с рис. 1). Характер ее изменения определяется не только номером позиции контроллера машиниста, но и внешними факторами: скоростью движения локомотива; нагрузкой; техническим состоянием элементов локомотива (дизеля, генератора, системы управления, тягового двигателя, ходовой части и т.п.).

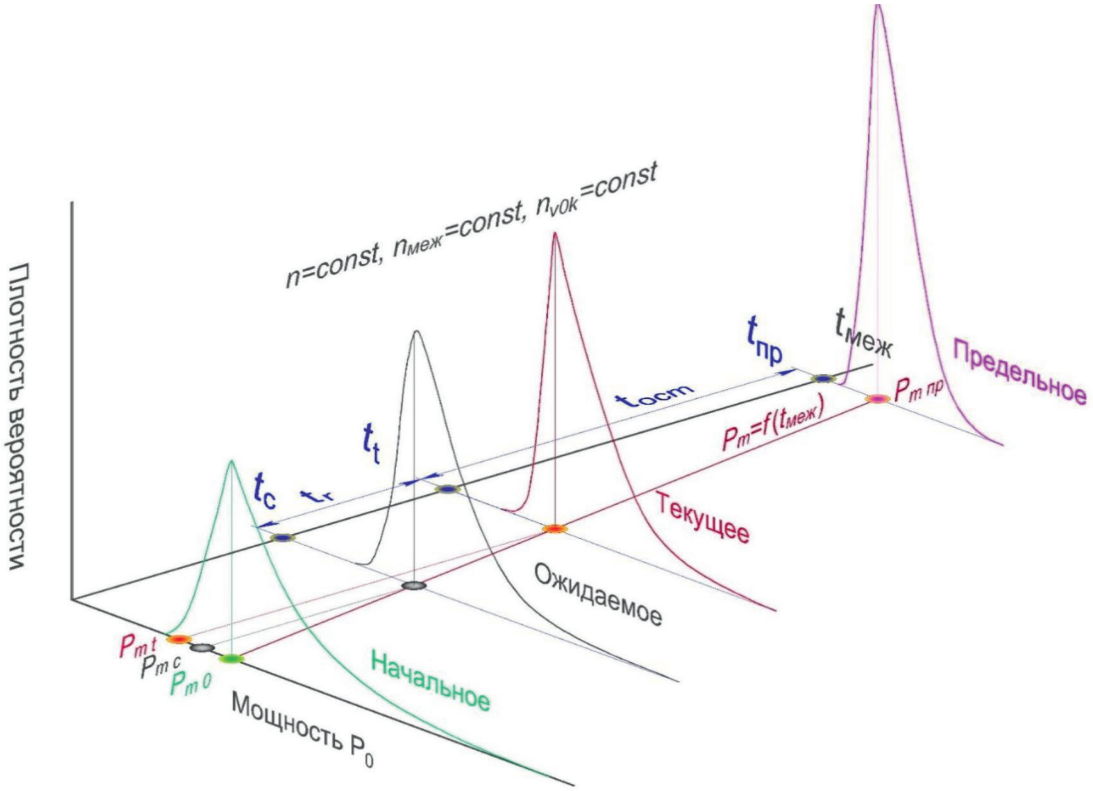


Рис. 2. Методика определения технического состояния локомотива

Под переходным процессом будем понимать процесс изменения выходных параметров тягового генератора (в частности – силы тока, напряжения, мощности) после включения n_i позиции контроллера машиниста. В работе [4] при отборе переходных процессов установлено требование – ток должен постоянно убывать. Этим определяется продолжительность отобранных переходных процессов. В данной работе не предусматривается задача установить статистическими или иными методами закономерность изменения P в каждом отдельном переходном процессе, а предлагается рассматривать изменение мощности тягового генератора P_0, измеренной в начальный момент времени после установки контроллера машиниста в какую-либо позицию, на протяжении межремонтных периодов, определенных в [4]. После сортировки переходных процессов по позициям n_i, номеру межремонтного периода $n_{мj}$ и номеру интервала начальной скорости $n_{V_{0k}}$ необходимо получить соответствующие выборки $\mathbf{P_0} = f(n_{i,j}\, n_{V}, n_{0k})$. Значение P_0 в момент начала переходного процесса (включения позиции n_i) будем называть начальной мощностью.

Пусть определен закон распределения начальной мощности и получены оценки его по информации базы данных, полученной с помощью АПК «Борт». В этом случае формируются условия для построения семейства функций распределения $f_0(n, t_{\text{меж}}, n_{V_0}, P, \mathbf{\Theta})$ какой-либо случайной величины P или каких-либо величин в координатах «позиция n – номер интервала начальной скорости $n_{\text{меж}}$ – номер интервала межремонтного периода n_{V_0k} – межремонтная наработка $t_{\text{меж}}$ – плотность вероятности» (в соответствии с рис. 2). Здесь n – номер позиции контроллера машиниста; $t_{\text{меж}}$ – межремонтная наработка на межремонтном периоде $n_{\text{меж}} = const$; $n_{V0} = const$ – номер интервала начальной скорости – измеренной скорости локомотива в первый промежуток времени записи данных бортовой системой после включения позиции n; $\mathbf{\Theta}(n, t_{\text{меж}}, V_0)$ – вектор параметров закона распределения.

В рассматриваемом случае случайной величиной P является начальная мощность P_0 – измеренная мощность в тот же момент времени, что и V_0. Представленный рисунок соответствует условию $n = const$, $n_{V_0} = const$, $n_{\text{меж}} = const$, носит качественный характер и предназначен только для описания предлагаемой методики. Поэтому показаны лишь крайние функции плотности распределения $f_0(n, t_{\text{меж}}, n_{V_0}, P_0, \mathbf{\Theta})$ в начальный

момент при $t_{\text{меж}\,[0,\ldots,36]} = 0$ и конечное распределение при $t_{\text{меж}\,[0,\ldots,36]} = t_{\text{пр}} = 36$ мес., промежуточные функции при $t_{\text{меж}} = \left[0, \ldots, t_{\text{пр}}\right]$ не показаны.

Совокупность случайных функций $f_0\left(n, t_{\text{меж}}, V_0, P_0, \boldsymbol{\Theta}\right)$ – случайный процесс изменения начальной мощности [1] (при заданном номере позиции контроллера машиниста, номере межремонтного периода [4] и номере диапазона начальной скорости). Стационарность, эргодичность этого процесса в данной статье не рассматриваются. Если выполняются условия $n = const$, $m_{V_0} = const$, $n_{\text{меж}} = const$, то функция f_0 становится трехмерной, т.е. $f_0(t_{\text{меж}\,[0,\ldots,36]}, P_0)$, а $\boldsymbol{\Theta}\left(t_{\text{меж}}\right)$ – двумерной.

Таким образом, совокупность функций f_0 есть статистическое отображение начальной мощности для множества локомотивов рассматриваемого типа на пространство описанных координат, характеризующее её эволюцию.

Методика использования f_0 заключается в том, что для каждого отдельного локомотива бортовой диагностической системой оцениваются параметры текущего распределения $\tilde{F}_{n-V_0}$ при условии, что позиция контроллера машиниста постоянна, номер диапазона начальной скорости и межремонтного периода не изменяется, а межремонтная наработка t_t на определенном промежутке времени считается постоянной. Такой величиной t_t может быть, например, среднее значение наработки между началом и концом формирования репрезентативной выборки начальной мощности при n = const, $n_{V_0} = const$, $n_{\text{меж}} = const$, или середина трехмесячного интервала [4]. Необходимо, чтобы в каждом из выбранных интервалов для каждой позиции контроллера машиниста на промежутке времени мониторинга технического состояния имелось достаточное количество информации о переходных процессах [4]. Для выполнения этого условия 12 летний интервал от одного капитального ремонта маневрового тепловоза до следующего разбит на 48 интервалов m по три месяца. Выборки для оценки параметров распределения $\boldsymbol{\Theta}$ формируются при мониторинге контролируемого параметра P_0 тягового генератора наблюдаемого локомотива. При накоплении достаточного объема выборки при межремонтной наработке t_t оцениваются каждый из параметров вектора $\boldsymbol{\Theta}\left(t_t\right)$ текущей функции распределения $f_0 = \tilde{F}_{n-V_0}(P_0, t_{\text{меж}})$ и характеристики выборки (например, моды).

В качестве параметра для сравнения закона распределения начальной мощности $\tilde{F}_{n-V_0}$ наблюдаемого тепловоза и статистического распределения для множества тепловозов f_0 могут выступать или коэффициенты α, β (например, для распределения Вейбулла – Гнеденко параметр масштаба и формы [3]) или характеристики выборки (распределения) (математическое ожидание, дисперсия, мода, медиана). Чувствительность и однозначность этих величин как диагностических признаков [2] должна быть оценена при разработке методики. Эти характеристики понимаются в соответствии с определениями, приведенными в [5]. В качестве примера параметром для сравнения выбрана мода P_m. В рассматриваемом примере предполагается также, что мода линейно зависит от межремонтной наработки. Реальный закон изменения P_m должен быть определен после оценки закона распределения P_0.

Мода P_m распределения начальной мощности P_0 – величина начальной мощности, наиболее часто встречающаяся при фиксированной позиции контроллера машиниста, межремонтной наработке, номере диапазона начальной скорости P_0. Мода показывает величину, свойственную значительной части совокупности ранжированных значений начальной мощности.

В рассматриваемом примере мода линейно изменяется на промежутке времени от $t_{\text{меж}} = 0$ до $t_{\text{меж}} = t_{\text{пр}}$, т.е. $P_m = f(t_{\text{меж}})$. Ожидаемое распределение – распределение P_0 с модой P_{mc} при текущем значении межремонтной наработки t_t, рассчитанное по оценке параметров распределения (например α, β), выполненной для множества локомотивов [4]. Текущее распределение – распределение P_0 с модой P_{mt}, полученное в результате обработки измерений мощности в ходе мониторинга параметров работы дизель-генераторной установки контролируемого локомотива бортовой системой диагностирования на промежутке времени $t_{\text{меж}} = \left[t_t - 1{,}5, \ldots, t_t + 1{,}5\right]$ мес.

Если $P_{mc} \le P_{mt}$, то тепловоз работоспособен и не требуется углубленного диагностирования, остаточный ресурс $t_{\text{ост}}$ достаточен для эксплуатации от t_t до $t_{\text{пр}}$. В противном случае как минимум необходимо этот локомотив отнести к группе риска.

В [4] обосновано принятие минимального периода межремонтной наработки для формирования выборки – 3 месяца. При этом принято допущение, что техническое состояние локомотива за такой промежуток времени изменяется незначительно. Поэтому, если $t_r = \left|t_{t\,c} - t_t\right|$ больше трех месяцев, то объект должен пройти углубленное диагностирование. Величина в три месяца является ориентировочной и подлежит уточнению.

Соотношение $P_{mc} > P_{mt}$ указывает на возможно недостаточный остаточный ресурс до очередного ремонта ТР3, СР, КР. Решение о необходимых ремонтных воздействиях на локомотив должно принимать после углубленного диагностирования.

Величина $t_{\text{ост}} = \left| t_{\text{пр}} - t_t \right|$ может служить косвенной оценкой остаточного ресурса локомотива по ДГУ.

Соотношения между P_{mc}, P_{mt}, t_c, t_t показаны в соответствии с примером на рис. 2 и должны быть уточнены после выбора закона распределения начальной мощности, оценки параметров распределения и определения характера изменения параметра распределения, принятого в качестве диагностического признака.

При расчете оценок коэффициентов α_c и β_c должно производиться исключение промахов. Наличие таких промахов, если АПК «Борт» работоспособен, свидетельствует о нарушении режимов эксплуатации или износе каких-либо систем локомотива больше среднестатистического уровня. В первом случае должны следовать организационные мероприятия, во втором – углубленное диагностирование.

На основании такого анализа может приниматься решение о необходимости ремонтных, организационных или других воздействий на локомотив или систему локомотива. Один из вариантов решения – углубленное диагностирование в стационарных условиях или специализированными мобильными диагностическими средствами.

Таким образом, функции распределения начальной мощности могут быть использованы для технического диагностирования дизель-генераторной установки локомотива. Закон и оценки параметров распределения начальной мощности для совокупности локомотивов может быть определен по архивным данным измерений параметров с помощью соответствующей бортовой системы. Распределение начальной мощности наблюдаемого тепловоза необходимо определять по результатам мониторинга контролируемого параметра в описанных условиях. Для получения результата технического диагностирования может использоваться совокупность распределений начальной мощностей, оценки параметров или характеристик распределения. Для реализации предложенной методики использования информации базы данных измерительной информации бортовой диагностической системы рекомендуются направления дальнейших исследований:

1. Определение закона распределения начальной мощности P_0 для совокупности локомотивов, измерительная информация для которых была сохранена в базе данных за время эксплуатации АПК «Борт».

2. Удаление значений, являющихся выбросами (промахами).

3. Подтверждения соответствия выборки выбранному закону распределения.

4. Получение точечной оценки параметров закона распределения для отдельных позиций контроллера машиниста, номеров интервалов начальной скорости и межремонтной наработки.

5. Оценка достоверности аппроксимации законом распределения статистических данных.

6. Выбор сочетания номера позиции контроллера машиниста, номера интервала начальной скорости, для которых максимальна достоверность аппроксимации выбранным законом распределения статистических данных для совокупности локомотивов.

7. Обоснование рекомендаций по выбору закона распределения по результатам оценки достоверности аппроксимации.

8. Описание методики использования полученных оценок параметров закона распределения для оценки технического состояния локомотива.

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. [Текст] // Е.С. Вентцель – 6-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.

2. ГОСТ 20911 – 89 Техническая диагностика. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 9 с.

3. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. [Текст] // А.И. Кобзарь – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

4. Четвергов В.А. Наработка локомотивов в едином временном пространстве [Текст] // В. А. Четвергов, А.И. Мишин, П.А. Сиряк // Известия Транссиба // Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2013. – № 2(14). – С. 37–45.

5. Юхименко В.Ф. Техническая эксплуатация силовых агрегатов и трансмиссий // В.Ф. Юхименко, ред. С.Г. Масленникова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://abc.vvsu.ru/books/tehn_akspl_sil_agreg/page0009.asp.

УДК 004.451.2:[519.254 + 616.9]

КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОАГУЛОПАТИИ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЛЕПТОСПИРОЗОМ

[1,2]Шкиря Т.В., [2]Мойсова Д.Л., [1,3]Усатиков С.В., [2]Городин В.Н.

[1]Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, e-mail: shkirya.tatiana@yandex.ru;

[2]Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, e-mail: moisova.di@yandex.ru;

[3]Кубанский государственный университет, Краснодар, e-mail: sv@usatikov.com

Дифференциальная диагностика коагулопатии рассматривается как задача классификации с применением методов многомерной математической статистики. Целью является блок классификационного анализа коагулопатии в медицинской системе поддержки принятия решений (СППР) при заболеваниях лептоспирозом. С определенным вариантом коагулопатии коррелирует степень изменения показателей: количество тромбоцитов в периферической крови, уровень фибриногена, активированное частичное тромбопластиновое время, протромбиновый индекс, площадь агрегации тромбоцитов, ристомицин-кофакторная активность фактора Виллебранда, минимальная амплитуда и время существования сгустка электрокоагулограммы, уровни растворимых комплексов фибрин-мономера, свободного гемоглобина плазмы крови, активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. Методами дискриминантного анализа и нейросетевым пакета Statistica v.10 получены алгоритмы классификации, которые реализованы на C# в виде программного блока с удобным интерфейсом, позволяющим по любому из нескольких наборов предикторов – лабораторных показателей, определить вид коагулопатии при лептоспирозе с вероятностью ошибки 3–5 % от числа наблюдений.

Ключевые слова: медицинские системы поддержки принятия решений, дифференциальная диагностика нарушений гемостаза при лептоспирозе

CLASSIFICATION ANALYSIS OF COAGULOPATHY IN THE DECISION SUPPORT SYSTEM WHEN HAPPENED THE LEPTOSPIROSIS DISEASES

[1,2]Shkirya T.V., [2]Moysova D.L., [1,3]Usatikov S.V., [2]Gorodin V.N.

[1]Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: shkirya.tatiana@yandex.ru;

[2]Kuban State Medical University, Krasnodar, e-mail: moisova.di@yandex.ru;

[3]Kuban State University, Krasnodar, e-mail: sv@usatikov.com

Differential diagnosis of coagulopathy is regarded as a classification problem using the multidimensional methods of mathematical statistics. The target is the creation of the classification analysis block of coagulopathy in the medical decision support system (DSS) when happened leptospirosis diseases. Classification algorithms were obtained by discriminant analysis and neural network methods of package Statistica v.10. With certain embodiments of coagulopathy the degree of change parameters correlates: the number of platelets in peripheral blood, fibrinogen level, activated partial thromboplastin time, prothrombin index, the area of platelet aggregation, ristomycin cofactor activity of Willebrand factor, the minimum amplitude and the lifetime of a clot electrocoagulogram, the level of soluble complexes of fibrin-monomer, the level of plasma free hemoglobin, the level of activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase. The algorithms are implemented in C# as a programming unit with user friendly interface that allows by predictor sets (laboratory parameters) determine the type of coagulopathy with leptospirosis with an error probability of 3–5 % of the number of observations.

Keywords: medical decision support systems, differential diagnosis of hemostatic disorders in leptospirosis

Принятие медицинских решений часто затрудняют ограниченность временных ресурсов, неполнота информации о состоянии больного, недостаточный уровень знаний в какой-либо специфической медицинской области, отсутствие возможности привлечения компетентных экспертов, сложность одновременной интерпретации огромного комплекса лабораторных исследований, отсутствие объективизированных и единообразных (унифицированных) диагностических подходов. Всё большее распространение получают системный анализ и современные информационные технологии в медицинских системах поддержки принятия решений (СППР). На применении технологий статистического анализа для выявления новых скрытых знаний, интеграции современных технологий статистического моделирования, хранения и представления данных основана разработанная в [9–11] СППР для идентификации степени тяжести состояния больных, в частности лептоспирозом. Разработанное на основе макросов Statistica v.10 (модуля дискриминантный анализ) ПО позволяет по рутинным лабораторным показателям оценить вероятность принадлежности больного к той или иной форме тяжести течения заболевания. При этом процент правильной

оценки тяжести течения лептоспироза с использованием дискриминантного анализа составил 99,5 % от числа всех наблюдений.

Лептоспироз – тяжелая инфекция, актуальная для Краснодарского края. Главная причина смерти больных лептоспирозом на современном этапе – геморрагический синдром, возникающий в результате нарушений гемостаза [1, 2].

Для оценки гемостазиологических расстройств мы определяли количество тромбоцитов в периферической крови (Тр), уровень фибриногена, активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), протромбиновый индекс (ПТИ), площадь агрегации тромбоцитов (Sar), ристомицинкофакторную активность фактора Виллебранда (ФВ), минимальную амплитуду (A_0) и время существования сгустка (Тсс) электрокоагулограммы (ЭКоГ), уровни растворимых комплексов фибрин-мономера (РКФМ), свободного гемоглобина плазмы крови (Св. Hb), активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ).

Для предположительной оценки варианта нарушения гемостаза при лептоспирозе мы использовали алгоритм дифференциальной диагностики приобретенных коагулопатий у больных с абдоминальной хирургической патологией [8]. На первом этапе по анализу скрининговых гемостазиологических данных (АЧТВ, ПТИ, Sar, Тр, РКФМ) предлагалось отделить изолированную тромбоцитопению от других расстройств. При наличии двух и более нарушений, исключали наиболее частую и грозную коагулопатию – ДВС-синдром. При нормальных РКФМ (ПДФ, D-димере), снижении ПТИ и уровня тромбоцитов на фоне печеночной дисфункции предполагали печеночную коагулопатию; снижении количества и агрегационной активности тромбоцитов на фоне почечной недостаточности – уремическую и т.д. Однако значимость и информативность изменений перечисленных лабораторных (и более широкого спектра) параметров при лептоспирозе не определена.

Многолетний опыт изучения нарушений гемостаза при лептоспирозе показал, что отсутствует один универсальный механизм гемостазиологических нарушений. В [5] впервые предложена концепция поливариантной коагулопатии при лептоспирозе. У больных лептоспирозом чаще наблюдаются следующие виды коагулопатий [3–6]: ДВС-синдром различных вариантов инициации (коагуляционный, фибринолитический), изолированная тромбоцитопения (ИТ), печеночная коагулопатия, уремическая (с вариантом – гемолитико-уремический синдром), а также ДВС-синдром с коагулопатией потребления (КП) при крайне тяжелом течении лептоспироза с неблагоприятным прогнозом. Каждый из исследованных лабораторных параметров (Тр, фибриноген, АЧТВ, ПТИ, Sar, ФВ, A_0, Тсс, РКФМ, Св.Hb, Г-6-ФДГ) специфически изменяется только при определенном варианте коагулопатии у больных лептоспирозом, поэтому комплексная оценка значений этих показателей может использоваться для объективизации вероятности развития конкретного вида нарушения гемостаза и позволит применить индивидуализированную упреждающую терапию. Возможности методов статистической классификации нарушений гемостаза при лептоспирозе рассмотрены в [7, 12].

В данной работе дифференциальная диагностика коагулопатии при лептоспирозе рассматривается как задача классификации с применением методов многомерной математической статистики. Целью является блок классификационного анализа коагулопатии в СППР при заболеваниях лептоспирозом. Методами дискриминантного анализа и нейросетевым пакета Statistica v.10, получены алгоритмы классификации, которые реализованы на C# в виде программного блока с удобным интерфейсом, позволяющим по любому из нескольких наборов предикторов – лабораторных показателей, определить вид коагулопатии при лептоспирозе с вероятностью ошибки 3–5 % от числа наблюдений.

Выявление значимых для вероятностной классификации лабораторных параметров-предикторов и нейросетевая классификация

На первом этапе, для выявления значимых для вероятностной классификации лабораторных параметров, проведён анализ сенситивности к входным переменным нейронной классифицирующей сети, на выборках разного объёма, с разным набором параметров. Для набора из семи параметров (Тр, Фибриноген, АЧТВ, Sar, ФВ, РКФМ, ПТИ) имелась репрезентативная выборка из N = 386 наблюдений вариантов коагулопатии (212 случаев – ДВС с различными вариантами инициации, 33 – ДВС-синдром с КП при крайне тяжелом течении лептоспироза с неблагоприятным прогнозом, 71 – ИТ, 31 – нет коагулопатии, 17 – печеночная коагулопатия, 22 – уремическая коагулопатия).

Остальные имевшиеся выборки не являлись репрезентативными, т.к. в них не был представлен вариант «нет коагулопатии». Для набора из 11 лабораторных параметров (Тр, Г-6-ФДГ, Св.Hb, A_0, Тсс, Фибриноген,

АЧТВ, Saг, ФВ, РКФМ, ПТИ) имелась выборка из n = 50 наблюдений вариантов коагулопатии (23 случая ДВС, 10 – КП, 7 – ИТ, 2 – печеночная, 8 – уремическая). Для набора из девяти лабораторных параметров (Тр, A_0, Тсс, ПТИ, Фибриноген, АЧТВ, Saг, ФВ, РКФМ) имелась выборка из k = 129 наблюдений вариантов коагулопатии (81 случай ДВС, 10 – КП, 17 – ИТ, 8 – печеночная, 13 – уремическая).

Обученная по выборке N нейронная сеть (НС) MLP 7-30-6, имеющая 30 нейронов внутреннего слоя с идентичной функцией активации и Softmax выходной функцией активации, с 100 % верными ответами при обучении, тестировании и валидации, показала следующие коэффициенты увеличения % ошибок при исключении соответствующего параметра (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что все 7 параметров существенны для вероятностной классификации, причём для данной НС MLP 7-30-6 процент правильных ответов составил 100 % от числа всех N имеющихся наблюдений.

Из данного набора предикторов следующая подгруппа из пяти предикторов входит в настоящее время в стандартный перечень анализов, относительно доступно, просто и быстро выполняемых: Тр, Фибриноген, АЧТВ, ПТИ, РКФМ (D-Димер). Обученная по выборке N нейронная сеть MLP 5-8-6, имеющая 8 нейронов внутреннего слоя с логистической функцией активации и Identity выходной функцией активации, с 98 % верными ответами при обучении, тестировании и валидации, показала следующие коэффициенты увеличения % ошибок при исключении соответствующего параметра (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что наиболее существенен для вероятностной классификации предиктор РКФМ, причём для данной НС MLP 5-8-6 процент правильных ответов составил 98 % от числа всех N имеющихся наблюдений.

Имеющиеся в литературе данные [3–6] дают основание предполагать улучшение качества дифференциальной диагностики коагулопатии при учёте лабораторных параметров A_0, Св.Hb, Г-6-ФДГ, Тсс. Анализ данных выборок n и k укрепляет это предположение.

Так, при замене прежних предикторов Фибриноген, АЧТВ, ПТИ на предикторы A_0, Св.Hb и Г-6-ФДГ, для набора из семи предикторов (Тр., Г-6-ФДГ, Св.Hb, A_0, Saг, ФВ, РКФМ), обученная по выборке n нейронная сеть MLP 7-11-5, имеющая 11 нейронов внутреннего слоя с синусоидальной функцией активации и Softmax выходной функцией активации, с 100 % верными ответами при обучении, тестировании и валидации, показала следующие коэффициенты увеличения % ошибок при исключении соответствующего параметра (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что предикторы A_0, Св.Hb, Тр являются максимально значимыми.

Более того, для набора из пяти предикторов (Тр, Г-6-ФДГ, Св.Hb, A_0, РКФМ), обученная по выборке n нейронная сеть MLP 5-11-5, имеющая 11 нейронов внутреннего слоя с функцией активации гиперболический тангенс и Softmax выходной функцией активации, также показала 100 % верных ответов при обучении, тестировании и валидации. Коэффициенты увеличения % ошибок при исключении соответствующего параметра составили (табл. 4).

Таблица 1

Анализ чувствительности MLP 7-30-6

РКФМ	Saг	ФВ	Фибриноген	Тр	АЧТВ	ПТИ
2267,446	1388,273	1087,830	493,1020	418,7719	120,0653	35,08219

Таблица 2

Анализ чувствительности MLP 5-8-6

РКФМ	Тр	АЧТВ	Фибриноген	ПТИ
10,17788	3,313162	2,618360	2,106932	1,687351

Таблица 3

Анализ чувствительности MLP 7-11-5

A_0	Св. Hb	Тр	ФВ	Г-6-ФДГ	РКФМ	Saг
1007715	195246,3	124154,3	18360,47	12005,19	557,5817	18,79858

Таблица 4

Анализ чувствительности MLP 5-11-5

A_0	Св. Hb	Тр	РКФМ	Г-6-ФДГ
415,0069	129,0881	41,60416	20,48682	4,799248

Таблица 5

Анализ чувствительности MLP 4-9-5

РКФМ	Тр	A_0	Тсс
3,590925	2,015664	1,626482	1,384646

Из табл. 4 видно, что все 5 предикторов значимы для вероятностной классификации, хотя сложно выполняемый анализ Г-6-ФДГ менее значим по сравнению с остальными.

Возможен также набор из четырех предикторов (Тр, A_0, Тсс, РКФМ), также позволяющий НС давать 100 % правильных ответов от числа всех k имеющихся наблюдений. Обученная по выборке k нейронная сеть MLP 4-9-5, имеющая 9 нейронов внутреннего слоя с функцией активации гиперболический тангенс и Softmax выходной функцией активации, также показала 100 % верных ответов при обучении, тестировании и валидации. Коэффициенты увеличения % ошибок при исключении соответствующего параметра составили (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что все 4 предиктора значимы для вероятностной классификации, хотя Тсс – менее всех.

Следует оговориться, что из-за нерепрезентативности выборок n и k, результаты выше не могут доказывать предположение об улучшении качества дифференциальной коагулопатии при учёте лабораторных параметров A_0, Св. Hb, Г-6-ФДГ, Тсс.

Таким образом, одним из возможных путей диагностики варианта G коагулопатии (вариант G_1 – ДВС, G_2 – КП, G_3 – ИТ, G_4 – Нет коагулопатии, G_5 – Печеночная, G_6 – Уремическая) по набору лабораторных параметров, является двух этапный. На 1-м этапе по набору семи предикторов (Тр, Фибриноген, АЧТВ, Sar, ФВ, РКФМ, ПТИ) делается первоначальный MLP 7-30-6 НС-прогноз G, показавший 100 % верных ответов при обучении, тестировании и валидации на выборке N. Возможна экспресс-диагностика MLP 5-8-6 по набору пяти предикторов: Тр, Фибриноген, АЧТВ, ПТИ, РКФМ (D-Димер); доля верных ответов ухудшается до 98 %. Затем на 2-м этапе, если исключён вариант «Нет коагулопатии», возможно уточнение диагностики по двум наборам предикторов. НС-классификация показала 100 % верных ответов при обучении, тестировании и валидации на выборках n и k: по набору пяти предикторов (Тр, Г-6-ФДГ, Св.Hb, A_0, РКФМ) MLP 5-11-5 на n-выборке, по набору 4 предикторов (Тр, A_0, Тсс, РКФМ) MLP 4-9-5 на k-выборке.

Дискриминантный анализ для классификации варианта коагулопатии

Нейросетевая классификация обладает существенным недостатком – «непрозрачностью» принимаемых решений, т.е. отсутствием явно заданных правил классификации. Для получения явно заданных правил классификации проведены линейный и обобщённый дискриминантный анализ для классификации варианта коагулопатии, на тех же выборках с теми же наборами параметров.

Предположения классического дискриминантного анализа (DA) в данном случае выполняются: наблюдаемые величины непрерывные, измерены как минимум в интервальной шкале и имеют нормальное распределение; однородность дисперсий и ковариаций наблюдаемых переменных в разных классах. Умеренные отклонения допустимы; но наиболее применим в данной ситуации обобщённый дискриминантный анализ (GDAM). В отличие от DA, в GDAM можно учитывать взаимодействия между предикторами; а независимые переменные могут быть как категориальными, так и непрерывными. Показателями качества модели классификации являются: статистика лямбда Уилкса (λ), значения частных λ, толерантность. Значение λ вычисляется как отношение детерминанта матрицы внутригрупповых дисперсий/ковариаций к детерминанту общей ковариационной матрицы: λ около 0 свидетельствуют о хорошей дискриминации, а значения λ около 1 – о плохой. Значения частных λ есть отношение λ Уилкса после добавления соответствующей переменной к λ до добавления этой переменной: чем меньше статистика λ, тем больше её вклад в общую дискриминацию. Толерантность определяется как $Tr = 1 - R^2$, где R – коэффициент множественной корреляции данной переменной со всеми другими переменными в модели, и является мерой избыточности переменной в модели. Переменные с Tr меньше заданного значения – нижней границы Tr (обычно 0,01) – в модель не включаются. Чем меньше значение Tr, тем избыточнее переменная в модели, так как переменная несет малую дополнительную информацию.

Таблица 6

Показатели качества модели классификации (1)

Предикторы	Лямбда Уилкса	Частные λ	F-исключения	Уровень значимости	Толерантность	1-Толерантность (R-кв.)
ФВ	0,010279	0,230199	250,1366	0,000000	0,970041	0,029959
Sаг	0,007293	0,324435	155,7550	0,000000	0,937937	0,062063
Тр	0,004882	0,484642	79,5409	0,000000	0,991167	0,008833
РКФМ	0,004531	0,522196	68,4413	0,000000	0,966889	0,033111
ПТИ	0,002958	0,800071	18,6917	0,000000	0,883974	0,116026
Фибриноген	0,002969	0,797019	19,0497	0,000000	0,889945	0,110055
АЧТВ	0,002702	0,875876	10,6003	0,000000	0,960147	0,039853

Таблица 7

Точность модели классификации (1)

Предикторы	% правильных	ДВС – p = ,54922	КП – p = ,08549	ИТ – p = ,18394	Нет коагулопатии – p = ,08031	Печеночная – p = ,04404	Уремическая – p = ,05699
ДВС	99,0566	210	0	2	0	0	0
КП	96,9697	1	32	0	0	0	0
ИТ	90,1409	7	0	64	0	0	0
Нет коагулопатии	96,7742	0	0	0	30	1	0
Печеночная	100,0000	0	0	0	0	17	0
Уремическая	100,0000	0	0	0	0	0	22
Всего	97,1503	218	32	66	30	18	22

Перед статистической обработкой данные были нормированы следующим образом: каждое измерение лабораторных параметров поделено на величину, равную середине интервала значений соответствующего параметра в норме.

Для 1-го этапа диагностики, по выборке N, для 7 предикторов: x_1 = ФВ/(100 %), x_2 = Sаг/(18,1 см^2), x_3 = Тр/(300·10^9/л), x_4 = РКФМ/(3,4 мг%), x_5 = ПТИ/(110 %), x_6 = Фибриноген/(3 г/л), x_7 = АЧТВ/(35 сек), получены функции классификации (с 97% верных ответов) при λ = 0,002:

$$G_1 = -164{,}757 + 121{,}727x_1 + 38{,}425x_2 + 21{,}366x_3 + 3{,}788x_4 + 61{,}182x_5 + 1{,}615x_6 + 52{,}351x_7;$$

$$G_2 = -117{,}765 + 47{,}538x_1 + 17{,}703x_2 + 7{,}957x_3 + 8{,}639x_4 + 64{,}576x_5 - 0{,}437x_6 + 74{,}378x_7;$$

$$G_3 = -165{,}085 + 105{,}692x_1 + 53{,}008x_2 + 10{,}751x_3 + 0{,}728x_4 + 65{,}915x_5 - 1{,}212x_6 + 51{,}486x_7; \quad (1)$$

$$G_4 = -139{,}836 + 96{,}97x_1 + 27{,}875x_2 + 56{,}347x_3 + 0{,}669x_4 + 77{,}306x_5 - 0{,}959x_6 + 47{,}539x_7;$$

$$G_5 = -123{,}808 + 95{,}247x_1 + 29{,}901x_2 + 50{,}17x_3 + 1{,}845x_4 + 49{,}304x_5 - 1{,}889x_6 + 52{,}638x_7;$$

$$G_6 = -186{,}544 + 146{,}688x_1 + 25{,}02x_2 + 35{,}336x_3 + 1{,}605x_4 + 68{,}731x_5 - 1{,}355x_6 + 48{,}172x_7.$$

Показатели качества и точность модели классификации (1) отражены в табл. 6 и 7.

Из табл. 7 видно, что общая точность 97%, и хуже всего распознаётся вариант «ИТ» – 90%.

Алгоритм прогноза варианта коагулопатии по (1):

1) Значения x_1, …, x_7 подставляются в функции классификации G_1, …, G_6 из (1).

2) Среди чисел G_1, …, G_6 выбирается наибольшее значение функции.

3) Если наибольшее значение G_1, то прогнозируется ДВС; если G_2 – КП, если G_3 – ИТ, если G_4 – Нет коагулопатии, если G_5 – Печеночная, если G_6 – Уремическая.

Для экспресс-диагностики, по выборке N, для пяти предикторов: x_1 = Тр/(300·10^9/л), x_2 = ПТИ/(110 %), x_3 = Фибриноген/(3 г/л), x_4 = АЧТВ/(35 сек), x_5 = РКФМ/(3,4 мг%), получены функции классификации (с 93 % верных ответов) при λ = 0,03:

$$G_1 = -55{,}9339 + 18{,}1216x_1 + 59{,}6053x_2 + 4{,}2479x_3 + 49{,}504x_4 + 3{,}881x_5;$$
$$G_2 = -99{,}5366 + 6{,}8747x_1 + 64{,}2484x_2 + 0{,}745x_3 + 73{,}0441x_4 + 8{,}712x_5;$$
$$G_3 = -50{,}1837 + 9{,}2784x_1 + 66{,}6483x_2 + 2{,}1913x_3 + 47{,}3943x_4 + 1{,}0771x_5; \quad (2)$$
$$G_4 = -73{,}6082 + 53{,}5751x_1 + 75{,}7568x_2 + 0{,}982x_3 + 45{,}4962x_4 + 0{,}7053x_5;$$
$$G_5 = -57{,}3582 + 47{,}6203x_1 + 48{,}0528x_2 + 0{,}1614x_3 + 50{,}4234x_4 + 1{,}9158x_5;$$
$$G_6 = -53{,}0532 + 29{,}9689x_1 + 64{,}5534x_2 + 0{,}6064x_3 + 46{,}4967x_4 + 1{,}4266x_5.$$

Показатели качества и точность модели классификации (2) отражены в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Показатели качества модели классификации (2)

Предикторы	Лямбда Уилкса	Частные λ	F-исключения	Уровень значимости	Толерантность	1-Толерантность (R-кв.)
Тр	0,089486	0,364105	131,3337	0,000000	0,994395	0,005605
ПТИ	0,042153	0,772951	22,0895	0,000000	0,887176	0,112824
Фибриноген	0,048691	0,669160	37,1797	0,000000	0,907844	0,092156
АЧТВ	0,047171	0,690730	33,6704	0,000000	0,963386	0,036614
РКФМ	0,083326	0,391024	117,1156	0,000000	0,969463	0,030537

Таблица 9

Точность модели классификации (2)

Предикторы	% правильных	ДВС – p = ,54922	КП – p = ,08549	ИТ – p = ,18394	Нет коагулопатии – p = ,08031	Печеночная – p = ,04404	Уремическая – p = ,05699
ДВС	98,58491	209	3	0	0	0	0
КП	90,90909	3	30	0	0	0	0
ИТ	91,54929	6	0	65	0	0	0
Нет коагулопатии	70,96774	0	0	1	22	0	8
Печеночная	82,35294	1	0	0	0	14	2
Уремическая	90,90909	1	0	1	0	0	20
Всего	93,26425	220	33	67	22	14	30

Из табл. 9 видно, что общая точность 93 %, и хуже всего распознаётся вариант «Нет коагулопатии» – 70 %.

Алгоритм прогноза варианта коагулопатии по (2):

1) Значения $x_1, \ldots, x_5$ подставляются в функции классификации $G_1, \ldots, G_6$ из (2).

2) Среди чисел $G_1, \ldots, G_6$ выбирается наибольшее значение функции.

3) Если наибольшее значение G_1, то прогнозируется ДВС; если G_2 – КП, если G_3 – ИТ, если G_4 – Нет коагулопатии, если G_5 – Печеночная, если G_6 – Уремическая.

Для 2-го этапа диагностики, по выборке n, для пяти предикторов: x_1 = Тр/(300·10^9/л), x_2 = Г-6-ФДГ/(27,5 усл.ед.), x_3 = Св.Hb/(0,83 г/л), $x_4 = A_0/(0{,}3$ усл.ед.), x_5 = РКФМ/(3,4 мг%), получены функции классификации (с 100 % верных ответов) при λ = 0,0006:

$$G_1 = -19{,}379 + 99{,}424x_1 + 25{,}345x_2 - 0{,}2157x_3 + 6{,}7388x_4 + 5{,}9171x_5;$$

$$G_2 = -70{,}6358 + 49{,}2232x_1 + 25{,}1646x_2 + 1{,}9274x_3 + 19{,}0676x_4 + 10{,}6787x_5;$$

$$G_3 = -11{,}1393 + 64{,}4131x_1 + 23{,}0366x_2 - 0{,}0647x_3 + 9{,}1988x_4 + 2{,}1214x_5; \quad (3)$$

$$G_4 = -120{,}642 + 307{,}708x_1 + 64{,}162x_2 + 0{,}118x_3 + 13{,}973x_4 + 2{,}524x_5;$$

$$G_5 = -112{,}338 + 220{,}985x_1 + 110{,}772x_2 + 2{,}254x_3 + 19{,}837x_4 + 0{,}982x_5.$$

Показатели качества и точность модели классификации (3) отражены в табл. 10 и 11.

Из табл. 11 видно, что общая точность 100 %, но обусловлено это малым объёмом выборки и её нерепрезентативностью (вариант «нет коагулопатии» отсутствует).

Алгоритм прогноза варианта коагулопатии по (3):

1) Значения $x_1, \ldots, x_5$ подставляются в функции классификации $G_1, \ldots, G_5$ из (3).

2) Среди чисел G_1, …, G_5 выбирается наибольшее значение функции.

3) Если наибольшее значение G_1, то прогнозируется ДВС; если G_2 – КП, если G_3 – ИТ, если G_4 – Печеночная, если G_5 – Уремическая.

Также для 2-го этапа диагностики, по выборке k, для четырех предикторов: x_1 = Тр/(300·10^9/л), x_2 = A_0/(0,3 усл.ед.), x_3 = Тсс/(1,75 мин.), x_4 = РКФМ/(3,4 мг%), получены функции классификации (с 97% верных ответов) при λ = 0,002:

$$G_1 = -24{,}228 + 55{,}9499x_1 + 0{,}4818x_2 + 10{,}1959x_3 + 7{,}6299x_4;$$

$$G_2 = -80{,}9815 + 25{,}4101x_1 + 2{,}0076x_2 + 21{,}7833x_3 + 15{,}3653x_4;$$

$$G_3 = -7{,}86245 + 28{,}78496x_1 + 0{,}7683x_2 + 6{,}06446x_3 + 2{,}06396x_4; \quad (4)$$

$$G_4 = -46{,}2263 + 132{,}716x_1 + 0{,}8923x_2 + 3{,}0198x_3 + 3{,}087x_4;$$

$$G_5 = -28{,}2685 + 87{,}1763x_1 + 2{,}0725x_2 + 7{,}2208x_3 + 3{,}3907x_4.$$

Таблица 10

Показатели качества модели классификации (3)

Предикторы	Лямбда Уилкса	Частные λ	F-исключения	Уровень значимости	Толерантность	1-Толерантность (R-кв.)
Тр	0,004433	0,142820	61,51853	0,000000	0,907974	0,092026
Г-6-ФДГ	0,001299	0,487358	10,78176	0,000005	0,849938	0,150062
Св. Hb	0,001080	0,586340	7,23132	0,000167	0,851297	0,148703
A_0	0,000910	0,695803	4,48118	0,004270	0,824359	0,175641
РКФМ	0,001388	0,456311	12,21276	0,000001	0,848979	0,151021

Таблица 11

Точность модели классификации (3)

Предикторы	% правильных	ДВС – p = ,46000	КП – p = ,20000	ИТ – p = ,14000	Печеночная – p = ,04000	Уремическая – p = ,16000
ДВС	100,0000	23	0	0	0	0
КП	100,0000	0	10	0	0	0
ИТ	100,0000	0	0	7	0	0
Печеночная	100,0000	0	0	0	2	0
Уремическая	100,0000	0	0	0	0	8
Всего	100,0000	23	10	7	2	8

Таблица 12

Показатели качества модели классификации (4)

Предикторы	Лямбда Уилкса	Частные λ	F-исключения	Уровень значимости	Толерантность	1-Толерантность (R-кв.)
Тр	0,079890	0,298817	70,98256	0,000000	0,991535	0,008465
A_0	0,034236	0,697284	13,13263	0,000000	0,998285	0,001715
Тсс	0,038832	0,614763	18,95595	0,000000	0,998100	0,001900
РКФМ	0,053408	0,446977	37,42679	0,000000	0,989439	0,010561

Таблица 13

Точность модели классификации (4)

Предикторы	% правильных	ДВС – p = ,62791	КП – p = ,07752	ИТ – p = ,13178	Печеночная – p = ,06202	Уремическая – p = ,10078
ДВС	98,7654	80	1	0	0	0
КП	90,0000	1	9	0	0	0
ИТ	100,0000	0	0	17	0	0
Печеночная	87,5000	0	0	0	7	1
Уремическая	100,0000	0	0	0	0	13
Всего	97,6744	81	10	17	7	14

Показатели качества и точность модели классификации (4) отражены в табл. 12 и 13.

Из табл. 13 видно, что общая точность 97%, и хуже всего распознаётся вариант «Печеночная» – 87%.

Алгоритм прогноза варианта коагулопатии по (4):

1) Значения x_1, …, x_4 подставляются в функции классификации G_1, …, G_5 из (4).

2) Среди чисел G_1, …, G_5 выбирается наибольшее значение функции.

3) Если наибольшее значение G_1, то прогнозируется ДВС; если G_2 – КП, если G_3 – ИТ, если G_4 – Печеночная, если G_5 – Уремическая.

Заключение

Таким образом, результаты нейросетевого и дискриминантного анализа по различным наборам предикторов могут быть использованы для дифференциальной диагностики варианта коагулопатии, обеспечивая для НС-классификации процент правильных ответов 100% от числа всех имеющихся наблюдений, и 97% для DA-классификации.

Одним из возможных путей диагностики варианта G коагулопатии (вариант G_1 – ДВС, G_2 – КП, G_3 – ИТ, G_4 – Нет коагулопатии, G_5 – Печеночная, G_6 – Уремическая) по набору лабораторных параметров, является двухэтапный. На 1-м этапе по набору 7 предикторов (Тр, Фибриноген, АЧТВ, Sar, ФВ, РКФМ, ПТИ) делается либо первоначальный MLP 7-30-6 НС-прогноз G, показавший 100% верных ответов при обучении, тестировании и валидации на выборке N; либо DA-прогноз по (1) с 97% верных ответов. Возможна экспресс-диагностика либо MLP 5-8-6 по набору пяти предикторов: Тр, Фибриноген, АЧТВ, ПТИ, РКФМ (D-Димер); доля верных ответов ухудшается до 98%; либо DA-классификация (2), до 93% верных ответов. Затем на 2-м этапе, если исключён вариант «Нет коагулопатии», возможно уточнение диагностики по двум наборам предикторов. НС-классификация показала 100% верных ответов при обучении, тестировании и валидации на выборках n и k: по набору пяти предикторов (Тр, Г-6-ФДГ, Св.Hb, A_0, РКФМ) MLP 5-11-5 на n-выборке, по набору 4 предикторов (Тр, A_0, Тсс, РКФМ) MLP 4-9-5 на k-выборке. Соответственно, DA-классификация по (3) и (4) показала 100% и 97% верных ответов.

За последние годы наши представления о системе гемостаза значительно изменились. Современная концепция нарушения гемостаза при лептоспирозе состоит в том, что существует множество видов коагулопатий с характерными признаками. К сожалению, врачам-инфекционистам не всегда легко ориентироваться в сложных вопросах дифференциальной диагностики коагулопатий. А ведь от этих знаний и умения решать сложные вопросы гемостазиологии во многом зависит успех лечебных мероприятий, которые, безусловно, отличаются друг от друга при разных видах гемостазиологических нарушений. Указанный алгоритм классификации реализован на C# в виде автономного программного блока медицинской системы поддержки принятия решений, с удобным интерфейсом, позволяющим по любому из нескольких наборов предикторов (лабораторных показателей) определить вид коагулопатии при лептоспирозе с вероятностью ошибки 3–5% от числа наблюдений. Особенно важной с практической точки зрения является возможность экспресс-диагностики вида коагулопатии при лептоспирозе по набору из пяти предикторов (Тр, Фибриноген, АЧТВ, ПТИ, РКФМ (D-Димер)). Именно эти лабораторные тесты легко и быстро выполнимы в лечебной организации любого уровня даже в условиях экономии материальных ресурсов. Созданный нами блок классификационного анализа коагулопатии в СППР при лептоспирозе позволит в кратчайшие сроки интерпретировать результаты комплекса лабораторных исследований, быстро, объективно и унифицированно решить задачу дифференциальной диагностики и определения дальнейшей терапевтической тактики. А целью модернизации тактических подходов к терапии гемостазиологических нарушений является снижение летальности при тяжелых формах лептоспироза.

Список литературы

1. Авдеева М.Г., Городин В.Н., Пронин М.Г. Лептоспироз: осложнения, причины смерти и патоморфогенез // Эпидемиология и инфекционные болезни, 2015. –№ 3. – С. 36–46.

2. Городин В.Н. Патогенетическое обоснование и оптимизация интенсивной терапии тяжелых форм лептоспироза: Автореф. дис. доктора мед. наук.– Ростов-на-Дону, 2007. – 75 с.

3. Лебедев В.В., Мойсова Д.Л., Подсадняя А.А., Свистунов Н.В. Гемолитико-уремический синдром как вариант патологии системы гемостаза при лептоспирозе // Фундаментальные исследования – 2013. – № 7–2. – С. 334–338.

4. Мойсова Д.Л., Лебедев В.В., Подсадняя А.А. Дифференциальная диагностика коагулопатий при лептоспирозе // Инфекционные болезни. – 2015 – Т. 13, № 1. – С. 230.

5. Мойсова Д.Л., Лебедев В.В., Подсадняя А.А. Нарушения гемостаза при лептоспирозе // Инфекционные болезни. – 2012 – Т. 10, № 3. – С. 67–74.

6. Мойсова Д.Л., Лебедев В.В., Подсадняя А.А. Тромбоцитопения при лептоспирозе // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9. – С. 94–98.

7. Мойсова Д.Л., Шкиря Т.В., Городин В.Н. Методы статистической классификации в прогнозировании варианта коагулопатии при лептоспирозе. Материалы Межрегионального Форума специалистов «Актуальные вопросы инфекционной патологии юга России» с заседанием профильной комиссии по специальности «инфекционные болезни» Министерства Здравоохранения РФ – 8–10 июня 2016 г. / Национальное научное общество инфекционистов, Кубанский государственный медицинский университет, министерство здравоохранения Краснодарского края – М.: ООО «Буки Веди», 2016. – С.145–147.

8. Синьков С.В. Диагностика и интенсивная терапия коагулопатий у больных с абдоминальной хирургической патологией: Автореф. дис. д-ра мед. наук. – Ростов-на-Дону, 2009. – 44 с.

9. Халафян А.А. Анализ и синтез медицинских систем поддержки принятия решений на основе технологий статистического моделирования: Автореф. дис. д-ра технических наук. – Краснодар, 2010. – 47 с.

10. Халафян А.А. Современные статистические методы медицинских исследований. Монография. – М.: ЛКИ (URSS), 2008. – 320 с.

11. Халафян А.А., Городин В.Н., Савенко Д.В. Идентификация состояния больных лептоспирозом посредством факторного и дискриминантного анализов // Известия высших учебных заведений. Северокавказский регион. Естественные науки. – 2008. – № 1. – С. 189–190.

12. Шкиря Т.В., Мойсова Д.Л. Дифференциальная диагностика нарушений гемостаза при лептоспирозе методами статистической классификации. Медицинская наука и здравоохранение: материалы XIV научно-практической конференции молодых учёных и студентов Юга России, г. Краснодар, 28–29 марта 2016 г. / Под ред. Редько А.Н., Компаниец О.Г., Басова А.А. – Краснодар, 2016. – С. 147–149.

УДК 66.092-977: 66-4

СВЧ-ПИРОЛИЗ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В ПРИСУТСТВИИ ГИДРОКСИДА КАЛИЯ

Яцун А.В., Коновалов П.Н., Коновалов Н.П.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: yatsunandrei@yandex.ru, i03@istu.edu

Настоящая статья посвящена исследованию пиролиза изношенных автомобильных шин (ИАШ) с добавкой сухого гидроксида калия (КОН) в поле сверхвысоких частот (СВЧ). Были проведены сравнительные эксперименты простого СВЧ-пиролиза и пиролиза в присутствии небольшой добавки КОН к резиновой массе покрышек. Исследования жидкого продукта пиролиза методом масс-спектрометрии показали, что по сравнению с простым СВЧ-пиролизом добавка КОН приводит к появлению в составе жидкого продукта простых эфиров и изобутилового спирта. Также СВЧ-пиролиз с добавкой КОН позволяет свести к минимуму содержание сернистых соединений в получаемых жидком продукте и газе пиролиза. Наличие сернистых соединений определялось с помощью свинцового индикатора. Состав твердого продукта пиролиза определялся методом атомной абсорбции с использованием воздушно-ацетиленового пламени.

Ключевые слова: пиролиз, СВЧ, изношенные автомобильные шины, гидроксид калия

MICROWAVEPYROLYSIS OFSCRAPTIRES IN THE PRESENCE OF POTASSIUM HYDROXIDE

Yatsun A.V., Konovalov P.N., Konovalov N.P.

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: yatsunandrei@yandex.ru, i03@istu.edu

This article is dedicated to the study of pyrolysis of scrap tires with addition of potassium hydroxide in microwaves. Comparative experiments between simple microwave pyrolysis and the pyrolysis in the presence of a small addition of KOH to the weight of the rubber tires were carried out. Investigation of pyrolysis liquid products by mass-spectrometry showed that in comparison with a simple microwave pyrolysis the addition of KOH leads to the composition of the liquid product in ether and isobutyl alcohol. Also microwave pyrolysis with addition of KOH leads to minimize the content of sulfur compounds in the resulting liquid product and pyrolysis gas. The presence of sulfur compounds was determined using a lead indicator. The composition of the pyrolysis solid product was determined by atomic absorption method using air-acetylene flame.

Keywords: pyrolysis, microwave, scrap tires, potassium hydroxide

Во многих технологических процессах требуется высокая скорость нагрева материала по определенному, зависящему от условий технологии режиму. В одних случаях необходимо нагреть только небольшую часть обрабатываемого материала, например его поверхность, в других, наоборот, получить равномерный нагрев всего тела, в третьих перевести нагреваемый материал в газообразное состояние. Нагревание большого объема обрабатываемого материала с низкой теплопроводностью сопряжено с длительным временем обработки для исключения нежелательного перегрева.

Проведённые исследования в области изыскания новых видов нагрева с большим коэффициентом полезного действия выявили наиболее перспективный вид энергии, позволяющий сократить время и энергозатраты на технологический процесс. Таким видом является энергия электромагнитных волн сверхвысокой частоты (СВЧ). Под СВЧ-излучением принято понимать участок электромагнитного спектра с частотами колебаний, лежащими в диапазоне от 300 МГц до 30 ГГц, и с длинами волн от 1 м до 0,1 мм, расположенных между областью «обычных» радиоволн и участком инфракрасного излучения [14].

Применение СВЧ-излучения в промышленности, особенно при переработке материалов с высокими диэлектрическими потерями в области этих частот отличаются тем, что в них полнее используются такие параметры, как рассеяние энергии во всём объеме образца; селективность такого рассеяния в зависимости от диэлектрических свойств материала; возможность модуляции энергии в пространстве и времени; использование ее в сочетании с традиционными источниками энергии для получения оптимальных температурных профилей [22].

Научные исследования по использованию электрофизических методов воздействия на вещество с целью сокращения времени проведения технологического процесса показали эффективность использования СВЧ-излучения, так как при этом достигается объемный нагрев вещества, что позволяет значительно интенсифицировать процесс и повысить экономические показатели.

Первые работы по использованию энергии электромагнитного поля были проведены в 1886 г. И.И. Боргманом [4], а уже в 1914 г. во Франции была построена первая установка для сушки древесины, работавшая на использовании токов промышленной частоты 20–30 Гц [15]. В 1930-е годы советские инженеры использовали токи высокой частоты для прогрева бетона в зимнее время. Этот метод получил широкое распространение в строительстве [3].

Разработанные советскими учеными методы вулканизации каучука и подогрева пластмасс перед прессованием эффективно применялись в годы Второй мировой войны во Франции и США [21].

Дальнейшие работы по совершенствованию метода высокочастотного воздействия на материал позволили существенно повысить технологические показатели процессов сушки (ускорение миграции жидкости в материале), плавки металлов (сокращение времени плавки и возможность полностью автоматизировать данный процесс), ускорить процессы протекания химических реакций (сокращение времени проведения реакций, а иногда использовать электромагнитное поле в качестве катализатора) за счет изменения частоты и конструкции аппаратов [14]. Все эти процессы в настоящее время активно используются в деревообрабатывающей, металлургической, химической и пищевой промышленности, а также в биологии [14].

Тепломеханическое воздействие при высоких скоростях нагрева приводит к возникновению больших давлений паров в нагреваемом материале, вызываемых тепловым расширением, что приводит к разрушению материала [17]. Теоретические и экспериментальные исследования в области использования этого метода при добыче углей были проведены Московским энергетическим институтом (МЭИ) совместно с ВУГИ [17]. В результате было дано объяснение причинам разрушения угля в электрическом поле, основанное на анализе неоднородности его структуры, и намечено направление дальнейших исследований, связанное с повышением частоты источника.

Появление источников СВЧ-излучения большой мощности и сравнительно небольших размеров, таких как клистроны и магнетроны, позволило разработать СВЧ-установки для технологических процессов по переработке изношенных автомобильных шин и резиносодержащих изделий.

Для использования таких установок в технологических процессах необходимо знать электрофизические свойства этих материалов и принцип воздействия на них энергии СВЧ-поля.

Метод СВЧ-нагрева основан на поглощении электромагнитной энергии веществом. Высокочастотное поле, проникая в вещество, взаимодействует с его молекулами и вызывает их колебания, что, в свою очередь, приводит к внутреннему трению между молекулами. Тепловая энергия, выделяющаяся в веществе, является результатом именно такого взаимодействия молекул. Совокупность таких микроскопических процессов приводит к поглощению энергии поля в объекте [1].

В зависимости от расположения в веществе зарядов молекулы диэлектрической среды могут быть полярными и неполярными [5, 6, 11]. В неполярных молекулах расположение зарядов настолько симметрично, что в отсутствие внешнего электрического поля их электрический дипольный момент равен нулю, однако они могут обладать некоторым магнитным дипольным моментом и в отсутствие внешнего поля. Под действием внешнего электрического поля у полярных молекул не только меняется величина электрического момента, но и происходит поворот оси молекулы по направлению силовых линий действующего поля. Обычно различают электронную, ионную, дипольную и структурную поляризацию диэлектриков [2].

При СВЧ излучении наибольший удельный вес приходится на дипольную и структурную поляризацию, поэтому выделение тепла возможно при отсутствии тока проводимости [1]. Величина кванта энергии, соответствующая диапазону СВЧ, соизмерима с разностью энергий близко расположенных энергетических уровней атомов и молекул. Поэтому СВЧ-колебания, особенно лежащие в сантиметровом, миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах, обладают способностью резонансного энергетического взаимодействия с веществом [14].

Использование резонансного взаимодействия СВЧ колебаний с атомами и молекулами привело к разработке принципиально новых [19] технологий почти во всех отраслях промышленности [8].

Установлено, что при воздействии на диэлектрический материал электромагнитным полем СВЧ-полярные молекулы приходят в движение и за счет внутреннего трения и поглощения микроволновой энергии полярными группами молекул происходит разогрев этого материала. Диэлектрический нагрев имеет существенные преимущества по сравнению с другими видами нагрева, так как позволяет:

– концентрировать большие мощности в малых объемах материала;

– получать равномерный нагрев материала с низкой теплопроводностью

при большой интенсивности нагрева;

– осуществлять избирательный нагрев;

– регулировать заданный температурный режим;

– осуществлять автоматическое управление технологических процессов.

Для использования энергии СВЧ в технологическом процессе необходимо знать электрофизические параметры обрабатываемого материала с точки зрения поглощения энергии электрического поля: диэлектрическую проницаемость (ε) и тангенс угла диэлектрических потерь.

Диэлектрический нагрев успешно используется в тех случаях, когда тангенс угла потерь материала $tg\delta > 0{,}01$ [16].

Все основные свойства электромагнитных волн, законы их возбуждения и распространения описываются уравнениями Максвелла и определяются, с одной стороны, параметрами излучающей системы, а с другой – свойствами среды, в которой происходит их распространение. Теоретические расчёты показали, что микроволновую энергию можно эффективно использовать в процессе пиролиза автомобильных шин и резиносодержащих изделий.

Большие скопления изношенных автомобильных шин (далее по тексту ИАШ) наносят непоправимый вред окружающей среде. В настоящее время разработано немало способов переработки ИАШ, которые позволяют получать новые виды продукции для химических производств, дорожного строительства, очистки водоёмов от нефтепродуктов и т.д.

Изношенные автомобильные шины – это источник углеводородов, как предельных, так и непредельных, а также углерода и металлокорда. Все эти продукты можно получить, используя процессы термической деструкции, в частности пиролиза. Пиролиз – это процесс термического разложения материала без доступа воздуха при различных температурах от 400 до 800 °С. Разработано много технологий по пиролизу ИАШ, большинство из которых основано на конвекционном нагреве. Эти технологии не обеспечивают достаточной глубины переработки, поскольку тепло обрабатываемому материалу передается от поверхности внутрь постепенно по мере нагрева и зависит от коэффициента теплопроводности. Поэтому такие процессы достаточно длительны и энергоёмкие. По различным данным время переработки одной тонны загрузки ИАШ в реакторе может достигать нескольких часов, в зависимости от технологии и аппаратурного оформления процесса. Одним из перспективных методов пиролиза является пиролиз в СВЧ-поле.

СВЧ-пиролиз – это относительно новое направление в переработке ИАШ [7, 9, 10, 20]. При воздействии микроволнового поля на обрабатываемый материал распределение энергии происходит одновременно по всему объему, поэтому нагрев всей массы материала значительно быстрее обычного пиролиза. Сам механизм нагрева материала в поле СВЧ принципиально отличается от обычного конвекционного нагрева, вследствие чего значительно отличаются составы газообразных и жидких продуктов. Данная технология позволяет намного сократить время и увеличить глубину переработки шин по сравнению с традиционным пиролизом [13].

Однако в процессе СВЧ-пиролиза ИАШ [20] образуются в большом количестве непредельные углеводороды, которые легко полимеризуются в высокомолекулярные смолистые соединения. Поскольку в ИАШ содержится большое количество серы, то в процессе пиролиза также образуются серосодержащие соединения. С этой точки зрения, актуальным видится определение оптимальных режимов и условий проведения процесса СВЧ-пиролиза ИАШ, при которых можно будет получать продукты заданного состава с минимальным содержанием углеводородов непредельного ряда и серосодержащих соединений.

В лабораторных условиях проведены эксперименты по СВЧ-пиролизу ИАШ. Пиролиз проводили на экспериментальной СВЧ-установке в кварцевой кювете. Перед пиролизом шины измельчали до фракции 5х5х5 мм и помещали в кварцевую кювету. Для экспериментов использовался СВЧ излучатель (магнетрон) стандартной мощности 1 кВт и частоты 2,45 ГГц.

В ходе эксперимента одновременно удаляли серосодержащие соединения из продуктов пиролиза и переводили непредельные углеводороды в кислородосодержащие соединения в присутствии сухой щелочи [18]. Для этого вместе с измельчёнными шинами добавляли сухой гидроксид калия (КОН). Количество КОН, добавляемого в шихту, брали из расчета 5 % от массы шин или 1/5 часть их объема. Таким образом, проводились сравнительные эксперименты между СВЧ-пиролизом без добавок и СВЧ-пиролизом в присутствии КОН. Продукты пиролиза жидкие и газообразные из двух процессов анализировали для определения разницы в их составе.

Жидкие продукты пиролиза ИАШ исследовали методом масс-спектрометрии на спектрометре МХ-7304. Для сравнения

составов жидких продуктов после пиролиза ИАШ с добавкой КОН и без нее использовали только качественный анализ. Газ пиролиза исследовали только на присутствие серосодержащих соединений, для чего в ходе опытов газ пропускали через специальный стандартный индикатор, пропитанный растворимыми солями свинца. При наличии в газе пиролиза серосодержащих соединений цветовая гамма индикатора меняется от белого до черного и зависит от количества связанной серы. Потемнение индикатора происходит из-за образования на его поверхности сульфида свинца.

На рис. 1 представлен масс-спектр жидкого продукта, полученного при пиролизе ИАШ без добавки КОН.

Как видно на рис. 1, состав компонентов в жидкой фазе представлен в основном диеновыми углеводородами, ксилолом, которые выходят в интервале от 1,6 до 5,3.

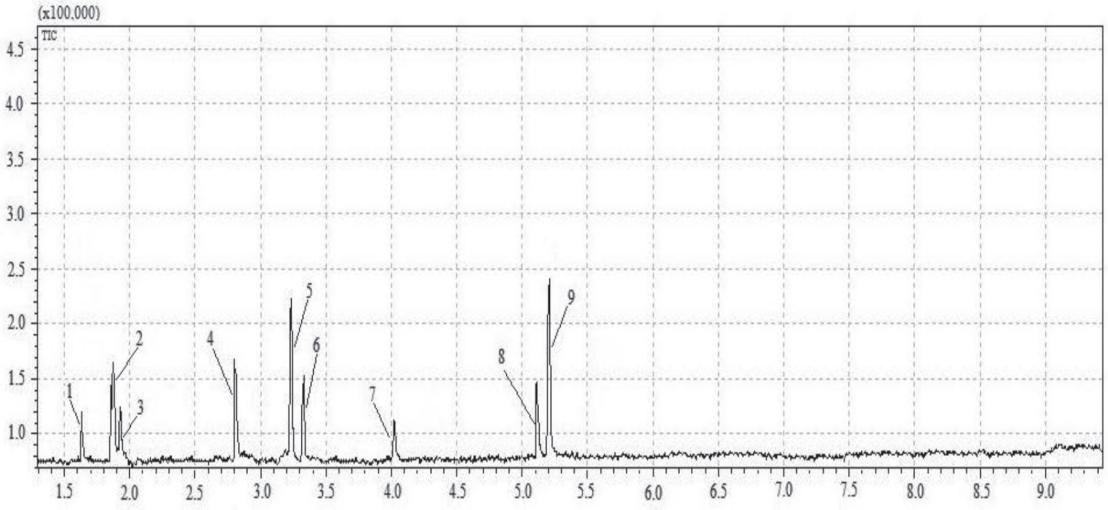


Рис. 1. Масс-спектр жидкого продукта без добавки КОН: 1 – 2-метилпропен-1; 2 – пентадиен-1,3; 3 – 2-метилбутен-2; 4 – бензол; 5 – 2,4-диметилпентадиен-1,3; 6 – 2,4,4-триметилпентен-1; 7 – толуол; 8 – этилбензол; 9 – о-ксилол

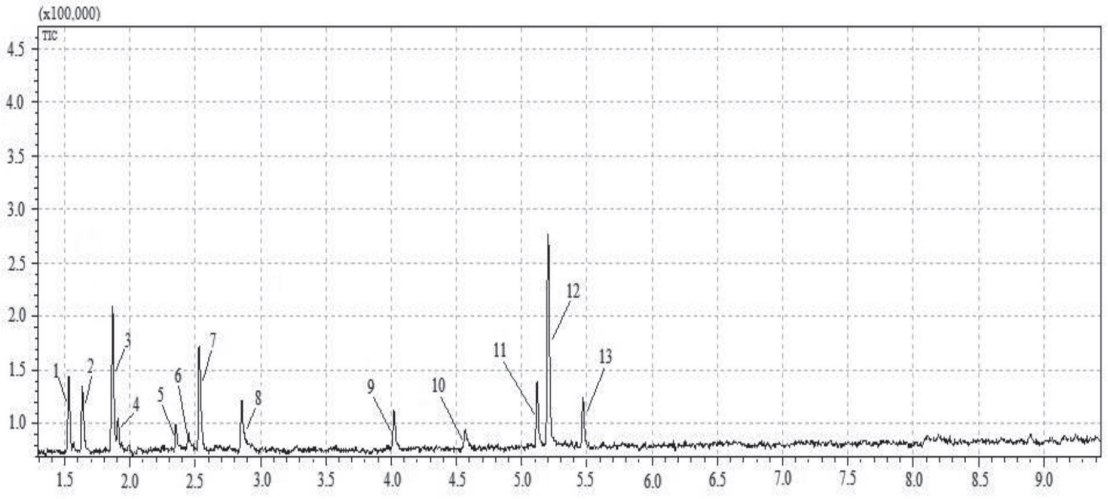


Рис. 2. Масс-спектр жидкого продукта с 5%-ной добавкой КОН: 1 – CO; 2 – 2-метилпропен-1; 3 – пентадиен-1,4; 4 – 2-метилбутен-2; 5 – диизопропиловый эфир; 6 – этилацетат (этиловый эфир); 7 – 2-метилпропанол-1 (изобутанол); 8 – бензол; 9 – толуол; 10 – бутилацетат (бутиловый эфир); 11 – этилбензол; 12 – ксилолы (о, м, п); 13 – ксилолы (о, м, п)

На рис. 2 представлен масс-спектр жидкого продукта, полученного при пиролизе ИАШ с 5%-ной добавкой КОН.

Из рис. 2 видно, что при использовании КОН состав жидких продуктов пиролиза автомобильных шин поменялся. Появилось больше ксилолов, стало меньше бензола, хотя выход компонентов практически в таком же интервале, как и на рис. 1 – от 1,5 до 5,5.

Данные масс-спектров жидкого продукта пиролиза (рис. 1–2) показывают, что при добавке 5% КОН образуются простые эфиры и изобутанол (2-метилпропанол-1). Можно предположить, что КОН оказывает каталитическое действие на образование одноатомных спиртов. Непредельных углеводородов становится заметно меньше, однако содержание толуола не меняется. Хотя содержание ксилолов несколько уменьшается, но в этих условиях появляются все три изомера ксилолов (о, м, п).

Серосодержащие соединения в жидком продукте пиролиза и газе практически отсутствуют. Свинцовый индикатор, при пропускании через него газа пиролиза, менял свой цвет только до бледно-серого, что говорит об очень низком содержании связанной серы в газе.

Твердый продукт пиролиза и в том, и в другом случае содержит главным образом углерод порядка 85% и минеральный наполнитель (по данным метода атомной абсорбции с использованием воздушно-ацетиленового пламени) [12].

Таким образом, проведенные эксперименты по СВЧ-пиролизу ИАШ с добавкой сухого КОН позволяют сделать следующие выводы:

1. В присутствии КОН пиролиз протекает со значительным снижением содержания непредельных углеводородов и небольшим увеличением содержания углеводородов ароматического ряда.

2. В ходе пиролиза образуются кислородсодержащие соединения, такие как простые эфиры и одноатомный спирт. При пиролизе без добавок образования таковых не происходит.

3. В результате добавки КОН из образующихся продуктов пиролиза шин удается максимально минимизировать присутствие серосодержащих соединений в конечных газообразных и жидких продуктах.

4. Данный метод можно применять для получения химических продуктов пиролиза ИАШ с заданным составом.

Список литературы

1. Архангельский Ю.С., Девяткин И.И. Сверхвысокочастотные нагревательные установки для интенсификации технологических процессов. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1983. – 140 с.

2. Брандт А.А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. – М.: Физматиздат, 1963. – 403 с.

3. Вегенер Р.В. Электроподогрев бетонных и железобетонных конструкций. – М. – Л.: Гос. изд-во по строительству и архитектуре, 1953. – 144 с.

4. Высокочастотный нагрев диэлектриков и полупроводников / Под ред. А.В. Нетушил и др. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1959. – 480 с.

5. Дебай П. Полярные молекулы. – М. – Л.: ОНТИ, 1931.

6. Дебай П., Закк Г. Теория электрических свойств молекул. – М. – Л.: ОНТИ, 1936.

7. Диденко А.В. СВЧ-энергетика: теория и практика / А.В. Диденко. – М.: Наука, 2003. – 446 с.

8. Калечиц И.В. Об изменении реакционной способности органической массы КАУ в процессе ожижения // Химия твердого топлива. – 1986. – № 3. – С. 17–72.

9. Коновалов Н.П. Применение СВЧ-энергии для переработки угля и отходов резины в жидкие продукты: дис. … д-ра техн. наук. М.: ИГИ, 2001. – 239 с.

10. Коновалов Н.П., Яцун А.В., Коновалов П.Н. Способ переработки изношенных шин и/или резинотехнических изделий и устройство для его осуществления // Патент России № 2361731.2009. Бюл. № 20.

11. Маянц Л.С. Теория и расчет колебаний молекул. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 526 с.

12. Методика 295-2009. ОАО АНХК. Отложения технологические, осадки, шламы, продукты коррозии. Измерение массовой доли элементов методом атомной абсорбции с использованием воздушно-ацетиленового пламени, 2009.

13. Новичков Ю.А., Петренко Т.В., Братчун В.И. Исследование процесса бескислородного пиролиза изношенных автомобильных шин / Ю.А. Новичков // Вестник ХНАДУ. – 2005. – № 29.

14. СВЧ–энергетика / Под ред. Э. Окресса. Пер с англ. Э.Д. Шлиферс. – М.: Мир, 1971. – Т. 1. – 463 с.; Т. 2. – 312 с.; Т. 3. – 248 с.

15. Семочин Н.С., Абраменко С.Н., Сушка и нагрев древесины в поле высокой частоты. – М.: Гослестехиздат, 1938. – 402 с.

16. Справочник. Высокочастотная электротермия / Под ред. А.В. Донского. – М.-Л.: Машиностроение, 1965. – 564 с.

17. Табаке К.К. Некоторые вопросы нагрева неоднородных сред в электрическом поле высокой частоты: Дис. д-ра техн. наук. – М., 1952. – 308 с.

18. Тамаркина Ю.В. Термоинициируемые реакции угля с гидроксидами щелочных металлов / Ю.В. Тамаркина // Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины. – 2010. – С. 70–80.

19. Шейднин А.Е. и др. Перспективы использования новых нетрадиционных методов переработки твердых горючих ископаемых // Химия твердого топлива. – 1986. – № 2. – С. 3–14.

20. Яцун А.В., Коновалов Н.П., Ефименко И.С. Жидкие продукты пиролиза отработанных автомобильных шин под воздействием СВЧ / А.В. Яцун // ХТТ. – 2013. – № 4. – С. 60–62.

21. Cable J.W. Induction and dielektrik. NewYork. 1954.

22. Lefeuvre S. Les applications nowelles des microondesdans l¢industrie a la lumiere du Symposium de Monaco. 1979. 9-e Congres International UIEg. Cannes, oct. 20–24, 1979. – P. 3–12.

УДК 377.1/.8

УЧЕБНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ХАРАКТЕРА В ЛЕКЦИОННОМ КУРСЕ ХИМИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ

Агафонова И.П.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава РФ, Фармацевтический колледж, Красноярск, e-mail: aip-mfk@rambler.ru

Обсуждается модернизация лекционного курса химической дисциплины посредством включения в него учебных проблем междисциплинарного характера. При этом междисциплинарные связи в системе химической подготовки будущего фармацевта рассматриваются как отношение между отдельными учебными дисциплинами (общепрофессионального, химического и профессионального циклов) в контексте направленности на формирование профессиональной компетентности специалиста. Приводятся примеры создания проблемных ситуаций посредством учебных интегративных проблем и их разрешение в совместной деятельности со студентами. Установлено, что усиление акцентов на междисциплинарные связи посредством включения в лекционный курс учебных интегративных проблем способствует формированию/развитию не только химических компетенций, но и компонентов профессиональных и общих компетенций студентов.

Ключевые слова: профессиональное образование, подготовка фармацевта, обучение химическим дисциплинам, лекция, междисциплинарные связи, учебная интегративная проблема

EDUCATIONAL PROBLEMS OF AN INTERDISCIPLINARY NATURE IN LECTURES CHEMICAL DISCIPLINE AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF STUDENT COMPETENCES AT THE PHARMACEUTICAL COLLEGES

Agafonova I.P.

Prof. V.F. Voino-Yasenetsky KrasSMU MOH, Krasnoyarsk, e-mail: aip-mfk@rambler.ru

Modernization of the lecture course of chemical discipline through the inclusion of educational problems of an interdisciplinary nature are discussed. The interdisciplinary links in the system of teaching chemical discipline of the future pharmacist are considered as a relationship between individual academic disciplines (general trade, and professional chemical cycles) in the context of the focus on the formation of the professional competence. Examples of creation of problem situations by means of an integrative problems and their resolution in collaborative activities with students are given. It is shown that the increased emphasis on interdisciplinary links through the inclusion in lectures integrative educational problems contribute to formation/development not only of chemical competencies, but also components of professional and general competences of students.

Keywords: the professional education, the training of pharmacist, the teaching chemical disciplines, the lecture, the interdisciplinary relations, the training integrative problem

Введение новых ФГОС профессионального образования предполагает создание условий обучения, обеспечивающих включение студентов в процесс формирования собственных компетенций через освоение содержания учебных дисциплин, что обусловливает необходимость модернизации организационных форм обучения [3, 7]. И в первую очередь модернизация связана с интенсивно развивающимися информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ) [4, 6, 8].

В настоящее время – время обилия как печатных, так и электронных источников учебных информации, высказываются различные мнения о роли и месте лекции в образовательном процессе, новые требования к лекции как организационной форме обучения [3, 4, 9]. Существует точка зрения, что информационная функция лекции уже не является основной, поскольку большую часть информации студент сейчас получает из других источников, и, как следствие, следует менять способы и характер предоставляемой информации, чтобы стимулировать мотивацию и активность студентов. Однако такие функции лекции, как установочная, методологическая, развивающая и воспитывающая, наоборот, усиливаются и обретают новый смысл [3, 9]. Авторами работы [6] предпринята попытка осмысления новых терминов, связанных с модернизацией лекции, а также проведен анализ развития данной организационной формы посредством ИКТ и основанных на них дистанционных технологий.

Вместе с тем, принимая во внимание, что профессиональная компетентность является интегративной характеристикой личности специалиста, по мнению автора данной ста-

тьи, значимым фактором модернизации лекционного курса является усиление акцентов на междисциплинарные связи в контексте проблемно-интегративного подхода [1].

Проектирование лекционного курса химических дисциплин в фармацевтическом колледже на основе проблемно-интегративного подхода предполагает включение в него учебных интегративных проблем на основе внутридисциплинарных и междисциплинарных связей [5]. Междисциплинарные связи в системе химической подготовки будущего фармацевта рассматриваются нами как отношение между отдельными учебными дисциплинами (общепрофессионального, химического и профессионального циклов) в контексте направленности на формирование профессиональной компетентности специалиста. При этом в логике системного подхода в системе химической подготовки студентов выделяются междисциплинарные связи (МДС) трех типов:

- 1-й тип – на основе междисциплинарной интеграции содержания обучения обеспечивающим дисциплинам и дисциплинам химического цикла (МДС 1-го типа);
- 2-й тип – на основе междисциплинарной интеграции содержания обучения химическим дисциплинам (МДС 2-го типа);
- 3-й тип – связи на основе междисциплинарной интеграции содержания обучения химическим дисциплинам и обеспечиваемым дисциплинам (МДС 3-го типа) [5].

Ниже приводятся конкретные примеры создания и разрешения проблемных ситуаций в лекционном курсе химических дисциплин на основе междисциплинарных связей трех типов. Все лекции читаются в режиме полилога «лектор – аудитория», при этом студенческой аудитории предоставляется возможность высказать свои догадки или предположения; главная установка лектора – не подавлять интуицию студентов, способствовать развитию критического мышления [3]. Для создания проблемных ситуаций используется и демонстрационный химический эксперимент.

Так, в лекционном курсе дисциплины «Общая и неорганическая химия» в начале лекции по теме «Комплексные соединения» студентам-первокурсникам демонстрируется вещество (желтая кровяная соль) и отмечается, что качественный и количественный состав его определен абсолютно точно: 4KFe6C6N. Студентам предлагается ответить вопрос, к какому классу неорганических соединений оно относится? Анализируя качественный состав вещества в режиме полилога, студенты делают предположения, что, судя по составу, вещество не может быть оксидом, кислотой, основанием, т.е. – это соль. Тогда возникает вопрос: если это соль, то какова ее истинная формула?

Студенты высказывают предположения, что в состав входит цианид калия, цианид железа (II). Проверяем растворимость соли в воде и способность проводить электрический ток. По результатам демонстрационного эксперимента студенты делают вывод, что данная соль является электролитом. Возникает вопрос: «Какие частицы, проводящие электрический ток, присутствуют в растворе?» Для подтверждения предположений студентов проводим химический эксперимент. Роль ассистентов выполняют студенты. Поскольку студенты еще не знакомы с методами аналитической химии, целесообразно использовать алгоритмизированный химический эксперимент – студентам, ассистирующим преподавателю, выдаются инструкции [1].

Первый студент работает с инструкцией № 1 и проводит контрольные опыты на катионы K^+ (реакция с гидротартратом натрия) и Fe^{2+} (реакция с раствором NaOH) в модельных растворах. Второй студент работает с инструкцией № 2 и выполняет те же реакции с раствором исследуемого вещества. В процессе работы студентов-ассистентов отмечаем, что при проведении качественных реакций используются методы качественного анализа дисциплины «Аналитическая химия», которые будут осваиваться на втором курсе. Акцентируем внимание студентов на том, что цианиды обладают высокой токсичностью и требуют специального хранения, а данная соль является реагентом, который часто используется в аналитическом практикуме и для анализа лекарственных средств (МДС 3-го типа).

Результаты опыта представляются аудитории, и в ходе сравнения полученных результатов студенты делают вывод: в растворе исследуемого вещества имеются ионы K^+, однако катион Fe^{2+} обнаружен не был. Возникает проблемная ситуация: студенты знают состав и некоторые свойства соединения, однако их теоретические знания не позволяют объяснить строение данного вещества. На экран выводится формула вещества, дается его тривиальное название и излагается материал, связанный с теорией строения комплексных соединений.

В конце лекции перед студентами ставится еще одна проблема: имеют ли значения комплексные соединения для живых организмов (МДС 1-го типа)? Обсуждение этого вопроса продолжается на практическом занятии. Для подготовки к нему студентам рекомендуется использовать ресурсы сети Интернет.

На начальном этапе лекции по теме «Методы качественного анализа» дисциплины «Аналитическая химия» студенты получают информацию о групповых реагентах на аналитические группы катионов по кислотно-основной системе анализа. Практика показывает, что у студентов возникают вопросы:

1. Почему у катионов I аналитической группы отсутствует групповой реагент?

2. Почему у катионов IV и V аналитических групп одинаковый групповой реагент, что противоречит самому понятию группового реагента? (МДС 2-го типа)

Возникает проблемная ситуация. На начальной стадии целесообразно использовать метод наводящих вопросов, поскольку студенты еще не владеют материалом о частных реакциях на катионы этой аналитической группы и ответы на вопросы получают в ходе совместного обсуждения.

Поскольку на вводной лекции курса у студентов уже были сформированы первоначальные понятия об аналитических сигналах, в режиме полилога выясняем, что только один катион (NH_4^+) из первой аналитической группы способен вступать в реакции, сопровождающиеся выделением газа. Основываясь на умениях студентов из курса общей и неорганической химии, работаем с таблицей растворимости солей и оснований в воде. Рассматриваем растворимость солей катионов I аналитической группы, выясняя при этом, что нет единого реагента, который дает сходный аналитический эффект со всеми катионами I аналитической группы.

При ответе на второй вопрос также актуализируем знания студентов из курса общей и неорганической химии. Студенты записывают уравнения реакций взаимодействия солей цинка (IV аналитическая группа) и солей железа (II) (V аналитическая группа) с групповым реагентом. В режиме полилога рассматриваем тип реакции, условия протекания данных реакций. Студенты делают вывод, что обе реакции идут с образованием малорастворимых оснований. Далее, анализируя свойства оснований, выясняем, что $Zn(OH)_2$ проявляет амфотерные свойства. Студентам предлагается написать уравнения химических реакций, подтверждающих амфотерный характер $Zn(OH)_2$. Проверяя запись, выявляем, что осадок гидроксида цинка, в отличие от осадка гидоксида железа (II), растворяется в избытке щелочи. Как итог обсуждения, студенты делают дополнительную запись в таблице: групповым реагентом катионов IV аналитической группы является NaOH, взятый в избытке. Впоследствии информация об отсутствии группового реагента для анионов III аналитической группы уже не вызывает у студентов вопросов.

На лекции по теме «Катионы I аналитической группы» после изложения материала, связанного с общей характеристикой группы, с частными реакциями на катионы данной группы, поясняется, что умения анализировать смеси катионов одной группы или ряда аналитических групп необходимы при анализе лекарственных многокомпонентных форм. Формулируется проблема: можно ли идентифицировать катионы I аналитической группы при их совместном присутствии, а также какой вид анализа – дробный или систематический – целесообразно использовать для анализа смеси катионов I аналитической группы (МДС 3-го типа). Студентам предлагается составить план своих действий.

Студенты, работая индивидуально или парами, должны проанализировать полученную на лекции информацию, выявить, что, несмотря на то, что катионы данной аналитической группы не имеют общего группового реагента, катион аммония дает сходные внешние аналитические эффекты с рядом реагентов, характерных для катионов натрия или калия; сухую реакцию на катион калия нельзя проводить в присутствии катиона натрия. Из курса общей и неорганической химии студенты знают, что соли аммония являются нестойкими и легко разлагаются при нагревании. Это свойство используется при удалении солей аммония из смеси солей катионов первой группы.

Далее в режиме полилога обсуждается схема анализа катионов I аналитической группы. Перед студентами ставятся следующие вопросы:

1. В рамках I аналитической группы есть ли ионы, мешающие открытию друг друга?

2. Как определить наличие этого катиона?

3. Как удалить мешающий катион?

Совместно выстраивается схема систематического анализа катионов I аналитической группы. В дальнейшем такой прием создания проблемной ситуации используется и на практических занятиях [2].

В процессе изучения темы «Окислительно-восстановительные методы титрования» при освоении метода перманганатометрии студенты знакомятся с безындикаторным методом. В ходе полилога выявляем, что точка эквивалентности при использовании этого метода фиксируется, как и в любом титриметрическом методе, по аналитическому сигналу – изменению окраски, однако в данном случае сам перманганат калия может выполнять роль индикатора.

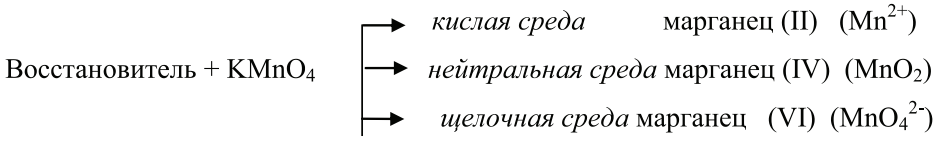


Схема для создания проблемной ситуации в процессе освоения метода перманганатометрии

После актуализации знаний студентов из курса общей и неорганической химии, в ходе работы со схемой, представленной на рисунке, возникает проблема: в какой среде необходимо проводить перманганатометрическое титрование, чтобы четко зафиксировать точку эквивалентности (МДС 2-го типа)?

Студенты составляют уравнения окислительно-восстановительных реакций и на основе анализа конечных продуктов делают вывод о том, что среда должна быть кислая.

Возникает следующая проблема: какую кислоту следует применять в данном методе?

Анализируя неорганические кислоты с точки зрения окислительно-восстановительных свойств, выясняем, что хлороводородную кислоту применять нельзя, так как она вступает в окислительно-восстановительную реакцию с перманганатом калия и на нее будет расходоваться добавочное количество титранта, что, естественно, будет искажать результат титрования; азотная кислота, которая является окислителем, для создания кислой среды также в методах оксидиметрии не применяется. Студенты делают вывод, что при использовании метода перманганатометрии для создания среды необходимо использовать серную кислоту.

При изучении анионов III аналитической группы, например частных реакций на сульфид-анион, возникает проблема: как доказать выделение сероводорода при действии на сульфиды минеральными кислотами (МДС 2-го типа)? В режиме полилога обсуждаем высказанные предположения студентов. Так, студенты вспоминают, что при изучении катионов I аналитической группы выделение аммиака доказывают с помощью лакмусовой бумаги, смоченной водой. Разбирая это предположение, студенты приходят к выводу, что, используя данный способ, невозможно доказать, что выделившийся газ именно сероводород. После актуализации знаний из раздела «Качественный анализ», студенты предполагают, что надо использовать один из реагентов, катион которого будет связываться с сульфид-анионом и давать аналитический эффект. Далее в ходе полилога обсуждаем технику определения сероводорода.

На заключительном этапе лекции по теме «Окислительно-восстановительные реакции» дисциплины «Общая и неорганическая химия» студентам предлагается задание: выявить значение этой темы для освоения дисциплин профессиональных модулей и, следовательно, для дальнейшей профессиональной деятельности (МДС 3-го типа). Данное задание студенты выполняют в рамках самостоятельной работы, объединившись в мини-группы, и представляют небольшие сообщения на практическом занятии. В ходе своей работы студенты, распределив обязанности, должны проанализировать материал учебника по указанным дисциплинам профессиональных модулей и выявить точки соприкосновения темы «ОВР» с темами данных дисциплин. Так, например, студентами было выявлено, что в рамках всех дисциплин профессиональных модулей изучаются свойства перманганата калия. В рамках дисциплины «Фармацевтическая технология» (МДК.02.02.) необходимо учитывать окислительные свойства вещества при хранении, изготовлении жидких лекарственных форм. В рамках дисциплины «Фармакология» (МДК.01.01.) перманганат калия изучается как антисептик, уделяется внимание форме его выпуска. При изучении фармацевтической химии (МДК.02.02.) необходимо знать, какими методами можно выполнить качественный и количественный анализ перманганата калия, знать условия хранения, основанные на его физико-химических свойствах. Наряду с этим данное вещество лежит в основе одного из методов количественного анализа – перманганатометрии, который используется в анализе лекарственных форм.

Такой подход к организации деятельности студентов в лекционном курсе вносит вклад в формирование не только химических компетенций, но и компонентов общий компетенций, таких как ОК-2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество, ОК-3. Принимать решения в стандартных и нестандартных

ситуациях и нести за них ответственность, ОК-4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития, а так же профессиональных компетенций – ПК-2.3. Владеть обязательными видами внутриаптечного контроля лекарственных средств и другие.

Таким образом, лекция, претерпевая закономерные изменения, обусловленные новыми потребностями и возможностями информационного общества, по-прежнему является актуальной формой работы со студентами, что связано с огромным педагогическим потенциалом лекции, в частности, в развитии мотивации к освоению дисциплины, в ориентировании студентов в сложных понятиях и проблемах, в систематизации их знаний, в приобретении опыта разрешения интегративных проблем, который будет им необходим в решении профессиональный задач в будущем.

Список литературы

1. Агафонова И.П. Методика проблемно-интегративного обучения химии студентов фармацевтического колледжа [Текст] / И.П. Агафонова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 1. – С. 103–108.

2. Агафонова И.П. Модернизация практических занятий при обучении аналитической химии студентов – будущих фармацевтов [Текст] / И.П. Агафонова, Н.П. Безрукова // Среднее профессиональное образование. – 2016. – № 5. – С. 30–33.

3. Безрукова Н.П. Теория и практика модернизации обучения аналитической химии в педагогическом вузе: дис. ... д-ра пед. наук. 13.00.02. – Красноярский государственный университет им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2006. – 336 с.

4. Безрукова Н.П. Информационно-коммуникационные технологии в лекционном курсе дисциплины «Аналитическая химия» [Текст] / Н.П. Безрукова // Химическая технология. – 2006. – Т. 7, № 5. – С. 43–47.

5. Безрукова Н.П. О значении учебных интегративных проблем в развитии компетенций студентов фармацевтических колледжей при обучении химическим дисциплинам / Н.П. Безрукова, И.П. Агафонова [Текст] // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5–3. – С. 516–520.

6. Безрукова Н.П. Современная лекция по естественнонаучной дисциплине – какой ей быть? [Текст] / Н.П. Безрукова, Н.М. Вострикова, А.А. Безруков // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3.; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24591 (дата обращения: 05.11.2016).

7. Гринченко Е.Л. Особенности преподавания химии на фармацевтическом факультете в связи с переходом на новые федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования [Текст] / Е.Л. Гринченко, О.И. Курдуманова // Омский научный вестник. – 2012. – № 2 (114). – С. 32–34.

8. Дябкин Е.В. Использование современных компьютерных технологий в учебном процессе / Е.В. Дябкин. Л.В. Кочетова, Р.А. Пахомова // Сибирское медицинское обозрение. – 2014. – № 2 (86). URL: http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-sovremennyh-kompyuternyh-tehnologiy-v-uchebnom-protsesse (дата обращения: 05.11.2016).

9. Загвязинский В.И. Вузовская лекция в структуре современного учебного процесса [Текст] / В.И. Загвязинский // Образование и наука. – 2014. – № 2 (111). – С. 34–46.

УДК 373.2: 37.048.45

РАННЯЯ ПРОФОРИЕНТАЦИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ СОЦИАЛЬНО-КОММУНИКАТИВНОГО И ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Антонова М.В., Гришняева И.В.

ГБУ ДПО «Мордовский республиканский институт образования», Саранск, e-mail: mrio@edurm.ru, grishniaevai@yandex.ru

В статье рассматриваются возможности оптимизации процесса социально-коммуникативного и познавательного развития детей дошкольного возраста посредством ранней профориентации; оценивается потенциал включения ребенка дошкольного возраста в процесс ранней профориентации; предлагается модель организации работы по ранней профориентации с детьми старшего дошкольного возраста, предполагающая построение специализированной развивающей предметно-пространственной среды, ориентированной на активное использование элементов инновационной инфраструктуры Детского технопарка Республики Мордовия; потенциал предложенной модели обусловлен возможностью формировать мотивационный и когнитивный компоненты социально-профессиональной ориентации на пропедевтическом этапе работы посредством включения дошкольника в различные виды культурных практик; результаты работы по ранней профориентации дошкольников: социальная адаптивность, социально значимые качества, такие как самостоятельность, коммуникативность, ответственность, социальная активность, ответственность, а также познавательный интерес, система знаний и представлений о разнообразии и объективной специфике профессий.

Ключевые слова: ранняя профориентация, социально-коммуникативное развитие, познавательное развитие, ребенок дошкольного возраста, трудовое воспитание, ознакомление с профессиями, продуктивная деятельность, Детский технопарк, модель ранней профориентации

EARLY PROFESSIONAL ORIENTATION AS AN ELEMENT OF SOCIO-COMMUNICATIVE AND COGNITIVE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL CHILDREN

Antonova M.V., Grishnyaeva I.V.

State Budget Institution of Additional Professional Education Mordovian Republican Institute of Education, Saransk, e-mail: mrio@edurm.ru, grishniaevai@yandex.ru

The paper focuses on the opportunities of optimizing the process of socio-communicative and cognitive development of preschool children through early professional orientation. The potential of involving preschool children in the process of early professional orientation is evaluated. The authors present a model of organizing work on early professional orientation of senior preschool children. The model implies the creation of specialized educational subject-spatial environment oriented to an active use of elements of innovative infrastructure of Children's technopark of the Republic of Mordovia. The potential of the presented model is determined by the opportunity of forming motivational and cognitive components of socio-professional orientation at the propaedeutic stage of work through involving preschool children in different cultural practices. The results of early professional orientation in nursery school are the following: social adaptability, socially significant personal qualities, such as communication skills, responsibility, social activity, curiosity and others, the system of knowledge of the diversity and peculiarities of different professions.

Keywords: early professional orientation, socio-communicative development, cognitive development, preschool child, labour education, familiarity with professions, productive activity, Children's technopark, model of early professional orientation

Доминантной идеей образования последнего десятилетия является идея формирования успешной личности, способной быстро адаптироваться к постоянно меняющимся условиям социальной жизни. Приобщение детей дошкольного возраста к социокультурным нормам, традициям семьи, общества и государства является одним из основных принципов дошкольного образования в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом дошкольного образования [10]. Реализация данного принципа невозможна без включения ребенка в систему ранней профориентации.

Вопрос о целесообразности осуществления ранней профориентации в период дошкольного детства носит дискуссионный характер. Анализ научных исследований по данной проблематике показал следующее. В настоящее время достаточно хорошо изучены психолого-педагогические и прикладные аспекты проблемы трудового воспитания и организации трудовой деятельности детей дошкольного возраста, определены специфические характеристики детского труда, разработаны и описаны технологии приобщения дошкольников к труду (технология воспитания трудовой активности дошкольников; технология вхождения ребенка в ре-

альные трудовые связи; технология развития индивидуальности старших дошкольников в труде; технология организации досуговой деятельности дошкольников на материале детского труда и др.) [3, 4, 8, 9, 11, 12 и др.]. Во многих современных исследованиях находим указание на необходимость модернизации традиционных подходов к проблеме трудового воспитания, обусловленную, во-первых, возрастающей степенью технологизации всех сфер человеческой деятельности, а во-вторых, влиянием экономического кризиса на социальную составляющую нашей жизнедеятельности [1, 6, 7, 13 и др.].

Оценивая потенциал включения ребенка дошкольного возраста в процесс ранней профориентации, целесообразность и необходимость такой работы, следует отметить, что важнейшим ее результатом станет формирование у детей качества социальной адаптивности, а также социально значимых качеств как совокупности личностных качеств (ответственности, социальной активности, коммуникативности, самостоятельности), способствующих адаптации и успешности социальной деятельности человека [5, с. 43–44]. Формирование качества социальной адаптивности ребенка дошкольного возраста – важнейший компонент его социально-коммуникативного развития, так как оно направлено на усвоение норм и ценностей, принятых в обществе, включая моральные и нравственные ценности; становление самостоятельности, целенаправленности и саморегуляции собственных действий; развитие социального и эмоционального интеллекта, формирование позитивных установок к различным видам труда и творчества; формирование основ безопасного поведения в быту, социуме, природе [10].

Нельзя забывать об огромном потенциале ранней профориентации для познавательного развития ребенка дошкольного возраста. В соответствии с ФГОС ДО познавательное развитие предполагает развитие интересов детей, любознательности и познавательной мотивации; формирование познавательных действий, становление сознания; развитие воображения и творческой активности; формирование первичных представлений о себе, других людях, объектах окружающего мира, о свойствах и отношениях объектов окружающего мира, представлений о социокультурных ценностях нашего народа и др. [10].

Нам импонирует идея Н.Н. Колмогорцевой о том, что для формирования «ориентировочной основы» выбора профессии необходимо формировать представления о личностных чертах профессионала [6]. Интепретация данной идеи в системе дошкольного образования также возможна посредством формирования позитивного образа профессионала (профессионального типажа, стереотипа), эмоционально положительного отношения к нему.

Когнитивный компонент процесса ранней профориентации связан с формированием профессиональной составляющей образа мира дошкольника. Образ мира трактуется сегодня не только как многоуровневая система представлений о мире, других людях, о себе и своей деятельности (А.В. Петровский, М.Г. Ярошевский), но и как система отношений человека к миру (Е.Ю. Артемьева, Ю.К. Смирнова) [6]. В этом случае ранняя профориентация заключается, конечно, не в том, чтобы к концу дошкольного периода ребенок был готов осуществить осознанный выбор профессии, а в том, чтобы сформировать познавательный интерес и систему знаний, представлений о разнообразии и объективной специфике профессий.

Психологические аспекты формирования трудовой деятельности детей представлены работами А.В. Запорожца, Д.Б. Эльконина, Л.А. Венгера, Н.А. Коротковой, В.С. Мухиной, А.В. Петровского и др. Большинство психологов придерживается мнения о том, что трудовая деятельность не присуща ребенку дошкольного возраста, обосновывая данную позицию спецификой трудовой деятельности и возрастными особенностями дошкольника. В исследованиях отмечено, что специфика труда заключается в создании общественно значимых продуктов деятельности. Возрастные особенности дошкольника (физические, интеллектуальные, психологические) обусловливают невозможность получения таких продуктов и, соответственно, невозможность осуществлять трудовую деятельность. В качестве ее эффективных «заменителей» психологи предлагают различные варианты деятельности: «продуктивная деятельность» (Д.Б. Эльконин), «воспитание в деле» (А.В. Петровкий), «практическая деятельность» (А.В. Запорожец) и др. Данные авторы акцентируют внимание на следующих моментах:

– любой вид продуктивной деятельности есть «созидательная» работа, цель которой – получение продукта, предметно оформленного результата;

– основное значение продуктивной деятельности заключается в формировании у дошкольника активности, инициативы, самостоятельности, способности к целеполаганию, планированию, осуществлению деятельности как важнейших предпосылок для дальнейшего формирования «человека труда».

Принимая во внимание данные положения, отмечаем, что модель ранней профориентации обязательно включает в себя освоение детьми дошкольного возраста раз-

личных культурных практик. Такими культурными практиками для ребенка дошкольного возраста являются:

– игровая деятельность (освоение практических действий с предметами труда; «социальная проба», «проживание» ребенком социальных взаимоотношений в процессе трудовой деятельности, трудовых действий в процессе сюжетно-ролевой игры, а также в процессе активного использования технических моделей и макетов, игрушек-трансформеров, игрушек-самоделок);

– продуктивная творческая деятельность, приобщение детей к различным видам искусства (использование средств изобразительного искусства, театра, художественной литературы, кино, анимации не столько для формирования у дошкольника системы представлений о трудовой деятельности человека и профессиях, сколько для включения ребенка в процесс целенаправленной деятельности с достижением конкретного результата, а также для формирования специальных технологических умений);

– познавательно-исследовательская деятельность (использование проектной деятельности для формирования опыта трудовой деятельности дошкольника).

Данную модель можно охарактеризовать как комплексно-тематическую модель организации образовательного процесса в детском саду. Ее преимущества заключаются в следующем:

– в представлении ребенку знания в эмоционально-образной, а не абстрактно-логической форме;

– в возможности реализации темы в различных видах детской активности («проживание» профессии в игре, рисовании, конструировании и др.);

– в необходимости использования технологии партнерского взаимодействия в системе «ребенок – взрослый» [2, с. 7–8].

Не умаляя значимости использования данной модели, хотим обратить внимание на возможности использования предметно-средовой модели, суть которой заключается в том, что «содержание образования проецируется непосредственно на предметную среду, минуя взрослого как деятельного носителя» [2, с. 8].

В связи с этим считаем, что весьма привлекательным и перспективным направлением дальнейшего развития работы в рамках заявленной проблематики является определение возможностей эффективного использования цифровых образовательных ресурсов как эффективного инструмента реализации системы ранней профориентации детей дошкольного возраста. Актуальность данного направления работы обусловлена отсутствием на современном рынке образовательных услуг качественных образовательных продуктов, не только представленных в цифровом формате, но и прошедших комплексную оценку качества и рецензирование в соответствующих образовательных сообществах.

Оптимальным вариантом построения инновационной предметно-пространственной среды с высоким развивающим потенциалом, ориентированной на формирование социально адаптивной личности ребенка старшего дошкольного возраста, обладающей совокупностью социально значимых качеств, проявляющей высокий уровень познавательной активности в сфере выбора направления будущей профессиональной деятельности, является модель Детского технопарка Республики Мордовия.

Использование элементов инфраструктуры детского технопарка позволит на высоком технологическом уровне организовать образовательную деятельность с детьми старшего дошкольного возраста.

Так, например, использование «IT-лаборатории» в работе с дошкольниками не будет преследовать цель освоения ими навыков программирования и проектирования в области защиты информации, но даст возможность продемонстрировать детям новейшие достижения в области современных информационных технологий, сформировать элементарные практические навыки использования современной техники, периферийных и мобильных устройств, управления виртуальными машинами, а также сформировать познавательный интерес к самостоятельному созданию компьютерных игр и других комплексных цифровых продуктов.

В «Робо-лаборатории», «Нано-лаборатории», «Био-лаборатории», «Авто-лаборатории», «Аэро-лаборатории», «Лаборатории лазерных технологий» дети старшего дошкольного возраста смогут прикоснуться к новейшим достижениям и передовым технологиям в области электроники, мехатроники, нано- и био-технологий, программирования, увидят возможности настройки беспроводного аппаратного обеспечения, установки беспроводной связи между мобильным роботом и компьютером, получат элементарные навыки управления беспилотными аппаратами, познакомятся с полным циклом производства от проектирования 3D-модели до действующего прототипа. Все это в конечном счете будет способствовать формированию познавательного интереса к инженерным профессиям, мотивации к дальнейшему освоению сложных высокотехнологичных профессиональных действий, для которых необходим высокий уровень развития творческого инженерного мышления.

Немаловажными элементами инфраструктуры детского технопарка являются также медиабиблиотека с зоной отдыха и интерактивный музей науки.

Использование медиаресурсов библиотеки (изображений, презентаций, аудио- и видео-файлов) будет способствовать формированию у детей старшего дошкольного возраста информационной и читательской культуры, эффективной организации самостоятельной познавательной деятельности детей 6–7 лет и их досуга.

Интерактивный музей науки позволит включить старшего дошкольника в «живой» процесс познания основных законов механики, оптики, динамики, электричества, магнетизма, а также различных природных явлений, будет способствовать формированию у него естественнонаучной картины мира, поддержанию естественной познавательной потребности в получении новых знаний.

Таким образом, период дошкольного детства является начальным этапом организации единого образовательного пространства для раннего профессионального самоопределения ребенка. Педагогическими условиями эффективности реализации данного этапа являются:

– создание инновационной развивающей предметно-пространственной среды для социально-коммуникативного и познавательного развития дошкольника, популяризирующей новейшие направления развития научно-технической, исследовательской и проектно-конструкторской деятельности (IT, роботехника, нанотехнологии, биотехнологии, аэротехнологии, автотехнологии, лазерные технологии), а также способствующей активному включению дошкольника в различные виды культурных практик (игровые атрибуты для сюжетно-ролевых игр профессиональной тематики, настольно-печатные игры, дидактические игры, репродукции картин, аудио- и видеоматериалы, содержание которых ориентировано на формирование системы представлений о трудовой деятельности человека, мире профессий);

– выполнение ребенком посильных форм трудовой деятельности (совместный со взрослым труд, поручения, хозяйственно-бытовой труд, труд в природе, дежурство и др.);

– деятельность взрослых, направленная на поддержку детской инициативы и самостоятельности в осуществлении продуктивных видов творческой деятельности, в рамках которых происходит формирование предпосылок трудовой деятельности дошкольника;

– социальное партнерство дошкольной образовательной организации и семьи по вопросам трудового воспитания дошкольника;

– сетевое взаимодействие дошкольных образовательных организаций с ресурсными центрами по развитию научно-технического творчества, созданными на базе организаций дополнительного образования детей, общеобразовательных организаций; использование механизмов государственно-частного партнерства в реализации сетевого взаимодействия;

– оптимальное сочетание комплексно-тематической и предметно-средовой моделей организации образовательного процесса в дошкольном образовательном учреждении, предполагающее партнерское взаимодействие взрослого и ребенка в процессе приобщения к «миру профессий», включение ребенка в разнообразные виды детской продуктивной деятельности, свободный выбор ребенком предметного материала для освоения новой образовательной области.

Список литературы

1. Антонова М.В. Организация процесса психолого-педагогического сопровождения профессионального самоопределения обучающихся через призму профессионального стандарта педагога [Электронный ресурс] / М.В. Антонова // Педагогическая наука и образование psyedu.ru. – 2016. – Т. 8, № 2. – С. 29–39.

2. Баранов А.А. Формирование навыков социально-безопасного поведения у старших дошкольников в процессе совместной деятельности со взрослым [Текст] / А.А. Баранов, А.Р. Елганов // Гуманитарные науки и образование. – 2015. – № 2(22). – С. 7–9.

3. Буре Р.С. Дошкольник и труд. Теория и методика трудового воспитания [Текст] / Р.С. Буре. – Москва: Мозаика-Синтез, 2012. – 136 с.

4. Залялилева Д.Р. Реализация профориентационной программы в детском саду как первая ступень к определению своего места в современном обществе [Текст] / Д.Р. Залялилева, Л.И. Шафикова // Воспитание и обучение детей младшего возраста. – Москва: Мозаика-синтез. – 2015. – № 5. – С. 18–190.

5. Карпушина Л.П. Формирование социально-значимых качеств у младших школьников как психолого-педагогическая проблема [Текст] / Л.П. Карпушина, Н.Ф. Пупкова // Гуманитарные науки и образование. – 2016. – № 1(25). – С. 42–46.

6. Колмогорцева Н.Н. Влияние профессиональной составляющей образа мира на формирование образа-Я : дис. … канд. психол. наук. – Екатеринбург, 2003. – 205 с.

7. Коломийченко Л.В. Организация сетевого взаимодействия педагогических инициатив в социальном развитии и воспитании детей дошкольного возраста [Текст] / Л.В. Коломийченко // Сибирский педагогический журнал. – 2010. – № 9. – С. 179–186.

8. Костикова Д.А. Формирование опыта трудовой деятельности старших дошкольников в процессе обучения элементам проектной деятельности : дис. … канд. пед. наук. – Новокузнецк, 2004. – 172 с.

9. Куцакова Л.В. Трудовое воспитание в детском саду. Система работы с детьми 3–7 лет [Текст] / Л.В. Куцакова. – Москва: Мозаика-Синтез, 2013. – 128 с.

10. Сайгушева Л.И. Технологии приобщения дошкольников к труду [Текст]: учебное пособие / Л.И. Сайгушева. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 221 с.

11. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования [Текст]: письма и приказы Минобрнауки. – Москва: ТЦ Сфера, 2015. – 96 с.

12. Шорыгина Т.А. Профессии. Какие они? Книга для воспитателей, гувернеров и родителей [Текст] / Т.А. Шорыгина. – Москва: Гном, 2013. – 96 с.

13. Шухардина С.Б. Формирование технологических умений у детей старшего дошкольного возраста : дис. … канд. пед. наук. – Екатеринбург, 2003. – 228 с.

УДК 373.1:51-77

ИЗМЕРЕНИЕ ИНТЕРЕСА ШКОЛЬНИКОВ К ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Барашева О.Г., Маслак А.А., Поздняков С.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», филиал, Славянск-на-Кубани, e-mail: oksana.barasheva@mail.ru, anatoliy_maslak@mail.ru, pozdnyakov_sta@mail.ru

Сформирован и измерен на линейной шкале конструкт «интерес школьников к внеурочной деятельности». Исследование проводилось в рамках теории измерения латентных переменных, на основе модели Раша. Все индикаторы оказались совместимы друг с другом и поэтому весь набор индикаторов использовался в качестве измерительного инструмента. Показано, что опросник обладает хорошей дифференцирующей способностью и соответствует уровню интересов школьников к внеурочной деятельности. Измерение на линейной шкале латентной переменной «интерес школьников к внеурочной деятельности» позволило провести многофакторный дисперсионный анализ интереса школьников к внеурочной деятельности в зависимости от формы деятельности и ожидаемых результатов. Выявлены индикаторы, которые в наибольшей степени дифференцируют школьников с низкой и высокой заинтересованностью во внеурочной деятельности.

Ключевые слова: внеурочная деятельность, измерение латентных переменных, линейная шкала, модель Раша

MEASUREMENT OF SCHOOL STUDENTS' INTEREST IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

Barasheva O.G., Maslak A.A., Pozdnyakov S.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Branch at Slavyansk-on-Kuban, e-mail: oksana.barasheva@mail.ru, anatoliy_maslak@mail.ru, pozdnyakov_sta@mail.ru

The construct of school students' «interest in extracurricular activities» is created and measured on a linear scale. The research was conducted within the framework of the theory of measurement of latent variables based on Rasch model. All indicators turned to be compatible with each other and therefore all set of indicators was used as a measuring tool. It is shown that the questionnaire has the good differentiating ability and corresponds to the level of interests of school students in extracurricular activities. Results of measurement on the linear scale of the latent variable «interest in extracurricular activities» were used for analysis of variance of school students' interest in extracurricular activities depending on the form of activities and the expected results. Indicators most of which differentiate school students with low and high interest in extracurricular activities are revealed.

Keywords: extracurricular activities, measurement of latent variables, linear scale, Rasch model

Введение стандартов второго поколения в школах вызывает много вопросов, один из которых связан с организацией внеурочной деятельности. С одной стороны, внеурочная деятельность – это неотъемлемая часть образовательного процесса в школе, которая способствует в полной мере реализации требований федеральных образовательных стандартов общего образования [2–9, 12, 13, 15]. С другой стороны, внеурочная деятельность является одной из форм организации свободного времени учащихся. Эффективность внеурочной деятельности в значительной степени зависит от заинтересованности школьников в этой деятельности. Интерес школьников к внеурочной деятельности проявляется по-разному и характеризуется разными индикаторами. Чем больше будет учтено индикаторов, тем точнее будет выявлен интерес школьников к внеурочной деятельности.

Цель исследования

Цель данной работы заключается в измерении на линейной шкале латентной переменной «интерес школьников к внеурочной деятельности».

Для достижения данной цели необходимо:

– сформировать набор индикаторов, характеризующий интерес школьников к внеурочной деятельности;

– оценить качество набора индикаторов, характеризующих интерес школьников к внеурочной деятельности, как измерительного инструмента;

– измерить на линейной шкале интерес школьников к внеурочной деятельности;

– сравнить формы внеурочной деятельности по степени их привлекательности.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие школьники 7–8 классов МБОУ СОШ 39 х. Трудобеликовского Красноармейского района Краснодарского края, всего 150 человек. Латентная переменная «интерес школьников к внеурочной деятельности» определяется набором индикаторов, разработанным О.Г. Барашевой

Поскольку «интерес школьников к внеурочной деятельности» является латентной переменной, то измерение этого конструкта осуществлялось в рамках теории латентных переменных на основе модели Раша [1, 10, 11]. Эта теория показала свою эффективность при решении самых разных задач в социальных системах [10, 14].

Для измерения латентной переменной «интерес школьников к внеурочной деятельности» использовалась диалоговая система ИЛП [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Первоочередной задачей при измерении латентной переменной является оценка совместимости индикаторов, т.е. определение того, в какой мере индикаторы определяют одну и ту же латентную переменную, в данном случае «интерес школьников к внеурочной деятельности». Совместимость индикаторов осуществлялась на основе статистического критерия Хи-квадрат. Проведенный анализ показал, что собранные данные в целом адекватны модели Раша, а значит, пригодны для измерения.

Характеристика измерительного инструмента – набора индикаторов

В табл. 1 приведена статистическая характеристика набора индикаторов.

Индикаторы в табл. 1 упорядочены по возрастанию их значений на шкале латентной переменной – от наименьшего значения – 0,848 логит), к наибольшему (+ 1,302 логит).

В целях иллюстрации рассмотрим наиболее «легкий» индикатор, который лучше других дифференцирует школьников с низким интересом к внеурочной деятельности;

Наиболее полно поведение индикаторов описывается так называемыми характеристическими кривыми, которые показывают, как значение индикатора зависит от измеряемой латентной переменной. Ниже представлены характеристические кривые этих отличительных индикаторов.

Характеристическая кривая индикатора, который лучше других дифференцирует школьников с низкой заинтересованностью во внеурочной деятельности

Таким индикатором является индикатор 2 «Как Вы считаете, нужна ли внеурочная деятельность в школьной программе?». Характеристическая кривая этого индикатора представлена на рис. 1.

Этот и другие рисунки с характеристическими кривыми имеют следующую структуру. По оси абсцисс отложены значения измеряемой латентной переменной (интерес к внеурочной деятельности) в логитах. По оси ординат откладывается вероятность ожидаемого значения индикатора. В данном случае значение индикатора варьируется от 0 до 1.

В верхней части рисунка расположена следующая информация:

– порядковый номер индикатора (2);

– название индикатора (здесь названия выбраны по умолчанию, в данных случаях это Индикатор 2);

– местоположение индикатора на шкале латентной переменной (Оценка = – 1,848);

– статистика Хи-квадрат, которая характеризует степень соответствия индикатора модели Раша (Хи-кв = 1,813);

– эмпирический уровень значимости статистики Хи-квадрат (P(Хи-кв.) = 0,404);

– объем выборки измеряемых объектов (N = 150).

Таблица 1

Статистическая характеристика набора индикаторов

Номер индикатора	Оценка (логит)	Ошибка (логит)	Хи-квадрат	p
2	– 1,848	0,313	1,813	0,404
7	– 1,328	0,256	0,805	0,668
5	– 0,995	0,228	2,652	0,266
8	– 0,654	0,205	1,890	0,389
11	– 0,434	0,194	3,170	0,204
6	– 0,410	0,133	8,736	0,013
9	– 0,318	0,189	3,174	0,205
10	– 0,003	0,178	1,346	0,510
16	0,132	0,100	7,612	0,022
3	0,395	0,083	5,651	0,059
12	0,483	0,169	4,044	0,132
15	0,664	0,095	6,377	0,041
4	0,822	0,094	2,094	0,351
1	1,038	0,115	0,471	0,790
14	1,154	0,105	4,748	0,093
13	1,302	0,173	3,972	0,137

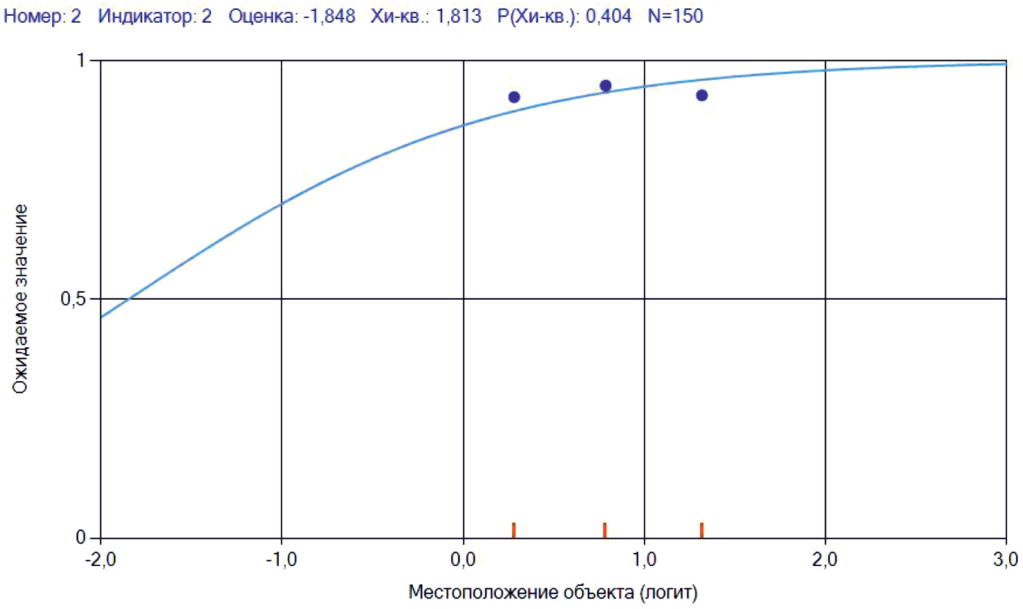


Рис. 1. Характеристическая кривая индикатора 2 «Как Вы считаете, нужна ли внеурочная деятельность в школьной программе?»

Здесь наибольший интерес представляет степень соответствия индикатора модели Раша (P(Хи-кв.), поскольку именно этот показатель позволяет определить пригодность рассматриваемого индикатора для измерения латентной переменной.

Значение статистики P(Хи-кв.) = = 0,404 > 0,05 свидетельствует о том, что по критерию Хи-квадрат экспериментальные точки, соответствующие средним значениям трех групп, близки модельной кривой.

То, что этот индикатор характеризует наименьший уровень интереса к внеурочной деятельности, иллюстрируется тем, что школьники имеют высокие значения этого индикатора. Поэтому данный индикатор лучше других дифференцирует школьников с низким значением латентной переменной.

Анализ результатов измерения

Расположение оценок латентной переменной и индикаторов, изображено на рис. 2.

В верхней половине рисунка изображена гистограмма распределения оценок школьников на шкале интерес к внеурочной деятельности, в нижней половине – распределение оценок индикаторов на этой же шкале.

Анализируя приведенную на рис. 2 информацию, можно сделать следующие заключения.

1. Оценки интереса школьников к внеурочной деятельности варьируются в диапазоне от – 0,75 до + 1,75 логит. Это свидетельствует о том, что школьники отличаются по интересу к внеурочной деятельности.

2. Диапазон варьирования индикаторов значительно больше диапазона варьирования оценок школьников и составляет 3,50 логит. Это свидетельствует о том, что разработанный опросник позволяет измерять латентную переменную в широком диапазоне ее варьирования.

Анализ результатов измерения латентной переменной

Представляет интерес использовать результаты измерения латентной переменной для сравнения форм проведения занятий внеурочной деятельности (фактор А) и ожидаемых результатов внедрения внеурочной деятельности (фактор В) с точки зрения школьников.

Фактор А варьируется на семи уровнях: a1 – студии; a2 – конференции; a3 – школьные научные объединения; a4 – соревнования; a5 – поисковые и научные исследования; a6 – психологические тренинги; a7 – проектная деятельность.

Фактор В варьируется на пяти уровнях:

*b*1 – школьники станут более коммуникабельным и общительным;

*b*2 – школьники станут проявлять больший интерес к учебным предметам;

*b*3 – школьники станут проявлять больший интерес к искусству;

*b*4 – школьники приобретут знания об обществе, нормах этического поведения;

*b*5 – у школьников изменится отношение к базовым ценностям общества.

В табл. 2 представлены результаты дисперсионного анализа интереса школьников к внеурочной деятельности

Интерпретируем полученные результаты. Как следует из табл. 2, все источники дисперсии незначимы ($p > 0,05$). Тем не менее представляет интерес сравнение форм внеурочной деятельности (табл. 3).

Результаты, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о том, что самый высокий интерес школьников к студийной форме внеурочной деятельности (0,820 логит), а самый низкий – к психологическим тренингам (0,378 логит).

Ожидаемые результаты внедрения внеурочной деятельности представлены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что скорее всего в результате внедрения внеурочной деятельности школьники приобретут знания об обществе, нормах этического поведения. Наименее ожидаемый результат – это тот, что школьники станут проявлять больший интерес к искусству.

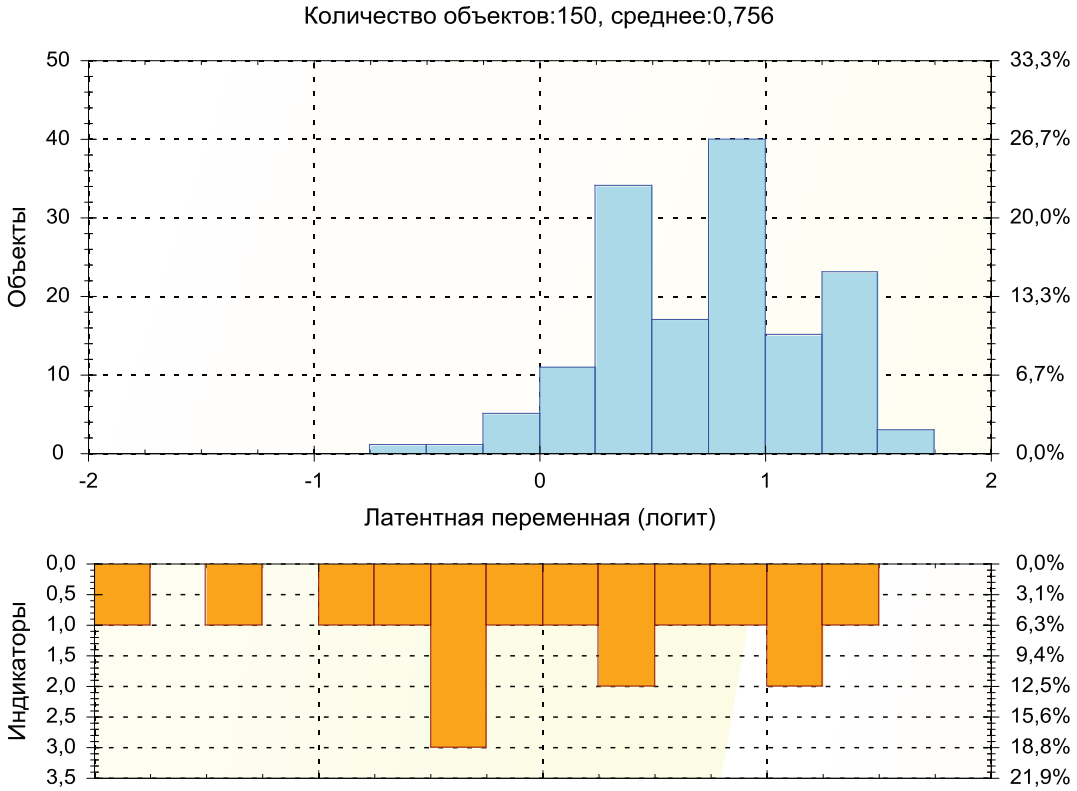


Рис. 2. Местоположение оценок школьников и индикаторов на шкале «интерес к внеурочной деятельности»

Таблица 2

Дисперсионный анализ оценок интереса школьников к внеурочной деятельности

Источник дисперсии	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fэксп	p
Фактор A	1,157	6	0,193	1,082	0,377
Фактор B	0,783	4	0,196	1,099	0,360
Взаимодействие AB	3,996	13	0,307	1,724	0,063
Ошибка	22,464	126	0,178		
Всего	30,235	149			

Таблица 3

Оценки школьников для различных форм внеурочной деятельности

Формы внеурочной деятельности	Оценка (логит)	Стандартная ошибка (логит)	95% доверительный интервал	
			Нижняя граница	Верхняя граница
*a*1	0,820	0,091	0,640	1,000
*a*2	0,774	0,189	0,401	1,148
*a*3	0,780	0,193	0,398	1,161
*a*4	0,763	0,156	0,455	1,072
*a*5	0,666	0,187	0,296	1,035
*a*6	0,378	0,259	-0,134	0,889
*a*7	0,461	0,139	0,185	0,737

Таблица 4

Оценки ожидаемых результатов внедрения внеурочной деятельности

Ожидаемые результаты	Оценка (логит)	Стандартная ошибка (логит)	95% доверительный интервал	
			Нижняя граница	Верхняя граница
*b*1	0,711	0,070	0,573	0,849
*b*2	0,585	0,132	0,324	0,846
*b*3	0,406	0,190	0,029	0,782
*b*4	0,878	0,165	0,551	1,206
*b*5	0,753	0,244	0,270	1,235

Выводы

1. Латентная переменная «интерес школьников к внеурочной деятельности» определена операционально – в виде набора индикаторов. Показано, что набор индикаторов адекватен модели измерения и может быть использован как измерительный инструмент.

2. Использование теории измерения латентных переменных позволило измерить интерес школьников к внеурочной деятельности на линейной шкале, что является важным условием корректного применения дисперсионного анализа.

3. Получены оценки интереса школьников к различным формам внеурочной деятельности. Представлены оценки ожидаемых результатов от внедрения внеурочной деятельности.

Список литературы

1. Аванесов В.С. Педагогические измерения. Тезаурус [Текст] / В.С. Аванесов, Т.С. Анисимова, А.А. Маслак, О.А. Семенцова, Г.И. Смирнова // Педагогические измерения. – 2005. – № 1. – С. 28–32.

2. Баранова А.В. Моделируем внеурочную деятельность обучающихся [Текст] / А.В. Баранова, А.В. Кисляков – М.: Просвещение, 2013. – 96 с.

3. Григорьев Ю.В. Методический конструктор «Внеурочная деятельность школьников» [Текст] / Ю.В. Григорьев, П.В. Степанов. – М.: Просвещение, 2011. – 225 с.

4. Данилюк А.Я. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России [Текст] / А.Я. Данилюк, А.М. Кондаков, В.А. Тишков. – М.: Просвещение, 2010. – 23 с.

5. Евладова Е.Б. Внеурочная деятельность: взгляд сквозь призму ФГОС [статья] / Е.Б. Евладова // Теоретический и научно-методический журнал «Воспитание школьников». – 2012. – № 3. – С. 15–26.

6. Зеер Э.Ф. Компетентностный подход к образованию [Текст] / Э.Ф. Зеер // Образование и наука. – 2005. – № 3. – С. 27–35.

7. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России [Текст] / А.Я. Данилюк, А.М. Кондаков, В.А. Тишков. – М.: Просвещение, 2009. – 25 с.

8. Куприянов Б.В. Дополнительное образование и внеурочная деятельность: проблемы взаимодействия и интеграции [статья] / Б.В. Куприянов // Теоретический и научно-методический журнал «Воспитание школьников». – 2012. – № 6. – С. 3–7.

9. Кутьев В.О. Внеурочная деятельность школьников: пособие для классных руководителей [Текст]: монография / В.О. Кутьев. – М., 1983. – 223 с.

10. Маслак А.А. Теория и практика измерения латентных переменных в образовании [Текст]: монография / А.А. Маслак. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 255 с.

11. Маслак А.А. Эксперимент в образовании как средство повышения его качества (многофакторный многомерный подход) [Текст] / А.А. Маслак, Т.С. Анисимова Лекция-доклад. – Москва, 2001. – 66 с.

12. Нечаев М.П. Диагностические методики классного руководителя. Методическое пособие [Текст] / М.П. Нечаев, И.Э. Смирнова – М.: УЦ Перспектива, 2008. – 96 с.

13. Педагогический анализ воспитательного процесса: современные идеи и технологии. Сборник методических разработок [Текст] / Под ред. Е.Н. Степанова. – М.: Центр «Педагогический поиск», 2010. – 240 с.

14. Рыбкин А.Д. Формирование и мониторинг креативных способностей школьников [Текст] / А.Д. Рыбкин, А.А. Маслак // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – № S3. – С. 76–80.

15. Фундаментальное ядро содержания общего образования [Текст] / под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 59 с.

УДК 796.012.122

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У СТУДЕНТОК III ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРУППЫ ЗДОРОВЬЯ

Игнатьева Е.П., Лебединский В.Ю.

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, e-mail: lebedinskiy@istu.edu

В данном исследовании представлена модель системного воздействия физических упражнений циклического характера, позволяющая повысить физическую работоспособность и общую выносливость у студенток III функциональной группы здоровья. В её рамках разработаны два варианта выполнения циклических упражнений, различающихся в зависимости от характера заболеваний студенток и уровня их функциональной подготовленности. Так, щадящий вариант был предназначен студенткам, имеющим отклонения в работе сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также тем, у кого был выявлен слабый уровень функциональной подготовленности. Основной вариант был рекомендован студенткам, получившим при проведении функциональной пробы оценку «удовлетворительно». Для решения основных задач исследования применялись методы переменно-непрерывного и стандартно-непрерывного упражнения. В первом случае в качестве средств использовали ходьбу и бег, во втором – бег. Поскольку представленные варианты выполнения упражнений имеют отличительные особенности, был предложен способ передвижения по спортивному залу в один или в два круга.

Ключевые слова: III функциональная группа здоровья, учебный процесс, студентки, физическая работоспособность, общая выносливость, ходьба, бег

ENHANCE PHYSICAL PERFORMANCE AND THE DEVELOPMENT OF GENERAL ENDURANCE IN STUDENTS OF III FUNCTIONAL GROUPS OF HEALTH

Ignateva E.P., Lebedinskiy V.Yu.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: lebedinskiy@istu.edu

This study presents a model of systemic exposure to the cyclical nature of exercise that allows you to enhance physical performance and overall endurance in students III functional group of health. In the framework developed two variants of cyclic exercises differ depending on the nature of the student's disease and the level of their functional readiness. So, gentle option was recommended by female students with disabilities in the cardiovascular and respiratory systems, as well as those who have been identified low level of functional readiness. The main option was recommended to female students who have received during the functional test assessment «satisfactory». To solve the main tasks of the research methods used of variably-continuous and standard-continuous exercises. In the first case, as a means used walking and running in the second – run. As the present embodiments have the distinctive features of exercises, the method has been proposed for sports hall movement in one or two laps.

Keywords: III functional groups of health, educational process, student, physical performance, overall endurance, walking, running

Физические упражнения по своему биологическому механизму воздействия на человека предоставляют широкие возможности в достижении значительного оздоровительного эффекта. Однако даже самые рациональные средства физического воспитания могут оказаться опасными для здоровья, если нарушается оптимальная мера функциональных нагрузок. Планомерное же их увеличение, адекватное приспособительным возможностям организма человека, становится мощным фактором повышения работоспособности, а вместе с тем и укрепления здоровья. При этом наибольшее значение имеет обоснование нормирования физических нагрузок циклического характера, формирующих физическую выносливость человека, так как они вызывают значительное напряжение вегетативных функций организма [2].

Учебные занятия, на которых достаточно большое место отводится упражнениям, направленным на развитие выносливости, в рациональном сочетании с другими средствами общей физической подготовки, способствуют повышению уровня развития не только выносливости, но и быстроты, силы, скоростно-силовых качеств. Это объясняется тем, что между основными физическими качествами существует тесная функциональная связь и взаимообусловленность [12].

Проблема развития выносливости давно и широко обсуждается в научно-методической литературе [3–5, 11, 13, 14]. При этом одна часть исследований посвящена изучению состояния нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, на которые в организме занимающихся падает основная «тяжесть» воздействия упражнений,

развивающих выносливость. Другая часть исследований связана с методами направленного развития выносливости в системе физического воспитания детей, подростков и молодёжи. Но независимо от сферы научных интересов авторов, большинство разработок посвящено средствам и методам воздействия на социально дееспособного человека, имеющего высокий функциональный уровень ведущих адаптивных систем организма.

Вместе с тем за последние десятилетия возросло число молодых людей, имеющих отклонения в физическом развитии, в состоянии опорно-двигательного аппарата (дефекты осанки, деформации позвоночника, уплощения стоп), а также различные хронические заболевания, и прежде всего со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В вузах при организации занятий по физической культуре всех студентов с подобными характеристиками здоровья после медицинского осмотра направляют в III функциональную группу, в которой в ходе учебных занятий требуется соблюдать условия значительного ограничения физических нагрузок [10]. В этой связи появилась необходимость детального изучения педагогических аспектов такой проблемы, как особенности применения циклических упражнений при воспитании выносливости у студентов III функциональной группы здоровья (III ФГЗ). При решении задач по укреплению здоровья молодёжи и подготовке их к высокопроизводительному труду данная проблема имеет ещё и социально-гигиеническое значение.

Различают два вида выносливости – общую и специальную. В процессе совершенствования общей физической подготовки студентов основное внимание следует уделять воспитанию общей выносливости, то есть повышению функциональных возможностей вегетативной, сердечно-сосудистой и других систем организма [7].

Известно, что в условиях тренировки, направленной на развитие общей выносливости, требуется длительный период выполнения упражнения, позволяющий обеспечить взаимную согласованность в деятельности всех органов и систем организма, перейти на более эффективные источники энергии, а также адаптироваться к монотонной работе [1]. Однако у студентов с ограниченными возможностями здоровья длительные нагрузки монотонного характера, лишённые системного дозирования, могут вызвать значительные напряжения в их организме. Поэтому в настоящее время особенно важным является определение меры и динамики системного воздействия физических упражнений циклического характера, которые бы способствовали поддержанию и укреплению физической работоспособности студентов III ФГЗ. При этом предпочтительным представляется проведение исследования в группах с женским составом.

Учитывая доводы, представленные выше, **цель данной работы** можно сформулировать так: определить и научно обосновать с педагогических позиций методы рациональной тренировки, позволяющей повысить уровень физической работоспособности и общей выносливости у студенток III ФГЗ.

Материалы и методы исследования

Данное исследование проводилось в течение пяти лет в Иркутском национальном исследовательском техническом университете. В нём участвовали 616 студенток III ФГЗ, обучавшихся на I, II, III и IV курсах. В ходе исследования, проводившегося в процессе учебных занятий по физической культуре, были апробированы два варианта выполнения упражнений циклического характера. Полигоном для проверки эффективности предлагаемой методики стал спортивный зал размером 12×24 м.

Пятилетний период наблюдений продолжался с сентября 2011 г. по май 2016 г. Все измерения проводились дважды в год – в начале (сентябрь) и по окончании (май) учебного года, после чего сопряжённые пары данных сравнивались между группами студенток, обучавшихся на разных курсах. Отдельно были рассмотрены значения как для каждого учебного года, так и за весь период работы в целом. Значимость различий результатов определялась при помощи непараметрического критерия Вилкоксона [6].

Основу доказательной базы исследования составили результаты использования четырёх контрольных испытаний. Так, уровень развития выносливости определяли при помощи бега на 1000 м, состояние работоспособности – посредством данных индекса Руфье. Наблюдения за изменениями в работе аппарата внешнего дыхания проводили на основе результатов проб Штанге и Генче [8, 9].

Для решения основных задач исследования были выбраны методы стандартно-непрерывного и переменно-непрерывного упражнения [14]. Средствами, которые могли бы способствовать повышению работоспособности и развитию общей выносливости студенток III ФГЗ, стали ходьба и бег. Внимание к этим двум видам циклической деятельности было продиктовано тем, что они просты в выполнении и не требуют дополнительного оборудования. Кроме того, ходьба и бег позволяют изменять направления и скорость передвижения в спортивном зале, обеспечивая тем самым возможности для того, чтобы задавать студенткам разный объём физической нагрузки. Необходимость в этом возникает из-за наличия у студенток III ФГЗ разных по характеру заболеваний, а также разного уровня функциональной подготовленности. Поэтому в ходе исследования было предусмотрено выполнение двух вариантов физической нагрузки: щадящего и основного.

Щадящий вариант был рекомендован студенткам с отклонениями в работе сердечно-сосудистой

и дыхательной систем, со слабым уровнем функциональной подготовленности, а также тем, кто имел вынужденный перерыв в учёбе, связанный с болезнью или иными причинами.

СХЕМА ЩАДЯЩЕГО ВАРИАНТА ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ:

С 1 по 8 семестры:

На каждом занятии: 30 сек. бег + 30 сек. ходьба = 6 мин.

Основной вариант был рекомендован тем студенткам, которые при тестировании функциональной подготовленности получили оценку «удовлетворительно».

СХЕМА ОСНОВНОГО ВАРИАНТА ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ:

1, 3, 5, 7 семестры:

4 занятия: 3 мин. бег + 30 сек. ходьба + 2 мин. 30 сек. бег = 6 мин. ;

4 занятия: 3 мин. 30 сек. бег + 30 сек. ходьба + 2 мин. бег = 6 мин.;

4 занятия: 4 мин. бег + 30 сек. ходьба + 1 мин. 30 сек. бег = 6 мин.;

4 занятия: 4 мин. 30 сек. бег + 30 сек. ходьба + 1 мин. бег = 6 мин.;

12 занятий: 6 мин. бег в равномерном темпе, увеличивая скорость передвижения, по мере адаптации к физической нагрузке.

2, 4, 6, 8 семестры:

4 занятия: 3 мин. 30 сек. бег + 30 сек. ходьба + 2 мин. бег = 6 мин.;

4 занятия: 4 мин. бег + 30 сек. ходьба + 1 мин. 30 сек. бег = 6 мин.;

4 занятия: 4 мин. 30 сек. бег + 30 сек. ходьба + 1 мин. бег = 6 мин.;

18 занятий: 6 мин. бег в равномерном темпе, увеличивая скорость передвижения, по мере адаптации к физической нагрузке.

Характеризуя содержание схем щадящего и основного вариантов, можно отметить то, что при выполнении переменной работы «ходьба 30 сек.» используется как фактор профилактического снижения величины воздействия физической нагрузки. Потому что после перехода с бега на ходьбу, за счёт уменьшения напряжённости действий, студентки получают отрезок времени для активного отдыха, в течение которого происходит «коррекция» функционального состояния органов и систем их организма. Кроме того, возникающее при этом снижение ЧСС помогает студенткам, имеющим заболевания сердца и органов дыхания, избежать нарастания пульса до максимальных величин.

В схему основного варианта «ходьба 30 сек.» вводилась только на начальных этапах учебной работы. Это было сделано с целью создания своего рода буферного звена, обеспечивающего работу механизма ступенчатого повышения физической нагрузки. Через 12–16 таких подготовительных занятий студентки, которым был рекомендован основной вариант, могли свободно выполнять шестиминутную беговую работу в непрерывном режиме. Далее, когда 6 минут бега в умеренном темпе становились для этих студенток привычной нагрузкой, им ставилась задача увеличения скорости передвижения.

Из двух представленных вариантов выполнения упражнений видно, что суммарная длительность физической нагрузки, направленной на повышение работоспособности и развитие общей выносливости, была в обоих случаях одинаковой для всех студенток III ФГЗ и составляла 6 минут. Это время было взято за основу в соответствии с результатами наблюдений Я.С. Вайнбаума (2003), в которых отмечено, что «период врабатывания аэробной системы составляет около 3 минут, а лучше 5–6 минут нагрузки на уровне, соответствующем примерно 50 % от МПК при ЧСС 130–150 уд/мин». Так как средства решения основных задач исследования имеют аэробную направленность, эти упражнения рассматривались ещё и в качестве аэробной разминки перед выполнением скоростных и силовых упражнений. Поэтому выполнение ходьбы и бега всегда планировалось в подготовительной части занятий.

При проведении учебных занятий в III ФГЗ все двигательные действия циклического характера были организованы фронтальным методом [1, 11, 14]. Основными ориентирами при передвижениях студенток в спортивном зале стали разметка волейбольной площадки и высокие фишки конической формы. Передвижения по спортивному залу проводились в один или в два круга. Если в учебной группе количество студенток со щадящим вариантом циклической деятельности было до 30–35 %, то вся группа выполняла задание в один круг, в колонну по одному. При этом бежать надо было с внешней стороны разметки волейбольной площадки, а ходить – с внутренней. В том случае, когда количество студенток со щадящим вариантом циклической деятельности было больше 30–35 %, то задание выполнялось в два круга. Эти два круга разделялись фишками по длине спортивного зала. В одном круге одна часть студенток организованно, в колонну по одному чередовала бег и ходьбу по схеме щадящего варианта, во втором круге, другая часть студенток выполняла задание в колонну по одному по схеме основного варианта.

Хронометраж времени проводился преподавателем централизованно, через каждые 30 секунд. Согласно учебной программе, студентки I и II курсов посещали занятия два раза в неделю, студентки III и IV курсов – один раз.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработка основного и щадящего вариантов выполнения циклической нагрузки была направлена на обеспечение индивидуализации действий студенток III ФГЗ. Для щадящего варианта была выбрана переменная деятельность с единым стандартом выполнения упражнений. Схема построения основного варианта была комбинированной. Она состояла из нескольких малых этапов переменной деятельности и одного большого периода равномерной работы. При обработке результатов исследования данные по каждому из этих двух вариантов отдельно не группировались.

Согласно расчётным значениям индекса Руфье предложенная модель выполнения циклической нагрузки приводит к повышению работоспособности у студенток I (10,8–10,1; $p < 0,05$) и II (11,2–10,0; $p < 0,05$) курсов (табл. 1). То есть, по сравнению с девушками III и IV курсов (занятия 1 раз в неделю), она имеет положительную динамику

только у тех студенток, которые посещают занятия по физической культуре два раза в неделю. Анализ данных по отдельным годам обучения показал, что у студенток I курса статистически значимые различия результатов выявлены в 2014–2015 уч. году (11,3–10,2; $p < 0,05$), а у студенток II курса – в 2011–2012 уч. году (13,1–11,7; $p < 0,05$) и в 2015–2016 уч. году (11,4–9,8; $p < 0,05$). Средняя оценка работоспособности у студенток всех четырёх курсов соответствует характеристике «слабо» и имеет диапазон от 10,2 до 11,7.

В беге на 1000 м, характеризующем развитие общей выносливости, улучшение результатов, так же как и в оценке физической работоспособности, зафиксировано у студенток I (6 мин. 26 сек. – 6 мин. 13 сек.; $p < 0,01$) и II (6 мин. 20 сек. – 6 мин. 01 сек.; $p < 0,001$) курсов (табл. 2). Сравнивая результаты бега этих студенток за отдельный учебный год, следует отметить, что время студенток II курса имеет стабильный положительный баланс четыре года из пяти лет наблюдений. Их результаты с 2011 по 2015 годы выглядели следующим образом: (6 мин. 02 сек. – 5 мин. 36 сек., $p < 0,05$); (6 мин. 15 сек. – 5 мин. 43 сек., $p < 0,05$); (6 мин. 30 сек. – 6 мин. 01 сек., $p < 0,01$); (6 мин. 17 сек. – 5 мин. 59 сек, $p < 0,05$). Важно отметить и то обстоятельство, что студентки II курса при выполнении майского тестирования три учебных года из пяти «пробегали» дистанцию 1000 м быстрее шести минут.

При анализе средних значений пробы Штанге выявлено улучшение результатов у студенток I (42,5 сек. – 49,3 сек., $p < 0,001$), II (46,5 сек. – 50,8 сек., $p < 0,001$) и III (48,4 сек. – 52,8 сек., $p < 0,001$) курсов (табл. 3). Причём у студенток каждого из этих курсов повышение значений наблюдается в течение трёх лет из пяти. Кроме того, в паузе на вдохе, отображающей возможности аппарата внешнего дыхания, результаты студенток III ФГЗ растут от курса к курсу, начиная с первого и заканчивая четвёртым. Так, если её средние значения, показанные в сентябре, расположить в ряд по возрастанию от I курса до IV курса, то можно получить следующую «цепочку» результатов: 42,5 сек. – 46,5 сек. – 48,4 сек. – 52,0 сек. Подобная зависимость имеется и в результатах средних значений мая: 49,3 сек. – 50,8 сек. – 52,8 сек. – 53,5 сек.

Результаты пробы Генче позволили отметить положительные изменения у студенток I (24,5 сек. – 27,1 сек., $p < 0,01$), II (25,8 сек. – 30,2 сек., $p < 0,001$) и III (26,2 сек. – 30,1 сек., $p < 0,001$) курсов (табл. 4). При детальном (по отдельным годам) их разборе видно, что в паузе на выдохе прирост результатов чаще всего встречается у студенток II и III курсов. Вместе с тем в пробе Генче, так же как и в пробе Штанге, налицо прогрессивное изменение средних значений сентября и мая. Результаты сентября в последовательности от I курса к IV курсу можно представить так: 24,5 сек. – 25,8 сек. – 26,2 сек. – 30,5 сек. В мае прогрессия результатов не во всём очевидна. Она наблюдается только при переходе студенток с I курса на II курс и с III курса на IV курс: 27,1 сек. – 30,2 сек. – 30,1 сек. – 31,0 сек.

Таблица 1

Сравнительные результаты индекса Руфье на начало и конец учебного года

Учебный год	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май
2011–2012	12,5	10,8	**13,1**	**11,7**	12,3	11,3	10,4	10,3
К-во чел./р	7	$p > 0,05$	22	**$p < 0,05$**	36	$p > 0,05$	24	$p > 0,05$
2012–2013	10,4	10,6	10,7	10,1	11,7	11,2	10,4	11,1
К-во чел./р	12	$p > 0,05$	19	$p > 0,05$	32	$p > 0,05$	40	$p > 0,05$
2013–2014	10,5	10,2	10,5	9,7	11,5	11,8	10,4	10,4
К-во чел./р	31	$p > 0,05$	34	$p > 0,05$	41	$p > 0,05$	28	$p > 0,05$
2014–2015	**11,3**	**10,2**	10,9	10,0	11,0	10,8	–	–
К-во чел./р	55	**$p < 0,05$**	54	$p > 0,05$	58	$p > 0,05$		
2015–2016	9,9	9,6	**11,4**	**9,8**	12,2	11,0	–	–
К-во чел./р	15	$p > 0,05$	59	**$p < 0,05$**	24	$p > 0,05$		
Ср. рез.	**10,8**	**10,1**	**11,2**	**10,0**	11,5	11,2	10,3	10,6
Итого чел./р	120	**$p < 0,05$**	188	**$p < 0,05$**	191	$p > 0,05$	92	$p > 0,05$

Таблица 2

Сравнительные результаты бега на 1000 м на начало и конец учебного года (мин)

Учебный год	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май
2011–2012	**6,47**	**6,18**	**6,02**	**5,36**	6,24	6,10	**6,25**	**5,50**
К-во чел./р	22	**p < 0,05**	24	**p < 0,05**	34	p > 0,05	16	**p < 0,05**
2012–2013	6,44	6,33	**6,15**	**5,43**	6,30	6,09	5,36	5,43
К-во чел./р	13	p > 0,05	13	**p < 0,05**	23	p > 0,05	29	p > 0,05
2013–2014	6,10	6,10	**6,30**	**6,01**	6,31	6,19	6,09	6,06
К-во чел./р	12	p > 0,05	26	**p < 0,05**	33	p > 0,05	18	p > 0,05
2014–2015	6,21	6,11	**6,17**	**5,59**	6,30	6,19	–	–
К-во чел./р	48	p > 0,05	41	**p < 0,05**	43	p > 0,05		
2015–2016	6,02	5,57	6,28	6,19	5,56	6,13	–	–
К-во чел./р	12	p > 0,05	47	p > 0,05	19	p > 0,05		
Ср. рез.	**6,26**	**6,13**	**6,20**	**6,01**	6,25	6,15	5,58	5,51
Итого чел./р	107	**p < 0,01**	151	**p < 0,001**	152	p > 0,05	63	p > 0,05

Таблица 3

Сравнительные результаты пробы Штанге на начало и конец учебного года (сек)

Учебный год	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май
2011–2012	**41,8**	**50,0**	**46,0**	**51,7**	50,0	50,8	52,0	50,4
К-во чел./р	21	**p < 0,05**	28	**p < 0,05**	43	p > 0,05	32	p > 0,05
2012–2013	46,3	48,9	**41,8**	**52,1**	53,3	56,1	48,9	51,3
К-во чел./р	11	p > 0,05	19	**p < 0,05**	30	p > 0,05	38	p > 0,05
2013–2014	**40,1**	**48,4**	41,2	43,3	**47,3**	**52,6**	56,5	60,6
К-во чел./р	32	**p < 0,01**	35	p > 0,05	40	**p < 0,01**	26	p > 0,05
2014–2015	**43,5**	**50,9**	49,1	51,5	**46,0**	**50,2**	–	–
К-во чел./р	44	**p < 0,01**	54	p > 0,05	58	**p < 0,01**		
2015–2016	42,9	46,2	**49,2**	**53,8**	**47,7**	**59,3**	–	–
К-во чел./р	15	p > 0,05	59	**p < 0,05**	23	**p < 0,05**		
Ср. рез.	**42,5**	**49,3**	**46,5**	**50,8**	**48,4**	**52,8**	52,0	53,5
Итого чел./р	123	**p < 0,001**	195	**p < 0,001**	194	**p < 0,001**	96	p > 0,05

Таблица 4

Сравнительные результаты пробы Генче на начало и конец учебного года (сек)

Учебный год	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май	Сент.	Май
2011–2012	**24,2**	**29,1**	**27,0**	**33,9**	27,0	27,3	31,0	31,3
К-во чел./р	24	**p < 0,05**	29	**p < 0,01**	45	p > 0,05	31	p > 0,05
2012–2013	22,2	26,5	**23,3**	**32,8**	**28,9**	**33,6**	25,8	26,5
К-во чел./р	13	p > 0,05	19	**p < 0,05**	32	**p < 0,05**	40	p > 0,05
2013–2014	22,7	24,1	23,9	26,2	26,1	32,4	37,3	38,2
К-во чел./р	32	p > 0,05	35	p > 0,05	40	p > 0,05	24	p > 0,05
2014–2015	26,6	28,3	**25,1**	**29,3**	**24,6**	**28,9**	–	–
К-во чел./р	45	p > 0,05	52	**p < 0,01**	58	**p < 0,05**		
2015–2016	24,4	27,3	27,8	30,5	**24,9**	**29,7**	–	–
К-во чел./р	15	p > 0,05	58	p > 0,05	24	**p < 0,05**		
Ср. рез.	**24,5**	**27,1**	**25,8**	**30,2**	**26,2**	**30,1**	30,5	31,0
Итого чел./р	129	**p < 0,01**	193	**p < 0,001**	199	**p < 0,001**	95	p > 0,05

Таким образом, проведённое исследование показало, что разработанная для студенток III ФГЗ модель выполнения циклической нагрузки способствует повышению работоспособности и развитию общей выносливости у девушек I и II курсов. Кроме того, она оказывает влияние на достижение более высокого уровня деятельности аппарата внешнего дыхания в период их обучения на I, II и III курсах.

Выводы

1. Разработка основного и щадящего вариантов циклической нагрузки позволяет преподавателю физической культуры дифференцировать действия студенток III ФГЗ, в зависимости от уровня их функциональной подготовленности и характера имеющихся заболеваний.

2. Смена видов деятельности, предусмотренная в обоих вариантах, обеспечивает студенткам III ФГЗ возможности для активного отдыха. При щадящем варианте активный отдых позволяет студенткам преодолевать заданный объём нагрузки в более комфортном режиме. При выполнении основного варианта активный отдых является дополнительным звеном в механизме постепенного повышения адаптационных ресурсов организма студенток.

3. Применение предложенной модели дозирования циклических упражнений может способствовать повышению физической работоспособности и развитию общей выносливости у студенток III ФГЗ лишь при условии проведения занятий по физической культуре не менее двух раз в неделю.

Список литературы

1. Ашмарин Б.А. Теория и методика физического воспитания: учеб. для студ. фак. физ. культуры пед. ин-тов / Под ред. Б.А. Ашмарина. – М.: Просвещение, 1990. – 287 с.

2. Вайнбаум Я.С. Гигиена физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Я.С. Вайнбаум, В.И. Коваль, Т.А. Родионова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 240 с.

3. Волков В.М. Человек и бег / В.М. Волков, Е.Г. Мильнер. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – 144 с.

4. Зациорский В.М. Физические качества спортсмена / В.М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 199 с.

5. Зимкин Н.В. Физиологическая характеристика и методы определения выносливости в спорте /Под ред. Н.В. Зимкина. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – 216 с.

6. Иванов В.С. Основы математической статистики: учеб. пособие для ин-тов физ. культуры / Под общ. ред. В.С. Иванова. – М.: Физическая культура и спорт, 1990. – 165 с.

7. Ильинич В.И. Физическая культура студентов и жизнь: учебник / В.И. Ильинич. – М.: Гардарики, 2005. – 366 с.

8. Лебединский В.Ю. Оценка физического здоровья детей и подростков г. Иркутска: метод. рекомендации / Под ред. В.Ю. Лебединского. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. – 47 с.

9. Лебединский В.Ю. Мониторинг здоровья субъектов образовательного процесса в вузах. «Паспорт здоровья»: монография / Под ред. В.Ю. Лебединского. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 268 с.

10. Лебединский В.Ю. Физическое развитие и физическая подготовленность студентов третьей функциональной группы здоровья: монография /Под ред. В.Ю. Лебединского. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. – 204 с.

11. Максименко А.М. Теория и методика физической культуры: учебник / Под ред. А.М. Максименко. – М.: Физическая культура, 2005. – 544 с.

12. Мотылянская Р.Е. Выносливость у юных спортсменов / Р.Е. Мотылянская. – М.: Физкультура и спорт, 1969. – 224 с.

13. Набатникова М.Я. Специальная выносливость спортсмена / Под ред. М.Я. Набатниковой. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – 216 с.

14. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 480 с.

УДК 37.01:[355.232.6 + 004.42]

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ КОМПАНИЙ SUNRAV И ISPRING ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕД ВОЕННО-УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Киргинцева Н.С., Нечаев С.А.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, e-mail: natalysn@yandex.ru

В статье анализируется педагогический потенциал приложений и сервисов компаний SunRav и iSpring с точки зрения обеспечения возможности создания на базе данных продуктов «ядра» дидактической информационной среды. Последняя призвана решить целый ряд задач в условиях модернизации высшего военного образования. В частности, речь идет о моделировании среды профессионального саморазвития субъектов образовательного процесса и оптимизации временных затрат на сбор и обработку информации в процессе обучения. Определены требования к организации обучения с использованием дидактических информационных сред на базе инфокоммуникационных технологий в военно-учебных заведениях. Сделан вывод о предпочтительности использования программных продуктов компании iSpring в качестве единой платформы для создания профессионально-ориентированной дидактической информационной среды в военно-учебном заведении.

Ключевые слова: программный продукт, дидактическая информационная среда, военно-учебное заведение

PEDAGOGIC POTENTIAL OF SUNRAV AND ISPRING SOFTWARE FOR CREATING PROFESSION-ORIENTED DIDACTIC LEARNING ENVIRONMENTS OF MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Kirgintseva N.S., Nechaev S.A.

Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, e-mail: natalysn@yandex.ru

The paper analyses the pedagogical potential of SunRav and iSpring software solutions and services for creating the «nucleus» of a professionally-oriented learning environment. The latter is supposed to solve a number of problems in view of higher military education modernization. One of them deals with modelling the environment for professional self-development of both learners and teachers, as well as optimization of time expenditures for collecting and processing of educational information. Requirements to software solutions and services meant for creating ICT-based educational environments are defined. A conclusion is made that iSpring software is preferrable for creating professionally-oriented learning environments at higher military educational institution.

Keywords: software, didactic learning environment, military educational institution

Сегодня разработка дидактических информационных сред и вопросов их применения в учебном процессе образовательной организации (в особенности высшего образования) представляет собой одно из наиболее перспективных направлений педагогических и методических исследований. Инновационная среда образовательного учреждения может рассматриваться как важнейший фактор и необходимое условие развития этого учреждения [1]. Формирование такой среды предполагает использование всего арсенала инновационных методов обучения, а также подходов к построению образовательного пространства. Именно целенаправленное развитие этой среды, на наш взгляд, может служить целям повышения качества образования.

Вообще, следует отметить, что ориентация на средовый подход наилучшим образом отражает тенденции развития современной высшей школы: практическую направленность образования при обеспечении прав и свобод обучающихся в выборе своей образовательной траектории, с одной стороны, и технологизацию учебной деятельности, с другой. Необходимо оговориться, что тенденция к технологизации образования имеет глобальный характер и обращена как на повышение эффективности образовательных систем, так и на уменьшение затрат на достижение результатов [2]. Вышесказанным определена актуальность данной работы.

Цель данной статьи – проанализировать педагогический потенциал программных продуктов SunRav и iSpring с точки зрения возможности их использования для разработки «ядра» дидактической информационной среды военно-учебного заведения. Поставленная цель определила методы исследования: анализ и обобщение эмпирических данных, полученных методом экспертных оценок,

а также эргономический и праксеологический анализ эффективности программных продуктов.

Как известно, под дидактической информационной средой понимается информационная среда, включающая средства обучения и информацию научного или учебного характера, способствующую развитию компонентов профессиональной компетенции обучающихся, как входящую в официально признанное и зафиксированное в виде учебных программ содержание обучения, так и дополнительную информацию дидактического характера. Дидактическая информационная среда как педагогический конструкт выполняет целый ряд функций, в частности: оптимизирует временные затраты на сбор и обработку информации в процессе обучения; опосредует взаимодействие субъектов образовательного процесса; обеспечивает их необходимой для формирования всех компонентов профессиональной компетентности информацией; моделирует среду профессионального саморазвития субъектов образовательного процесса.

Следует отметить, что дидактические информационные среды всегда незамкнуты и самоорганизуются по законам синергетики. Поэтому представляется целесообразным говорить об их открытости, доступности и возможности персонализации. Думается, что в связи с вышесказанным дидактические информационные среды создают оптимальные условия для профессионально-личностного саморазвития акторов образовательного процесса. Причем, в отличие от своего естественного аналога, дидактические информационные среды всегда специальным образом организованы и целенаправлены.

Анализ специальной литературы показывает, что в современных условиях информатизации образования в структуре концепта «информационная среда» имплицитно содержится понятие «информационно-коммуникационные технологии». Это объективно оправдано, однако не означает полного тождества понятий «дидактическая информационная среда» и «дидактическая компьютерная среда». Что характерно, благодаря развитию сетевых технологий все чаще речь ведется о разработке распределенных сетевых вариантов образовательных сред. Так, например, в настоящее время ведется создание электронной библиотеки Министерства обороны (МО) РФ, которая позволит обучающимся получать доступ к её ресурсам практически из любого образовательного учреждения МО РФ [3].

Следует отметить, что в учебном процессе уже довольно давно используются обучающие и тестирующие программы по различным дисциплинам, однако характерной особенностью их использования в образовательном процессе большинства вузов является бессистемность, эпизодичность их применения, а также отсутствие единой методологической платформы при построении учебных курсов с использованием средств ИКТ. Создание дидактических информационных сред, базирующихся на инфокоммуникационных технологиях (ИКТ), могло бы стать выходом из сложившегося положения.

С точки зрения организации обучения с использованием дидактических информационных сред на базе ИКТ в военно-учебных заведениях необходимо соблюдение целого ряда требований. В частности, таких как кросплатформенность, надежность, устойчивость, безопасность (закрытость для вредоносного программного обеспечения), возможность распределяться во времени и пространстве, мобильность, расширяемость, наличие современных инструментов организации учебно-познавательной деятельности. В современной общественно-политической ситуации для военных образовательных организаций принципиальна также страна происхождения программных средств.

Необходимость выбора платформы для создания «ядра» дидактических информационных сред актуализировала потребность анализа педагогических возможностей современных приложений для организации электронного обучения.

В настоящее время разработчикам доступен целый ряд приложений, которые позволяют создавать электронные образовательные ресурсы в виде электронных учебников, а также курсов в системах дистанционного обучения или системах управления обучением (англ. learning management systems) типа Moodle, Blackboard и др. Среди наиболее часто используемых приложений такого типа, которые целесообразно использовать для разработки программных продуктов для образовательных организаций военного образования, отметим приложения компаний SunRav и iSpring. Следует отметить, что обе компании российские, работают на рынке программ для образования и бизнеса довольно давно, имеют достаточно обширную клиентскую базу, среди пользователей программных продуктов – известные образовательные и коммерческие организации.

Компания SunRav [4] предлагает следующие приложения:

● SunRav BookOffice – приложение для создания и просмотра электронных учебников и книг; включает две программы: SunRav BookEditor – для разработки книг и SunRav BookReader – для их чтения;

● SunRav TestOfficePro – приложение для создания программ тестирования; включает три приложения: для создания тестов (tMaker), проведения тестирования (tTester), анализа результатов компьютерного тестирования;

● SunRav WEB Class – комплексная программная система для организации онлайн обучения и тестирования.

Также компания предлагает SunRav PostOffice – программу для печати конвертов различных форматов, а также регистрации и учета почтовых отправлений: писем, посылок, бандеролей. Однако к организации образовательного процесса данное приложение отношения не имеет, поэтому далее рассматриваться не будет.

Рассмотрим подробнее возможности приложений SunRav BookOffice, SunRav TestOfficePro и SunRav WEB Class.

Согласно информации, размещенной на официальном сайте компании, с помощью программы ***SunRav BookEditor*** можно создать: электронные книги, учебники, электронные словари или энциклопедии; HTML, CHM и PDF документы (функция доступна в лицензии – SunRav BookOffice.PDF), документы в произвольном формате (с помощью шаблонов). Также программа позволяет компилировать книги в EXE файлы. Кроме того в процессе создания электронной книги или учебника пользователь может определить различные стили текста, проверять правописание в автоматическом режиме, вставлять таблицы (производителем рекомендуется использовать их при создании макетов страниц), импортировать документы из одной папки и CHM файлов с автоматическим созданием разделов, импортировать и экспортировать книги из (в) файлы MS Office: DOC, XLS и т.д. (при этом MS Office должен быть предустановлен), создавать гиперссылки для навигации по книге, запуска различных документов и программ, в том числе тестов (создаваемых при помощи другого приложения данной компании – tTester), вставлять изображения, видео, аудиофайлы, специальные символы, ролики YouTube, Flash и файлы GIF. При этом книга имеет «ленточный» интерфейс, аналогичный интерфейсу программ Microsoft Office 2007–2013. Также есть возможность быстрого просмотра созданной книги в программе SunRav BookReader.

К достоинствам данного приложения можно отнести, пожалуй, лишь простоту в использовании, хотя пользователю требуются несколько более серьезная подготовка, чем для работы в MS Word.

В процессе разработки электронного учебника в среде SunRav BookEditor были выявлены следующие недостатки: копируемые из файла doc таблицы не всегда корректно отображались; рисунки, созданные в среде MS Word, не копировались, необходимо было выполнять дополнительные процедуры для их вставки в текст учебника; вставленные при помощи стандартных средств аудиофайлы проигрывались в фоновом режиме (отсутствовали средства регулировки проигрывания записей), что не всегда удобно, если необходимо прослушать конкретный фрагмент или сделать паузу в воспроизведении; вставка OLE объектов производилась не всегда корректно; возникали проблемы при воспроизведении мультимедийных файлов на других компьютерах.

SunRav TestOfficePro, как уже упоминалось выше, представляет собой набор приложений для создания тестов, проведения тестирования и анализа его результатов.

Приложение для создания тестов – tMaker – позволяет создавать как тесты с оцениваемыми ответами (при этом есть возможность задать сценарий ветвления в зависимости от ответов пользователей), так и тесты-анкеты (для психологического тестирования). Типы вопросов, которые можно использовать при разработке теста, следующие: множественный или одиночный выбор, упорядоченный список, открытый, соответствие. Есть возможность подключения подсказок и мультимедийных файлов.

Стоит оговориться, что интерфейс данного приложения немного устарел; на то, чтобы понять инструкции при выполнении заданий (особенно таких, где необходимо привести списки в соответствие) требуется некоторое время (т.е. они не интуитивно понятны). Некоторую помощь, однако, может оказать встроенная как в tMaker, так и в tTester справочная система. SunRav WEB Class, по информации с официального сайта компании, – это комплексная программная система для организации онлайн обучения, тестирования, аттестации учащихся, студентов, сотрудников. Она обеспечивает регулярный контроль уровня усвоения знаний, отвечает за процессы управления дистанционным тестированием. Возможно приобретение одной из трех конфигураций: WEB CLASS.TEST (для создания тестов и тестирования),WEB CLASS.BOOK (для создания электронных книг и дистанционного обучения) и WEB CLASS.COMPLETE (для интеграции тестов с учебными материалами).

К достоинствам данной системы относятся: возможность использования в качестве рабочих мест пользователей любых устройств (ПК, планшетов, смартфонов), на которых установлен любой современный браузер. При этом, по утверждению представителей компании, приложение будет работать на устройствах под управлением любой операционной системы – Windows, Mac или Linux. Однако для создания и редактирования тестов нужна программа tMaker, работающая только под Windows. Также необходим Веб-сервер (Apache или MS IIS), а также БД MySQL версии 4.1 и выше. Кроме того, в системе дистанционного обучения SunRav возможно размещение электронных ресурсов, созданных только в приложениях компании SunRav.

Указанные недостатки привели к необходимости поиска другой платформы для создания «ядра» дидактической информационной среды.

Согласно информации, размещенной на официальном сайте компании **iSpring** [5], пользователям предлагается 3 программных продукта (iSpring Pro, iSpring Suite, iSpring Quizmaker), а также полнофункциональная платформа электронного обучения iSpring Online и сервис для онлайнового просмотра и распространения презентаций iSpring Cloud, построенная на базе облачных технологий. В силу особенностей образовательного процесса в военном вузе, прежде всего, целесообразно рассмотреть дидактические возможности оффлайновых программных продуктов указанной компании. К их числу, как видим, относятся iSpring Pro, iSpring Quizmaker и iSpring Suite. Рассмотрим их возможности более подробно.

iSpring Pro позволяет конвертировать создаваемые в Power Point презентации в форматы HTML5 и Flash, что делает их, с одной стороны, кроссплатформенными (доступными для использования на различных устройствах под управлением разнообразных операционных сред), а с другой, – программно-независимыми, т.е. их интерактивность не требует предустановленных приложений. При этом в дополнение к возможностям, предоставляемым PowerPoint, данное приложение позволяет записывать аудио и видео, синхронизирующееся со слайдами PowerPoint, просматривать слайды с использованием специального плеера, а также публиковать созданную последовательность слайдов в виде онлайнового или оффлайнового курса лекций.

iSpring Quizmaker предназначен для создания интерактивных мультимедийных опросников и тестирующих программ. Программа работает как отдельный модуль и позволяет создавать конечный продукт с различными типами вопросов или заданий (множественный или единичный выбор, сопоставление, установление правильной последовательности, заполнение пробелов, выделение активной области и т.п.). При этом существуют различные сценарии оценивания и ветвления, что обеспечивает гибкость создания тестирующих материалов. Существует также возможность настройки получения результатов тестирования или опроса: публикации на сайте, отправка по электронной почте, а также выполнение сценария JavaScript.

iSpring Suite (ранее распространявшийся с ограниченными возможностями как iSpring Presenter) обладает наиболее полным инструментарием, сочетающим возможности описанных выше программ, а также другие возможности (персонажи, интерактивные модули, запись экранного видео, электронные книги с эффектом перелистывания страниц, создание, каталоги и т.д.).

Приложение может быть использовано как для разработки оффлайновых продуктов, так и для создания онлайновых учебных курсов и электронных учебников. Также создаваемые с его помощью программные продукты могут быть использованы в системах дистанционного обучения (что соответствует потребностям современной образовательной организации), опубликованы в формате mp4 видео для просмотра оффлайн или размещены сети с помощью сервиса iSpring Cloud.

Интерфейс современный, интуитивно понятный пользователю, что не требует справочной системы для работы с ним. Однако на сайте компании представлены подробные инструкции с видеосопровождением по созданию и работе в программных продуктах iSpring.

Для обеспечения дистанционного обучения, как уже упоминалось выше, iSpring предлагает систему iSpring Online. По информации с официального сайта компании данная система – простая в использовании полнофункциональная платформа электронного обучения, которая позволяет в самые короткие сроки внедрить дистанционное обучение в компании или образовательной организации. К её достоинствам относятся следующие: не требует установки на сервер; не требует привлечения IT-специалистов; материалы, размещенные в системе iSpring Online, доступны для просмотра как с компьютеров, так и с мобильных устройств, даже оффлайн; позволяет загружать и другие форматы файлов: SCORM 1.2 и 2004 (все версии); видео (.FLV, .MP4); аудио (.MP3); справочные

документы (.PDF, .DOC, .XLS, .PPT); обеспечивает возможность создания персонализированных дидактических информационных сред, поддерживающих концепцию саморегулируемого обучения (доступно составление персонализированных программ обучения – набора уроков или отдельных материалов, которые объединены в один составной курс); в систему встроен удобный сервис для организации вебинаров.

СДО iSpring Online обладает свойством кроссплатформенности при работе на устройствах пользователей: возможна работа на любых устройствах (ПК, планшеты, смартфоны), работающих под управлением практически любой операционной системы (Windows, Macintosh, Linux, Android). Хотя для разработки и администрирования курсов в данной СДО на компьютере разработчика должна стоять одна из операционных систем Microsoft® Windows® 10/8/7/Vista/XP(SP3) (32- или 64-разрядные версии).

Международные эксперты e-learning признали СДО iSpring Online одной из 50 лучших систем дистанционного обучения 2015 года. Более того, iSpring Online вошла в тройку лучших СДО для малого бизнеса. В СДО iSpring Online высокую оценку получили такие параметры, как работа мобильных приложений, поддержка пакетов SCORM, AICC и xAPI (TinCanAPI), подробная статистика и отчеты, возможность организации обучения с элементами геймификации.

И, наконец, iSpring Cloud представляет собой облачный сервис для распространения учебного и другого контента с помощью сети Интернет. Позволяет загружать презентации, курсы, тесты и другие материалы iSpring в «облачный» сервис прямо из редактора iSpring. Кроме того, данный сервис подходит для распространения файлов различных типов: ppt, pdf, xls, doc, txt, hmtl, zip, аудио, видео, рисунков.

Итак, как видим, с точки зрения предоставления возможностей для создания и сопровождения дидактических информационных сред наилучшим образом подходит платформа iSpring. Хотя она и не лишена определенных недостатков, создаваемое на её основе «ядро» дидактической информационной среды для военных образовательных организаций может отвечать всему диапазону требований, предъявляемых к образовательным платформам, о которых речь шла в начале данной статьи. Перспективными направлениями могли бы стать организация распределенной дидактической информационной среды с использованием СДО iSpring Online и облачного сервиса iSpring Cloud.

Список литературы

1. Кассина Р.А. Инновационная среда образовательного учреждения как интегральное средство профессионального развития учителя [Текст]: дис. … канд. пед. наук / Р.А. Кассина. – Нижний Новгород, 2006. – 196 с.

2. Киргинцева Н.С., Муковникова Е.М., Щетинина Е.В. Технологическое обеспечение автономизации учебной деятельности в процессе развития иноязычной коммуникативной компетенции в военном вузе // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3.; URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19459 (дата обращения: 09.08.2016).

3. Тихонов А.В. Новые технологии получения знаний «Красная звезда». URL: http://redstar.ru/index.php/component/k2/item/25741-novye-tekhnologii-polucheniya-znanij (дата обращения: 09.08.2016).

4. SunRav (официальный сайт компании). URL: http://sunrav.ru/ (дата обращения: 15.12.2016).

5. iSpring (официальный сайт компании). URL: www.ispring.ru (дата обращения: 12.01.2017).

УДК 372.881.111.22

МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ АКЦЕНТОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ПРИ УСВОЕНИИ РУССКИМИ ЛЕКСИКИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Корнев В.А., Дедова О.М., Кателина Л.С.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Воронеж, e-mail: mail@vrngmu.ru

В статье рассматривается проблема усвоения слов-интернационализмов в процессе изучения немецкого языка русскоязычными учащимися. Данная проблема мало изучена и требует дальнейших исследований в теоретическом и практическом плане. На основе анализа ошибок учащихся авторы приходят к выводу о необходимости при обучении произношению интернационализмов в немецком языке принимать во внимание прежде всего акцентологическую интерференцию родного языка учащихся. В результате обобщения обширного практического опыта предлагается серия рекомендаций для преподавателей немецкого и других иностранных языков. Данные рекомендации могут оказаться полезными не только в преподавании немецкого, но и иностранных языков вообще, а сделанные в статье наблюдения открывают перспективу для дальнейших исследований в области сравнительно-сопоставительной акцентологии.

Ключевые слова: соотносимые интернационализмы, акцентологическая интерференция, признак иноязычности, комплексное введение языкового материала

METHODS OF PREVENTION OF INTERFERENCE IN THE ASSIMILATION OF THE RUSSIAN INTERNATIONAL VOCABULARY OF THE GERMAN LANGUAGE

Kornev V.A., Dedova O.M., Katelina L.S.

Voronezh State Medical University n.a. N.N. Burdenko, Voronezh, e-mail: mail@vrngmu.ru

The article deals with the problem of assimilation of words, internationalisms in the process of learning the German language for Russian-speaking students. This problem is poorly understood and requires further research in theoretical and practical terms. Based on the error analysis of the students the authors come to the conclusion that when learning the pronunciation of internationalisms in German language to take into account first of all accentological interference of students‘ native language. As a result of generalization of extensive practical experiences are presented with a series of recommendations for teachers of German and other foreign languages. These recommendations can be useful not only in teaching German and foreign languages in General, and in article observations offer the prospect for further research in the field of comparative accentology.

Keywords: correlated internationalisms, akcentologija interference, the sign of invasionist, a comprehensive introduction of the language material

Весьма распространённым является мнение, согласно которому интернационализмы не вызывают особых трудностей в понимании при чтении и аудировании, и сходство в графической и звуковой форме слова с соответствующим словом родного языка является одним из условий, способствующих пониманию незнакомых слов при чтении.

Утверждения такого рода обусловили определённую учебно-методическую пассивность преподавателей-практиков и методистов: методисты безоговорочно включают интернационализмы в потенциальный словарный запас, а преподаватели исключают их из языкового материала, предусмотренного для введения и объяснения. В действительности же овладение интернационализмами связано с рядом трудностей лингвометодического характера.

Дело в том, что интернациональные слова в русском и изучаемом языках подвергаются определённой фонетической ассимиляции, которая заключается в подчинении этих интернационализмов фонетическим нормам и закономерностям звукового строя соответствующего языка [6].

Соотносимые интернационализмы русского и изучаемого языков сохраняют в значительной мере звуковое сходство, что объясняется их генетической общностью: они представляют собой морфологические варианты одних и тех же слов, однако при сравнении интернационализмов этих двух языков можно говорить лишь об относительном фонетическом сходстве, так как во многих случаях наблюдаются расхождения в произношении. Из данных, полученных в результате наблюдения за учебным процессом и анализа типичных ошибок, вытекает необходимость принимать во внимание прежде всего акцентологическую интерференцию родного языка при произношении интернационализмов в немецком языке [2].

При конкуренции двух акцентологических тенденций в современном немецком языке – старой, характеризующейся ударением на первом слоге, и новой, допускающей ударение на любом слоге слова, большинство исконных слов немецкого языка

оформляется по старой акцентологической модели.

Наличие двух акцентологических моделей в немецком языке делает возможным как сохранение иноязычного ударения в интернационализмах, так и его передвижение на другой слог (обычно на первый). Возможность постановки ударения не на первом слоге не нарушает акцентологическую структуру немецкого языка, однако проявляется как акцентологический признак иноязычности на фоне исконно немецких слов с ударением на первом слоге.

В русском языке, с его свободным ударением, интернационализмы обычно сохраняют своё изначальное ударение, которое, в отличие от немецкого языка, не является акцентологическим признаком иноязычности [4].

Акцентологический анализ интернационализмов немецкого и русского языков показывает, что в немецком языке существует ярко выраженная тенденция акцентологической ассимиляции интернациональных слов, что обычно заключается в переносе ударения на первый слог, например Pólitik, Métro, Défizit, в то время как в русском языке передвижение ударения наблюдается значительно реже, чем в немецком. Различный характер постановки ударения в немецком и русском языках приводит к тому, что соотносимые интернационализмы обоих языков часто имеют различный акцентологический облик.

При обучении немецкому языку наблюдается акцентологическая интерференция родного языка, проявляющаяся в том, что ударение в словах-интернационализмах в родном языке переносится на соответствующие слова в немецком языке, что нарушает фонетическую норму немецкого языка [3].

Семантическое сходство соотносимых интернационализмов отвлекает внимание от акцентологических особенностей этих слов. Восприятие в иноязычном тексте слов, известных из родного языка, вызывает соответствующую ассоциацию и актуализируется по аналогии в положительном плане (при совпадении ударения) или ведёт к ошибке (в случае несовпадения ударения).

Отрицательная акцентологическая интерференция при изучении русскими немецкого языка наблюдается в следующих случаях:

а) в существительных с ударным суффиксом -ik, так как соответствующие интернациональные слова русского языка с суффиксом -ика имеют ударение обычно на 3-м слоге от конца: Republík – респу́блика; Politík – поли́тика; Mathematík – матема́тика;

б) в существительных с ударным суффиксом -íe, так как соответствующие интернациональные слова в русском языке с суффиксом -ия имеют ударение на предпоследнем слоге: Chemíe – хи́мия; Industríe – инду́стрия; Melodíe – мело́дия;

в) в интернациональных словах немецкого языка с ударным суффиксом -tión, так как соответствующие им слова в русском языке с суффиксом -ция имеют ударение на 3-м слоге от конца: Revolutión – револю́ция; Demonstratión – демонстра́ция; Redaktión – реда́кция;

г) в интернациональных именах прилагательных с безударным суффиксом -isch, так как соответствующие ему суффиксы в русском языке -ичный, -ический находятся под ударением: sozialístisch – социалисти́ческий; téchnisch – техни́ческий; enérgisch – энерги́чный;

д) в сложных интернациональных словах немецкого языка, так как ударение в них падает на первый компонент, в то время как в русских сложных словах ударение падает на второй: Kapéllmeister – капельме́йстер; Trólleybus – тролле́йбус; Póliklinik – поликли́ника.

Приведём также список часто употребляемых простых и производных слов-интернационализмов немецкого и русского языков с обозначением нормативного ударения:

Dómino – домино́, Kíno – кино́, Repórter – репортёр, Sófa – софа́, Augúst – а́вгуст, Jánuar – янва́рь, Kaléndеr – календа́рь, Pérlon – перло́н, Polizéi – поли́ция, Solidarität – солида́рность, Stádion – стадио́н, Symból – си́мвол, Expórt – э́кспорт, Hóckey – хоккей, Impórt – и́мпорт, interessánt – интере́сный, Konditoréi – конди́терская, kulturéll – культу́рный, Móped – мопе́д, Philológe – фило́лог, Philosóph – фило́соф, Akkórdeon – аккордеон, Déficit – дефици́т, Despót – де́спот, Kathéder – ка́федра, Kórridor – коридо́р, Orgán – о́рган, Periódе – пери́од, Redaktéur – реда́ктор, Táxi – такси́, Álbum – альбо́м, Atóm – а́том, Bibliothekár – библиоте́карь, Bóxer – боксёр, Fotográf – фото́граф, Pártner – партнёр, Túnnel – тунне́ль.

Имена собственные Jóhann Wolfgang Goethe – Иога́нн Вольфганг Гёте, Wílhelm Cónrad Röntgen – Вильгельм Конрад Рентге́н, Ludwig van Béethoven – Людвиг ван Бетхо́вен, Rosa Lúxemburg – Роза Люксембу́рг, Wílhelm Tell – Вильге́льм Телль, Napóleon – Наполео́н, Léopold – Леопо́льд и географические названия Ámsterdam – Амстерда́м, Báyrische Alpen – Бава́рские Альпы, Dónau – Дуна́й, Hólland – Голла́ндия, Jápan – Япо́ния, Káukasus – Кавка́з, Léningrad – Ленингра́д, Líechtenstein – Лихтенште́йн, Lúxemburg – Люксембу́рг, Móskau – Москва́, Níederlanden – Нидерла́нды, Pétersburg –

Петербу́рг, Sófia – Софи́я, Tschechoslowakéi – Чехослова́кия имеют в русском и немецком языках различный акцентологический облик.

Целый ряд интернациональных слов имеет акцентологические варианты.

Акцентологические варианты слова – это варианты, различающиеся местом ударения. Акцентологическая вариантность представляет собой определённый, ограниченный временем этап в развитии языковой нормы, хотя период действия вариантности может быть очень длительным.

Сосуществование внутри нормы двух вариантов является лишь моментом процесса развития данной нормы, развития, которое на последующем этапе должно привести к закреплению одного и вытеснению другого варианта (или путём дифференциации вариантов).

Как показал анализ акцентологических вариантов, вытесняются обычно неассимилированные варианты, закрепляется же вариант ассимилированный, то есть с ударением на первом слоге, ср.:

I вариант	II вариант	Русский эквивалент
Féstival	Festivál	фестива́ль
Héktar	Hektár	гекта́р
Ínterview	Interviéw	интервью́
Káffe	Kaffée	ко́фе
Mótor	Motór	мото́р
Ózean	Ozeán	океа́н

Исследованиями, проводимыми с целью определения типичных трудностей при усвоении слов-интернационализмов [1], установлено, что существенными являются следующие.

Репродуктивного характера:

1) озвучивание слов-интернационализмов при чтении;

2) при устном воспроизведении;

3) письменное воспроизведение.

Рецептивного характера:

1) понимание при чтении «про себя»;

2) при чтении вслух;

3) при аудировании со зрительной опорой на текст;

4) понимание без опоры на текст.

При этом доминирующим является влияние фонетических ошибок.

Так, ошибки в понимании интернациональных слов при чтении текста «про себя» возникают в ряде случаев под влиянием неправильного звукового восприятия слова и словосочетания.

При восприятии в тексте слов-интернационализмов, не вводившихся с предварительным объяснением значения, правил чтения и произношения, обучающиеся не понимают от 49 до 52 % имён существительных и от 19 до 23 % имён прилагательных, оканчивающихся на -isch.

В то же время наблюдается, что количество ошибок при аудировании аналогичного текста резко возрастает: при первичном восприятии такого текста на слух обучающиеся не понимают до 90 % слов-интернационализмов, не вводившихся специально, и до 60 % слов-интернационализмов имён прилагательных, оканчивающихся на -isch.

На основе этих данных, полученных в результате наблюдения за учебным процессом и путём специального опроса обучающихся, можно сформулировать следующие выводы лингводидактического характера.

1. Слова-интернационализмы подлежат регулярному комплексному введению и включению в систематический тренинг с целью овладения ими в рецептивном и продуктивном плане.

2. Введение интернациональных слов в состав словосочетаний значительно эффективнее для формирования умений нормативного произношения и чтения, чем введение отдельных слов в исходных формах.

3. Комплексное введение языкового материала предполагает:

а) сообщение обучающимся систематизирующего правила, обобщающего аналогичные случаи (например, ударение существительных на -ik, -tion, -ie и прилагательных на -isch);

б) сообщение обучающимся систематизирующе-контрастивного правила, обеспечивающего фонетическое, лексическое и грамматическое соотнесение данных интернационализмов с адекватными интернационализмами родного языка (например, соответствие суффикса -isch русским суффиксам -ичный, -ический);

в) тренинг в чтении и произношении всех гласных и согласных в ударных и безударных слогах слов-интернационализмов;

г) тренинг в чтении, произношении и написании слов-интернационализмов в составе сложных слов и словосочетаний.

4. Интернационализмы – имена прилагательные вызывают при аудировании меньше затруднений в понимании, чем при чтении. Обучающиеся допускают меньше ошибок в понимании интернационализмов – имён прилагательных, чем существительных.

5. При чтении «про себя» обучающиеся допускают меньше ошибок в понимании слов-интернационализмов, осмысленных в родном языке, чем при аудировании текста, начитанного в соответствии с нормами произношения.

Данные рекомендации, как мы надеемся, могут оказаться полезными не только в преподавании немецкого, но и иностранных языков вообще.

Так, ударение как в испанском, так и в русском языках является существенным фонологическим фактором для различения лексем и словоформ (что связано с его подвижностью, а не фиксированностью): cortes – cortés; ira – irá; libro – libró; calle – callé; за́мок – замо́к, му́ка – мука́; на́шу – ношу́.

В русской ритмической структуре ударный слог объединяет вокруг себя, как бы подчиняя, неударные, что приводит к их некачественной и качественной редукции. Накладываясь на речевую цепь, русское ударение обусловливает качество сегментных единиц – гласных и выполняет тем самым функцию фонеморазличения д[о]м – д[а]ма́ – д[ъ]мовой, что не свойственно испанскому.

В русском языке нельзя определить место ударения в слове, предварительно не зная звучания этого слова. Русское ударение нефиксированное, оно является индивидуальным признаком слова.

Ударение в испанском языке можно рассматривать как относительно фиксированное.

В одних словах оно может падать на последний слог (palabras agudas: profesor); этим объясняется неправильная постановка ударения в словах шахматы́ – 26,1%, птица́ – 17,1%, автобу́с – 35,7%.

В других – на предпоследний (palabras llanas: muchacha): ра́сска з – 37,5%, мо́лчать – 27,7%, спо́ртзал, сту́дент – 14,3%. Это наиболее распространённый ударный слог в испанских словах; в большинстве слов, оканчивающихся на гласный, ударение также падает на предпоследний слог, отсюда ошибки: жи́ву – 14,3%, ули́ца – 17,2%, шахма́ты – 18,8%, цели́на – 31,3%, аудитори́я – 42,9%.

В третьей группе испанских слов ударение падает на третий и т.д. слог от конца (palabras esdrújulas и sobreesdrújulas): ко́смонавт – 14,3%, це́лина – 26,7%, ка́лина – 27%.

Дифференциальными признаками как русского так и испанского ударений является их квантитативно-динамический характер, то есть интенсивность и долгота. В испанском языке роль основного признака отводится динамическому усилению ударного слога, а длительность рассматривается как сопутствующий. В русском долготный признак является основным, а интенсивность – сопутствующим.

В практике преподавания указание на длительность произнесения русского ударного слога часто оказывается более эффективным, чем подчёркивание силы произнесения, которая может восприниматься учащимися как обыкновенная громкость.

Выполняя коммуникативную функцию, интонация в русском и испанском языках является основным средством оформления четырех основных типов (вопрос общий и специальный, повествование завершенное и незавершенное, побуждение, восклицание) высказываний. В результате сопоставления мелодических единиц, используемых для оформления различных коммуникативных типов высказываний, выяснилось, что они могут быть расположены следующим образом в порядке возрастания различий между ними: завершённое повествование; специальный вопрос; незавершённое повествование; общий вопрос. При оформлении последнего соотношение мелодических уровней в обоих языках оказывается диаметрально противоположным.

В испанском языке тон и ударение могут не совмещаться; например (в определенных типах высказываний) происходит повышение тона на конечных заударных слогах. Мелодический уровень начала в испанском языке всегда зависит от места ударения в первом слове. В русском языке как предударные, так и послеударные (то есть вообще безударные) слоги по интонации нейтральны, они «выравниваются» на среднюю линию, а все движения тона связаны с «ударностью». Экспрессивная функция (оформления и различения смысловой важности частей высказывания) интонации в русском языке имеет бо́льшую фонологическую нагрузку, чем в испанском.

Данные наблюдения открывают перспективу для дальнейших исследований в области сравнительно-сопоставительной акцентологии.

Список литературы

1. Антонова Н.В., Шмелева Ж.Н. Интерференция при обучении иностранному языку и способы ее преодоления // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной заочной научной конференции. (Красноярск, 15 октября 2015 г.). – Красноярск, 2015. – С. 167–170.

2. Дедова О.М., Корнев В.А., Кателина Л.С. Акцентологическая интерференция в семантическом поле интернациональной лексики в немецком и русском языках // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – Тамбов: Грамота. – 2016. – № 12 (66): в 4-х ч. Ч. 3. – С. 97–99.

3. Ергазина А.А., Успанова Д.Ж. Лингвокультурологическая интерференция как коммуникативная помеха в процессе межкультурной коммуникации // Актуальные проблемы филологии: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2016 г.). – Краснодар: Новация, 2016. – С. 136–138.

4. Крутобережская А.С., Солдатова Я.В. Интерференция как объект исследования психолингвистики // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2015. – № 7. – С. 53–56.

5. Рогозная Н.Н., Заманстанчук Д.Э. Интонация как объект лингвистической интерференции // Вестник Бурятского государственного университета. – 2014. – № 10 (4). – С. 49–56.

6. Щукина О.В. Различия в функционировании гласных фонем в русском и французском языках как фактор фонетической интерференции // Проблемы преподавания филологических дисциплин иностранным учащимся: материалы IV-ой Международной научно-методической конференции. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – С. 206–210.

УДК 378.147:51-74

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ДВУЯЗЫЧНЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРОГРАММ МЕЖДУНАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Краснощеков В.В., Галунова К.В., Семенова Н.В.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, e-mail: victor@imop.spbstu.ru

Развитие процесса интернационализации высшей школы привело к росту числа обучающихся международных образовательных программ. Среди них немалую долю составляют программы на иностранных языках, прежде всего на английском. Проведен краткий анализ иноязычных программ, реализуемых в вузах России. Актуальной становится проблема разработки методического обеспечения дисциплин нефилологического профиля иноязычных программ. Выявлено три группы программ, для которых возможно и необходимо применение билингвального методического обеспечения по математике. Это предмагистерские программы для иностранных студентов, гибкие адаптационные образовательные программы для иностранных студентов основных образовательных программ на русском языке и международные образовательные программы бакалавриата, реализуемые в российских вузах. Разработка пособий по вузовским курсам математики ведется на основе теории обучения на неродном языке А.И. Сурыгина. Также привлекаются некоторые положения, разработанные для билингвальных средних школ и для подготовки педагогов для таких школ.

Ключевые слова: интернационализация высшей школы, международные образовательные программы, преподавание математики, билингвальные учебные пособия

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF BILINGUAL TEXTBOOKS FOR MATHEMATICAL DISCIPLINES OF INTERNATIONAL EDUCATION PROGRAMS

Krasnoschekov V.V., Galunova K.V., Semenova N.V.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, e-mail: victor@imop.spbstu.ru

The development of higher school internationalization process has led to increase in the number of students of international educational programs. Among them, there are the considerable proportion of programs in foreign languages, especially in English. The brief analysis of foreign-language programs in Russian universities was done. The problem of the development of methodical maintenance of disciplines of non-philological profile of foreign-language programs becomes current. It was revealed three groups of programs, for which it is possible and necessary to use bilingual methodical support in mathematics. They are: pre-master programs for foreign students, and flexible adaptation educational programs for foreign students of basic educational programs in Russian, and international educational undergraduate programs implemented in Russian universities. Developing of textbooks for high school courses of mathematics is based on the theory of learning in foreign language created by A.I. Surygin. Some of the provisions designed to bilingual secondary schools and training of teachers for such schools are involved also.

Keywords: internationalization of higher school, international education programs, teaching of mathematics, bilingual textbooks

Развитие международного образования является следствием интернационализации вузов, ответом на вызовы, порожденные глобализацией мировых процессов [17]. Только в интернационализированном вузе достигается тот уровень качества подготовки выпускников, который делает их конкурентоспособными на мировом рынке труда [19]. «Студенты (выпускники) являются основными бенефициарами результатов интернационализации, получая возможность качественного образования, отвечающего современным тенденциям и обеспечивающего их знаниями и навыками жизни и трудовой деятельности в условиях высоко глобализированного и поликультурного мира» [16, с. 8].

Международные образовательные программы (МОП) являются как одним из плодов интернационализации вуза, так и одним из главных факторов ее развития [19]. В литературе большое внимание уделяется различным аспектам обеспечения организации, функционирования и качества МОП [21], однако вопросы методического обеспечения таких программ остаются в стороне от внимания исследователей. Исключение составляет проблематика изучения русского языка как иностранного, рассмотрение которой выходит за рамки настоящей работы.

Следует отметить, что из рассмотрения исключены также хорошо поддерживаемые методически программы предвузовской подготовки, а именно программы подготовки иностранных граждан для освоения основных образовательных программ на русском языке. Это исключение сделано по ряду связанных причин. Во-первых, как

следует из расширенного названия программ, основной их целью является подготовка к освоению программ на русском языке, поэтому, несмотря на существование билингвальных пособий, например [14, 15], их применение в качестве основных учебных пособий вызывает обоснованные сомнения. Во-вторых, Минобрнауки России определило требования к освоению таких программ, не оставляющих место для билингвальной подготовки [29]. В-третьих, уровень самосознания и способности к самообразованию обучающихся по программам предвузовской подготовки низок, поэтому использование билингвальных пособий демотивирует иностранцев к изучению предметной лексики на русском языке. В свое время большой популярностью пользовались билингвальные и мультилингвальные словари, например [11, 18, 26], но в настоящее время в связи с развитием электронных средств коммуникации необходимость в них практически отпала. Кроме того, электронные образовательные ресурсы на английском языке в виде учебников для изучения школьной и вузовской математики приведены на сайте Томского политехнического университета (ТПУ). Их декларируемое назначение – методические пособия для освоения подготовительных и основных образовательных программ на английском языке [30].

Таким образом, рассматриваются 3 типа программ международного образования, для которых необходима разработка билингвального методического обеспечения. Эти программы различаются и по характеристикам контингента обучающихся, и по целям подготовки.

Во-первых, это программы предмагистерской подготовки. Предмагистерские программы для иностранных студентов начали развиваться в ведущих университетах мира с 1990-х годов. Подробный обзор целей, задач и содержания таких программ дан в работах специалистов ТПУ [12, 13]. Необходимость общекультурной и общепрофессиональной подготовки на предмагистерском этапе связана с возможными различиями в требованиях к уровню бакалаврской подготовки, существующими в университетах разных государств. В особенности это справедливо для вузов развивающихся стран, выпускники бакалавриата которых стремятся к обучению в магистратуре вузов развитых стран. Запускать программы предмагистерской подготовки, рентабельно лишь в университетах, в которых число иностранных студентов велико, например более 1000. В России предмагистерские программы получили развитие в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ), где обучаются около 4000 иностранных студентов [23, 25].

Основой предмагистерской подготовки является индивидуализированная технология обучения [22], которая весьма затратна. Таким образом, финансирование предмагистерской подготовки осуществляется фактически за счет других образовательных программ. Целесообразность дополнительного финансирования состоит в том, что именно выпускники-магистры с наибольшей вероятностью войдут в научную или административную элиту своих стран, обеспечив расположение этих элит к России. Объем лексической и предметной подготовки по таким дисциплинам, как «Математика» и «Физика», весьма велик, поскольку покрывает содержание основных довузовских и вузовских курсов. Кроме того, высоки и способности к самообразованию предмагистров. Эти факторы делают возможным и необходимым применение билингвального методического обеспечения учебного процесса предмагистров.

Во-вторых, это гибкие адаптационные образовательные программы. Под гибкими адаптационными образовательными программами (ГАП) понимаются программы подготовки иностранных студентов на уровне бакалавра, реализуемые при освоении основных образовательных программ на русском языке с учетом протекания процессов адаптации. иностранного контингента. Цель ГАП достигается за счет внедрения специальных технологий подготовки и повышения степени индивидуализации обучения.

В ТПУ развивалась так называемая сквозная модель организации ГАП, состоящая в формировании отдельных групп иностранного контингента 1–2 курсов, объединяющих студентов одного либо близких направлений подготовки. Опыт реализации такой модели в СПбПУ показал практически полный отрыв иностранных студентов от обучающего института и их постепенную дезадаптацию к системе российской высшей школы. Поэтому получила развитие ступенчатая модель ГАП [2; 1]. Сущность ступенчатой модели состоит в формировании групп иностранных студентов только по блокам дисциплин. В результате анализа обучения иностранных студентов 1–2 курсов выявлено 2 блока дисциплин, освоение которых представляет особые трудности: математические и естественнонаучные дисциплины; гуманитарные и частично экономические дисциплины. Со временем в планы ГАП вошла летняя практика. Все, кто хоть когда-нибудь сталкивался с проблемой организации летней практики для иностранных студентов,

понимает, что поиск баз практики является почти непреодолимой преградой для выпускающей кафедры.

Для методического обеспечения ГАП идеально подходят билингвальные пособия, поскольку главной целью подготовки по сравнению с предвузовским этапом становится удовлетворение требований ФГОС, а цель обучения русскому языку становится вторичной. ГАП явились мощным средством привления иностранных студентов для обучения по основным образовательным программам в СПбПУ. К сожалению, в силу ряда объективных и субъективных причин подготовка по ГАП в СПбПУ постепенно сходит на нет.

В-третьих, это основные образовательные программы бакалавриата на английском языке. Число программ на английском языке в университетах неанглоговорящих стран существенно выросло за последние 15 лет, некоторые соображения по этому поводу можно найти в статье [4]. Эта тенденция не обошла и Россию.

По данным специального сайта «Study in Russia» с прекрасным интерфейсом [5], в настоящее время образовательные программы на иностранных языках по всем уровням и всем формам подготовки реализуют 22 университета. Только в 10 из них производится иноязычная подготовка по программам бакалавриата. Действительно, все еще действуют факторы, препятствующие развитию основных образовательных программ на иностранных языках в России [24]. 10 названных вузов реализуют 92 программы на иностранных языках, из них – одна на немецком, одна – трехлингвальная русско-англо-китайская, остальные 90 – билингвальные русско-английские. Абсолютное первенство держит Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» – 50 программ (54 % от общего числа), Балтийский федеральный университет им. И. Канта (15 программ) и Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» с филиалами (11 программ). То есть три ведущих в данном аспекте вуза закрывают почти 83 % предложений бакалавриата на английском в России. Следует оговориться, что 10 программ бакаалавриата из 92 следовало бы исключить – это программы лингвистических и филологических направлений, в упомянутых ведущих вузах таких программ только 3.

Таким образом, подавляющее большинство билингвальных программ не относятся к сфере лингвистики и филологии, а значит, требуют разработки специального методического обеспечения. Сложным для проверки является вопрос о мере билингвальности рассматриваемых программ. Часть из них позиционируется как «программы на английском и русском языках», т.е. являются билингвальными в полном смысле этого слова. Другие заявлены как программы на английском языке, но личное участие авторов в реализации таких программ показывает, что, по сути, они все равно являются билингвальными, поскольку реализуются в условиях русскоговорящей академической среды российского вуза. Действительно, во-первых, хотя иностранным студентам нет необходимости изучать русский язык для освоения дисциплин, но для повседневного общения, в том числе научного, понимания терминов знание русского языка на базовом уровне необходимо. Во-вторых, российские студенты, участвующие в освоении таких программ, неизбежно опираются на сформированные предметные компетенции на русском языке. Оба этих фактора свидетельствуют в пользу недостаточности методических пособий, изданных исключительно на английском языке, например [30]. Для методического обеспечения основных образовательных программ на английском языке требуются билингвальные учебные пособия.

В СПбПУ издано 13 русско-английских пособий по различным разделам высшей математики: линейной алгебре, аналитической геометрии на плоскости и в пространстве, введению в анализ, дифференциальному исчислению функции одной и нескольких переменных, интегральному исчислению, рядам, дифференциальным уравнениям. Здесь приведены ссылки только на 4 из них, которые получили грифы Учебно-методических объединений по университетскому образованию по разным направлениям подготовки бакалавров [7–9, 10], а также на пособие по теории вероятностей с параллельными текстами на русском и китайском языках [20].

Основой для разработки билингвальных пособий является методика, базирующаяся на теории обучения на неродном языке А.И. Сурыгина [28], хотя все положения теории А.И. Сурыгина сформулированы с ориентацией на теорию и практику предвузовской подготовки. В свете теории А.И. Сурыгина в работе [6] были сформулированы цели, задачи и принципы подготовки с использованием билингвальных пособий. Поскольку объектом исследования [6] были ГАП, сформулированные принципы нуждаются в корректировке. Другие авторы исходили из реалий функционирования билингвальных школ. Несмотря на многообещающее название, монография [3] дает в плане преподавания математики билингвам только рекомендации в виде практи-

ческих советов. В наиболее глубоком исследовании Л.Л. Салеховой [27] в области подготовки педагогов билингвальных школ вводится понятие билингвальной компетенции, формирование которой является одной из главных целей билингвального образования. Это понятие может быть положено и в основу методики билингвальной подготовки студентов по математике. Кроме того, Л.Л. Салехова среди принципов билингвального обучения, в целом носящих общедидактический характер, вводит заслуживающий внимания «принцип мотивации к развитию способности и готовности использовать иностранный язык в специальных целях, к участию в международных образовательных проектах, к продолжению образования с использованием иностранного языка» [27]. Этот принцип полностью соответствует целям билингвального образования студентов и должен быть положен, в частности, в основу разработки методического обеспечения билингвальной подготовки по математике.

Выводы

Исследование билингвального образования в области математики является актуальной проблемой в связи с развитием интернационализации вузов. Принципы и методики разработки методического обеспечения математических дисциплин биилингвальных программ нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

Список литературы

1. Абу-Хаттаб А.Х., Алексанков А.М., Краснощеков В.В. Проектирование и реализация гибких адаптационных программ для иностранных студентов // Международное образование и сотрудничество. Т. 1. – М.: МАДИ. – 2015. – С. 5–9.

2. Алексанков А.М., Краснощеков В.В. Модели организации гибких адаптационных образовательных программах для иностранных студентов // Актуальные вопросы обучения иностранных студентов. – СПб., Изд-во Политехн. ун-та. – 2014. – С. 210–221.

3. Алиев Р. Билингвальное образование. Теория и практика / Р. Алиев, Н. Каже. – Рига, RETORIKA A. – 2005. – 384 с.

4. Брэдфорд А. Внедрение англоязычных образовательных программ // Международное высшее образование. – 01.09.16. – URL: http://ihe.nkaoko.kz/archive/291/2500/.

5. Высшие учебные заведения // Study in Russia. – URL: http://studyinrussia.ru/study-in-russia/universities/ (дата обращения: 04.02.2017).

6. Галунова К.В., Краснощеков В.В., Сурыгин А.А. Математические курсы в гибких адаптационных образовательных программах подготовки иностранных студентов // Актуальные вопросы обучения иностранных студентов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – 2014. – С. 114–127.

7. Галунова К.В. Математика. Дифференцирование функций нескольких переменных = Calculus. Multivariable Differentiation / К.В. Галунова, В.В. Краснощеков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 108 с.

8. Галунова К.В. Математика. Интегрирование функций одной переменной = Single Variable Calculus. Integration / К.В. Галунова, В.В. Краснощеков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 106 с.

9. Галунова К.В. Математика. Дифференцирование функций одной переменной = Single Variable Calculus. Differentiation / К.В. Галунова, В.В. Краснощеков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 100 с.

10. Галунова К.В. Высшая математика. Основы линейной алгебры = Higher Mathematics. Fundamentals of Linear Algebra / К.В. Галунова, В.В. Краснощеков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 118 с.

11. Гаршин А.П. Русско-англо-арабо-французский словарь биологических терминов / А.П.Гаршин, А.Х. Абу-Хаттаб. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2011. – 32 с.

12. Гузарова Н.И., Кашкан Г.В., Шахова Н.Б. Предмагистерская подготовка иностранных граждан // Высшее образование в России. – 2013. – № 2. – С. 84-89.

13. Гузарова Н.И., Кашкан Г.В. Становление и развитие программы предмагистерской подготовки выпускников зарубежных университетов: из опыта подготовительного отделения томского политехнического университета // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 5–4. – С. 660–665.

14. Иванова М.А. Вводный курс математики / М.А. Иванова, Н.Д. Шаглина. – СПб.: Изд-во Нестор, 2009. – 37 с.

15. Иванова М.А. Математика. Векторы: методические указания / М.А. Иванова, Н.Д. Шаглина. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2012. – 23 с.

16. Императивы интернационализации / Отв. ред. М.В. Ларионова, О.В. Перфильева – М.: Логос, 2013. – 420 с.

17. Интернационализация высшего образования: тенденции, стратегии, сценарии будущего/ М.Л. Агранович, И.В. Аржанова, В.А. Галичин и др. – М., Логос, 2010. – 280 с.

18. Карманный минимальный словарь математических терминов (русско-китайский словарь для подготовительных факультетов) / М.А. Иванова, Н.Д. Шаглина, Гао Вэйцянь, В.К. Жаров. – М.: Янус-К, 2003. – 136 с.

19. Краснощеков В.В. В.В. Интернационализация вуза как фактор повышения качества выпускника // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6–5. – С. 1045–1048.

20. Краснощеков В.В. Математика. Теория вероятностей и математическая статистика: практикум / В.В. Краснощеков, Н.В. Семенова, Ван Цзюньтао. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 114 с.

21. Краснощеков В.В. Основы проектирования и реализации международных краткосрочных образовательных программ / В.В. Краснощеков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 90 с.

22. Краснощеков В.В. Метод презентаций в предмагистерской подготовке иностранных студентов // Исследование различных направлений развития психологии и педагогики. – Уфа: Аэтерна. – 2015. – С. 166–171.

23. Краснощеков В.В., Рудь В.Ю. Опыт организации и обучения иностранных граждан по программе предмагистерской подготовки в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого // Вестник ТулГУ. Серия Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. Выпуск 14. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2015. – С. 26–29.

24. Краснощеков В.В., Мазуренко А.В. Развитие европейских программ академической мобильности и совместных программ Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 2–2. – С. 249–258.

25. Краснощеков В.В., Рудь В.Ю. Проблемы развития программ предмагистерской подготовки иностранных студентов и пути их решения // Актуальные вопросы международной деятельности. Т. 2. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – 2016. – С. 299–308.

26. Лексический минимум математических терминов на русском, английском и китайском языках/ Сост. В.К. Жаров, И.А. Климова. – М.: Янус-К, 2002. – 136 с.

27. Салехова Л.Л. Дидактическая модель билингвального обучения математике в высшей педагогической школе: дис.… д-ра пед. наук. – Казань, 2008. – 447 с.

28. Сурыгин А.И. Основы теории обучения на неродном языке / А.И. Сурыгин. – СПб.: Златоуст. – 2000. – 235 с.

29. Требования к освоению дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных граждан и лиц без гражданства к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке. Утверждены Приказом Минобрнауки России от 3 октября 2014 г. № 1304. – URL: http://www.rg.ru/2014/12/03/trebovaniya-dok.html (дата обращения: 03.02.2017).

30. Учебные пособия и приложения к ним (на англ. яз.) // Корпоративный портал ТПУ. – URL: http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KONVAL/Textbooks (дата обращения: 04.02.2017).

УДК 378.046.4

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ

Лаврова Е.В., Асриев С.А.

Смоленский филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ», Смоленск, e-mail: gmu@smol.ranepa.ru

Статья посвящена рассмотрению проблем совершенствования подготовки, переподготовки и повышения квалификации государственных служащих. Авторы рассматривают механизмы реализации государственной кадровой политики, уделяют внимание прогнозированию кадровых изменений, определению новых тенденций в кадровых процессах, определению потребности в кадрах на федеральном и субъектном уровнях, внесению научно-практических рекомендаций по своевременной корректировке кадровой политики и кадровых программ. В статье представлены результаты исследования потребностей государственных служащих Смоленской области в повышении квалификации. Авторы выделяют типологические группы государственных служащих в зависимости от их восприятия и оценки профессиональной самореализации и с учетом данной типологизации предлагают рекомендации по их профессиональному развитию. Авторы делают вывод о том, что учебно-методический механизм реализации государственной кадровой политики требует использования современных отечественных и зарубежных инновационных методик профессиональной подготовки и переподготовки кадров для государственной службы.

Ключевые слова: государственное управление, государственный служащий, общество, система подготовки кадров, профессиональная подготовка кадров, экономическая целесообразность, коррумпированность, профессиональная самореализация

PROBLEMS OF TRAINING OF PROFESSIONAL PERSONNEL FOR PUBLIC ADMINISTRATION

Lavrova E.V., Asriev S.A.

Smolensk branch of The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Smolensk, e-mail: lavrova@sibe.ru; a.s.a58@mail.ru

The article considers the problems of improving the training, retraining and advanced training of government officials. The authors examine the mechanisms of realization of the state personnel policy, pay attention to forecasting staff changes, identification of new trends in the staffing processes, the definition of staffing requirements at the federal level and region, making scientific and practical recommendations for the timely adjustment of personnel policy and personnel programs. In the article, researchers present the results of the research needs of the government officials of the Smolensk region in professional development. The authors identify the typological group of government officials depending on their perception and evaluation of professional self-realization, and taking into account the typology of the offer for their professional development recommendations. The authors conclude that the educational and methodical mechanism for the implementation of personnel policy is inconceivable without the use of modern domestic and foreign innovative methods of training and retraining of personnel for public administration.

Keywords: public administration, government official, society, education system, personnel training, economic feasibility, corruption, professional self-realization

Среднее сословие, к которому принадлежат государственные чиновники, представляет собой средоточие государственного сознания и выдающейся образованности. Поэтому оно и является главной опорой государства.

Г.В. Гегель

Сегодня общество испытывает недостаток профессионально подготовленных управленческих кадров как на федеральном, региональном, так и на муниципальном уровне, и, как никогда, возрастает роль образования государственных и муниципальных служащих, которое должно обеспечить подготовку специалистов, обладающих высоким уровнем ответственности перед обществом с позиций социальной значимости принимаемых решений, готовых осваивать современные подходы в профессиональной деятельности.

Развитие кадрового потенциала государственной и муниципальной службы, соответствующего потребностям современного общества, является важнейшим фактором эффективной реализации стратегии социально-экономического развития Российской Федерации, в связи с тем, что именно от уровня профессиональной подготовки зависит эффективность деятельности органов управления [7, с. 163].

Предпосылкой эффективной деятельности в современных социально-экономических условиях является соответствие профессионального уровня государственных и муниципальных служащих потребностям

времени и характеру решаемых задач. На обеспечение этого должна быть направлена система подготовки государственных и муниципальных служащих [5, с. 65].

Существующие механизмы реализации государственной кадровой политики современности государственного управления являются значимыми проблемами в силу их актуальности. Сегодняшняя государственная служба нуждается в росте уровня профессионализма ее кадрового состава. Такой рост можно обеспечить, с одной стороны, благодаря формированию кадрового состава через подбор, отбор и назначение на должность, а с другой стороны, – через профессиональное развитие наличного кадрового состава органов государственной службы [1, с. 101]. Кадровая политика становится все более важным и значимым фактором эффективного управления.

В настоящее время существует несколько основных подходов к определению сущности механизма кадровой политики.

Сущность механизма кадровой политики определяют как систему кадровой деятельности, которая направлена на кадровое обеспечение административной реформы государственной гражданской службы.

Современное законодательство о государственной службе России представлено Федеральным законом «О системе государственной службы Российской Федерации» от 27 мая 2003 г. № 58-ФЗ. Государственную гражданскую службу Российской Федерации регулирует Федеральный закон «О государственной гражданской службе Российской Федерации» от 27 июля 2004 г. № 79-ФЗ. Указами Президента Российской Федерации утверждены положения, в том числе о дополнительном профессиональном образовании. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 сентября 2016 года № 1919-р утверждена «Дорожная карта» по реализации Основных направлений развития государственной гражданской службы Российской Федерации на 2016–2018 годы [10], где во втором разделе определены пути совершенствования системы профессионального развития гражданских служащих, повышение их профессионализма и компетентности.

Особое внимание здесь должно уделяться прогнозированию кадровых изменений, определению новых тенденций в кадровых процессах, определению потребности в кадрах на федеральном и субъектном уровнях, внесению научно-практических рекомендаций по своевременной корректировке кадровой политики и кадровых программ. Важную роль в реализации данных задач должны сыграть научные центры, аспирантуры и докторантуры высших учебных заведений, занимающиеся подготовкой научных кадров, профессиональной переподготовкой и повышением квалификации государственных служащих [6, с. 232].

Значимым в учебно-методическом механизме при осуществлении кадровой политики в России является профессиональное развитие кадров государственной и муниципальной службы, в том числе профессиональная переподготовка, повышение квалификации и стажировка. В настоящее время просматривается тенденция снижения общего уровня профессионализма кадров. В этой связи Указом Президента РФ от 11 августа 2016 года № 403 определены основные направления развития государственной гражданской службы Российской Федерации на 2016–2018 годы [13], а Распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 сентября 2016 года [10] утверждена так называемая «Дорожная карта» по реализации Указа Президента РФ, в которой предусмотрено изменение принципов организации дополнительного профессионального образования, отказ от обязательного проведения обучения гражданских служащих в форме повышения квалификации не реже одного раза в 3 года, совершенствование перечня оснований для направления гражданских служащих на обучение.

Таким образом, достижение новых требований в подготовке государственных и муниципальных служащих возможно только в системе непрерывного образования, с применением инновационных методов обучения. Отличительной особенностью инновационных методов обучения является, во-первых, то, что обучение должно проводиться в ситуациях, максимально приближенных к реальным, во-вторых, должно осуществляться не только обобщение знаний, но и наработка практических навыков, и, в-третьих, формироваться качественно новая мотивация обучения в эмоционально насыщенном процессе коллективного созидания (межролевое общение увеличивает разнообразие мотивов, а также стимулирует к совместному принятию решений) [5].

Независимо от того, как организовано непрерывное образование государственных и муниципальных служащих, основа и качество профильных знаний закладывается, безусловно, вузом.

Особую роль в подготовке и переподготовке кадров государственных служащих играют высшие учебные заведения, и в первую очередь Российская Академия народного хозяйства государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС).

Учебно-методический механизм реализации государственной кадровой политики немыслим без использования современных отечественных и зарубежных инновационных методик профессиональной подготовки и переподготовки кадров, повышения квалификации, которые позволили бы использовать в учебном процессе самые передовые формы и методы обучения.

Значимость РАНХиГС и ее филиалов в подготовке профессиональных кадров подтверждена Национальным планом противодействия коррупции на 2016–2017 годы (утв. Указом Президента РФ от 1 апреля 2016 г. № 147), который предусматривает разработку с привлечением иных научных и образовательных организаций и при участии Управления Президента Российской Федерации по вопросам противодействия коррупции научно-практического пособия «Функции подразделений федеральных государственных органов (органов субъектов Российской Федерации) по профилактике коррупционных и иных правонарушений» для повышения квалификации государственных служащих, в должностные обязанности которых входит участие в противодействии коррупции, а также ежегодное проведение учебно-методических семинаров для педагогических работников образовательных организаций, осуществляющих реализацию образовательных программ по антикоррупционной тематике, по программе, согласованной с Администрацией Президента.

В Послании Президента РФ В.В. Путина Федеральному собранию от 1 декабря 2016 года сказано, что «Ни должности, ни былые заслуги не могут быть прикрытием для нечистых на руку представителей власти».

«Борьба с коррупцией – это не шоу, она требует профессионализма, серьезности и ответственности. Только тогда она даст результат, получит осознанную, широкую поддержку со стороны общества».

Кто готовит эти кадры? Российское законодательство, в период становления государственной службы современной России, позволило это делать многим высшим учебным заведениям, в том числе и на региональном уровне. Пытаясь угнаться за конъюнктурой рынка, вузы организовали подготовку кадров для государственной и муниципальной службы на платной основе. Профессорско-преподавательский состав, привлеченный для этого, имеет, как правило, высокие теоретические знания и высокий статус в обществе, научные и ученые звания. В процессе учебы они дают будущим чиновникам хорошую теоретическую базу, но не дают самого главного – практического опыта, т.к. редко кто из состава педагогов имеет личный опыт прохождения государственной службы, и в первую очередь государственной гражданской службы, как основного вида государственной службы в управлении государством. Поэтому, делая свой выбор в пользу таких вузов, студенты, закончив обучение, например, по направлению «Государственное и муниципальное управление», обладают слабыми практическими навыками в принятии управленческих решений, что в свою очередь влечет за собой в конечном итоге недовольство общества состоянием дел в том или ином муниципальном образовании.

По результатам проведенного исследования государственных служащих Смоленской области был сделан вывод, что для 55 % из них необходимо дополнительное профессиональное образование. Следует также отметить, что уровень своей профессиональной подготовки государственные служащие оценивают как высокий (43 %) и средний (49 %), а потребность в дополнительном образовании связывают с потребностью в личностном росте (45 %) и профессиональной необходимостью (42 %). Причем осознание потребности в дополнительном профессиональном образовании находится в прямой зависимости от уровня профессиональной самооценки государственных служащих, то есть чем более высокая профессиональная самооценка государственных служащих, тем более они являются требовательными к уровню своей профессиональной подготовки. Кроме того, следует учитывать тот факт, что государственная служба является одним из наиболее «деформирующих» и психотравмирующих личность видов профессиональной деятельности, в условиях которой на человека воздействуют не только функционально-профессиональные факторы, но и организационная регламентация деятельности [11, с. 125].

В зависимости от восприятия и оценки профессиональной самореализации были выделены следующие типологические группы государственных служащих и даны рекомендации по их профессиональному развитию.

Типологическая группа № 1 – это государственные служащие, находящиеся в процессе постоянного самосовершенствования, ярко выраженные профессионалы, заинтересованные в качественных результатах своей профессиональной деятельности, знающие, как она оценивается руководством и коллегами, видящие перспективы своего профессионального и карьерного роста. Планирование повышения

их квалификации должно базироваться на их собственных потребностях и рекомендациях, в связи с тем, что государственные служащие данной типологической группы имеют достаточно четкое представление о том, какие результаты они хотят получить от дополнительного образования.

Типологическая группа № 2 – это государственные служащие, имеющие средний уровень своей профессиональной самореализации, знающие, как она оценивается руководством, но оценивающие перспективы своего профессионального и карьерного роста гораздо хуже, чем представители первой типологической группы. Планирование повышения квалификации таких государственных служащих должно базироваться на общепринятых стандартах и рекомендациях их вышестоящих руководителей.

Типологическая группа № 3 – это государственные служащие с низким уровнем профессиональной самореализации, не видящие перспективы своего профессионального и карьерного роста. Большинство респондентов данной типологической группы занимают младшие и средние должности государственной службы, и они недостаточно мотивированы на повышение своей квалификации. Планирование повышения квалификации таких государственных служащих должно базироваться на разъяснительной работе с ними об их персональных перспективах личностного и профессионального роста при условии правильного использования полученных в системе дополнительного образования знаний и навыков.

Типологическая группа № 4 – это профессионально не реализовавшиеся государственные служащие, имеющие проблемы в коммуникациях с руководством и коллегами по службе. Специалисты данной типологической группы не удовлетворены своей работой, они не достигают высоких результатов в своей профессиональной деятельности и при этом не стремятся к ним. При планировании программ повышения квалификации таких государственных служащих необходимо включать коммуникативно-ориентированные курсы социально-психологического характера.

Таким образом, программы дополнительного образования государственных служащих, сформированные с учетом вышеуказанных рекомендаций, будут способствовать повышению уровня их профессиональной самореализации, результативности и эффективности профессиональной деятельности.

В настоящее время существует целая система подготовки профессиональных кадров для государственной и муниципальной службы. Самым мощным и значимым учебным заведением, которое осуществляет подготовку таких профессионалов, является РАНХиГС при Президенте России с его многочисленными филиалами, расположенными практически во всех субъектах Российской Федерации. Помимо теоретической базы, которой обладает Президентская Академия, имеется и огромный практический опыт. Многие преподаватели Академии прошли службу на государственных должностях, имеют научные наработки не только для теоретического решения проблем общества, но и для практической реализации на местах. «За прошедшие годы Академия завоевала признание в образовательном сообществе страны, выросла в многопрофильный учебный, научный и экспертный центр. Сегодня вуз динамично развивается, занимает достойное место в системе отечественной высшей школы. Здесь активно внедряются инновационные программы, ведется плодотворная исследовательская и методическая работа. Важно, что филиалы Академии успешно ведут свою деятельность в различных регионах России. Выпускники обладают не только фундаментальными знаниями, но и солидными практическими навыками, и потому они в полной мере востребованы на государственной службе, в различных отраслях экономики, во всех сферах жизни страны», сказал в своем выступлении Президент России В.В. Путин. Сегодня РАНХиГС это не только классический университет, это бренд для чиновников, многие из которых в свое время прошли здесь подготовку или переподготовку, либо это делают сегодня. А отдельные из них совмещают высокие посты на государственной службе с преподавательской деятельностью в Академии и в ее филиалах. Все это позволяет свои теоретические знания и огромный наработанный практический опыт передавать студентам, будущим руководителям органов власти.

Таким образом, решение проблемы подготовки кадров через систему подготовки профессионалов в РАНХиГС позволит повысить эффективность деятельности государственных и муниципальных служащих, поднять уровень жизни граждан, снизить социальную напряженность в обществе.

Список литературы

1. Газиева И.А. Дополнительное образование как направление повышения профессиональной эффективности государственных гражданских служащих / И.А. Газиева // Власть. – 2010. – № 9. – С. 101–104.

2. Галкин И.В. Актуальные проблемы кадровой политики государственной и муниципальной службы / И.В. Гал-

кин // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 9–2. – С. 131–132.

3. Дубовицкая А.В. Проблемы формирования кадрового потенциала государственной и муниципальной службы в современных условиях / А.В. Дубовицкая // Мир науки и инноваций. – 2015. – № 2. – С. 63–66.

4. Королева Е.Л. К вопросу об эффективности деятельности органов местного самоуправления Российской Федерации / Е.Л. Королева// Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Развитие науки и образования в современном мире», Москва, 30 сентября 2014 г. – М.: ООО «АР-Консалт», 2014. – С. 52–54.

5. Лаврова Е.В. Современные методы обучения в подготовке государственных и муниципальных служащих как одно из условий обеспечения национальной безопасности России / Е.В. Лаврова // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 2–1. – С. 64–68.

6. Павлов М.С., Асриев С.А. Проблемы привлечения квалифицированных кадров в экономику региона / М.С. Павлов, С.А. Асриев // Сборник научных трудов «Современные проблемы науки и образования в войсках национальной гвардии Российской Федерации». – Спб.: Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии РФ, 2016. – С. 231–233.

7. Павлова Н.И., Щеглов Г.М. Построение дистанционного учебного курса для обучения государственных и муниципальных служащих / Н.И. Павлова, Г.М. Щеглов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1–1. – С. 163–167.

8. Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 01.12.2016 // Парламентская газета, № 45, 02-08.12.2016.

9. Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 12.12.2013 // Российская газета, № 282, 13.12.2013.

10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 сентября 2016 года № 1919-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по реализации Основных направлений развития государственной гражданской службы Российской Федерации на 2016 – 2018 годы», утв. Указом Президента РФ от 11.08.2016 № 403» // «Собрание законодательства РФ», 19.09.2016, № 38, ст. 5604.

11. Синягин Ю.В. и др. Личностно-профессиональная диагностика как комплексный механизм оценки компетентностей и компетенций гражданских служащих / Ю.В. Синягин, О.Ю. Переверзина, М.С. Косороткина, А.А. Мударисов // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 11. – С. 125–129.

12. Указ Президента РФ от 01.04.2016 № 147 «О Национальном плане противодействия коррупции на 2016–2017 годы» // «Собрание законодательства РФ», 04.04.2016, № 14, ст. 1985.

13. Указ Президента РФ от 11 августа 2016 года № 403 «Об основных направлениях развития государственной гражданской службы Российской Федерации на 2016–2018 годы» // «Собрание законодательства РФ», 15.08.2016, № 33, ст. 5165.

14. Федоскин Н.Н. Ценностное самоопределение субъекта высшего профессионального образования как педагогическая и психологическая проблема / Н.Н. Федоскин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наша новая школа. Формирование нового поколения профессиональных кадров», Москва, 22–24 октября 2009 г. – М.: «Финансы и статистика», 2011. – С. 428–432.

УДК 37.036.5

ФОРМИРОВАНИЕ МУЗЫКАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ И ЗАРУБЕЖНОМ ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ОПЫТЕ

Медведь Э.И.

ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Институт культуры и искусств, Москва, e-mail: med-elya@yandex.ru

В данной статье рассматривается проблема формирования музыкально-эстетической культуры личности в отечественном и зарубежном педагогическом опыте как многообразный процесс музыкального воспитания подрастающего поколения. В статье отражены результаты научно-исследовательской работы, проведенной в Московском городском педагогическом университете в рамках государственной программы г. Москвы «Столичное образование» на 2012–2016 гг. по теме НИР «Профессионально-ориентированная подготовка бакалавров социально-культурной деятельности к эстетическому воспитанию детей». Одним из разделов НИР была разработка учебного пособия «Музыкально-эстетическая подготовка бакалавров социально-культурной деятельности к эстетическому воспитанию детей». В нем важное значение уделено содержанию, формам и методам музыкально-эстетического формирования личности Данный раздел НИР выполнен на кафедре социально-культурной деятельности института культуры и искусств МГПУ.

Ключевые слова: музыкальная культура, музыкально-эстетическая культура, эстетические ценности, эстетическое воспитание, художественное воспитание, музыкально-эстетическое воспитание

BASES OF FORMATION OF MUSICAL-AESTHETIC CULTURE OF PERSONALITY IN THE DOMESTIC AND FOREIGN PEDAGOGICAL EXPERIENCE

Medved E.I.

Moscow City Pedagogical University, Institute of culture and arts, Moscow, e-mail: med-elya@yandex.ru

This article examines the formation of musical-aesthetic culture of personality in the domestic and foreign pedagogical experience how diverse the process of musical education of the younger generation. The article reflects the results of the research work. held at the Moscow city pedagogical University in the framework of the state program of Moscow «Capital education» for 2012–2016 on the topic «research and development of Professionally-oriented training of bachelors of social and cultural activities for aesthetic education of children». One of the topics of research were the development of the textbook «Musical aesthetic bachelors of social and cultural activities for aesthetic education of children». In this the importance given to the content, forms and methods of musical and aesthetic identity formation This section of the research completed at the Department of socio-cultural activities of the Institute of culture and arts, Moscow state pedagogical University.

Keywords: musical culture, musical and aesthetic culture, aesthetic value. aesthetic education, art education, musical – aesthetic education

Формирование основ музыкально-эстетической культуры студентов – будущих профессионалов социально-культурной деятельности невозможно без изучения теоретических основ эстетической культуры личности, а также без анализа опыта в педагогике и философии сформировавшегося на различных исторических этапах общества. И в настоящее время культура рассматривается как одна из важнейших сторон в характеристике человека современного общества [5, с. 30].

Выдающийся деятель отечественной науки Д.С. Лихачев говорил о том, что культура, как огромное целостное явление, делает людей народом, нацией.

Современные научные подходы к формированию музыкально-эстетического воспитания молодежи рассмотрены в исследованиях Т.И. Баклановой, Э.И. Медведь, Н.И. Опариной и многих других ученых [10, 11].

В их трудах, с одной стороны, культура рассматривается как эффективный фактор созидания и совершенствования нашего многополярного мира. С другой стороны, являясь инструментом самопознания человека, формирует в нем личность и способствует становлению его общей культуры, что и прослеживается в целостной системе педагогического процесса и музыкально-эстетического воспитания [11, с. 14].

В то же время без исследования богатого опыта в философии и педагогике невозможно совершенствование формирования музыкально-эстетической культуры личности. Эстетический и музыкальный виды деятельности делают музыкально-эстетическое воспитание одним из основополагающего целенаправленного и целостного

формирования чувства уважения, понимания богатств и ценностей мировой культуры. В то же время музыкально-эстетическое воспитание обучает культуре восприятия музыкального искусства во всем его многообразии [1, с. 2].

В системе музыкально-эстетического воспитания могут формироваться индивидуальные эстетические и музыкально-творческие способности. И только целенаправленное вовлечение в музыкально-творческую деятельность, а также эстетико-воспитательное воздействие, опирающееся на требования жизни общества, на интересы личности, способно развить музыкально-эстетические понятия, способности восприятия музыкального искусства, его красоты и красоты окружающего мира, а также эстетического творчества [3, 4]. Сам же процесс деятельностного социокультурного саморазвития молодого человека лежит в системе музыкально-эстетического воспитания, так как в этом процессе личность творчески развивается, впитывая в себя ценности мировой музыкальной культуры, являющейся непосредственной основой формирования музыкально-эстетического воспитания.

В далекие древние времена идеи музыкально-эстетического воспитания были связаны с мифологией. Большее значение отводилось музыке как одному из ведущих средств воспитания. Формирование гармонически развитого человека являлось целью эстетического воспитания. Античная культура дала дальнейшее развитие эстетическим идеям, в том числе первым представлениям об организации и проведении эстетического воспитания. Именно в античные времена частью воспитания и образования человека стало музыкальное воспитание. И тот человек, который получал воспитание при помощи мусического воспитания, то есть искусства, был человек «образованный», считался по-гречески «мусический» [6, с. 6].

Среди обязательных элементов в период античности в эстетическом воспитании можно отметить изучение музыки, пения, а также обучение игре на музыкальном инструменте. В рассматриваемый период прослеживается четкая связь нравственного и умственного развития с эстетическим. Мыслители античности главнейшими проблемами эстетики сформулировали вопрос об отношении эстетического сознания к действительности, о природе искусства, о сущности творческого процесса, о месте искусства в жизни общества. Именно они разработали основу теории эстетического воспитания [10, с. 15].

Во времена древнего Рима идея практической полезности превалировала над идеей формирования гармонически развитой личности. На первое место было выдвинуто ораторское искусство. Квинтилиан, Плутарх, Цицерон, отдававшие большое значение природным способностям детей, развитию у них чувства художественного ритма, слова, выразительности речи, положили начало идеям эстетического воспитания в своих философских учениях.

Эстетическая мысль во времена Средневековья прошла новые исторические условия. На духовную культуру отложили отпечаток новые феодальные отношения. И, конечно, особенностью музыкального искусства было подчинение его религии. Положения аристотелевской системы эстетического воспитания были глубоко усвоены Фомой Аквинским (XIII век). Он развил идею, что искусство есть подражание, что оно является средством его познания и развития эстетического чувства. А основным средством единства эстетического, этического и интеллектуального воспитания определялась музыка. В эту эпоху в европейских университетах уже обучали семи свободным искусствам.

В общественной жизни эпохи Возрождения произошел огромный общественный переворот, были сформированы гуманистические взгляды в жизни общества. Живопись, литература, архитектура, музыка, театр начали занимать главное место в искусстве. Дальнейшее развитие получает идея всестороннего развития личности (В.де Фельтре), в искусстве подчеркивается воспитательное воздействие (М. Падуанский), развивается содержание и методика в обучении художников (Альберти, Леонардо да Винчи). Таким образом, овладение искусством становится основным условием в образовании человека.

В XVI–XVIII вв. эстетическое воспитание входило в утилитарное и практическое и развивалось в эпоху преобразования общества. Педагогическая наука развивалась, обращаясь к обучению делового человека, а не художника. Деловой человек, по мнению Дж. Локка, не должен был уделять много времени искусству. В то же время с практической точки зрения Дж. Локк не отказывался от идеи эстетического воспитания, ограничив его профессиональной потребностью [8, с. 39].

В XVII–XVIII веках искусство изучалось одновременно с совершенствованием общей подготовки, а специальное обучение музыке, пению, танцам, рисованию и ручному труду лежало в основе эстетического воспитания. По мнению представителей

эпохи Просвещения Ж. Руссо, Д. Дидро, А. Баумгаргена и других, заниматься каким-либо видом искусства имел право каждый человек. Ими подчеркивалось, что искусство и эстетическое воспитание должны играть большую роль в служении национальному благу. Вопросы эстетического воспитания рассматривались выдающимися педагогами, среди которых И. Гербарт, И.Г. Песталоцци, Ф. Фребель, в него они предлагали включать пение, рисование, художественные образы великих людей и, что немаловажно, развитие детского творчества – чтение художественных произведений, восприятие картин, игру на музыкальных инструментах и слушание музыкальных произведений. В XVII–XVIII вв. эстетическое воспитание и образование, таким образом, занимает значительную часть развития личности [8, с. 40].

Термин «эстетическое воспитание» впервые употребил Ф. Шиллер. Под термином «эстетическое воспитание» он предлагал понимать не только развитие способностей понимать искусство, а также и непосредственно формирование целостного человека через эстетическое воспитание. К.А. Сен-Симоном и Ш. Фурье была разработана своя программа эстетического/художественного образования путем включения в творческую деятельность игры на музыкальных инструментах, занятий пением, танцами, и декламацией. При этом ими для воспитания гармонически развитой личности была особо выделена роль театрального искусства.

Эстетические идеи в Древней Руси прошли становление при переходе от языческой к христианской культуре, восприняв античную европейскую культуру через традиции, заложившиеся в Византии. Эстетические идеи усваивались через народную этику и эстетику, участие в ритуалах и обрядах, в которые постоянно была включена народная музыка, поэзия и танцы. Языческая религия, глубоко укоренившаяся в сознании древних славян, постоянное общение с природой, народные песни, сказания, былины и ремесла совершенствовали художественный идеал людей.

В отечественной педагогике теория эстетического воспитания получила развитие через идеи словесного и изобразительного искусства в XV–XVII вв. Епифаний Премудрый, Феофан Грек, Иван Федоров, Симеон Полоцкий, Дмитрий Ростовский и др. философы, педагоги и художники глубоко отразили данную теорию в своих трудах [8, 10].

В XVIII веке теоретические основы эстетического воспитания рассматривали И. Бецкой, К. Истомин, Н. Новиков, В. Татищев. В его содержание они предлагали включать предметы эстетического цикла: музыку и пение, игру на музыкальных инструментах, танцы. Таким образом, в отечественной педагогике разрабатывались основы формирования музыкально-эстетической культуры, в которой большое внимание уделялось общеобразовательной, художественной и профессиональной подготовке. Особо надо отметить, что в XVIII веке уже начала расширяться сфера внеучебной деятельности. В открытом в этот период Московском университете постепенно начали появляться классы художеств (музыка, театр, рисование), устраивались публичные концерты и театральные спектакли [10, 14].

Неоценимый вклад в развитие отечественной педагогики внес И. Бецкой путем определения им следующих предметов в Уставе Смольного института: «…обучения языкам, арифметика, геометрия, история, стихотворения, отчасти архитектура, геральдика…». В художественном направлении он предлагал «…наставлять учащихся рисованию, миниатюре, танцеванию, музыке вокальной и инструментальной, шитью, вязанию и плетению». И. Бецкой определил содержание обучения Смольного института благородных девиц, включив в него одновременно с общеобразовательными дисциплинами и художественно-творческие, в том числе музыкальные, чем способствовал развитию музыкально-эстетического воспитания и образования [8, с. 42].

По прошествии почти 100 лет, в XIX веке в условиях общественно-экономического подъема 60-х годов, в период создания и развития народной школы русская педагогика продолжает поиск и в области музыкально-эстетического воспитания. Научно-педагогическое воздействие на решение задач музыкально-эстетического воспитания в эти годы оказал основоположник русской педагогической науки К.Д. Ушинский, который придал огромное значение музыкальному воспитанию, выразив свои мысли словами: «Запоет школа, запоет весь народ».

После Октябрьской революции произошла перестройка в народном образовании, которая существенно изменила внеклассную воспитательную деятельность. Реформаторской тенденцией в области внеклассной работы в отечественной педагогике стало привлечение детей к творческой деятельности для развития их художественно-эстетических способностей. Отечественная педагогическая наука утверждала, что основным принципом воспитания является педагогическая деятельность, которая направ-

лена на раскрытие способностей каждого ребенка. Именно эти задачи раскрываются в трудах П.П. Блонского, Д.Б. Кабалевского, Н.К. Крупской, Б.Т. Лихачева, А.В. Луначарского, А.С. Макаренко, В.А. Сухомлинский, С.Т. Шацкого и др. [13, с. 38].

В 1950-х гг. в Москве был открыт Институт художественного воспитания при АПН РСФСР (в дальнейшем АПН СССР), который научно развивал деятельность в области эстетического воспитания детей. Первым директором института была В.Н. Шацкая, выдвинувшая теоретическую основу эстетического воспитания школьников, которая должна была охватывать все формы жизнедеятельности детей. Созданная ею теория эстетического воспитания средствами музыки и музыкального образования, основывалась на художественно-эстетическом творчестве детей и подростков через эстетическое отношение ко всем явлениям прошлого и настоящего [12, с. 7].

Во второй половине XX века ученые, педагоги О.А. Апраксина, Д.Б. Кабалевский, Б.Т. Лихачев, Б.М. Неменский и др. разработали главные задачи эстетического воспитания в отечественном образовании, в результате которых определились и конкретизировались принципы, функции, содержание и формы эстетического воспитания и образования детей и молодежи, связь эстетического воспитания с художественно-творческой деятельностью. На их основе развилась отечественная система музыкально-эстетического воспитания, ее методологическая основа, в которой рассматривается роль и место предметов музыкального цикла, их связи с другими учебными предметами и т.д. [6, 14].

Значительное место в отечественной педагогике занимает система дополнительного образования детей и молодежи, в которой формирование музыкально-эстетической культуры занимает немаловажное значение. Многообразные формы музыкально-эстетического воспитания определяются по следующим направлениям: музыкально-просветительское, вокально-хоровое, инструментальное, театрально-игровое, хореографическое, праздничное [10, с. 12].

Большой опыт музыкально-эстетического воспитания и образования, ориентированный на отдельные группы населения, реализующийся в различных сферах жизнедеятельности и содержащий опыт эстетического воспитания средствами музыкального искусства и подготовки кадров по музыкальному воспитанию, накоплен и в других странах.

В США интегрированная и интердисциплинарная программа в области эстетического воспитания, созданная коллективом ученых центральной педагогической лаборатории среднего Запада, считается эталоном в образовании. Так, в школах США читается курс эстетического воспитания, который включен в состав обязательных предметов для начальной школы, из дисциплин по выбору читается курс «Теория и история музыки» (C. Grahan, A. Wright, M. Baudains).

Швейцарский институт посредников – распространителей культурных ценностей занимает важное место в художественной жизни Швеции. В Японии накоплен богатый опыт эстетического воспитания, выражающийся в музыкальном развитии дошкольников, детских художественных школах, движении «сочинения о жизни», «рисунках о жизни» и возрождении народных праздников. В Австрии и Венгрии также система музыкального воспитания детей дошкольного и школьного возраста получила широкое развитие.

Опыт музыкально-эстетического воспитания и подготовки специалистов для его осуществления в отечественном и зарубежном опыте показывает интерес, который имеется в обществе к данной проблеме, особенно в воспитании подрастающего поколения [8, с. 45].

Таким образом, анализ отечественного и зарубежного педагогического опыта показывает, что:

– музыкально-эстетическое воспитание рассматривается как составная часть формирования музыкально-эстетической культуры личности;

– формирование основных средств, форм и методов музыкально-эстетической культуры является основным достижением предшествующего развития отечественной и зарубежной педагогики.

Музыкально-эстетическое воспитание является центром содержания формирования музыкально-эстетической культуры, ее эстетическими ценностями, в которых человек либо приобщается к ним, либо создает их.

Список литературы

1. Бакланова Т.И., Медведь Э.И. Социально-культурное партнерство музеев и вузов как фактор формирования этнокультурной компетентности студентов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21591.

2. Дольгирева Е.В., Портников В.И. Профессиональное развитие бакалавра социально-культурной деятельности в учебной и внеаудиторной практике педагогического университета / Е.В. Дольгирева, В.И. Портников // Инновационная наука. – 2015. – Т. 2, № 4. – С. 103–107.

3. Киселева О.И. Педагогический маркетинг в профессиональной подготовке студентов педагогического вуза /

О.И. Киселева // Высшее образование сегодня. – 2009. – № 11. – С. 90–92.

4. Киселева О.И. Педагогические условия формирования конкурентоспособности вуза в современном экономическом развитии образования / О.И. Киселева // Вестник экономической интеграции. – 2014. – № 5 (74). – С. 93–96.

5. Киселева О.И., Медведь Э.И. Фестивальное движение как сфера реализации культурной политики / Киселева О.И., Медведь Э.И. // Киселева О.И., Медведь Э.И. // Наука и технологии в современном обществе. – 2015. – № 1 (20). – С. 30–34.

6. Косибород О.Л. К вопросу о профессиональном становлении личности в русле воспитательного потенциала вуза / О.Л. Косибород // Путь науки. – 2015. – № 4 (14). – С. 61–62.

7. Левина И.Д. Социализация и воспитание студентов в системе профессионального образования / И.Д. Левина // Среднее профессиональное образование. – 2014. – № 1. – С. 6–9.

8. Медведь Э.И. Профессионально-ориентированная подготовка студентов к эстетическому воспитанию школьников в условиях педагогического колледжа (На прим. специальности 0303 «Иностранный язык»): дис. …канд. пед. наук/ Э.И. Медведь. – М.: РГБ, 1998. – 217 с.

9. Медведь Э.И. Социально-культурная самореализация молодежи в воспитательном пространстве столичного мегаполиса / Медведь Э.И. // Вестник экономической интеграции. – 2014. – № 3 (72). – С. 83–88.

10. Медведь Э.И., Киселева О.И. Исторический экскурс педагогических основ формирования эстетической культуры личности / Медведь Э.И., Киселева О.И. // В сборнике: Российская наука в современном мире. Сборник статей международной научно-практической конференции. Отв. редактор: Соловьев В.Б. – 2015. – С. 88–98.

11. Опарина Н.А. Подготовка студентов к руководству культурно-досуговой деятельностью школьников / Н.А. Опарина // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 3-х частях. – ООО «АР-Консалт». 2015. – С. 14–17.

12. Панова Н.Г. Педагогические основы культурно-творческой деятельности в сфере досуга / Н.Г. Панова. – М., 2015.

13. Панова Н.Г. Культурно-досуговая деятельность как средство формирования нравственного иммунитета молодежи / Н.Г. Панова // В сборнике: Общество и экономика в эпоху глобализации. Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. – ООО «Экспертно-консалтинговый центр Интеллект». – 2016. – С. 36–40.

14. Портников В.И. Некоторые аспекты формирования музыкального художественного вкуса детей и молодежи / В.И. Портников // В сборнике: Инновационные процессы в научной среде. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 252–255.

УДК [796.034-05 + 797.217.2]:159.9

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КОМАНДНОЙ СПЛОЧЕННОСТИ ГРУППЫ ДЕТЕЙ 7–9 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СИНХРОННЫМ ПЛАВАНИЕМ

[1]Николаева О.О., [1]Иванушкина Е.С., [2]Марков К.К., [1]Сидорова Е.Н.

[1]Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: nikolaeva-ok@mail.ru;

[2]Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: k_markov@mail.ru

Работа представляет исследование учебно-тренировочного процесса девочек 7–9 лет, занимающихся синхронным плаванием в групповом упражнении. Целью исследования является разработка и экспериментальное обоснование комплекса специальных упражнений, повышающих степень сплоченности спортсменок в команде. Разработаны и апробированы средства и методы, способствующие повышению уровня сплоченности команды детей, занимающихся синхронным плаванием. В эксперименте участвовали 16 девочек 7–9 лет первого-второго годов обучения в ДСШ г. Красноярска, случайным образом распределенных на 2 группы по 8 человек. Начальный уровень сплоченности спортивной команды и его динамика в процессе эксперимента оценивались с помощью анкетирования тестами «Шкала психологической атмосферы» Фидлера – Ханина» и «Индекс групповой сплоченности Сишора». Примененные упражнения послужили не только средствами повышения командной сплоченности, но и помогли разнообразить тренировочный процесс и повысить координационные способности. Экспериментально доказана эффективность разработанных средств и методов по повышению уровня сплоченности команды. Требуемая статистическая достоверность изменений подтверждена использованием непараметрического парного критерия Т Вилкоксона.

Ключевые слова: командная сплоченность, синхронное плавание, психологическая атмосфера, команда

INCREASING THE LEVEL OF COMMAND COHESION CHILDREN 7–9 YEARS ENGAGED IN SYNCHRONIZED SWIMMING

[1]Nikolaeva O.O., [1]Ivanushkina E.S., [2]Markov K.K., [1]Sidorova E.N.

[1]Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: nikolaeva-ok@mail.ru;

[2]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: k_markov@mail.ru

The work represents a study of the training process of girls 7–9 years engaged in synchronized swimming in a group exercise. The aim of the study is the development and experimental substantiation of complex special exercises that increase the degree of athletes cohesion on the team. Designed and tested tools and methods to improve team cohesion level of children involved in synchronized swimming. The experiment involved 16 girls 7–9 years first-second year learning in DSSH Krasnoyarsk, randomly distributed in 2 groups of 8 people. The initial level of a sports team cohesion and its dynamics in the course of the experiment were assessed using questionnaires tests «Scale of psychological atmosphere» Fiedler-Hanin and «Sishor Index group cohesion». Applied exercises had served not only means improving command cohesion, but also helped to diversify the training process and increase the coordination ability. The experimentally proven efficiency of developed tools and methods to enhance the level of the team cohesion. Required statistical reliability changes confirmed using nonparametric pairwise T criterion Wilcoxon.

Keywords: command cohesion, synchronized swimming, psychological atmosphere, team

В общем, проблема группы заключается, прежде всего, в социально-психологических аспектах, которые возникают, когда ее члены должны обеспечивать успешную деятельность друг друга. В этом смысле о группе нельзя говорить как о «свободном» собрании личностей, а только если у них есть распределение задач, общая цель и реальные намерения ее достигнуть. Специфика спортивной группы – прежде всего в огромной значимости конечного результата. Очевидно, что ни в одном виде деятельности человека (при всей значимости «командной работы» в любых ее проявлениях) нет такой жесткой зависимости спортивного результата от эффективности групповых взаимодействий как в командных и групповых видах спорта, в которых это всегда совместная деятельность отдельных личностей с определенной целевой направленностью и жесткой обязательностью поведения и действий [2; 16; 18; 20–25].

В социально-психологических исследованиях спортивных групп на передний план выходит взаимосвязь между единством группы и ее успешностью в соревнованиях. Характер этих взаимоотношений и степень их влияния в различных видах спорта весьма специфичны, однако несомненно, что абсолютно необходимым является единство, сплоченность группы для эффективной деятельности. Сплочение, общность группы являются ситуацией, в которой члены группы работают вместе, поддерживают друг друга в выполнении задачи. Сплочение как общая сила притяжения, групповая

близость, чувство групповой солидарности, следовательно, должны рассматриваться как цемент группы, и практическая деятельность по разрешению этих задач в малых группах должна быть направлена на обучение навыкам совместной работы, к самообразованию (например, умению правильно интерпретировать сигналы, поступающие от партнера), поддержке и оценке других членов команды и, вследствие этого, к взаимному доверию [18].

В данной работе, рассматривая социально-психологические аспекты групповой деятельности, важно выделить два значимых момента: специфику синхронного плавания как в индивидуальном плане, так и в групповых видах соревнований, а также возрастные особенности исследуемого контингента – девочки 7–9 лет.

Синхронное плавание в классификации видов спорта очень сложно отнести к какой-то определенной группе, кроме того, что оно относится к водным видам спорта. В психологии спорта выделяются требования, предъявляемые к уровню развития специфических физических и психологических качеств в разных его видах, и в связи с этим необходимо проанализировать их прежде всего с учетом условий синхронного плавания. Конечно, это водная среда, недостаточно привычная организму человека, в ряде случаев опасная и агрессивная и, кроме всего, связанная многократными погружениями и выполнением под водой сложных и синхронных с партнерами движений и наконец высокий уровень гипоксии организма.

В синхронном плавании необходимым является ловкость во всех ее проявлениях, общая и специальная выносливость, способность к напряженной физической работе при длительной задержке дыхания, гибкость, координация движений, «чувство воды». Дополняющими качествами являются быстрота и специальная сила [6–8; 15].

Опираясь на классификацию специфических видов психологической деятельности [29] и необходимые качества, можно выделить наиболее специфические для синхронного плавания мобилизующе-функциональный и координационно-эстетический виды психической деятельности, а также необходимые психологическими качествами спортсменок: сенсорно-моторные качества, волевые, особенно способность к мобилизации воли, упорство, стойкость, артистичность, эстетические и творческие качества.

Выносливость спортсменок порой является решающей при выполнении программы. При этом наиболее важными факторами выносливости становятся личностно-психические, прежде всего характеризующиеся силой мотивов и устойчивостью установки на результат деятельности, проявляемыми в ней волевыми качествами, особенно целеустремленностью, настойчивостью, выдержкой, способностью терпеть [6; 17].

В этом смысле специфика синхронного плавания заключается в том, что оно является как индивидуальным, так и командным видом спорта. Это связано с тем, что в программу соревнований входит оценка технической стороны выполнения фигур и выступлений с сольной произвольной программой, и в этом случае спортсменки одной команды соревнуются между собой, они действуют самостоятельно и не должны согласовывать свои действия с действиями других. В программу соревнований также входят выступления дуэтов и групп, которые требуют взаимодействия и распределения функций между спортсменками, организации их совместных действий, а это обеспечивается общением. Кроме того, для достижения синхронности в исполнении отдельных элементов необходимо, чтобы спортсменки, что называется, чувствовали друг друга, работали в общем ритме и эмоционально поддерживали друг друга, а для этого необходимы отношения сотрудничества и сплоченность команды [6–8].

Возраст спортсменок (7–9 лет), составляющих контингент испытуемых также весьма важен и специфичен применительно к избранному виду спорта, предъявляя высокие требования ко всем компонентам подготовки: инвентарь и тренировочная среда, биологически оптимальные физические и психологические нагрузки, особые психолого-педагогические требования и умения тренерского персонала. Относительно последнего в максимальной степени справедлив девиз – **тренер – педагог и психолог [**9–14]. В контексте данной работы наибольший интерес представляет социальный аспект и особенности взаимоотношений детей со своими сверстниками и взрослыми, являющимися исследуемой группой.

Возраст с 6–7 до 9–10 лет определяется как младший школьный возраст, и в концепции Л.С. Выготского [1] и Д.Б. Эльконина [19] считается кризисным, основные симптомы которого: потеря непосредственности, когда между желанием и действием вклинивается переживание того, что это действие может значить для самого ребенка; манерничанье, ребенок что-то из себя строит, что-то скрывает – его душа уже закрыта; симптом «горькой конфеты»: ребен-

ку плохо, но он старается этого не показать. Возникают трудности воспитания, когда ребенок начинает замыкаться и становится трудно управляемым.

Если к этому добавить среду детского спорта, ясно, что таким образом новая социальная ситуация ужесточает условия жизни ребенка и выступает для него как стрессогенная [2]. Возникновение этих симптомов связано с тем, что у ребенка возникает новая внутренняя жизнь, жизнь переживаний, которая прямо и непосредственно не накладывается на внешнюю.

Впервые возникает эмоционально-смысловая ориентировочная основа поступка. Ориентировка в том, что принесет ребенку та или иная деятельность, какой смысл она может иметь: удовлетворение или неудовлетворение от того места, которое ребенок займет в отношениях со взрослыми и сверстниками. В этом возрасте на первый план выходят субъект-объектные отношения в овладении различными формами деятельности, овладев которыми он стремится получить признание других людей, и это порождает потребность в первостепенном развертывании субъект-субъектных отношений». Так как выступления в групповых упражнениях, как вид программы, требуют максимально одинакового уровня подготовки, выполнения движений, даже выражения эмоциональной стороны программы, то получить признание сверстников и тренера, становится сложной задачей. Период становления личности от 6 до 9 лет связан с осознанием своего места в системе общественных отношений, появлением начал творческого отношения к действительности. Формирование произвольности психических процессов, внутреннего плана действий, рефлексии собственного поведения обеспечивает к 9 годам развитие потребности ребенка в получении признания других людей, требуя развертывания системы взаимоотношений с ними, новой социально значимой деятельности [1; 4; 9; 12; 19].

Материалы и методы исследования

Педагогическое анкетирование

Анкетирование было проведено по двум направлениям: определение психологической атмосферы в команде и оценка групповой сплоченности. По типу применяемых тестовых заданий они являлись утверждающими. Данные такого анкетирования дают возможность подробно изучить сложившуюся атмосферу в команде спортсменок 7–9 лет. Для того чтобы определить уровень взаимоотношений и психологического комфорта внутри команды, были выбраны тесты: шкала психологической атмосферы А.Ф. Фидлера – Ю.Л. Ханина [18, с. 180–183] и уровень сплоченности команды, определяемый по индексу групповой сплоченности Сишора [18, с. 184–185].

В тесте 1 «Шкала психологической атмосферы» приводились противоположные пары слов, описывающие атмосферу в спортивной команде. Ответ по каждому из десяти пунктов оценивался от 1 до 8 баллов, в зависимости от того, какой из характеристик наиболее соответствует выбор испытуемого. Итоговый показатель по шкале находится в пределах от 10 (самая благоприятная атмосфера) до 80 (самая неблагоприятная).

В тесте 2 «Индекс Сишора» спортсмен, прочитав каждый вопрос, подчеркивает ответ, наиболее точно соответствующий его мнению, с оценкой каждого ответа в пределах от 1 до 5 баллов. Итоговый показатель получают, суммируя отдельные оценки всех членов команды и находя среднеарифметическое значение. Сплоченность команды в пределах от 7 баллов оценивается как очень неблагоприятная, до 25 – очень благоприятная. Данный тест ценен также тем, что кроме уровня сплоченности всей команды, можно выявить отношения каждой спортсменки к своей команде.

В исследовании приняли участие 16 девочек в возрасте 7–9 лет, занимающихся синхронным плаванием в г. Красноярске. Исследование проводилось с октября 2015 года по апрель 2016 года и состояло из трех этапов. На первом этапе проводились: теоретический анализ и обобщение литературных данных, подбор и подготовка испытуемых для исследования и его проведения. Методологическую и научно-теоретическую основу работы составили теория и методика спортивной тренировки. Исследования опирались на теоретические положения психологии и физиологии спорта при применении средств и методов для повышения уровня сплоченности команды, основы управления тренировочным процессом юных спортсменок, занимающихся синхронным плаванием. На втором этапе было проведено первичное анкетирование спортсменок для выявления исходного уровня сплоченности команд, применялись, разработанные средства и методы, способствующие повышению уровня сплоченности спортивной команды. На третьем этапе осуществлялась математико-статистическая обработка полученных в ходе исследования данных и их интерпретация. Завершением работы в целом явилось формирование выводов и оформление работы.

Средства и методы формирования командной сплоченности

Средствами формирования командной сплоченности выбраны упражнения [3; 4], адаптированные к условиям вида спорта, которые помогают детям повысить сплоченность, умение координировать свои действия, повысить эффективность тренировочного процесса и увлеченность спортивной деятельностью. Основное внимание уделялось основным компонентам командной сплоченности: наличию общей цели, умению координировать взаимодействия, взаимному доверию и положительному эмоциональному фону. Все упражнения проводились 3 раза в неделю, в начале тренировки, и содержали следующие виды:

«Ковер-самолет»: Умение координировать действия, наличие общей цели, положительный эмоциональный фон. На каремате размером 2х2 м 5–6 человек с заданием – переместиться вместе с ковром из одного конца зала в другой, не сходя с него. Способы и фантазии участников не регламентируются. В бассейне на надувном матрасе

команда из 6 человек перемещается от одного борта к другому, не касаясь воды.

«Круг доверия»: Взаимное доверие. 7 человек встают в небольшой круг, руки вперед ладонями наверх. Каждый участник выходит в центр, закрывает глаза, расслабляется и мягко падает на ладони окружающих, которые ловят его и аккуратно отталкивают так, чтобы он упал на ладони других участников. Они не применяют физическую силу, что снижает эффективность упражнения и может развалить круг.

«Живое зеркало»: Положительный эмоциональный фон. Участники в тройках, под музыку один из каждой тройки совершает по желанию любые движения. Два других участника, как «живое зеркало», их повторяют. Роли меняются, чтобы в активной позиции побывал каждый из участников. Упражнение проводится в бассейне с использованием элементов синхронного плавания.

«Запоминание позы»: Умение координировать действия, повышение внимания участников друг к другу, которые свободны в пространстве и произвольных позах. Водящий осматривает каждого, запоминает их позы и отворачивается. Каждый участник меняет одну деталь в своем положении. Задача водящего – по памяти восстановить позу каждого из участников в первозданном виде. Иногда при выполнении упражнений участники объединяются в подгруппы и строят «живые скульптуры».

«Перебежчики и охранники»: Умение координировать действия, положительный эмоциональный фон, развитие навыков межличностного общения. Группа делится пополам. Половина участников, «перебежчики», сидит в круге, за спиной каждого из них «охранник». Задача первых – поменяться с кем-нибудь местами, условившись об этом взглядами незаметно для охранников без слов и жестов. Охранники внимательно наблюдают за поведением перебежчиков и если видят что-то подозрительное, то кладут руку на плечо своей жертве. Перебежчику, у которого на плече лежит рука охранника, двигаться нельзя. В ходе игры каждый должен побывать в разных ролях.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведенного исследования, спортсменки тренировались в двух группах по 8 человек, образованных случайным образом и однородных по исходным характеристикам, что было связано с реальными условиями тренировок и временными возможностями. Обе группы работали с одним и тем же тренером, в полностью идентичных условиях и по одной программе. В таблице приведены данные тестирования по двум описанным выше тестам до (1) и после эксперимента (2), из которых следует, что после проведенного исследования соотношение уровня сплоченности детей в команде до и после эксперимента имеет существенную позитивную разницу. Для оценки достоверности результатов эксперимента был использован непараметрический парный критерий Т Вилкоксона, предназначенный именно для сравнения сдвигов на двух этапах подготовки в связанной выборке [5].

Анализ результатов соревнований исследуемой команды «Красноярск СибГАУ ДВС» во Всероссийских соревнованиях и в первенстве Сибирского федерального округа, где команда заняла призовые места, показал улучшение технических результатов с 52,1 балла до 54,5 баллов. Синхронность исполнения композиций после проведенного эксперимента повысилась, спортсменки лучше координировали свои действия во время исполнения композиций и чувствовали друг друга, общий эмоциональный уровень был позитивен и достаточно высок и устойчив.

Выводы

1. На основании результатов исследований показано, что дети, посещающие группу синхронного плавания имеют недостаточно конкретные представления о команде и уровень их сплоченности, существенно значимый в данном командном виде спорта, недостаточен для достижения командой высоких результатов.

Сравнительные результаты анкетирования до эксперимента

Характеристики	Обозначение	Тест 1		Тест 2	
		1	2	1	2
Количество испытуемых	n	16		16	
Возможный диапазон оценок показателей тестов	min – max	10–80		7–25	
Средние значения результатов тестирования	X	52,2	35,1	14,3	21,4
Стандартная ошибка	m	2,49	3,48	1,72	2,49
Стандартное отклонение	s	9,9	13,9	4,8	3,9
Количество нетипичных сдвигов	k	5		4	
Расчетная сумма рангов нетипичных сдвигов	Тэмп	24		18	
Критические значения критерия Т Вилкоксона $p < 0,05$	Ткр	35			
$p < 0,01$		23			
Критерии значимости сдвигов		$p < 0,05$		$p < 0,01$	

2. Это позволяет рекомендовать тренеру, используя возрастные особенности детей, приложить усилия не только к технической подготовке, но и к сплочению команды.

3. Разработаны и апробированы средства и методы, способствующие повышению уровня сплоченности команды детей 7–9 лет, занимающихся синхронным плаванием. Использованный комплекс упражнений служит не только средством развития координационных способностей, он помогают разнообразить тренировочный процесс и способствует повышению командной сплоченности.

4. Экспериментально доказана эффективность разработанных средств и методов повышения сплоченности команды, уровень которой по окончанию эксперимента был статистически достоверно выше до его начала, что позволило повысить спортивные результаты.

Список литературы

1. Выготский Л.С. Собрание сочинений в 6-ти томах. – М., 1984. – Т. 4.

2. Гогунов Е.Н., Мартьянов Б.И. Психология физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб, заведений. – М.: Академия, 2000. – 288 с.

3. Грецов А.Г. Лучшие упражнения для сплочения команды. – СПб., СПбНИИ физической культуры, 2006.

4. Грецов А.Г. Тренинг общения для подростков. – СпБ.: Питер. 2009. – 160 с.

5. Железняк Ю.Д., Петров П.К. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте: Учеб. пособие. – М.: Academia, 2009. – 266 с.

6. Максимова М. Теория и методика синхронного плавания. – М.: Сов. спорт, 2012. – 304 с.

7. Максимова М.Н. Методика первоначального обучения синхронному плаванию: метод. разраб. для студентов ГЦОЛИФК (специализация синхронное плавание) / ГЦОЛИФК. – М., 1989. – 43 с.

8. Максимова М.Н. Методы объективизации оценки содержания упражнений синхронного плавания: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / ГЦОЛИФК. – М., 1985. – 224 с.

9. Марков К.К., Николаева О.О. Современные направления совершенствования методик обучения двигательным действиям в спорте // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6–1. – С. 34–38.

10. Марков К.К., Николаева О.О. Оценка психомоторных характеристик двигательной деятельности юных спортсменов в прыжках в высоту и повышение эффективности их тренировочного процесса // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–11. – С. 2473–2477.

11. Марков К.К., Николаева О.О. Теоретический анализ и экспериментальное определение динамических характеристик скоростно-силовых локомоций // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 7. – С. 36–39.

12. Марков К.К. Педагогические и психологиччесские аспекты деятельности тренера по волейболу в тренировочном и соревновательном процессах: автореф. дис. ... д-ра. пед. наук / Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма. – Москва, 2001. – 48 с.

13. Марков К.К., Николаева О.О. Экспериментальные исследования совершенствования психомоторных качеств игроков в современном волейболе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 133.

14. Марков К.К., Пашкова Н.В. Инновационные подходы к обучению двигательным действиям в волейболе на основе теории учебной деятельности // В сборнике: Восток – Россия – Запад. Современные процессы развития физической культуры, спорта и туризма. Состояние и перспективы формирования здорового образа жизни Материалы международного симпозиума. – Красноярск, 2008. – С. 150–156.

15. Рыбьякова Т.В. Техника исполнения элементов высокой степени сложности в синхронном плавании и пути ее совершенствования: автореф. дис. ... канд. пед. наук / ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. – Л., 1990. – 23 с.

16. Рыжонкин Ю.Я. Практика организации спортивно-игровой команды / Психология спортивной деятельности. – Казань, 1985.

17. Смирнов Ю.И. Теория и методика оценки и контроля спортивной подготовленности: дис. ... д-ра пед. наук / ГЦОЛИФК. – М., 1991. – 371 с.

18. Ханин Ю.Л. Психология общения в спорте. – М.: ФиС, 1980. – 208 с.

19. Эльконин Д.Б. Психическое развитие в детских возрастах. – М., Воронеж: Модэк, 1995. – 416 с.

20. Bodner S. Experimental training, A stepping stone for work teams, CSWT Reports, 1997.

21. Boldwell D. High performance team, 1996.

22. Carron A.V. Social psychology of sport. Ithaca (New York): Movement Publications, 1980.

23. Coaching intermediate synchronized swimming effectively / U. S. Synchronized Swimming; Ed. by K.E. Van Buskirk. – Champaign (Illinois): Human Kinetics, 1987. – VII, 135 p. Coaching synchronized swimming effectively: [Man.] / U.S. Synchronized Swimming; Ed. by M.S. Forbes. – Champaign (Illinois): Human Kinetics, 1984. – VIII, 126 p.

24. Russel G.V. The social psychology of sport. New York: Springer Verlag, 1993.

25. Rossum J., Murphy P. The sporting group. VolleyTech, 1994. – № 4.

УДК 37.017.924/.015.42

ГУМАНИТАРНАЯ КУЛЬТУРА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ

Павлова Л.В., Савва Л.И.

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: pavlovaluba405@mail.ru, savva.53@mail.ru

В статье рассматривается роль гуманитарной культуры в процессе социального развития личности. На основе анализа философских, социальных, культурологических и психолого-педагогических аспектов данного понятия авторы определяют гуманитарную культуру как интегрирующий компонент целостного социального развития личности. В содержании гуманитарной культуры выявлены четыре плана её рассмотрения: культура знания; культура отношения; культура общения и социального взаимодействия; культура деятельности по присвоению и созданию социокультурного опыта. Опираясь на личность как субъекта присвоения гуманитарной культуры, авторы выделяют в её структуре когнитивный, коммуникативный, аксиологический, художественно-эстетический, рефлексивно-деятельностный компоненты. При этом аксиологический компонент, включающий базовые универсальные общечеловеческие ценности, является ведущим и определяет специфику функционирования остальных компонентов в структуре гуманитарной культуры личности.

Ключевые слова: социальное развитие, гуманитарное знание, личность, гуманитаризация, гуманитарная культура, аксиологический компонент, универсальные ценности

HUMANITARIAN CULTURE AND SOCIAL DEVELOPMENT OF A PERSONALITY

Pavlova L.V., Savva L.I.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Nosov Magnitogorsk Technical State University, Magnitogorsk, e-mail: pavlovaluba405@mail.ru, savva.53@mail.ru

The article considers the role of humanitarian culture in the process of a person's social development. It also presents the definition of the humanitarian culture as the integral part of a person's social development, worked out on the basis of the analysis of the philosophical, social, cultural, pedagogical and psychological aspects of the given concept. The authors distinguish four dimensions of humanitarian culture: culture of knowledge; culture of attitude; culture of dialogue and social interaction; culture of activity, aimed at acquisition and creation of social-cultural experience. Proceeding from the view on a person as a subject of humanitarian culture acquisition, the authors distinguish its following structural components: cognitive, communicative, axiological, reflectively-active, artistic. Whereas the axiological component, which includes basic universal human values, proves to be a core substituent and determines specific functioning of other components in the humanitarian culture of a personality.

Keywords: social development, humanitarian knowledge, personality, humanization, humanitarian culture, axiological component, universal values

Актуальность данной проблемы определяется рядом вполне конкретных факторов и необходимостью разрешения выявленных противоречий. Важнейший из последних: противоречие между требованиями современных федеральных образовательных стандартов к личностному развитию выпускников вуза и отсутствием технологий и предметных методик, обеспечивающих синтез профессионального обучения и воспитания разносторонних личностных характеристик и ценностных ориентаций обучающихся. Неслучайно вопросы качества и эффективности высшего образования напрямую связаны учеными с формированием социальных и ценных характеристик обучающихся, воспитанием активных членов того общества, в котором они проживают. Кроме того, доминирующими требованиям к выпускнику вуза выступают не только (и не столько) высокий уровень развитых компетенций, но и мотивация к непрерывному саморазвитию, сформированность нравственных качеств, способностей к межкультурному сотрудничеству.

Цель данной статьи – обоснование, осмысление и раскрытие содержательной сущности феномена «гуманитарная культура личности» с точки зрения социально значимых преобразований в личностной сфере самих обучающихся.

Развитие студента, особенно социальное, напрямую перекликается с социализацией его как личности. Последнее как научное понятие понимается в науке неоднозначно. Отечественные и зарубежные ученые рассматривают понятие «социализация» преимущественно с позиции двух научных подходов. Для первого подхода характерно превалирование общества и общественных институтов в процессе социализации (В. Кукарц, Э. Дюркгейм Д. Мид, А. Першерон и др.) и / или типично индивидуальное, личностное освоение и присвоение социального опыта, норм, ценностей и становление социальных качеств (К. Роджерс, А. Маслоу, Г.М. Андреева и др.) [8].

Второй подход, разработанный К.А. Абульхановой-Славской, И.С. Коном, Б.Д. Парыгиным и другими учеными, которого придерживаемся мы, объединяет личностную активность и влияние такого мезофактора социализации, как общество. Это связано с тем, что человек изучает и осваивает окружающий его социум, приобретает при этом определенный опыт социальной и культурной жизни, в итоге социализируется как личность определенной культуры [5, 6].

Нами выявлено, что такие отечественные ученые, как Д.И. Фельдштейн, Г.М. Андреева, А.В. Мудрик, А.В. Петровский, Б.Д. Парыгин, не отделяют социализацию от социального развития человека. Кроме того, они отмечают, что социализацию необходимо понимать как существенную часть именно развития социального. Поэтому данное понятие по отношению к личности студента рассматривается нами как количественное и качественное изменение личностных структур в процессе социализации и воспитания [7]. Важно, что одни из характерных черт, которые присущи социальному развитию, это незавершенность и непрерывность. Эти признаки выражаются в потребности непрерывного социального изменения личности обучающихся, сохранения (или утраты) уже приобретенного социального опыта как её естественного и социального изменения [10].

Кроме того, в педагогической теории и практике воспитания отмечается важность такой способности личности, как избирательность к стихийным или целенаправленным воздействиям социума. При этом результаты воспитания имеют лишь вероятностный характер, их нельзя программировать, но возможно прогнозировать. Именно поэтому только такая деятельность, которая интересна, значима для личности обучающегося, которая соотносится с её ценностями, появившимися в результате предшествующей социализации, может дать социально развивающий эффект. Еще одной характерной чертой данного вида развития для личности является её интегрирующий характер. Этот признак указывает на её целостное приращение в интеллектуальных, моральных, эмоциональных, культурных, эстетических сферах, выражающееся в поведении человека в социуме, в выборе определенного решения, в предпочтениях, ориентациях, оценках по отношению к окружающим людям [11].

Итак, нами отмечены следующие характерные черты социального развития: незавершенность и непрерывность, избирательность к стихийным или целенаправленным воздействиям социума, интегрирующий характер.

Кроме этого, в процессе теоретического анализа не выявлено прямолинейной связи для личности между социальным её развитием и другими аспектами. Так, по мнению М.И. Бобневой, с интеллектуальным уровнем человека, с изменениями психических свойств, различных способностей, культурным развитием, изменением нравственной сферы сложно соотнести напрямую развитие социальное. Да, высокий уровень интеллекта может благоприятно повлиять на социальное развитие человека, но вовсе не обусловливать или замещать его. Подобную особенность ученый отмечает и в отношении морального, эстетического, эмоционального развития для личности [1, с. 41].

Наиболее значителен для социального развития человека, как следует их нашего теоретического анализа проблемы, – нравственный для личности опыт. Поэтому именно на него и его наличие важно ориентироваться при социализации обучающихся в первую очередь. Существенным моментом выступает и сравнение моральных и/или нравственных уровней обучающихся и уровня развития социального.

Отмеченное положение определило логику нашего дальнейшего поиска взаимосвязи духовного, ценностно-смыслового освоения социального бытия и социального становления личности в глобализирующемся поликультурном пространстве. Так как ученые анализируют ценностно-смысловые, духовные и нравственные аспекты личности через взаимосвязь такой серии понятий, как «гуманизм», «гуманный», «гуманитарное знание», «гуманитаризация», «гуманитарная культура», мы обратились далее к их научному толкованию.

Сравнение приведенных выше понятий показало, что все они семантически связаны и могут быть содержательно истолкованы только в целостности. Понятие «гуманитарный» лишь тогда соответствует своей функции, когда раскрывает всю совокупность индивидуальных характеристик и социального опыта индивида. Следовательно, оно характеризует обращение к личности человека во всей гармоничной целостности его качеств и характеристик, к его смысловой сфере, его ценностной шкале, его духовности и нравственности, этическому и моральному самоопределению.

Теоретический анализ работ [4, 11, 14] позволил нам выделить основные признаки перечисленных понятий и затем установить связь с социальным развитием. Систематизация выявленных признаков по ним представлена на рис. 1.

Понятие		Проявление признаков
гуманизм	↔	личностные качества: человечность, сострадание, доброжелательность, тактичность, взаимопомощь, ответственность, духовность, эмпатия и др.
гуманность	↔	личностные качества (доброжелательность и дружелюбие, внимательность, терпимость); готовность помогать другому; понимание другого; сочувствие, сопереживание
гуманитарное знание	↔	диалогичность, рефлексия
гуманитаризация	↔	система отношений к самому себе, к миру для обретения смысла собственного бытия
гуманитарная культура	↔	проявление как специфическое средство познания мира и человека, социальный механизм, обеспечивающий передачу духовных ценностей, социального опыта от одного поколения к другому

Рис. 1. Соотношение основных понятий изучаемой проблемы и проявление их признаков

Отметим, что гуманитарная культура реализует специфические функции не только в такой системе, как «личность – общество», но и в системе индивидуального бытия обучающихся студентов вуза. Она обусловливает их личностные и жизненные ценности, общественные идеалы, поведение и соответствие принятым в обществе нормам и правилам жизни, определяет жизненные ориентиры, индивидуальные маршруты самоопределения (смысл в его жизни, понимание им достоинства, чести), предопределяет контроль в социальной среде (определенные запреты на что-либо, переживания, проявление вины, совести, выраженность долга, его ответственного поведения в разных ситуациях).

Неслучайно многие ученые отмечают, что гуманитарную культуру с точки зрения социальной педагогики и социологии необходимо рассматривать через изменение в личности ценностных, ориентационных, духовных, нравственных, эстетических, структурных её компонентов. Однако исследователи по-разному трактуют сам феномен такого вида культуры:

– Н.И. Элиасберг понимает эту культуру как познание, освоение и развитие духовного мира человека, тех, присущих лишь человеку специфических свойств, которые отличают его от других живых существ, пробуждение и возвышение человеческого в человеке», как «культуру человековедения и человекосозидания [15];

– В.А. Сластенин рассматривает духовно-нравственную основу этого вида культуры как комплекс личностных качеств через взаимосвязь внутреннего нравственного единства и внешнего в виде поведенческой выразительности человека, тонкого понимания прекрасного и безобразного в отношениях между людьми, эмпатии, чуткости, отзывчивости, оптимизма, доброты [12];

– Т.Г. Браже полагает, что гуманитарно развитая личность должна обладать культурой мышления, общения, эмоций, поведения, должна отличаться стремлением к творчеству во всех сферах жизнедеятельности [2];

– Е.Н. Шиянов рассматривает этот вид культуры как гармоничное сочетание культуры общения, знаний, разнообразных чувств, действий, творчества; для нее характерно богатство внутреннего мира, высокий уровень духовных потребностей, интенсивность и созидательность деятельности, творчество и неповторимость, отражающие в целом гармоничность человека [14].

Педагоги исследуют структуру этого феномена для того, чтобы определить ее содержание и условия развития. Нами была уточнена структура такого вида культуры в виде пяти компонентов. Однако эти со-

ставные части ее не могут быть сведены к простой сумме.

Мы исходили из того, что ядром данного вида культуры выступают духовно-нравственные ценности, выделяемые всеми упомянутыми исследователями. Данные ценности связаны с опытом, выработанным человечеством, они реализуются в нормах поведения и, следовательно, являются определяющими в многостороннем процессе целостного развития обучающихся.

Овладевая определенным и необходимым социокультурным опытом, человек становится активным субъектом собственной жизнедеятельности. Это делает его способным к творческой самореализации. Рассмотрение же этого феномена культуры позволило нам предположить, что нравственное развитие личности является ведущим, а духовно-смысловые аспекты определяют остальные его составляющие элементы.

№ п/п	ФИО исследователя	Характеристика структурных компонентов
Структурный подход	О.Н.Журавлева	когнитивный компонент – это совокупность знаний о человеке и мире, представлений, полученных из социального и личного опыта; Аксиологический компонент включает ценности, ценностные ориентации, убеждения и качества личности; Основой коммуникативного компонента являются готовность человека к общению, его коммуникативная культура; Эмоциональный компонент обращен к эмоциональной сфере индивида; Рефлексивный компонент предполагает осознание человеком своих реальных возможностей; Деятельностный компонент свидетельствует о готовности личности к активной деятельности.
Системный подход	Т.Ю.Полякова	данный вид культуры требует рассмотрения её в целостности существования, установления взаимосвязей компонентов, условия их функционирования
Личностно-деятельностный подход	И.А. Зимняя	1) культура отношения и культура саморегуляции; 2 культура интеллектуальной деятельности и культура предметной деятельности; 3) культура поведения и культура общения
Интегративно-гуманитарный подход	Л.В. Павлова	когнитивный: способность и стремление к познанию и самопознанию; аксиологический: гуманистические ценностные ориентации; коммуникативный: способность к общению на основе общечеловеческих ценностей; художественно-эстетический: способность понимать, любить и оценивать явления искусства; рефлексивно-деятельностный: способность и готовность личности к активной деятельности по освоению и воспроизводству социального опыта, саморефлексия

Рис. 2. Структурные компоненты гуманитарной культуры и характеристика

Итак, ценностно-смысловой компонент, с нашей точки зрения, является основным ядерным элементом в культуре, которую мы называем гуманитарной. Именно этот компонент определяет особенности функционирования остальных составляющих. В то же время их развитие способствует росту духовности личности, поэтому развитие гуманитарной культуры зависит от взаимодействия и взаимоизменения составляющих её частей.

Нами выявлено, что компоненты структуры изучаемого нами феномена во многом зависят от выбираемого исследователями [3, 9, 7, 8] методологического подхода к анализу самого понятия, что можно проследить на рис. 2.

На наш взгляд, именно рассматриваемый нами вид культуры является важнейшим способом совершенствования личности, основой ее самообразования и самосозидания. Он выступает интегральной характеристикой направленности мировоззрения, способов межличностного, межкультурного взаимодействия человека, его значимых черт и является интегрирующим элементом целостного социального роста человека [7].

Резюмируя вышесказанное, сформулируем основной вывод: под гуманитарной культурой мы понимаем интегральную характеристику зрелого человека, включающую непротиворечивую систему общечеловеческих ценностей и ориентаций в них, наиболее значимые проявления (способность к общению, критическое мышление, способность понимать, объяснять и любить искусство, различать эстетические ценности, гражданственность и ответственность), определяющие его отношение ко всему, что происходит вокруг, а также ключевые компетенции непрерывного самосовершенствования.

Человек с высоким уровнем данной культуры обладает готовностью успешно функционировать в современном глобальном, многокультурном обществе, он становится способным не только самоопределяться в мире культуры, воспроизводить опыт, накопленный в социуме, но и различать элементы других культур.

Список литературы

1. Бобнева М.И. Социальное развитие личности: психологическая проблема / М.И. Бобнева // Общественные науки. – 1980. – № 1. – С. 89–101.

2. Браже Т.Г. Чтение как источник самопознания и саморазвития личности в контексте ее гуманитарной культуры / Т.Г. Браже // Гуманитарная культура личности – основа и цель современного образования: монография. – СПб.: Изд-во «Союз», 2008. – 114 с.

3. Журавлева О.Н. Современный школьный учебник как средство развития гуманитарной культуры личности: метаметодический подход / О.Н. Журавлева // Гуманитарная культура личности – основа и цель современного образования. – С.-Пб.: Союз, 2008. – С. 111–118.

4. Запесоцкий А.С. Образование: философия, культурология, политика / А.С. Запесоцкий. – М.: Наука, 2002. – 456 с.

5. Павлова Л.В. Методическая система развития гуманитарной культуры студентов в процессе иноязычного образования в вузе / Л.В. Павлова // Сибирский педагогический журнал. – 2009. – № 11. – С. 61–70.

6. Павлова Л.В. Педагогические условия развития гуманитарной культуры студентов в процессе иноязычного образования в вузе / Л.В. Павлова // Известия Южного федерального университета. – 2009. – № 10. – С. 147–154.

7. Павлова Л.В. Развитие личности в контексте диалога культур / Л.В. Павлова // Профессиональное образование. Столица. – 2010. – № 1. – С. 40–41.

8. Павлова Л.В. Структура и содержание гуманитарной культуры личности / Л.В. Павлова // Сибирский педагогический журнал. – 2009. – № 3. – С. 145–153.

9. Полякова Т.Н. Системный подход к изучению гуманитарной культуры личности / Т.Н. Полякова // Гуманитарная культура личности – основа и цель современного образования. – СПб.: Изд-во «Союз», 2008. – С. 85–98.

10. Савва Л.И. Коммуникативный потенциал субъектов образовательного процесса: монография / Л.И. Савва, А.Л. Солдатченко, Е.Ю. Семыкина и др.; под ред. Л.И. Савва. – Уфа: РИО «Аэтерна», 2005. – 345 с.

11. Савва Л.И. Условия гуманитаризации высшего профессионального образования: монография / Л.И. Савва, С.В. Акманова, М.А. Недосекина и др.; под ред. Л.И. Савва. – Магнитогорск: МаГУ, 2008. – 463 с.

12. Сластенин В.А. Введение в педагогическую аксиологию: учеб. пособие/ В.А. Сластенин, Г.И. Чижакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 192 с.

13. Соловцова И.А. Гуманитарная педагогическая парадигма как модель исследовательской деятельности / И.А. Соловцова // Известия ВГПУ. – 2008. – № 3. – С. 11–15.

14. Шиянов Е.Н. Развитие личности в обучении : учеб. пособие для студ. пед. вузов / Е.Н. Шиянов, И.Б. Котова. – М.: Издательский центр «Академия», 1999. – 288 с.

15. Элиасберг Н.И. Гуманитарная культура личности – основа и цель современного образования: монография / Н.И. Элиасберг. – СПб.: Изд-во «Союз», 2008. – 114 с.

УДК 378

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Панова Н.Г., Умеркаева С.Ш.

ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва,
e-mail: panovaart@mail.ru; sofiya333@yandex.ru

В Государственной программе города Москвы «Культура Москвы на 2012–2018 годы» особое внимание уделяется развитию кадрового потенциала в сфере культуры. В целях эффективной реализации задач Государственной программы необходимо формировать концептуальное, стратегическое и проектное мышление кадровых работников учреждений культуры, содействовать увеличению притока в сферу культуры квалифицированных специалистов, осуществлять поддержку высокого уровня ротации кадров государственных учреждений культуры города Москвы. Становится очевидным, что в современных условиях модернизации и гуманизации общества повышается спрос на высокий уровень квалификации и компетентности бакалавров социально-культурной деятельности. В процессе профессиональной подготовки бакалавров социально-культурной сферы важно сформировать теоретическую, практическую и личностную готовность к творческо-производственной, организационно-управленческой, художественно-творческой, научно-методической, проектной и педагогической видам деятельности.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, бакалавр социально-культурной деятельности, педагогический вуз, компетенции, профессиональная компетентность, практика, практическая подготовка

SOME ASPECTS OF TRAINING BACHELOR OF SOCIAL-CULTURAL ACTIVITIES IN THE CONDITIONS OF PEDAGOGICAL HIGH SCHOOL

Panova N.G., Umerkaeva S.Sh.

GAOU VO in the city of Moscow «Moscow City Pedagogical University», Moscow,
e-mail: panovaart@mail.ru; sofiya333@yandex.ru

The State Program of the City of Moscow «Culture of Moscow in 2012–2018 years» focuses on the development of human capacity in the field of culture. In order to effectively achieve the objectives of the State Program is necessary to form a conceptual, strategic thinking and project staff employees of cultural institutions, to promote an increase in the inflow into the cultural sphere of qualified professionals, to carry out high-level support personnel rotation state institutions of Culture of Moscow. It becomes obvious that in the present conditions of modernization and humanization of society increases the demand for a high level of skills and competencies of bachelors of social and cultural activities. During training bachelors of social and cultural sphere it is important to form the theoretical, practical and personal commitment to creative and productive, organizational and administrative, artistic and creative, scientific and methodological, design and pedagogical activities.

Keywords: raining, bachelor of social and cultural activities, educational institution, competence, professional competence, experience, practical training

В условиях обновления структуры и содержания профессионального образования, утверждения новых федеральных государственных образовательных стандартов проблема повышения качества подготовки специалистов различного профиля не теряет своей актуальности. Во многих официальных документах отмечается, что выпускники высших учебных заведений должны быть способны в процессе будущей профессиональной деятельности не только эффективно выполнять трудовые обязанности, но и реализовать свой социальный, культурный, творческий потенциал и в конечном итоге содействовать решению задач развития российского общества и экономики.

Подготовка специалистов социально-культурной сферы осуществляется во многих вузах города Москвы, однако в Государственной программе «Культура Москвы на 2012–2018 годы» отмечается нехватка квалифицированных специалистов в сфере культуры, а также «отсутствие у работников в сфере культуры многих навыков, необходимых для развития государственных учреждений культуры» [3]. В подпрограмме «Развитие кадрового потенциала и научно-методическое обеспечение в сфере культуры» говорится о необходимости качественных изменений кадрового потенциала сферы культуры, стимулирования роста профессиональной компетенции работников данной сферы [3].

Профессиональная подготовка бакалавров социально-культурной деятельности должна обеспечить формирование целого ряда общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, которые позволят будущему специалисту осуществлять различные виды

профессиональной деятельности: творческо-производственную, организационно-управленческую, художественно-творческую, научно-методическую, проектную и педагогическую [11]. Решению данной проблемы, на наш взгляд, будет способствовать применение системного подхода к профессиональной компетентности бакалавра, который позволит рассматривать ее как целостную систему, имеющую определенную структуру взаимосвязанных между собой компонентов.

Очевидно, что профессиональная компетентность специалиста социально-культурной сферы представляет собой сложную, многогранную, многоуровневую систему, однако все многообразие входящих в ее состав компонентов можно объединить в группы, коррелирующие как с профессионально важными личностными качествами специалиста, так и с качествами, необходимыми для непосредственного осуществления профессиональной деятельности. При этом важно учитывать, что данная деятельность связана с организацией досуга людей, который имеет свою специфику: соответствует потребностям и интересам личности, имеет добровольный характер, отличается большим разнообразием видов досуговой деятельности и др. [5, с. 23].

Компетентность (от лат. *competens* – подходящий, соответствующий) в научной литературе трактуется как наличие у человека знаний, умений, способностей, необходимых для эффективной деятельности в определенной сфере. Таким образом, профессиональная компетентность означает практическую, теоретическую и личностную готовность специалиста к выполнению профессиональной деятельности. В соответствии с этим в структуре профессиональной компетентности можно выделить знаниевый, деятельностный и личностный компоненты [6].

Для успешного осуществления профессиональной деятельности бакалавры социально-культурной деятельности должны получить серьезную теоретическую подготовку, овладеть системой общенаучных и профессиональных знаний. Согласно учебному плану по направлению подготовки 51.03.03 «Социально-культурная деятельность», профилю «Организация и постановка культурно-досуговых программ в сфере культуры и образования», которые реализуются в Московском городском педагогическом университете, предусмотрено изучение дисциплин, объединенных в девять модулей: «Общенаучный», «Литературный», «Культурологический», «Теоретические основы социально-культурной деятельности», «Организационно-управленческий», «Теоретические основы культурно-досуговой деятельности», «Режиссерские технологии», «Технологии подготовки культурно-досуговых программ», «Театрально-игровые технологии». Каждый из модулей содержит дисциплины вариативной части и курсы по выбору. Перечень дисциплин, представленных в учебном плане, а также общий объем учебной нагрузки, который составляет около 8000 часов без учета практики, факультативов и итоговой государственной аттестации, свидетельствуют о возможности получить качественную и всестороннюю теоретическую профессиональную подготовку.

Особое значение в решении профессиональных задач социально-культурной сферы имеют знания педагогики, психологии, теории и истории социально-культурной деятельности, основ культурной политики и законодательства в области культуры, технологий социально-культурной деятельности, сценарно-драматургических основ социально-культурных программ, специфики научно-методической и проектной деятельности в социально-культурной сфере, технологий социально-культурного менеджмента и маркетинга.

Важными составляющими деятельностного компонента в структуре профессиональной компетентности бакалавров социально-культурной деятельности являются профессиональные умения и навыки. Среди них можно выделить умения применять технологии социально-культурной деятельности в решении профессиональных задач, осуществлять просветительную и воспитательную работу в учреждениях социально-культурной сферы, проводить различные социально-культурные мероприятия; владение навыками постановки культурно-досуговых программ, организации досуга, социально-культурного творчества и т.д.

Профессиональная деятельность бакалавра социально-культурной сферы требует наличия определенных способностей. В процессе профессиональной подготовки у студентов необходимо развивать организаторские, коммуникативные, креативные, гностические, конструктивные способности. Для организации образовательно-просветительной деятельности, эффективного взаимодействия с людьми нужны педагогические, перцептивные способности, эмпатия и т.д. В связи с тем, что специалисту социально-культурной сферы часто приходится выступать перед публикой, быть в роли ведущего мероприятия или исполнять какую-либо роль, ему необходимы актерские способности (владение мими-

кой, пантомимикой, техникой речи, умение управлять своим психологическим состоянием и т.д.).

Большое значение в профессиональной деятельности имеют личностные качества специалиста, среди которых в первую очередь отметим профессиональную направленность, профессиональное мышление, профессиональное самосознание [1]. Под направленностью в психологии понимается совокупность устойчивых мотивов, ориентирующих поведение и деятельность личности и относительно независимых от различных ситуаций. Профессиональная направленность выражается в интересе к профессии, стремлении заниматься профессиональной деятельностью, потребности в повышении профессиональной компетентности. Профессиональное мышление помогает специалисту анализировать профессиональную деятельность, решать и ставить новые профессиональные задачи (организаторские, художественно-творческие, научно-методические, воспитательные и др.), выявлять нерешенные профессиональные проблемы. Профессиональное самосознание необходимо для познания и оценки самого себя как профессионала, саморегуляции профессиональной деятельности. Наряду с вышеназванными качествами специалист социально-культурной сферы должен обладать такими качествами, как ответственность, дисциплинированность, доброта, отзывчивость, справедливость, требовательность, сдержанность, целеустремленность, настойчивость, выдержка и др. Немаловажную роль в профессиональной деятельности играют волевые качества, духовный потенциал личности, общая культура и образованность.

Существуют и другие взгляды на структуру профессиональной компетентности бакалавра социально-культурной деятельности. Так, по мнению Ю.Д. Красильникова, у специалиста культуры должны быть сформированы: концептуальная компетентность (лат. *conceptio* – понимание, система) – понимание теоретических и методологических основ своей профессии; контекстуальная компетентность (лат. *contextus* – соединение, связь) – представление об экономической, социальной, психологической среде, в которой осуществляется социально-культурный проект; технологическая компетентность (греч. *techne* – искусство, мастерство и *logos* – учение) – владение базовыми профессиональными умениями и навыками; адаптивная компетентность (лат. *adaptatio* – приспособление) – способность предвидеть изменения, важные для собственной профессии, и быть готовым приспособиться к ним; коммуникативная компетентность (лат. *communicatio* – контакт) – умение эффективно пользоваться различными средствами и способами общения; интегративная компетентность (лат. *integratio* – соединение, восстановление) – способность сочетать теоретические знания с социально-культурной практикой [4, с. 380]. Т.Г. Киселева добавляет, что для решения профессиональных задач также необходимо наличие интеллектуальных способностей, логического и ассоциативного мышления, воображения, фантазии, интуиции, любознательности, тяги к новизне, художественного вкуса, чувства гармонии и т.д. [4, с. 118].

Таким образом, мы видим, что профессиональная компетентность бакалавра социально-культурной деятельности представляет собой систему, в структуру которой входят несколько взаимосвязанных компонентов. В процессе профессиональной подготовки важно последовательно, а главное, комплексно формировать как профессиональные знания, умения и навыки, так и свойства личности, необходимые для успешного осуществления будущей профессиональной деятельности.

Важным аспектом формирования общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций бакалавров социально-культурной деятельности является практическая подготовка в течение всего периода обучения в педагогическом вузе. Практика представляет собой вид учебной деятельности, направленный на закрепление и конкретизацию результатов теоретического обучения, формирование компетенций, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности. Основная задача данного вида учебного процесса состоит в максимальном приближении выпускников программ бакалавриата к своей будущей профессии [8; 10].

По данным Департамента культуры города Москвы, доля руководителей государственных учреждений культуры города Москвы в возрасте до 45 лет к 2018 году должна составить 20% и не опускаться ниже этой отметки. Доля работников указанных учреждений в возрасте до 35 лет также ожидается на уровне 20% к 2018 году. При этом доля работников, прошедших обучение по программам повышения квалификации и переподготовки, к 2018 году достигнет 30%. Становится очевидным, что сегодня повышаются требования к уровню квалификации и компетентности бакалавров социально-культурной деятельности.

Подготовка востребованных специалистов по адресному запросу учреждений со-

циально-культурной сферы представляет собой актуальную и первоочередную задачу. В системе профессиональной подготовки будущего организатора досуговой деятельности практика обеспечивает должную корреляцию между теоретическим обучением в вузе и приобретением практического опыта работы в профильной организации [2; 9].

Эффективность формирования профессиональной компетентности повышается, если практика выстраивается как «целостный педагогический процесс, определяющийся поэтапностью реализации содержания практики, взаимосвязью компонентов между собой и преемственностью форм и методов практического и теоретического обучения» [12, с. 20].

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 51.03.03 «Социально-культурная деятельность», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г. № 995 [11], практика представляет самостоятельный раздел программы бакалавриата и рассматривается как единая система поэтапной профессионально-практической подготовки обучающегося в высшей школе. Отражая результаты знаний по всем дисциплинам учебного плана, практика подтверждает профессиональную готовность выпускника к творческо-производственной, организационно-управленческой, художественно-творческой, научно-методической, проектной и педагогической видам деятельности [11].

Таким образом, практика является эффективным средством формирования профессиональной компетентности бакалавра социально-культурной сферы, т.к. позволяет овладеть системой универсальных знаний, умений и навыков, приобрести опыт самостоятельной работы, развить способность к продуктивному профессиональному творчеству в условиях инновационно-развивающей среды профильной организации.

Все виды практик будущего организатора досуга проводятся на базе социально-культурных институтов различных типов и видов, деятельность которых соответствует ее целям и задачам. Традиционными базами практики выступают учреждения музейного типа, библиотеки, центры семейного досуга, клубы, дома и дворцы культуры, социально-реабилитационные центры, парки культуры, центры молодежного досуга, концертные учреждения, школы искусств, центры детского творчества и т.п.

Согласно требованиям ФГОС ВО, основными видами практик студентов, обучающихся по направлению подготовки 51.03.03 «Социально-культурная деятельность», являются учебная, производственная и преддипломная практики. Организация всех видов практик осуществляется в соответствии с основными разделами и видами учебной работы на каждом этапе практики, включая самостоятельную работу студента.

Учебная практика проводится с целью углубления и конкретизации знаний студентов о сущности социально-культурной деятельности и ее ресурсной базе в процессе включения в различные виды и уровни творческо-производственной деятельности учреждений культуры. В процессе учебной практики у обучающихся формируется представление о реальных процессах, происходящих в социально-культурной сфере, а также вырабатываются навыки конструктивного анализа различных направлений деятельности региональных учреждений культуры по созданию, продвижению и реализации культурно-досуговых услуг для разных групп населения. Данный вид практики знакомит студентов с многообразием учреждений социально-культурной сферы, спецификой их деятельности, структурой, основными направлениями работы, функциональными обязанностями штатных сотрудников и проч.

Цель производственной практики состоит в подготовке студентов к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью образовательной программы бакалавриата и основными видами профессиональной деятельности на основе новейших достижений в сфере образования и культуры, а также в формировании у студентов профессиональных умений и навыков в сфере реализации моделей, проектов, видов и форм современной практики социально-культурной деятельности. Производственная практика способствует не только закреплению знаний, умений и навыков, полученных студентами в процессе изучения дисциплин программы бакалавриата, но и формирует представление о социально-педагогических методиках и технологиях социально-культурной деятельности, используемых в организации досуга населения. В процессе данной практики студенты включаются в деятельность конкретных организаций для приобретения практических навыков, что позволяет развивать профессиональную рефлексию, вырабатывает креативно-творческий подход к работе.

Преддипломная практика проводится с целью формирования у бакалавров компетентности в сфере организации и про-

ведения прикладных научных исследований социально-культурной деятельности. Преддипломная практика направлена на закрепление, углубление и обогащение у обучающихся общенаучных, общепрофессиональных и специальных знаний; формирование умений и навыков их использования при решении конкретных профессиональных задач. В рамках преддипломной практики создаются условия для практической апробации идей, концепций, теоретических положений и методических рекомендаций, разработанных студентом в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

Следует отметить, что в современных условиях диверсификации высшего образования важным аспектом формирования компетенций практической направленности у бакалавров социально-культурной деятельности является партнерство педагогического вуза и учреждений культуры, целью которого является создание системы добровольных и равноправных взаимоотношений и взаимоподдержки, приводящих к позитивным и ожидаемым изменениям [7, с. 21]. В настоящее время наиболее динамично развивающимися многофункциональными учреждениями культуры являются музеи и библиотеки. Современные музеи и библиотеки активизировали работу по обеспечению доступности культурных благ и услуг для всех групп населения, включая социально незащищенные слои общества и лиц с ограниченными возможностями здоровья. В музеях и библиотеках создаются благоприятные условия для организации рационального и содержательного досуга граждан.

Организация практики в условиях социально-культурного партнерства педагогического вуза, музея и библиотеки позволяет проектировать индивидуальную траекторию формирования общекультурных и профессиональных компетенций бакалавра, диагностировать и корректировать ее с целью подготовки студента к будущей многофункциональной деятельности с учетом современных тенденций, связанных с поиском новых форм социально-культурного воспитания общества. В рамках сотрудничества педагогического вуза с музеями и библиотеками осуществляется теоретико-методологическое обоснование проблемы развития партнерских отношений между учреждениями образования и культурными институциями, а также поиск эффективных практико-ориентированных технологий формирования профессиональных компетенций у бакалавров социально-культурной сферы.

Опыт показывает, что эффективными формами организации практики студентов направления подготовки «Социально-культурная деятельность» в условиях взаимодействия педагогического вуза с музеями и библиотеками являются: организация и постановка культурно-досуговых программ для разных групп населения; проведение мастер-классов, фестивалей, конкурсов, викторин; разработка и реализация интерактивных анимационных программ; участие в общегородских культурных проектах и акциях и мн. др.

Таким образом, многоаспектность социокультурного взаимодействия педагогического вуза и учреждения культуры позволяет не только выстраивать образовательный маршрут бакалавра с учетом практико-ориентированной направленности на будущую профессию, но и создавать условия для повышения квалификации сотрудников столичных учреждений культуры, функциональные обязанности которых сегодня далеко выходят за рамки традиционной деятельности.

В заключение отметим, что профессиональная подготовка бакалавров социально-культурной деятельности в условиях педагогического вуза осуществляется с использованием научно-методического, интеллектуально-творческого, практико-образовательного ресурсов как самого вуза, так и его партнеров, что позволяет диверсифицировать учебный процесс и повысить эффективность формирования профессиональной компетентности будущих специалистов.

Список литературы

1. Бакланова Н.К. Профессиональное мастерство специалиста культуры: Учеб. пособ. для аспирантов, слушателей курсов повышения квалификации, преподавателей, студентов / Н.К. Бакланова. – М.: МГУКИ, 2003. – 222 с.

2. Ганьшина Г.В. Диверсификация высшего образования в условиях социокультурного взаимодействия вуза и музея / Г.В. Ганьшина, Г.И. Грибкова, С.Ш. Умеркаева // Научно-практический журнал «Российские регионы: взгляд в будущее». – 2015. – № 4 (5). – С. 35–51.

3. Государственная программа города Москвы «Культура Москвы на 2012-2018 годы», утвержденная постановлением Правительства Москвы от 20 сентября 2011 г. № 431-ПП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kultura.mos.ru/upload/iblock/69f/gosudarstvennaya-programma-goroda-moskvy-kultura-moskvy-na-2012-_-2018-gody.pdf.

4. Киселева Т.Г. Социально-культурная деятельность: Учебник / Т.Г. Киселева, Ю.Д. Красильников. – М.: МГУКИ, 2004. – 539 с.

5. Панова Н.Г. Педагогические основы культурно-творческой деятельности в сфере досуга / Н.Г. Панова. – М.: МГПУ, 2015. – 72 с.

6. Панова Н.Г. Формирование педагогической компетентности будущих бакалавров социально-культурной сферы в процессе профессиональной подготовки / Н.Г. Панова // Профессиональная подготовка специалистов соци-

альной сферы: проблемы и перспективы: сборник статей по результатам городской научно-практической конференции с международным участием (10 апреля 2014 г.). – М.: Московский городской педагогический университет. – 2014. – С. 129–134.

7. Социально-культурное партнерство: вуз – музей – библиотека в условиях инновационного развития: коллективная монография / Т.И. Бакланова, Г.В. Ганьшина, Г.И. Грибкова, Е.В. Дольгирева, Е.М. Жукова, И.В. Коршунова, О.И. Киселева, О.Л. Косибород, Э.И. Медведь, Н.А. Опарина, Н.Г. Панова, В.И. Портников, С.Ш. Умеркаева / Под ред. Т.И. Баклановой. – М.: УЦ Перспектива. – 2016. – 308 с.

8. Умеркаева С.Ш. К вопросу о порядке проведения практики магистров социально-культурной деятельности в условиях реализации ФГОС / С.Ш. Умеркаева // Проблемы развития науки и образования: теория и практика: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 августа 2015 г.; в 3 частях. – Ч. II. – М.: «АР-Консалт», 2015. – С. 94–99.

9. Умеркаева С.Ш. Организация производственной практики студентов направления подготовки «Социально-культурная деятельность» в учреждениях музейного типа (из опыта работы): материалы II Международной научной конференции «Проблемы и перспективы современного образования» // Ежемесячный научный журнал «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук». – 2015. – № 09(80). – Ч. III. – С. 60–64.

10. Умеркаева С.Ш. Формирование профессионально значимых качеств личности бакалавра социально-культурной деятельности в условиях практико-ориентированной образовательной среды / С.Ш. Умеркаева // Международный академический вестник. – 2015. – № 2(8). – С. 41–45.

11. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 51.03.03 «Социально-культурная деятельность», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г. № 995 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fgosvo.ru/news/8/1920.

12. Чешуина Т.Г. Производственная практика как фактор формирования профессиональной компетентности студентов педвуза: автореф. дис. … канд. пед. наук: 13.00.01 / Чешуина Татьяна Григорьевна. – Томск, 2006. – 24 с.

УДК 796.922.093.612/.015.264

ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПРИ СТУПЕНЧАТО НАРАСТАЮЩЕЙ НАГРУЗКЕ У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Петров Р.Е., Бекмансуров Р.Х.

Елабужский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Елабуга, e-mail: romanpetrovrdr@mail.ru

В статье представлены результаты исследования анализа динамики частоты сердечных сокращений при ступенчато нарастающей нагрузке после различных мезоциклов подготовки у лыжников-гонщиков 15–16 лет в подготовительный период. На первом этапе исследования в переходный период было выполнено тестирование на велоэргометре со ступенчато нарастающей нагрузкой. Первоначальная нагрузка была 27 ватт и каждые 2 минуты нагрузка повышалась на 27 ватт. В конце каждой минуты фиксировалась частота сердечных сокращений. Второй этап тестирования выполнялся после первого мезоцикла подготовки, который был направлен на развитие силовой выносливости. Третий этап тестирования выполнялся после второго мезоцикла подготовки, который был направлен на развитие общей выносливости. Динамика средних показателей ЧСС после 1-го мезоцикла подготовки, показала, что на 1-й и 2-й ступени нагрузки на велоэргометре достоверных изменений не произошло. В последующих с 3 по 6 уровень нагрузки просматривается достоверное снижение средних показателей ЧСС исследуемых спортсменов. Это связано с тем, что развитие силовой выносливости в 1-м мезоцикле подготовки позволило повысить аэробные возможности исследуемых мышц, которая также положительно сказалась на работоспособности сердца. После 2-го мезоцикла подготовки, где уклон делался на общую выносливость, работоспособность сердца исследуемых лыжников-гонщиков 15–16 лет также увеличилась.

Ключевые слова: лыжники-гонщики, частота сердечных сокращений, мезоцикл, ступенчато нарастающая нагрузка, силовая выносливость, общая выносливость

DYNAMICS OF HEART RATE ON STEPPED GROWING LOAD HAVE SKIERS IN THE PREPARATORY PERIOD

Petrov R.E., Bekmansurov R.Kh.

Elabuga Institute of Kazan (Volga region) Federal University, Elabuga, e-mail: romanpetrovrdr@mail.ru

The article presents the research results of the analysis of the dynamics of heart rate on the step of increasing the load after the various meso-cycles training athletes of 15–16 years in the preparatory period. In the first phase of the study during the transition period there was testing on the Bicycle Ergometer with stepwise increasing load. The initial load was 27 watts, and every 2 minutes the load increased by 27 watts. At the end of each minute recorded heart rate. The second phase of testing was performed after the first meso-cycle of training, which was focused on the development of power endurance. The third phase of testing was performed after the second meso-cycle of training, which was aimed at the development of General endurance. The dynamics of average heart rate after the 1st meso-cycle of training found that the 1st and the 2nd phases of the load on the Ergometer are reliable and have not changed. In the subsequent 3 to 6, the load level can be seen significant decrease in average heart rate in athletes. This is due to the fact that the development of power endurance in the 1st meso-cycle of training improved aerobic capacity of the investigated muscles and has a positive impact on the health of the heart. After the 2nd meso-cycle of training in which the slope was placed on General endurance, heart function of the studied athletes 15–16 years of age also increased.

Keywords: skiers, heart rate, mesocycle stepwise increasing load, strength endurance, overall endurance

В лыжных гонках для достижения высоких спортивных результатов одним из лимитирующих факторов выносливости является функциональная работоспособность сердца. Общеизвестно, что основная роль сердца – это способность нагнетать и проталкивать кровь в сосуды; чем больше за единицу времени сердце выталкивает кровь с желудочков, тем быстрее она доставляется до работающих мышц. Благодаря этому в лыжных гонках функциональные возможности сердца во многом предопределяют выносливость организма спортсменов. В большинстве случаев сердце, достигая предела функциональных возможностей, не дает возможности до бесконечности увеличивать выносливость. С повышением нагрузки сердечная система реагирует увеличением ударного объема желудочков, а затем ростом частоты сердечных сокращений. Максимальный рост сердечного ритма при нагрузке говорит о пределе физических возможностей [3]. Показатели частоты сердечных сокращений на различные физические нагрузки информативно показывают о функциональном состоянии спортсменов, что позволяет вносить корректировку в тренировочный процесс [2].

Таблица 1

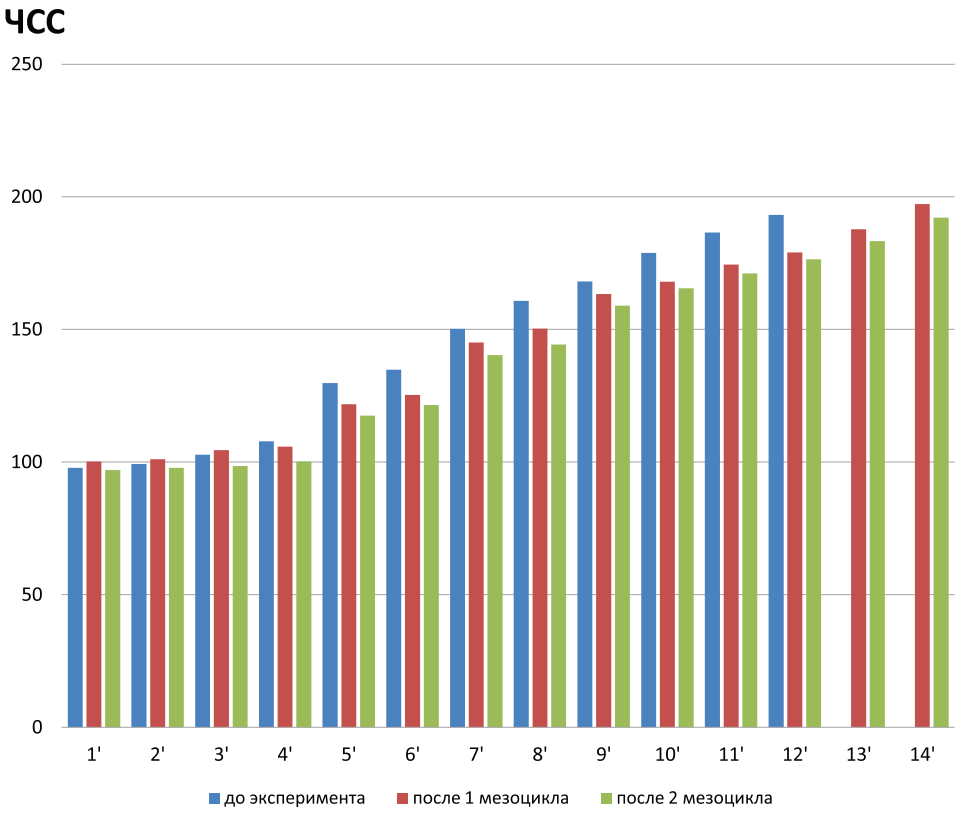
Распределение средств физической подготовки лыжников-гонщиков 15–16 лет в 1-й экспериментальный мезоцикл подготовки

Направленность физической подготовки	Объем выполненной работы в %
Силовая подготовка (силовая выносливость), %	40 %
Скоростная выносливость, %	5 %
Скоростно-силовая подготовка, %	5 %
Общая выносливость, %	40 %
Ловкость, координация, гибкость, %	10 %

Таблица 2

Распределение средств физической подготовки лыжников-гонщиков 15–16 лет в 2-й экспериментальный мезоцикл подготовки

Направленность физической подготовки	Объем выполненной работы в %
Силовая подготовка (силовая выносливость), %	10 %
Скоростная выносливость, %	5 %
Скоростно-силовая подготовка, %	5 %
Общая выносливость, %	70 %
Ловкость, координация, гибкость, %	10 %



Динамика ЧСС при ступенчато нарастающей нагрузке у лыжников-гонщиков 15–16 лет после различных мезоциклов подготовки в подготовительный период

Цель исследования – выявить динамику сердечного ритма при ступенчато возрастающей нагрузке после различных мезоциклов подготовки у лыжников-гонщиков в подготовительном периоде.

Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие юноши лыжники-гонщики 15–16 лет в количестве 10 человек с июня по сентябрь включительно. На первом этапе исследования в переходный период было выполнено

тестирование на велоэргометре Proteus PEC-4255 со ступенчато нарастающей нагрузкой. Первоначальная нагрузка была 27 ватт, и каждые 2 минуты нагрузка повышалась на 27 ватт. Испытуемые должны были удерживать равномерный темп в течение всего тестирования 60 об/мин. В конце каждой минуты фиксировалась ЧСС с помощью часов Polar RC3 GPS. Тестирование выполнялось до отказа испытуемого выполнять нагрузку или невозможности удержания скорости. Второй этап тестирования осуществлялся после первого мезоцикла подготовки. Мезоцикл включал в себя 3 микроцикла. Микроцикл состоял: 2 недели загрузка, 1 неделя разгрузка. Распределение средств физической подготовки лыжников-гонщиков 15–16 лет в 1-й экспериментальный мезоцикл подготовки было направлено на развитие силовой выносливости [1, 4]. Для развития силовой выносливости применяли статодинамические упражнения (рисунок).

На мышцы нижних конечностей использовались следующие средства: из выпада вперед медленные приседания до прямого угла в коленном суставе на одной ноге, то же самое на возвышенности высотою 50 см; из выпада в сторону приседания на одну ногу; медленное приседание на двух ногах до прямого угла в коленном суставе; приседание со штангой от 10 до 40 кг. На мышцы верхних конечностей использовались следующие средства: медленное сгибание-разгибание рук в упоре на брусьях, то же самое в упоре лежа на полу; медленный жим штанги лежа на спине от 20 до 35 кг, то же самое лежа на груди; медленное сгибание-разгибание рук в висе на низкой перекладине под углом 45°. На мышцы туловища использовались следующие средства: упражнение «планка», то же самое из различных положений (рука, нога вперед, в сторону и т.п.); упражнение исходное положение обратной планки.

Третий этап тестирования выполнялся после второго мезоцикла подготовки. Данный мезоцикл также включал в себя 3 микроцикла. Распределение средств физической подготовки лыжников-гонщиков 15–16 лет во 2-м экспериментальном мезоцикле подготовки было направлено на развитие общей выносливости. Развитие общей выносливости включало в себя выполнение специфических и неспецифических циклических нагрузок на пульсе не выше 150 уд/мин (табл. 2).

Для развития общей выносливости использовались следующие средства: равномерный бег по равнине и по пересеченной местности в 1-й и 2-й зоне интенсивности; равномерное передвижение на лыжероллерах в 1-й и 2-й зоне интенсивности; шаговая имитация по пересеченной местности в 1-й и 2-й зоне интенсивности; езда на велосипеде с использованием различных передач.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительный анализ тестирования лыжников-гонщиков до эксперимента и после 1-го мезоцикла подготовки показал следующие результаты. Первая нагрузка 27 ватт увеличила средний показатель ЧСС группы после 1-го мезоцикла подготовки на 1,8%, при ($P > 0,05$). Вторая ступень нагрузки 54 ватт понизила средний показатель ЧСС группы на 1,9%, при ($P > 0,05$). После двух ступеней нагрузок средний показатель ЧСС у лыжников-гонщиков после 1-го мезоцикла показал недостоверные изменения. Это говорит о том, что изменений в работоспособности сердца и мышц на этом уровне нагрузки до и после 1-го мезоцикла подготовки не обнаружено. После третьей ступени нагрузки 81 ватт просматривается достоверное снижение среднего показателя ЧСС у исследуемой группы на 7%, при ($P < 0,05$). Четвертая ступень нагрузки 108 ватт показала достоверное снижение среднего показателя ЧСС на 6,5%, при ($P < 0,05$). Пятая и шестая ступень нагрузок также показали достоверное снижение среднего показателя ЧСС у экспериментальной группы на 6% и 7,4%. На седьмом уровне нагрузки 189 ватт четверо испытуемых не смогли удержать темп, поэтому данная ступень нагрузки до эксперимента не учитывалась. Данный мезоцикл подготовки, направленный на силовую выносливость, показал, что достоверное снижение среднего показателя ЧСС при ступенчато нарастающей нагрузке у исследуемых лыжников повысил работоспособность сердца, а также аэробные возможности тестируемых мышц. Об этом и свидетельствует седьмая ступень нагрузки, так как до эксперимента не все смогли осилить данную нагрузка, а после 1-го мезоцикла подготовки с данным уровнем справились все испытуемые (табл. 3).

Анализ тестирования после 1-го и 2-го мезоцикла подготовки показал следующие результаты. Нагрузка 27 ватт достоверных различий между подготовками не выявила. Вторая ступень на 54 ватт после 2-го мезоцикла показала, что средний показатель ЧСС достоверно снизился на 5,3%, при ($P < 0,05$). В последующих ступенях до 7-го уровня нагрузок между мезоциклами подготовки просматривается достоверное снижение среднего показателя ЧСС у лыжников-гонщиков 15–16 лет. После 1-го и 2-го мезоцикла подготовки все испытуемые смогли завершить седьмую ступень нагрузки 189 ватт, хотя до эксперимента не все справились с этой задачей. Отсюда средний результат ЧСС также показывает достоверное снижение после 2-го мезоцикла на 2,6%, при ($P < 0,05$). На восьмой ступени 216 ватт не все спортсмены удержали назначенную нагрузку после исследуемых мезоциклов подготовки, поэтому данная нагрузка не исследовалась. Разница средних показателей ЧСС между 1-м и 2-м мезоциклом подготовки показали, что, начиная со второй ступени нагрузки, исследуемые результаты сердечного ритма достоверно снизились. Это говорит о том, что 2-й мезоцикл подготовки, направленный на развитие общей выносливости, увеличил резервные возможности сердца за счет ударного объема.

Таблица 3

Динамика ЧСС на ступенчато нарастающую нагрузку у лыжников-гонщиков 15–16 лет после различных мезоциклов подготовки в подготовительный период

До эксперимента													
27 Ватт		54 Ватт		81 Ватт		108 Ватт		135 Ватт		162 Ватт		189 Ватт	
1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'
97,8 ± 6,9	99,3 ± 11,8	102,8 ± 14,9	107,8 ± 6,3	129,8 ± 5,3	134,8 ± 4,1	150,2 ± 8,3	160,8 ± 10,2	168,1 ± 10,8	178,8 ± 9,9	186,5 ± 14,5	193,2 ± 17,7	–	–
После 1-го мезоцикла													
27 Ватт		54 Ватт		81 Ватт		108 Ватт		135 Ватт		162 Ватт		189 Ватт	
1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'
100,2 ± 3,4	101,1 ± 5,4	104,5 ± 11,1	105,8 ± 11,5	121,8 ± 9,9	125,3 ± 7,4	145,1 ± 8,5	150,3 ± 6,7	163,3 ± 7,9	168 ± 8,5	174,5 ± 9,3	179 ± 9,8	187,8 ± 9,9	197,3 ± 10,3
Разница в % до и после 1-го мезоцикла													
2,4%	1,8%	1,7%	1,9%	6,2%	7%	3,4%	6,5%	2,9%	6%	6,4%	7,4%	–	–
P-значимость													
> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
После 2-го мезоцикла													
27 Ватт		54 Ватт		81 Ватт		108 Ватт		135 Ватт		162 Ватт		189 Ватт	
1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'
97 ± 2,2	97,8 ± 2,9	98,5 ± 4,7	100,2 ± 4,1	117,5 ± 8,6	121,5 ± 7,2	140,3 ± 8,4	144,3 ± 6,2	159,5 ± 9,1	165,5 ± 10,6	171,1 ± 10,9	176,5 ± 12,2	183,3 ± 12,1	192,2 ± 11,5
Разница в % между 1-м и 2-м мезоциклом													
3,2%	3,3%	5,7%	5,3%	3,5%	3%	3,3%	4%	2,3%	1,5%	1,9%	1,4%	2,4%	2,6%
P-значимость													
> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Разница в% между до эксперимента и после 2–го мезоцикла													
0,8%	1,5%	4,2%	7%	9,5%	9,9%	6,6%	10,3%	5,1%	7,4%	8,3%	8,6%	–	–
P-значимость													
> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	–	–

Сравнительный анализ тестирования до эксперимента и после 2-го мезоцикла показал следующие результаты. За подготовительный период подготовки недостоверные изменения видны только на первой ступени нагрузки 27 ватт. В остальных шести уровнях нагрузки просматривается достоверное снижение среднего показателя ЧСС после 2-го мезоцикла подготовки. На седьмой ступени нагрузки сравнительный анализ не выполнялся, в связи с тем что до эксперимента не все испытуемые справились с данной нагрузкой на велоэргометре. Исследование в подготовительный период, включивший в себя два мезоцикла подготовки с уклоном на развитие силовой, а затем и общей выносливости, показало изменения со стороны сердечного ритма. Снижение ЧСС и чувство закисления мышц на одну и ту же выполненную нагрузку в подготовительном периоде говорит о том, что увеличилась работоспособность сердца, а также аэробные возможности тестируемых мышц ног (рисунок).

Заключение

Данные исследования на реакцию сердечного ритма при ступенчато нарастающей нагрузке в подготовительном периоде отражают функциональные и резервные возможности сердца лыжников-гонщиков. Динамика средних показателей ЧСС после 1-го мезоцикла подготовки, где уклон осуществлялся на развитие силовой выносливости, показывает, что на 1-й и 2-й ступени нагрузки на велоэргометре достоверных изменений не произошло. В последующих с 3 по 6 уровень нагрузки просматривается достоверное снижение средних показателей ЧСС исследуемых спортсменов. Это связано с тем, что развитие силовой выносливости в 1-м мезоцикле подготовки позволило повысить аэробные возможности исследуемых мышц, которые также положительно сказались на работоспособности сердца. На 2-м мезоцикле подготовки, где уклон делался на общую выносливость, работоспособность сердца исследуемых лыжников-гонщиков 15–16 лет также увеличилась. Об этом свидетельствует достоверное снижение средних показателей ЧСС с 2 по 7 уровень нагрузки на велоэргометре. Сравнивая динамику изменения средних показателей ЧСС на разных уровнях подготовки, можно сказать, что развитие силовой выносливости, как и общей выносливости, повышает возможности сердца при высоких нагрузках, а также аэробный порог работающих мышц [5].

Список литературы

1. Волкова К.Р. Условия организации тренировочных занятий силового характера // Формирование физической культуры и культуры здоровья учащихся в условиях модернизации образования. Сборник Всероссийской научно-практической конференции. – Елабуга: Изд-во ЕИ К(П)ФУ в г. Елабуга, 2015. – С. 53–56.

2. Гибадуллин И.Г. Структура физической подготовленности и система комплексного контроля в многолетней подготовке биатлонистов: моногр. / И.Г. Гибадуллин. – Ижевск : ИжГТУ, 2009. – 106 с.

3. Мякинченко Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е.Б. Мякинченко, В.Н. Селуянов. – М.: ТВТ Дивизион, 2009. – 360 с.

4. Петров Р.Е., Волкова К.Р., Бекмансуров Р.Х. Повышение уровня силовой подготовленности студенток на основе статодинамических и динамических упражнений // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2(2). – С. 355–358.

5. Попов Д.В., Виноградова О.Л. Сопоставление аэробных возможностей мышц ног и мышц плечевого пояса у спортсменов-лыжников // Физиология человека. – 2012. – Т. 38, № 5. – С. 67–72.

УДК 37.012.85/.6:378.172

ОБЪЕКТИВНАЯ И СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ И ОТНОШЕНИЕ К ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ В СРЕДЕ СТУДЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

[1]Попованова Н.А., [2]Синдеева Л.В., [1]Кравченко В.М., [1,2]Казакова Г.Н., [2]Медведева Н.Н., [1]Синдеев М.М.

[1]ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева», Красноярск, e-mail: kazakova_gn@kspu.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, e-mail: lsind@mail.ru

В статье представлены фрагменты комплексного исследования, посвященного изучению значимости физической культуры и отношения к здоровому образу жизни студентов-первокурсников различных направлений подготовки. В анкетировании приняли участие 287 человек. Объективная и субъективная оценка массы тела не всегда совпадают, особенно у девушек. Результаты данного исследования свидетельствуют о том, что девушки (67,7%), оценивающие свою массу тела как повышенную, объективно имеют нормальные значения индекса массы тела. Студенты с объективно высокой массой тела адекватно оценивают значимость физической культуры для себя, признавая ее роль в улучшении физического статуса. В целом можно констатировать, что мотивация студентов к занятиям физической культурой на непрофильных факультетах в рамках учебного процесса является недостаточной и требует корректировки.

Ключевые слова: физическая культура, телосложение, студенты

OBJECTIVE AND SUBJECTIVE ASSESSMENT CONSTITUTION AND RELATION TO PHYSICAL TRAINING AMONG STUDENTS OF DIFFERENT DIRECTIONS TRAINING

[1]Popovanova N.A., [2]Sindeeva L.V., [1]Kravchenko V.M., [1,2]Kazakova G.N., [2]Medvedeva N.N., [1]Sindeev M.M.

[1]Krasnoyarsk State Pedagogical University n.a. V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, e-mail: kazakova_gn@kspu.ru;
[2]Krasnoyarsk State Medical University n.a. V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk, e-mail: lsind@mail.ru

The article presents fragments of the complex research that examines the significance of physical culture and attitudes about healthy lifestyle of students of different training areas. The 287 people attended the survey. Objective and subjective evaluation of body weight do not always coincide, especially in girls. The results of this study suggest that the girls (67,7%), evaluating their body weight as an increased objectively have a normal body mass index. Students with a reasonably good body weight to adequately assess the importance of physical culture for themselves, recognizing its role in improving physical status. In General we can say that the motivation of students to employments by physical culture in the non-core faculties in the educational process is insufficient and requires adjustment.

Keywords: physical culture, body composition, students

Одной из важнейших задач физической культуры в системе высшего профессионального образования является сохранение и укрепление здоровья студентов. Средства физической культуры способны стимулировать, развивать и укреплять адаптационные резервы организма, связанные с процессом обучения и последующей профессиональной деятельности [5]. Однако зачастую приходится констатировать, что возможности физической культуры не всегда эффективно используются, что приводит к формированию у обучающихся некоего стереотипа, подрывающего мотивационно-ценностный компонент данной дисциплины.

К сожалению, в научных публикациях последних лет нередко можно встретить факты, указывающие на снижение мотивационного уровня студентов к занятиям физической культурой [2]. В качестве важных причин такого диссонанса чаще всего указываются непродуманная организация спортивно-оздоровительной работы в вузах, продиктованная в первую очередь материально-технической базой учебного заведения, наличием контрольных срезов в виде зачетных нормативов и отсутствием индивидуального подхода к студенту.

В то же время большинство молодых людей отчетливо понимают роль физической культуры для поддержания внешних форм тела. Но, как правило, такое представление основано лишь на субъективных ощущениях для эстетического удовлетворения потребностей [3]. В возрастном диапазоне 17–19 лет иная роль физической

культуры, а именно влияние ее на состояние здоровья человека, часто уходит на второй план. В данной связи настоящее исследование раскрывает объективную картину отношения студентов к физической культуре и представляется актуальным.

Цель исследования

Оценить степень значимости физической культуры для будущих специалистов в различных сферах деятельности во взаимосвязи с особенностями телосложения юношей и девушек.

Материалы и методы исследования

Для реализации поставленной цели была разработана анкета, включающая ряд вопросов, демонстрирующих отношение студента к занятиям по физической культуре: какую группу (основную или специальную медицинскую) посещает, занимается ли физкультурой и спортом вне учебных занятий, умеет ли плавать, кататься на велосипеде и коньках, какие спортивные снаряды имеет дома и как часто их использует. Также в анкете предлагалось оценить по пятибалльной шкале важность физкультурных занятий лично для себя и как можно подробнее обозначить мероприятия, необходимые для усиления интереса к данной дисциплине.

В анкетировании приняли участие 287 юношей и девушек, поступивших на обучение в 2016 году в высшие учебные заведения города Красноярска: Сибирский федеральный университет, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева и Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого. Все респонденты были разделены на четыре группы в зависимости от направления подготовки:

1. Медицинские специальности (лечебное дело, педиатрия, стоматология).
2. Гуманитарные специальности (педагогическое образование с профилями «История», «История и обществознание», «Политология»).
3. Физическая культура и спорт.
4. Технические специальности с элементами творческой направленности (архитектура, дизайн архитектурной среды).

По каждому опрошенному в анкете имелись сведения о длине и массе тела, на основании величин которых был рассчитан индекс массы тела (ИМТ) по формуле ИМТ = МТ/Р^2, где МТ – масса тела (кг), Р – длина тела (м). На основании значений ИМТ выделены четыре категории обследованных: лица с дефицитом массы тела (ИМТ менее 18,5 кг/м^2), нормальной массой тела (ИМТ от 18,6 до 24,9 кг/м^2), избыточной массой тела (ИМТ от 25,0 до 29,9 кг/м^2) и ожирением (ИМТ 30,0 кг/м^2 и выше) [4].

Возраст респондентов варьировал от 17 до 21 года.

Для оценки межгрупповых различий распределения относительных долей (в том числе процентного распределения вариантов ответов респондентов) применяли непараметрический критерий хи-квадрат (χ^2). После расчета данного критерия по стандартным таблицам находили критическое значение χ^2 с учетом количества степеней свободы. Если полученное эмпирическое значение χ^2 было больше критического – различия признавали статистически значимыми [1].

Результаты исследования и их обсуждение

Объективный анализ телосложения на основании величин ИМТ выявил, что 78,7% юношей и 67,1% девушек характеризуются нормальной массой тела. Избыточная масса тела регистрировалась у лиц обоего пола практически с равной частотой (11,0% юношей и 10,5% девушек). Ожирение у мужчин выявлено в 7,1% случаев, у девушек данный показатель наблюдался в виде спорадического случая (0,7%). Существенные различия между представителями разных полов выявлены по частоте встречаемости дефицита массы тела. Данная проблема присутствовала у 21,7% девушек, что в 7 раз чаще по сравнению с юношами (3,1%).

Следующим этапом исследования была оценка телосложения по ИМТ в зависимости от направления подготовки. Результаты представлены на рис. 1 и 2. В женской выборке отклонения массы тела от нормы наиболее часто регистрировались в среде обучающихся по специальностям «Архитектура» и «Дизайн архитектурной среды». Только 55,2% девушек здесь имели нормальные значения ИМТ.

Весьма ожидаемым оказался анализ телосложения девушек, обучающихся по специальности «Физическая культура» – среди них не зарегистрировано ни одного человека с избыточной массой тела и ожирением. Тем не менее дефицит массы тела у данной категории девушек наблюдали достаточно часто – в 22,2% случаев.

В мужской выборке отклонения массы тела от нормы наиболее часто встречались в группе студентов-педагогов гуманитарного профиля – в 69,7% наблюдений. Обращает на себя внимание, что среди юношей, обучающихся по специальности «Физическая культура», в 7,9% случаев выявлена избыточная масса тела, а у 5,3% случаев – ожирение. Однако данный факт можно поставить под сомнение, так как ИМТ не учитывает компонентный состав тела и люди с очень хорошо развитой мускулатурой всегда имеют повышенные значения указанного индекса. Вполне вероятно, что данные индивиды попадают в такую категорию людей.

Каждому респонденту предлагалось субъективно оценить свое телосложение – что их устраивает и что не устраивает в строении тела. В целом по выборке независимо от направления подготовки 50,6% девушек и 55,1% юношей отметили, что телосложение их полностью устраивает. На некоторые недостатки (например, полные

бедра, отсутствие плоского живота) указали 3,1% юношей и 11,7% девушек. Чрезмерно худыми считают себя 2,6% девушек и 11,0% юношей, а 22,1% девушек и 8,7% юношей считают, что их масса тела превышает норму.

Сравнение результатов объективной индексной оценки и субъективного ощущения своего тела выявило интересные результаты. Из 34 девушек, которые считают, что их масса тела превышает норму, 22 (64,7%) имели нормальные значения ИМТ и только у 12 человек объективная и субъективная оценка телосложения совпали. Юноши оказались менее требовательными к своей массе тела – только 18,2% юношей с объективно нормальной массой тела считают, что имеют лишний вес.

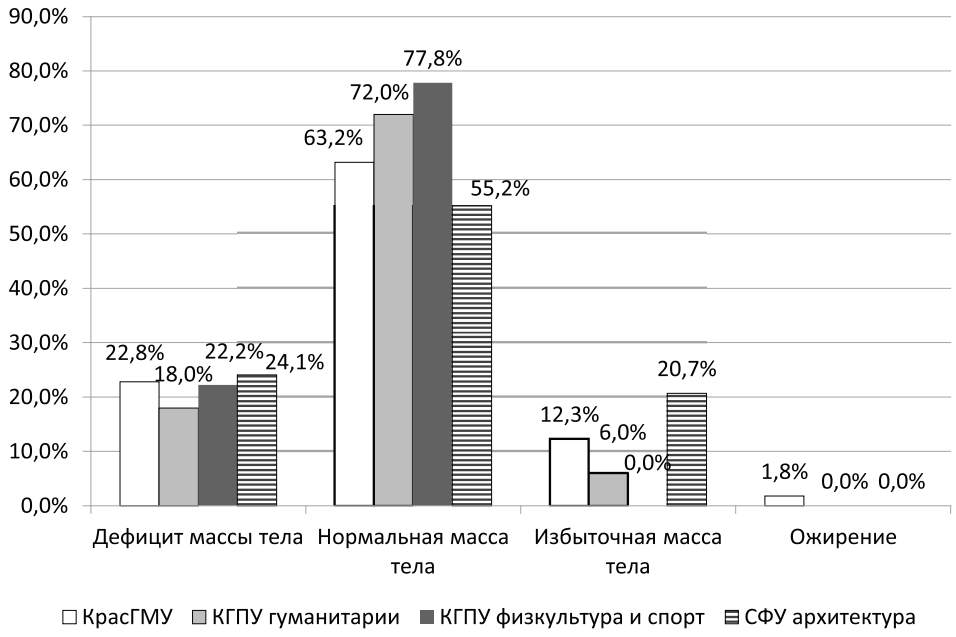


Рис. 1. Показатели массы тела студентов разных направлений подготовки (девушки)

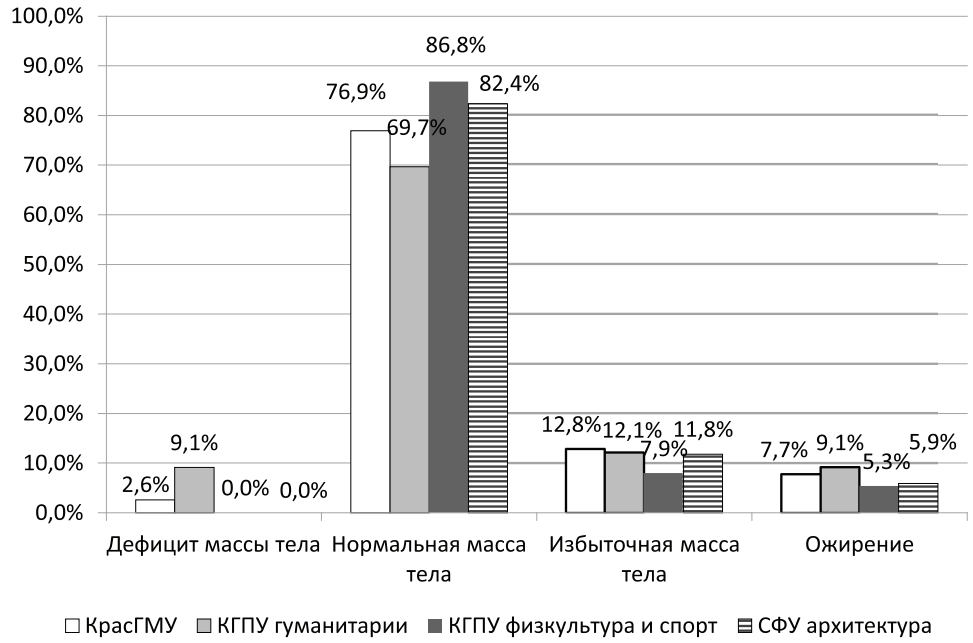


Рис. 2. Показатели массы тела студентов разных направлений подготовки (юноши)

Субъективная оценка значимости физической культуры в зависимости от массы тела

Показатели массы тела респондентов на основе ИМТ	Оценка				
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Дефицит массы тела	8,1%	0,0%	29,7%	37,8%	24,3%
Нормальная масса тела	6,4%	5,4%	16,8%	33,7%	37,1%
Избыточная масса тела	0,0%	13,3%	16,7%	30,0%	36,7%
Ожирение	0,0%	10,0%	20,0%	20,0%	70,0%

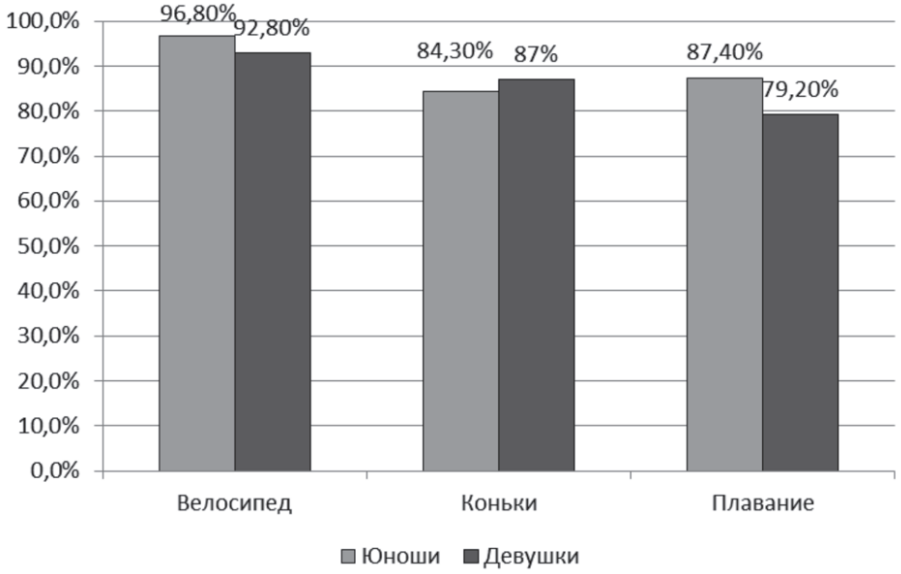


Рис. 3. Наличие спортивных навыков у студентов

Для всех опрошенных несомненным является факт положительного влияния физической культуры на соматический статус человека. Однако отношение к физической культуре как к учебной дисциплине показывает, что далеко не все студенты признают для себя ее значимость. В целом по выборке вне зависимости от направления подготовки, субъективный средний балл значимости занятий по физической культуре составил 3,87 ± 0,04. При этом данный показатель был несколько выше у юношей (3,91 ± 0,03) в сравнении с девушками (3,85 ± 0,01). Максимальную значимость физкультуры для себя (5 баллов) указали 36,9% первокурсников, на 4 балла занятия оценили 33,0%, на 3 балла – 18,1%, на 2 балла – 4,3%, на 1 балл – 7,4% опрошенных.

Средний балл значимости занятий по дисциплине «Физическая культура» также был проанализирован в зависимости от массы тела респондентов (таблица). Обращает на себя внимание, что студенты, имеющие избыточную массу тела и страдающие ожирением, адекватно оценивают для себя важность данной дисциплины. Юноши и девушки со значением ИМТ в градации «избыточная масса тела» оценивают физкультуру в среднем на 3,93 ± 0,03 балла, а лица, имеющие ожирение, поставили самые высокие баллы значимости, что в среднем составило 4,36 ± 0,02. Причем 70,0% студентов, страдающих ожирением, отметили, что значимость для них физкультуры оценивается в 5 баллов. Напротив, студенты с дефицитом массы тела показывают иное отношение к данной учебной дисциплине. Только 24,3% опрошенных из этой группы поставили физической культуре максимальную оценку значимости.

Оценка значимости занятий по физической культуре выявила следующие особенности. Самый низкий балл значимости дисциплина получила от студентов-архитекторов. Средний балл здесь составил 3,45 ± 0,01. Студенты медицинского вуза и студенты-педагоги гуманитарных специальностей оценили значимость физической культуры одинаково – 3,69 ± 0,03 и 3,70 ± 0,01 соответственно. Оценка дис-

циплины для студентов специализированного факультета составила 4,8 ± 0,05, что совершенно справедливо для будущих учителей физкультуры. Однако обращает на себя внимание такой факт, что 14,3 % студентов факультета физической культуры не оценили значимость данной дисциплины высшим баллом, ограничившись 4 баллами.

Несмотря на то, что далеко не все студенты непрофильных специальностей считают физическую культуру не самой важной учебной дисциплиной, вне учебных занятий (хотя бы время от времени) занимается физкультурой и спортом существенная доля опрошенных (62,3 % студентов-архитекторов, 75,8 % студентов-педагогов гуманитарных специальностей и 78,5 % студентов-медиков).

Для детализации внеучебных увлечений спортом респондентам был задан вопрос об их умении плавать, кататься на велосипеде и коньках. Результаты представлены на рис. 3. В данном случае четко видно, что большинство опрошенных обладают навыками плавания, катания на коньках и езды на велосипеде. Езда на велосипеде оказалась самым популярным навыком среди опрошенных.

При рассмотрении наличия спортивных навыков в зависимости от направления подготовки, статистически значимые различия были обнаружены только при сравнении студентов-физкультурников с другими группами опрошенных. Отсутствие описываемых умений в группе будущих учителей физической культуры выявлялось лишь спорадически. Среди студентов других направлений подготовки умение кататься на коньках, плавать и ездить на велосипеде колебалось от 79,8 % до 87,6 %.

На вопрос о значимости физической подготовки для будущей профессии мнения респондентов были различны. Ожидаемо, что 100 % будущих учителей физкультуры считают, что в такой профессии без качественной физической подготовки не обойтись, так как учитель физкультуры – это не номинальная единица, а пример для подрастающего поколения. Среди будущих врачей 56,8 % опрошенных считают, что физическая подготовка важна в профессии. В качестве аргументов о необходимости хорошей физической формы чаще всего назывались факт длительного пребывания врача на ногах, необходимость физической силы при работе с лежачими пациентами и личный положительный пример для пациентов. Еще 32,3 % студентов-медиков не отрицают значимость физической культуры лично для себя, но при этом считают, что в будущей профессии это не пригодится. Студенты архитектурного факультета и педагоги-гуманитарии важным в профессии считают лишь эстетическую составляющую хорошей физической подготовки (распространенные ответы: «Архитектор, дизайнер должны быть красивыми», «Учитель должен хорошо выглядеть»).

Таким образом, становится очевидным, что мотивация к занятиям по физической культуре в рамках учебного процесса является недостаточной и требует корректировки. Наши исследования в данном направлении будут продолжены.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 16-06-00439 «Экспертная оценка здоровья человека: фундаментальные исследования».

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Высшая школа, 1999. – 576 с.

2. Гончарова Е.В., Чикина Л.Е. Мотивация студентов к здоровому образу жизни, занятиям физкультурой и спортом // Вестник Московского государственного областного гуманитарного института. Серия: Педагогика и психология. – 2015. – № 1. – С. 8.

3. Коломийченко Е.В. Мотивация студентов вуза к занятиям физической культурой и спортом как компонент развития физической культуры личности // Северо-Кавказский психологический вестник. – 2010. – № 4. – С. 11–15.

4. Мартиросов Э.Г., Руднев С.Г., Николаев Д.В. Применение антропологических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе. – М.: Физическая культура, 2010. – 120 с.

5. Руденко Г.В. Оценка сформированности физической культуры студентов горного университета по их отношению к ценностям физической культуры // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 5. – С. 101–105.

УДК 796.323:[37.016 + 796.022]

БРОСКОВАЯ ПОДГОТОВКА В БАСКЕТБОЛЕ

Притыкин В.Н.

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, e-mail: rector@omsk-osma.ru

Баскетбольные броски подразделяются на две группы. Первая группа – это броски без отскока мяча от щита. Вторая группа – это баскетбольные броски с отскоком мяча от щита. Индивидуальная и командная результативность спортсменов зависит от точности двух групп баскетбольных бросков, которые выполняются с различных дистанций, под разными углами к плоскости щита, с места, в прыжке и в движении. В связи с отсутствием объектов прицеливания броски с отскоком мяча от щита названы сложно-ориентированными бросками. На основании полученных теоретических данных установлена зависимость площадей атакуемых целей, которые располагаются в плоскости кольца, от параметров выпуска мяча при выполнении броска спортсменом. Количественные значения возможных и оптимальных параметров полёта мяча результативных бросков позволили сконструировать технические средства (приспособления, тренажёры, станции, модули), а также спроектировать шесть информационных плакатов-пособий. Структурно-содержательная модель бросковой подготовки в баскетболе состоит из двух блоков педагогических воздействий. Первый блок состоит из методов измерения характеристик и регистрации результативности баскетбольных бросков двух групп при тестировании спортсменов и во время соревнований. Второй блок составляют методы бросковой подготовки, в которых применяются новые теоретически обоснованные технические средства, принудительно воздействующие на создание необходимых параметров результативных бросков. Технические средства скомплектованы в специализированном игровом зале, который имеет шесть стационарных и три передвижных станции для проведения индивидуальных, групповых и круговых бросковых тренировок. Внедрение методик повышения точности в бросковую подготовку спортсменов способствовало качественному индивидуальному выбору группы броска, увеличению бросков от щита, установлению оптимальных параметров полёта мяча двух групп баскетбольных бросков, что обеспечило повышение результативности штрафных и бросков с игры и достижение побед над равными соперниками в соревнованиях различного уровня.

Ключевые слова: баскетбол, броски, точность, методические приёмы, методы, методики, плакаты-пособия, технические средства, структурная модель, система подготовки

SHOOTING TRAINING IN BASKETBALL

Pritykin V.N.

Omsk State Medical University, Ministry of Public Health, Omsk, e-mail: rector@omsk-osma.ru

Basketball shoots are divided into two groups. The first group is the shots with no ball rebound from the shield. The second group is the bank shots. Individual and team scoring depends on the accuracy of the both groups of basketball shots, which are executed from the various distances at different angles to the shield including standing, jumper and moving shots. Due to the lack of target objects the bank shots are called complex oriented shots. According to the theoretical data obtained, it was established the dependence of attacked targets area located in the rim from the ball trajectory while shooting. Quantitative values of possible and optimal parameters of the ball trajectory of efficient shots allowed to design efficient technical means (tools, simulators, stations, modules), as well as to elaborate six informative posters. Structural model for shooting training in basketball consists of two blocks of pedagogical impact. The first block consists of methods for characteristics measurement and recording the efficacy of two group basketball shots while athlete testing during competition. The second block consists of the methods for shooting training applying the new theoretically-based equipment influenced compulsory on making the necessary parameters of successful shots. Technical means are gathered in a special games room, which has six fixed and three mobile stations for individual, group and circuit shooting workouts. Implementation of techniques for accuracy improvement in shooting training in basketball players contributed to the qualitative individual choice of shooting group; increase the bank shots, fixing the optimal parameters of the ball trajectory in two groups of basketball shots, ensuring efficiency enhancement of penalties and shots during the game, and the victory over equal rivals in competitions of the various levels.

Keywords: basketball, shots, accuracy, methodological techniques, methods, techniques, posters, manuals, equipment, structural model, the training system

Решая проблему повышения командной результативности, предложена структурно-содержательная модель бросковой подготовки баскетболистов (рис. 1) [2, 10].

Модель направлена на повышение точности баскетбольных бросков без отскока (первая группа) и с отскоком мяча от щита (вторая группа).

Как видно из структурно-содержательной модели, методики повышения точности базируются на двух блоках педагогических воздействий.

Первый блок составляют методы измерения характеристик и регистрации результативности баскетбольных бросков двух групп при тестировании спортсменов и во время соревнований [37, 38]. Метод визуального наблюдения (МВН) за результативностью баскетбольных бросков является базовым методом для двух методик

повышения точности штрафных и бросков с игры [26]. Метод измерения коэффициента восстановления (МКВ) [31] и метод определения координат (МОК) [23] точек отражения мяча от щита отнесены к методике повышения точности бросков с отскоком мяча от щита, но в то же время значения коэффициента восстановления и координат отражения мяча от щита необходимы для реализации совместных методических приёмов, методов обучения и совершенствования двух групп баскетбольных бросков. Разработанный метод определения координат точек отражения открывает возможности исследования параметров баскетбольных бросков и достоверного определения систематических ошибок спортсменов при выполнении дистанционных бросков. Тестирование баскетболистов с помощью предложенного метода позволяет предлагать обоснованные рекомендации по корректировке техники выполнения и по созданию требуемых параметров двух групп баскетбольных бросков, оперативно проверять их реализацию, обеспечивая взаимосвязь с методами бросковой подготовки.

Измерение коэффициента восстановления проводится при установке или замене баскетбольных щитов (основных, дополнительных, сенсорных) на спортсооружениях.

Второй блок педагогических воздействий составляют следующие методы бросковой подготовки баскетболистов:

1. МП – метод подобия при проектировании и использовании площадок, оборудования и инвентаря, соразмерных росту и возрасту юных баскетболистов [24].

2. МС – метод определения рейтинга снайперских способностей игроков команды (по терминологии специалистов баскетбола этот метод называется метод «Снайпера») [35].

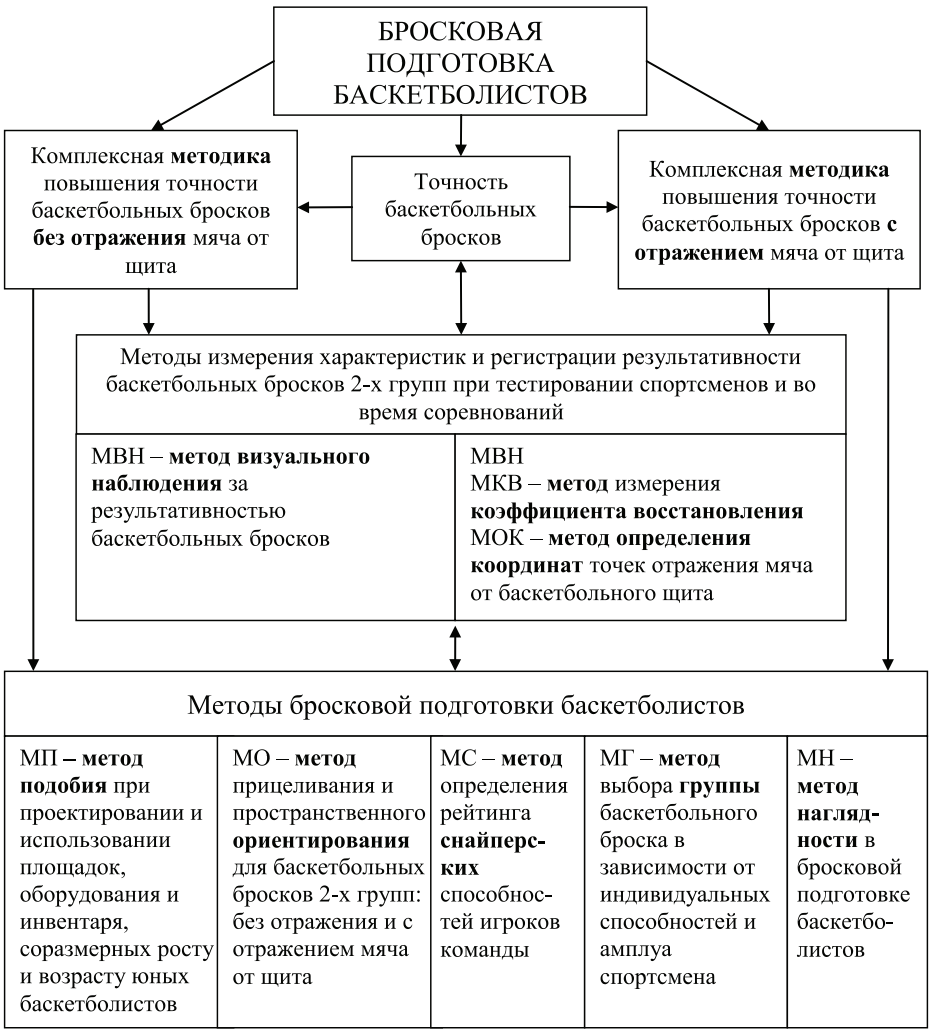


Рис. 1. Структурно-содержательная модель бросковой подготовки баскетболистов

3. МГ – метод выбора группы баскетбольного броска в зависимости от индивидуальных способностей и амплуа спортсмена [22].

4. МО б/о – метод прицеливания и пространственного ориентирования баскетбольных бросков без отражения мяча от щита [20].

5. МО с/о – метод прицеливания и пространственного ориентирования баскетбольных бросков с отражением мяча от щита [28].

6. МН – метод наглядности в бросковой подготовке баскетболистов [20, 21, 28].

Совместное использование метода «Снайпера» с методом выбора группы броска позволит качественнее выполнять обоснованный объём бросков двух групп, что приведёт к повышению количества бросков с игры и штрафных с отскоком мяча от щита и тем самым обеспечит повышение командной результативности в официальных соревнованиях [41].

Все методы бросковой подготовки используются при реализации методик повышения точности двух групп бросков. Каждый метод педагогических воздействий может применяться совместно с другими апробированными методами тренировки в баскетболе [43].

Наличие методики повышения точности для каждой группы баскетбольных бросков подразумевает их принципиальное отличие по объектам прицеливания и сходство при взаимодействии мяча с ободом кольца. Данное положение показано с помощью метода моделирования на эквивалентной геометрической модели (рис. 2) [3].

Баскетбольный мяч подлетает к кольцу под разными углами и поэтому форма, размеры и координаты расположения центров атакуемых целей в плоскости кольца изменяются [30]. Для определения границ «чистой» и реальной целей построим геометрическую модель взаимодействия баскетбольного мяча с ободом кольца. Для этого сделаем обкатывание мяча вокруг обода кольца.

Центр мяча опишет окружность, плоскость которой перпендикулярна плоскости кольца. Проведя множество данных обкатываний мяча вокруг достаточно большого количества сечений обода кольца, получим тор, у которого радиус сечения равен сумме радиуса обода и радиуса баскетбольного мяча. Превратив атакуемый объект (баскетбольное кольцо) в тор, мяч уменьшился на размер своего радиуса и превратился в точку.

Для исследования предложенной модели сделаем следующие допущения:

1. Сноп траектории полёта центра мяча (материальной точки) заменён на сноп касательных к данным траекториям в точке их пересечения плоскости кольца. Линии траекторий полёта центра мяча и их касательные практически совпадают на участке не более величины радиуса мяча от плоскости кольца.

2. Максимальный размер снопа траекторий полёта центра мяча принимается равным диаметру «приведенной» цели 73,4 см (ПД + Д + Ч + Б + ПБ) (условные сокращения смотри ниже).

3. Отскок мяча (материальной точки) от обода кольца (поверхности тора) считать абсолютно упругим, который происходит по прямой линии, что обеспечивает выполнение закона «угол падения равен углу отражения».

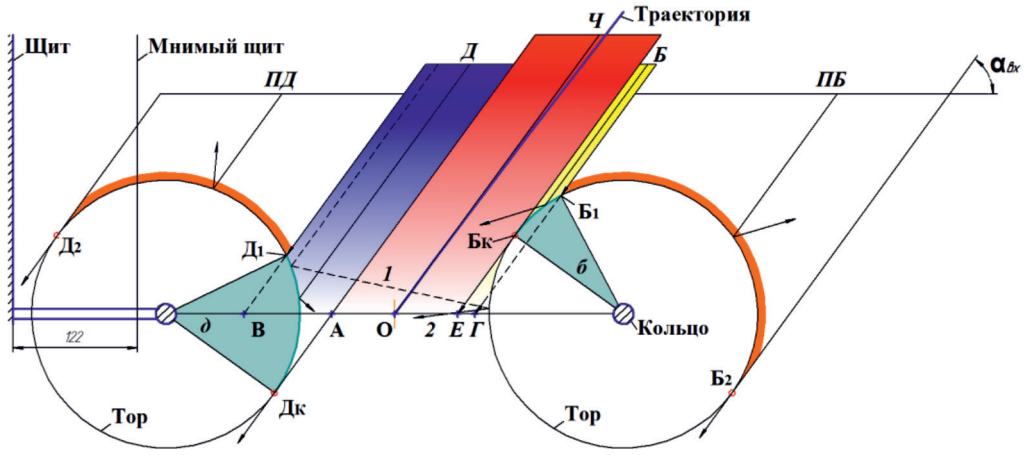


Рис. 2. Геометрическая модель взаимодействия центра баскетбольного мяча с тором, имитирующим кольцо для бросков без отражения мяча от щита при $\alpha_{вх}$ = 54 ° (поперечный разрез). 1, 2 – путь мяча после первого и второго отскоков. ОА, ОВ – радиусы «чистой» и реальной целей в плоскости кольца

На рис. 2 показана геометрическая модель взаимодействия центра баскетбольного мяча с тором, имитирующим кольцо для бросков без отражения мяча от щита для $\alpha_{вх} = 54°$ (поперечный разрез).

Условные обозначения для рис. 2:

ПБ – пучок траекторий полёта центра мяча на дугу тора $Б_1Б_2$, после взаимодействия с которой происходит **промах** от **ближней** дуги (короткие стрелки);

ПД – пучок траекторий полёта центра мяча на дугу тора $Д_2Д_1$, после взаимодействия с которой происходит **промах** от **дальней** дуги (короткие стрелки);

Б – пучок траекторий полёта центра мяча на **ближнюю** дугу тора $Б_кБ_1$, в результате взаимодействия с которой и после возможно многократных отражений происходит попадание центра мяча внутрь тора (средние стрелки – жёлтый цвет);

Д – пучок траекторий полёта центра мяча на **дальнюю** дугу тора $Д_1Д_к$, в результате взаимодействия с которой, после возможно многократных отражений, происходит попадание центра мяча внутрь тора (средние стрелки – синий цвет);

Ч – центральная часть пучка траекторий полёта центра мяча показывает «чистое» попадание (длинные стрелки – красный цвет).

Точки $Б_2$ и $Д_2$ принадлежат наружной границе «приведённой» цели. Точки $Б_1$ и $Д_1$ находятся на линии, разделяющей баскетбольные броски на результативные и нерезультативные. Точки $Б_к$ и $Д_к$ лежат на границе, разделяющей броски на «чистые» попадания и с отскоком от обода кольца. Совокупность координат перечисленных точек, полученных в поперечных разрезах под разными углами к плоскости щита, переносятся в направлении полёта центра мяча ($a_{вх}$) в плоскость кольца (точки В, А, О, Е, Г). Образованные линии определяют реальные размеры атакуемых целей плоскости кольца. Определение границ атакуемых целей подробно представлено в работе [30].

Разработанная программа для ЭВМ «Расчёт параметров баскетбольных бросков без отражения мяча от щита («Basket»)» [37] предназначена для вычисления параметров траектории полёта баскетбольного мяча и параметров составляющих областей атакуемой цели в плоскости кольца при бросках без отскока мяча от щита при различных дистанциях игроков относительно кольца. В качестве входных данных выступают числовые значения точки выпуска, параметры мяча, кольца и его корректоров в виде вставных козырьков и колец, а также параметры атмосферных условий. В программе приводятся результаты расчётов параметров траекторий полёта мяча и составляющих областей атакуемой цели в плоскости кольца. Также в программе предусмотрено графическое отображение результатов расчётов: множество траекторий полёта из общей стартовой точки с различными углами выпуска и усилиями для броска.

Для обучения игрока баскетбольному броску с отскоком мяча от щита тренеру и спортсмену в первую очередь необходимо знать координаты отражения на лицевой плоскости щита, которые обеспечат результативный бросок. В то же время не ясен вопрос – является ли точка отражения точкой прицеливания и какие необходимо задавать начальные параметры выпуска мяча для броска от щита? Для ответа на поставленные вопросы были проведены геометрические построения траекторий полёта баскетбольного мяча и его взаимодействие с лицевой плоскостью щита.

При любых бросках имеются отклонения от желаемой траектории полёта мяча, вызванные случайными факторами. Даже при использовании идеального механизма (робота, автомата) такие отклонения будут иметь место, поскольку мяч не является идеально однородным. Поверхность его в разных точках имеет разные свойства (упругость, коэффициент трения, вязкость), его форма не является идеальным шаром, центр тяжести его не совпадает с геометрическим центром и т.п. Поэтому при взаимодействии мяча с бросковым механизмом в силу случайности начальной ориентации мяча каждый бросок будет отличаться по свойствам от других бросков. Если говорить о броске человека, то сюда добавляются погрешности, определяемые психофизиологическими вариациями организма: погрешность оценки расстояния, тремор рук, изменение тонуса мышц, изменение состояния поверхности кожи (влажность, чувствительность), что влияет на оценку восприятия усилия броска, динамику прикладываемого усилия и величину подкручивания и т.п. Таким образом, при определении наилучших траекторий броска следует определять вероятность попадания в кольцо и находить траекторию с наибольшей вероятностью попадания. При моделировании полёта мяча при броске все вышеназванные факторы не учитываются и дополнительно сделаны следующие допущения:

– удары мяча о щит абсолютно упругие;

– мяч при ударе не меняет форму и размеры;

– площадь отражения мяча от щита представлена точкой её геометрического центра;

– угол падения $\alpha_{пад}$ равен углу отражения $\alpha_{отр}$ в горизонтальной проекции траектории полёта мяча на поверхность площадки.

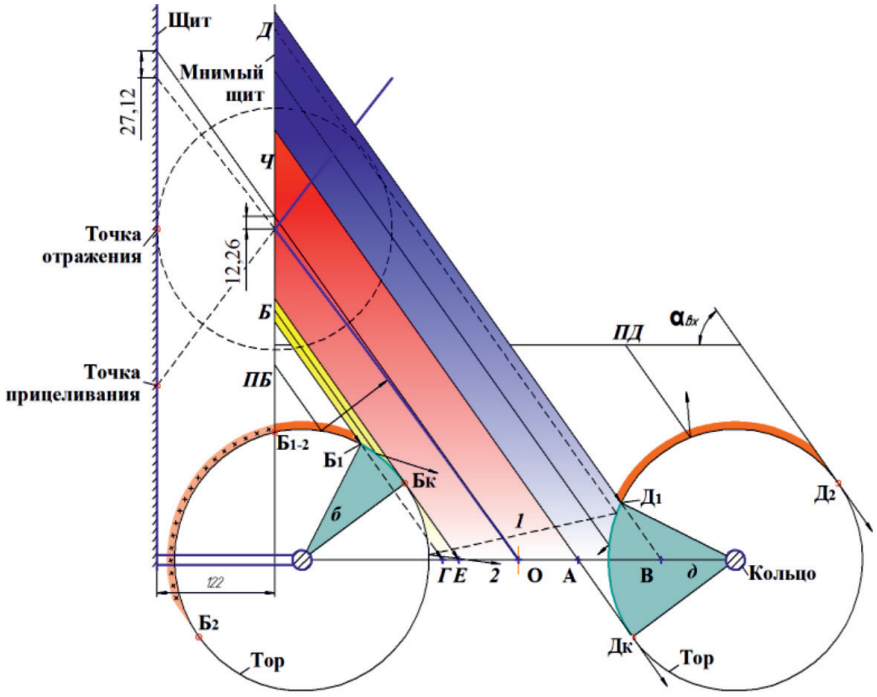


Рис. 3. Геометрическая модель броска с отражением мяча от щита при $\alpha_{вх} = 54°$

Геометрическая модель броска с отражением мяча от щита основана на допущении, что для определенной серии бросков координаты точки выпуска мяча сохраняются постоянными, а параметры выпуска мяча (начальная скорость, углы выпуска и азимута) изменяются в незначительных диапазонах и обеспечивают приход мяча в контур атакуемой цели. В итоге получаем «сноп» результативных траекторий полёта мяча, образующий изогнутый конус с вершиной в точке выпуска мяча, а в основании атакуемая цель в плоскости кольца [30].

Вновь обратимся к эквивалентной геометрической модели, которая была использована при моделировании баскетбольного броска без отражения мяча от щита (рис. 2). Для рассматриваемого случая «сноп» результативных траекторий полёта центра баскетбольного мяча направлен в атакуемую цель «мнимого» кольца (тора), находящегося симметрично основному кольцу относительно «мнимого» щита (см. словарь терминов в конце статьи). Геометрическая модель взаимодействия центра баскетбольного мяча с тором, имитирующим кольцо, для бросков с отражением мяча от щита (поперечный разрез) представлена на рис. 3.

Условные обозначения пучков траекторий полёта мяча и соответствующих дуг тороидальной поверхности сохранены, как и при моделировании броска без отражения мяча от щита.

Предложенная геометрическая модель имеет отличительные особенности:

– подлёт центра мяча к тору, имитирующему кольцо, происходит после его взаимодействия с плоскостью щита с противоположной стороны по отношению к бросающему игроку. На основании этого изменяется смысловое содержание дуг кольца: ближняя дуга становится дальней, а дальняя – ближней;

– сектор *б* окружности тора ближней дуги составляет около 27°, сектор *д* окружности тора дальней дуги – 62°, что соответствует угловым значениям секторов *б* и *д* для баскетбольных бросков прямо в кольцо. Данные значения подтверждают преимущество дальней дуги над ближней;

– замер расстояния на плоскостях «мнимого» и основного щитов между траекторией полёта центра мяча и его касательной, проведенной из центра тора (кольца) О, имеет небольшую величину (12,26 мм и 27,12 мм соответственно). Данные замеры обосновывают правильность допущения о принятии подлётного участка траектории полёта центра мяча в виде касательной линии;

В данной геометрической модели дуга тора $Б_2Б_1$ разделяется плоскостью «мнимого» щита (точка $Б_{1\text{-}2}$). Это поясняет отсутствие приходов центра мяча на дугу тора

$Б_2Б_{1\text{-}2}$, способствуя перераспределению данных бросков в пучки Б, Ч и Д и увеличению результативности бросков второй группы (с отскоком от щита) по сравнению с бросками первой группы (прямо в кольцо).

Геометрическое моделирование позволило определить эллипсоподобные площади прицеливания и отражения на лицевой плоскости щита [28].

Приводим пример выполнения игроком № 20 бросков со средней дистанции по пятому направлению с отражением мяча от щита с целью экспериментальной проверки метода орентирования (рис. 4) [34].

а)

б)

Рис. 4. Видеосъёмка тремя камерами баскетбольных бросков со средней дистанции по пятому направлению с отражением мяча от щита

Для анализа качества выполнения баскетбольных бросков от щита проводилась видеосъёмка тремя видеокамерами со следующих позиций:

1. Видеокамера GoPro hero3+ расположена на подоконнике спортивного зала слева от бросающего игрока (поз. 2).

2. Вторая видеокамера GoPro hero3+ закреплена налобными ремешками на голове спортсмена (поз. 3).

3. Третья видеокамера SONY DCR-TRV940E расположена позади спортсмена в вертикальной плоскости траектории полёта мяча при броске (поз. 4).

В правых углах рис. 4 (*а* и *б*) цифры обозначают количество попаданий, а красные точки под цифровым табло – количество промахов в данной серии бросков.

Как видно на рис. 4, *б*, центр мяча (поз. 5) и центр площади прицеливания (поз. 6) двенадцатого попадания проецируются на вертикальную ось прицеливания (поз. 1.0). Это означает, что траектория полёта мяча находилась строго в вертикальной плоскости оси прицеливания, что приводит к отскоку мяча от центра площади отражения и к результативному броску.

Применяются два подхода при проектировании станций специализированного игрового зала бросковой подготовки баскетболистов [34]:

1. Организация станций на щитах передвижного броскового модуля [17] с равномерным расположением бросковых позиций к плоскости щита. Дистанция до кольца остается постоянной.

2. Создание станций на основных щитах с шестью направлениями, по которым перемещается бросающий, изменяя дистанцию броска с постоянным углом атаки. Направление броска – это вертикальная плоскость движения центра баскетбольного мяча, образованная точкой выпуска мяча и вертикальной осью прицеливания. Для удобства выбора в тренировочном процессе и для мгновенного определения в игре направления броска предложено использовать разметку прямоугольной трёхсекундной зоны.

Для примера приводим педагогические воздействия, входящие в систему бросковой подготовки баскетболистов.

1. Проговаривание прихода мяча в область кольца и результат броска:

– ближняя, промах;

– дальняя, попал;

– «чисто».

2. Попадание мяча без касания обода кольца и попадание с отскоком мяча от дальней дуги кольца:

– чередование данных бросков;

– изменение дистанции бросков;

– изменение угла расположения бросающего к плоскости щита.

3. Соблюдение правила точности броска: попадание мячом в ближнюю дугу баскетбольного кольца считать ошибкой [30].

4. Перераспределение приходов мяча на области кольца за счёт установки корректоров: козырьков [16], колец, которые уменьшают атакуемую цель, уменьшают и смещают цель к дальней дуге кольца.

5. Принудительная корректировка параметров полёта баскетбольного мяча при броске с использованием поворотного кольца, съёмного и стационарного кольца-отсекателя пологих траекторий, стационарного или передвижного корректора траекторий.

6. Чередование баскетбольных бросков без отскока и с отскоком мяча от щита.

7. Выполнение бросков в баскетбольные щиты, имеющие различные коэффициенты восстановления, рациональное чередование данных щитов.

8. Чередование бросков с отражением в стандартный щит и щит, оборудованный ориентирами: вертикальной осью прицеливания и столбиками прицеливания, составленными эллипсоподобными площадями отражения с дополнением поворотов баскетболистов перед броском [32].

9. Изменение точки выпуска мяча с целью «обводки» приспособления «Рука защитника».

10. Создание вертикальной плоскости полёта мяча осуществляется с помощью лазерного нивелира, который устанавливается на штативе сзади бросающего баскетболиста [23].

11. Использование специально разработанных протоколов, при их заполнении, для обучения игроков умению определять границы между ближней и дальней дугами баскетбольного кольца и умению устанавливать объекты прицеливания для двух групп баскетбольных бросков в зависимости от угла расположения бросающего игрока к плоскости щита [26].

12. Обеспечение необходимых объёмов и качества тренировок бросков прямо в кольцо и с отскоком мяча от щита с различных дистанций, под разными углами к плоскости щита, с места, в прыжке и в движении [22].

13. Обеспечение тренировочных игр на одно и два кольца на площадках уменьшенных размеров [32].

14. Проведение разнообразных бросковых занятий в виде круговых тренировок [32].

Заключение

При разработке системы бросковой подготовки в баскетболе были использованы структуры общеизвестных классификаций:

1. Виды подготовки [1].
2. Техника игры в баскетболе [1].
3. Методы тренировки в баскетболе [43].
4. Основные положения, принципы и методы тренировки точности двигательных действий [4].

Предложено включить в систему бросковой подготовки в баскетболе результаты НИР «Управление состоянием соревновательной готовности высококвалифицированных баскетболистов в процессе многолетней спортивной подготовки» [6], «Инновационные технологии подготовки профессиональных спортсменов и команд игровых видов спорта» [43], «Основы управления тренировочно-соревновательным процессом в спортивных играх» [19], а также использовать «Методологический анализ системы подготовки студенческих баскетбольных команд» [7].

Разработка программы развития баскетбола в отдельном регионе России [11, 27] послужила активизации научно-исследовательской и научно-методической работы в баскетбольном клубе «Сибирь» города Омска, что привело к проектированию технологии совершенствования спортивной игры [36] и систематизации творческой деятельности по разработке бросковой подготовки в баскетболе.

В процессе теоретических исследований разработана модель повышения эффективности дальнего броска в баскетболе [25] и предложены следующие прикладные классификации:

1) технических средств бросковой подготовки в баскетболе [33];

2) технических средств и спортивных объектов, разделённых по масштабности конструирования и изготовления [12–18];

3) баскетбольных бросков в кольцо (модификация классификации Ю. М. Портнова, 1997) [1].

Исследуя параметры баскетбольных бросков с целью повышения их точности, нами предложены два блока методов:

– методы измерения характеристик и регистрации результативности баскетбольных бросков без отскока и с отскоком мяча от щита при тестировании спортсменов и во время соревнований [23, 26, 31];

– методы бросковой подготовки баскетболистов [20–22, 24, 28, 35].

Объединяя два блока методов в комплексные методики увеличения результативности двух групп баскетбольных бросков, получена структурно-содержательная модель бросковой подготовки баскетболистов.

Реализация обучения и совершенствования баскетбольных бросков происходит с использованием технических средств [32] и базы данных бросковых упражнений и на основе организационной структуры комплексных методик увеличения результативности двух групп баскетбольных бросков. Обучение игроков, выполняющих бросковые упражнения, обеспечивается шестью наглядными плакатами и техническими средствами, скомплектованными в специализированном игровом зале бросковой подготовки баскетболистов [34].

Для тренеров-преподавателей и специалистов баскетбола разработана учебно-методическая тетрадь «Записки тренера», которая состоит из пяти разделов.

В первый раздел включены шесть наглядных информационных плакатов-пособий для теоретических занятий с баскетболистами.

Второй раздел представлен специально разработанными протоколами для метода визуального наблюдения [26], метода «Снайпера» [35] и метода выбора группы баскетбольных бросков [22] с целью установления уровня и динамики бросковой подготовленности спортсменов. С помощью протоколов проводятся семь тестов для двух групп баскетбольных бросков, а также осуществляют регистрацию результативности в контрольных и официальных матчах. Протоколы разработаны для проведения научно-исследовательской деятельности с целью повышения точности штрафных и дистанционных бросков с игры.

В третьем разделе учебно-методической тетради расположен разработанный тренировочный шаблон станций специализированного зала, который необходим для планирования и составления бросковых упражнений, игровых комбинаций, круговых бросковых тренировок [32, 40, 44].

В четвертом разделе приведены примеры рисунков бросковых упражнений и игровых комбинаций, которые оформляются с помощью разработанной программы для ЭВМ «Составление и воспроизведение упражнений и игровых комбинаций по баскетболу в графическом виде («Trainer basketball»)» [39].

В пятый раздел учебно-методической тетради помещён список рекомендуемой литературы, который применяется для составления и расширения базы данных учебно-тренировочных заданий бросковой подготовки баскетболистов [5, 8, 9, 19, 29, 42].

Словарь терминов

«Мнимый» баскетбольный **щит** – воображаемый баскетбольный щит. «Мнимый» щит – это совокупность геометрических точек, в которых центр баскетбольного мяча

изменяет направление движения при контакте мяча с лицевой плоскостью щита при выполнении бросков с отскоком мяча от щита. «Мнимый» щит воображаемо расположен на расстоянии радиуса мяча к центру игровой площадки и параллельно лицевой плоскости основного щита.

«Мнимое» баскетбольное **кольцо** – воображаемое баскетбольное кольцо. «Мнимое» кольцо – это воображаемое кольцо, расположенное симметрично основному кольцу относительно «мнимого» щита. Центр «мнимого» кольца образован пересечением траекторий полёта центра мяча за плоскость основного щита результативных бросков с отскоком от щита. В центр «мнимого» кольца устанавливается вертикальная ось прицеливания на расстоянии 131 мм за лицевой плоскостью щита. Броски с отскоком мяча от щита – это броски прямо в «мнимое» кольцо, а вертикальная ось – это основной ориентир для их качественного выполнения.

Список литературы

1. Баскетбол: учебник для вузов физ. культ/ под ред. Ю.М. Портнова. – М., 1997. – 476 с.

2. Волкова В.Н. Теория систем: учебное пособие / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М.: Высшая школа. – 2006. – 511 с.: ил.

3. Герасимов А.А. КОМПАС-3DV10 / А.А. Герасимов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2009. – 976 с.: ил. + CD-ROM. – (В подлиннике).

4. Голомазов С.В. Кинезиология точностных действий человека / С.В. Голомазов. – М.: СпортАкадемПресс, 2003. – 228 с.

5. Елевич С.Н. Особенности подготовки квалифицированных специалистов в системе высшей школы тренеров по баскетболу / С.Н. Елевич, Б.Е. Лосин, А.И. Штейнбок, Е.Р. Яхонтов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 8. – С. 31–34.

6. Елевич С.Н. Управление состоянием соревновательной готовности высококвалифицированных баскетболистов в процессе многолетней спортивной подготовки: автореф. дис. … доктора. пед. наук / С.Н. Елевич; НГУФКСиЗ им. П.Ф. Лесгафта. – Санкт-Петербург, 2009. – 38 с.

7. Козина Ж.Л. Методологический анализ системы подготовки студенческих баскетбольных команд / Ж.Л. Козина, С.С. Ермаков, К. Прусик // Физическое воспитание студентов. – 2011. – № 3. – С. 60–67.

8. Лосин Б.Е. Научно-методическое обеспечение учебного процесса в высшей школе тренеров по баскетболу НГУ им. П.Ф. Лесгафта/ Б.Е. Лосин, С.Н. Елевич, Е.Р. Яхонтов // Сборник научно-педагогические школы университета. Научные труды: ежегодник – 2015. Министерство спорта Российской Федерации, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 33–38.

9. Морозова Н.С. Повышение точности баскетбольных бросков с отражением мяча от щита: дис. …канд.пед.наук / Морозова Наталья Сергеевна; . – Омск, 2009. – 153 с.

10. Новиков А.М. Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: 2014. – 272 с.

11. Общие методические проблемы развития СПВС. Разработать модель целевой комплексной программы спорткомитета РСФСР по совершенствованию системы подготовки высококвалифицированных спортсменов / К.А. Воронова, И.Н. Комаров, Т.К. Погодина, А.В. Серебряков. – Ленинград, ЛНИИФК. – 1981. – 39 с.

12. Орлов П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 2-х кн. Кн. 1. / под ред. П.Н. Учаева. – изд. 3-е, испр. – М.: Машиностроение, 1988. – 560с.: ил.

13. Пат. 2466252 Российская Федерация, МПК7Е 04 Н 3/10. Многоэтажное здание для спортивно-развлекательных комплексов / Мовчан Е.П.; Притыкин В.Н.; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (ГОУ ВПО ОмГМА Минздравсоцразвития России). – № 2011122494/03; заявл. 02.06.11; опубл. 10.11.12, Бюл. № 31. – 5 с.

14. Пат. 42435 Российская Федерация, МПК7А 63В 63/08, А 63В 63/04. Переносная баскетбольная стойка / Мовчан Е.П.; Притыкин В.Н. ; патентообладатель ГОУ ВПО Омская государственная медицинская академия. – № 2004120170/22; заявл. 06.07.04; опубл.10.12.04, Бюл. № 11. – 5 с.

15. Пат. 111563 Российская Федерация, МПК7Е 04 Н 1/00. Универсальный спортивный комплекс / Новиков А.И.; Мовчан Е.П.; Притыкин В.Н.; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (ГОУ ВПО ОмГМА Минздравсоцразвития России). – № 2011122242/03; заявл. 01.06.11; опубл. 20.12.11, Бюл. № 35. – 3 с.

16. Пат. 167350 Российская Федерация, МПК А 63 В 63/00. Вставка-корректор для тренировки баскетболистов / Притыкин В.Н.; патентообладатель государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ГБОУ ВПО ОмГМУ Минздрава России). – № 2016116235/12; заявл. 25.04.16; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1. – 2 с.

17. Пат. 158263 Российская Федерация, МПК7А 63В 63/00. Передвижной баскетбольный бросковый модуль / Притыкин В.Н.; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (ГОУ ВПО ОмГМА Минздравсоцразвития России). – № 2015117460/14; заявл. 07.05.15; опубл. 27.12.15, Бюл. № 36. – 2 с.

18. Пат. 2386466 С2 Российская Федерация, МПК7А 63В 63/08. Способ определения координат прицеливания при бросках с отражением мяча от щита / Юрченко Н.С.; Притыкин В.Н.; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» Росздрава. – № 2008127598/12; заявл. 07.07.08; опубл. 20.04.10, Бюл. № 11. – 13 с.

19. Портнов Ю.М. Основы управления тренировочно-соревновательным процессом в спортивных играх: монография / Ю.М. Портнов. – М., 1996. – 200 с.

20. Притыкин В.Н. Баскетбольный бросок без отражения мяча от щита / В.Н. Притыкин // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 11. – С. 69–72.

21. Притыкин В.Н. Инновационные подходы к повышению точности баскетбольного броска / В.Н. Притыкин // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1.; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25945 (дата обращения: 29.12.2016).

22. Притыкин В.Н. Метод выбора разновидности броска / В.Н. Притыкин, Н.С. Кузнецова // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2015. – № 6. – С. 10–14.

23. Притыкин В.Н. Метод определения координат точек отражения мяча от баскетбольного щита. / В.Н. Притыкин, И.С. Боков, И.В. Петрушов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. URL: www.science-education.ru/127-21160(дата обращения: 09.09.2015).

24. Притыкин В.Н. Метод подобия при проектировании площадок и оборудования для бросковой подготовки юных баскетболистов / В.Н. Притыкин // Омский научный вестник. – Омск, 2015. – № 2(136). – С. 194–198.

25. Притыкин В.Н. Модель повышения эффективности дальнего броска в баскетболе / В.Н. Притыкин, С.В. Сухарев // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 12. – С. 75–77.

26. Притыкин В.Н. Метод визуального наблюдения за результативностью баскетбольных бросков / В.Н. Притыкин, Н.С. Кузнецова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22896 (дата обращения: 21.02.2016).

27. Притыкин В.Н. Методика использования технических средств в режиме выполнения программы развития баскетбола в отдельном регионе России / В.Н. Притыкин // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25922 (дата обращения: 20.12.2016).

28. Притыкин В.Н. Моделирование объектов прицеливания сложно-ориентированного баскетбольного броска с отражением мяча от щита / В.Н. Притыкин // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 5. – С. 62–64.

29. Притыкин В.Н. Нетрадиционные подходы к повышению точности штрафного броска в баскетболе: дис. … кан. пед. наук: 13.00.04 / Притыкин Виталий Николаевич. – Омск, 2003. – 233 с.

30. Притыкин В.Н. Нетрадиционные подходы к повышению точности штрафного броска в баскетболе: монография / В.Н. Притыкин. – Омск: Изд-во ОмГМУ, 2015. – 175 с.

31. Притыкин В.Н. Определение коэффициента восстановления при баскетбольных бросках с отражением мяча от щита / В.Н. Притыкин, И.С. Боков, Н.С. Кузнецова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2. URL: www.science-education.ru/ru/article/view?id=22132 (дата обращения: 14.02.2016).

32. Притыкин В.Н. Применение технических средств бросковой подготовки баскетболистов / В.Н. Притыкин // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. URL: https:// www.science-education.ru/ru/article/view?id=24514 (дата обращения: 11.12.2016).

33. Притыкин В.Н. Создание технических средств бросковой подготовки баскетболистов / В.Н. Притыкин, А.А. Гераськин // Современные наукоёмкие технологии. – 2016. – № 7–1. – С. 181–188.

34. Притыкин В.Н. Специализированный игровой зал для бросковой подготовки баскетболистов / В.Н. Притыкин // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2016. – № 1. – С. 32–37.

35. Притыкин В.Н. Тестирование баскетболистов с помощью корректора траекторий / В.Н. Притыкин // Омский научный вестник. – Омск, 2012. – № 5(122). – С. 193–196.

36. Притыкин В.Н. Технология совершенствования спортивной игры / В.Н. Притыкин // Современные наукоёмкие технологии. – 2015. – № 12–2. – С. 358–365.

37. Расчёт параметров баскетбольных бросков без отражения мяча от щита («Basket»): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014611231./ Притыкин В.Н., Петрушов И.В., Боков И. С., Кузнецова Н.С. (Россия) – № 2013661152; заявл. 03.12.13; опубл. 28.01.14.

38. Регистрация и анализ координат отражения баскетбольного мяча от щита («BALL»): свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617271./ Притыкин В.Н., Боков И. С., Петрушов И.В., (Россия) – №2015613844; заявл. 07.05.15; опубл. 06.07.15.

39. Составление и воспроизведение упражнений и игровых комбинаций по баскетболу в графическом виде («Trainer basketball») свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016618190./ Притыкин В.Н., Боков И. С., (Россия) – №2016615875; заявл. 06.06.16; опубл. 22.07.16.

40. Шолих М. Круговая тренировка / М. Шолих. – М.: Изд-во Физкультура и спорт, 1996. – 175 с.

41. Чемпионат суперлиги среди мужчин: итоговое положение команд. Рейтинг команд: факты в цифрах // Планета баскетбол. – 1999. – № 5–6. – С. 19; 23; 26; 41.

42. Черемисин В.П. Новое в подготовке юных баскетболистов / В.П. Черемисин, В.Г. Луничкин // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 1997. – № 1. – С. 41–44.

43. Чернов С.В. Инновационные технологии подготовки профессиональных спортсменов и команд игровых видов спорта: монография / С.В. Чернов. – М.: Изд-во АНО Школа Премьер, – 2005. – 182 с.

44. Яхонтов Е.Р. Технология спортивной тренировки: анализ творчества отечественных и зарубежных тренеров по баскетболу: учебное пособие/ Е.Р. Яхонтов, Б.Е. Лосин, С.Н. Елевич, Л.Н. Минина. – СПб. – 2014. – 111 с.

УДК 37.031.4

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЕ

Тарбокова Т.В.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, e-mail: toktv@list.ru

Изучение и усвоение темы «Линейная алгебра» дисциплины «Математика 1.1» для большинства первокурсников является трудной задачей. Для качественного использования времени, отведенного на изучение «Линейной алгебры» (всего 8 часов лекционных и 12 часов практических занятий), в помощь студентам и преподавателям предлагается методическое обеспечение учебного процесса во всех его аспектах (лекции, практические занятия, самостоятельная работа). Набор технических средств при этом минимальный: компьютер, проектор и экран в учебной аудитории. Сравнение относительных оценок входного тестирования по школьному курсу математики и относительных оценок контрольных работ по линейной алгебре позволяет утверждать, что студенты, не пропускающие занятия и выполняющие индивидуальные задания, статистически значимо повысили свои относительные оценки.

Ключевые слова: образовательные технологии, информационные технологии, компьютерные технологии, активные методы обучения

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN TEACHING STUDENTS IN LINEAR ALGEBRA

Tarbokova T.V.

Tomsk Polytechnic University (TPU), Tomsk, e-mail: toktv@list.ru

Learn how to solve systems of linear equations for many of today's first-year students is a difficult task. For the development of a complex section «Linear Algebra» is given only 8 hours of lecture and 12 hours of practical training in accordance with the curriculum of discipline MATHEMATICS 1.1. This methodological support of educational process in all its aspects (lectures, practical classes, independent work) to help students and teachers is invited. Technical support of the educational process – it is a computer, a projector and a screen in the classroom. Analysis of the relative input test evaluations and assessments of relative tests in linear algebra suggests that students whose do not miss classes and performing individual tasks, significantly increased their relative valuations.

Keywords: educational technology, information technology, computer technology, active learning methods

Под информационной технологией понимается процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления. Информационные технологии способствуют постоянному динамичному обновлению содержания, организационных форм и методов обучения и воспитания. Использование компьютера для решения профессиональных задач становится обязательным компонентом педагогической деятельности [1].

Применение информационных технологий при изучении «Линейной алгебры» необходимо по следующим причинам. Во-первых, учебный план дисциплины «Математика 1.1» [4] предусматривает на освоение сложной темы «Линейная алгебра» очень мало времени: всего 8 часов лекционных и 12 часов практических занятий. Во-вторых, ни матрицы, ни определители, ни способы и методы исследования и решения систем линейных уравнений не изучаются в школьном курсе математики, т.е. изучаемый материал является новым для большинства первокурсников. В-третьих, «Линейная алгебра» – первая тема математики, с которой студенты начинают осваивать математику вуза, и информационные технологии помогают недавним абитуриентам адаптироваться к новой для них студенческой жизни.

Для качественного использования времени, планируемого на изучение темы «Линейная алгебра», студентам и преподавателям предлагается методическое обеспечение учебного процесса с применением технических средств: одного компьютера, проектора и экрана в одной учебной аудитории.

Цель исследования

Активным внедрением современных образовательных информационных технологий добиться статистически значимого повышения относительных оценок работы студентов по теме «Линейная алгебра» дисциплины «Математика 1.1» по сравнению с относительными оценками централизованного тестирования по школьному курсу математики.

Материалы и методы исследования

Лекционные занятия

Основные определения, формулировки теорем демонстрируются в виде презентации на аудиторном экране; на доске доказываются теоремы, решаются примеры, реализуются другие традиционные моменты лекции.

Например, начать изучение первой темы дисциплины «Математика 1.1» можно, поместив на экран следующую информацию:

Тема 1. Линейная алгебра

Разделы

1.1. Матрицы и действия над ними

1.2. Определители и их вычисление

1.3. Системы линейных уравнений

Определение матрицы. Матрицей размера $m \times n$ называется прямоугольная таблица элементов некоторого множества (например, чисел или функций), имеющая m строк и n столбцов.

Элементы, из которых составлена матрица, называются *элементами матрицы*.

Матрицы могут обозначаться так:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A} = (a_{ij}), \quad (i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}).$$

$$\mathbf{A} = (a_{ij}), \quad (i, j = \overline{1,n}).$$

Следует привлечь студентов к обсуждению связи индексов элементов с расположением элементов в матрице, например, при помощи сервиса *Mentimeter*, подготовив вопросы: «Первый индекс элементов матрицы соответствует…» с альтернативными ответами: «1. Номеру строки», «2. Номеру столбца». Далее с применением слайдов рассматриваются виды матриц, линейные и нелинейные операции над ними с решением на доске примеров, иллюстрирующих рассматриваемые операции.

В разделе «1.2. Определители и их вычисление» для большинства студентов первого курса строгое определение определителя воспринимается как набор огромного количества слов и обозначений, в смысле которых им трудно разобраться. Чтобы с первых лекций не отпугнуть студентов от изучаемого материала, определителем квадратной матрицы можно назвать число, соответствующее этой квадратной матрице. Для числовой матрицы первого порядка таким числом является единственный элемент этой матрицы. После определения понятий миноров и алгебраических дополнений элементов матрицы формулируется без доказательства теорема Лапласа, а в качестве применения этой теоремы получаются правила вычисления определителей второго порядка и третьего порядка методом треугольников и при помощи таблицы Саррюса. С целью заинтриговать студентов рекомендуется познакомить их с общепринятым определением определителя в учебном пособии [7, с. 18]. Все основные свойства определителей рассматриваются с доказательствами. В заключение изучения раздела определяются понятия минора порядка k, базисного минора матрицы, ранга матрицы; предлагаются алгоритмы методов нахождения ранга матрицы, обратной матрицы, а также подчеркиваются общие и различные результаты действий над матрицами и определителями [7, с. 25].

В разделе «1.3. Системы линейных уравнений» весь изложенный материал обобщается схемой исследования и решения произвольной системы линейных уравнений [7, с. 38].

Можно отметить следующие преимущества применения технических средств обучения на лекции. Во-первых, на экране студенты видят правильно написанный текст, в то время как «на слух» информация часто воспринимается с искажениями. Если же писать формулировки определений и теорем на доске, потребуется много дополнительного лекционного времени; во-вторых, каждый студент имеет возможность скопировать на личный электронный носитель все учебные материалы, собранные лектором в одну папку (в том числе и презентации лекционного материала). В-третьих, в потоке занимаются иностранные студенты, для которых визуальное представление информации предпочтительней вербального. Использование лекционных презентаций изменяет характер взаимодействия студентов и преподавателя во время лекции и способствует повышению качества усвоения студентами теоретического материала [11].

Свойства матриц и определителей

Действие	**Матрица** $A_{m \times n}$ (**таблица** из m строк и n столбцов)	**Определитель** Δ **порядка** n (**число** для матрицы $A_{n \times n}$)
Транспонирование	$Rang(A) = Rang(A^T)$	Δ не изменяется
Перестановка двух строк	Ранг не изменяется	Δ меняет знак
Умножение одной строки на число $\lambda \neq 0$	Ранг не изменяется	Δ изменяется в λ раз (Δ умножается на число λ)
Умножение всех строк на число λ	A изменяется в λ раз (A умножается на число λ)	Δ изменяется в λ^n раз (Δ умножается на число λ^n)
Умножение одной строки на число λ и сложение с соответствующими элементами другой строки	Ранг не изменяется	Δ не изменяется
Получение нулевых и пропорциональных строк	Ранг не изменяется при вычеркивании всех нулевых и пропорциональных строк, кроме одной из ненулевых	$\Delta = 0$

Рис. 1. Схема исследования и решения произвольной системы линейных уравнений

Практические занятия

Практическое занятие начинается с объявления темы занятия, обсуждения требуемых для данного практического занятия теоретических положений, рассмотренных на лекциях и в учебных пособиях [6, 7]. На аудиторном экране воспроизводится набор примеров, которые предстоит решать, а также – фрагменты лекционных презентаций, схемы и алгоритмы, если это становится необходимым. Примеры на доске решает студент с помощью преподавателя и других студентов.

Применение такой методики проведения практических занятий позволяет студентам работать в соответствии со своими способностями и знаниями: с более слабыми студентами преподаватель может обсудить возникающие проблемы индивидуально, более сильные студенты выполняют задания самостоятельно и часто – раньше, чем появится решение на доске. У студентов возрастает мотивация к овладению знаниями, уменьшается страх не справиться с решением, студенты приобретают уверенность в своих силах, Работа студента у доски оценивается баллами. Ближняя мотивация повысить рейтинг своих учебных достижений побуждает студентов к активным действиям, поэтому, как правило, часто бывает много желающих работать у доски, так что преподавателю приходится придумывать различные способы отбора одного студента. Например, при помощи подбрасывания игральных костей или обращения к коллективному мнению группы.

На персональном сайте преподавателя [6] размещен набор примеров для практических занятий, с которым студенты могут ознакомиться заранее и подготовиться более основательно к предстоящему практическому занятию.

В конце занятия объявляется тема следующего практического занятия и номера примеров индивидуального домашнего задания.

Самостоятельная работа

В соответствии со своим номером в списке группового журнала студенты получают индивидуальные домашние задания [5, 9].

После 1-го практического занятия выполняются задания на линейные и нелинейные действия над матрицами;

после 2-го практического занятия – на вычисление определителей второго, третьего и более высоких порядков различными методами;

после 3-го – на нахождение обратной матрицы и решение матричных уравнений;

после 4-го и 5-го – на решение линейных неоднородных и однородных систем линейных уравнений методами Крамера и Гаусса.

Проверка индивидуальных работ студентов осуществляется преподавателем с применением пакета MathCAD, т.к. в случае допущенной студентом ошибки ее бывает трудно обнаружить «вручную». Кроме того, заменяя столбцы основной матрицы системы линейных уравнений столбцом свободных членов со свободными неизвестными в числителях формул Крамера, можно получать общее решение неопределенной системы линейных уравнений и методом Крамера [7, с. 40, 8], о чем в учебной литературе упоминаний, как правило, не встречается. Принято утверждать, что в случаях равенства нулю основной матрицы квадратной системы или в случае прямоугольной системы линейных алгебраических уравнений метод Крамера применять нельзя.

На 6-м практическом занятии запланирована контрольная работа. Пропорционально результатам контрольной работы за выполнение примеров индивидуального задания студенту выставляются рейтинговые баллы по формуле с применением пакета Excel. Числитель формулы – количество правильно решенных в ИДЗ примеров – умножается на баллы контрольной работы, а в знаменателе – количество примеров в индивидуальном задании, т.е. в данном случае – 17.

На сайте http://stud.lms.tpu.ru в электронном учебном курсе «Математика 1.1_Тарбокова» студенты самостоятельно выполняют тестовые задания, изучают теоретический материал при помощи инструментов «Книга», «Лекция»; проводят взаимную проверку выполненных индивидуальных заданий с использованием инструмента «Семинар», размещают файлы самостоятельной работы при помощи инструмента «Задание». Все работы, выполненные при помощи инструментов, за исключением инструмента «Книга», оцениваются в баллах в соответствии с запланированными преподавателем для каждого инструмента коэффициентами.

Электронный ресурс является удачным дополнением к традиционным методам обучения. Важным преимуществом использования электронных образовательных ресурсов является то, что студенты сами планируют время работы в электронной среде [10].

Еженедельные консультации по математике позволяют преподавателю помогать студентам в выполнении индивидуальных домашних заданий, а также повышать рейтинговые баллы студентам, решающим дополнительные задания.

Оценку результатов своей работы каждый студент может найти на вкладке персонального сайта преподавателя [6] «Рейтинг учебных достижений студентов», выполненной в пакете Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете для всех студентов-первокурсников в начале первого семестра по школьному курсу математики проводится централизованное тестирование (входной контроль). Относительные оценки входного контроля и контрольной работы по линейной алгебре вычислялись делением полученной студентом оценки на максимально возможную оценку в соответствующем виде контроля.

Сравнение относительных оценок за контрольную работу по линейной алгебре (ОцКР) и относительных оценок входного контроля (ОцВх) позволяет утверждать: студенты, которые не пропускали занятия и выполняли самостоятельно индивидуальные задания, статистически значимо повысили свои относительные оценки.

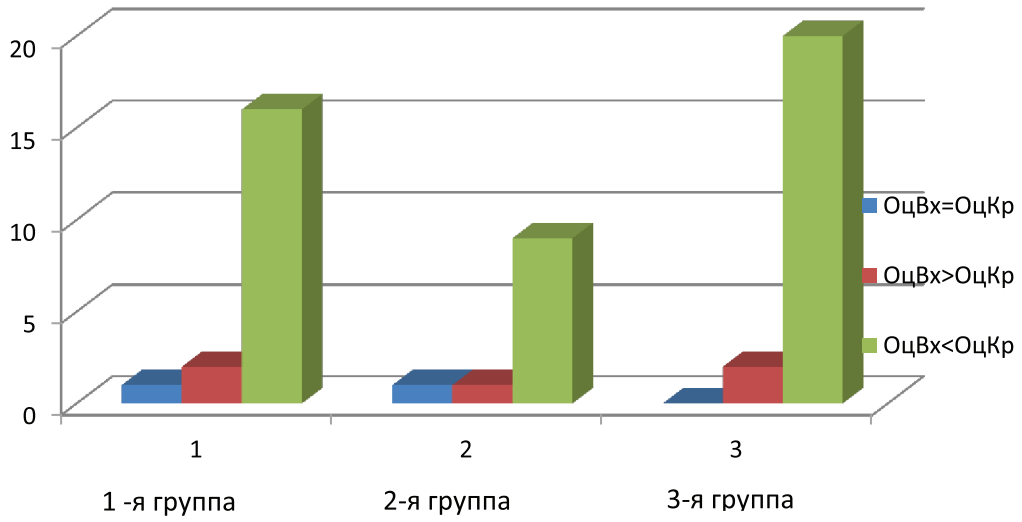


Рис. 2. Сравнение относительных оценок входного тестирования по школьному курсу математики и контрольных работ по линейной алгебре

Заключение

Применение информационных технологий в процессе обучения студентов линейной алгебре позволяет реализовать решение следующих дидактических задач:

- совершенствование организации преподавания, повышение индивидуализации обучения;
- повышение продуктивности самоподготовки студентов;
- индивидуализация работы преподавателя;
- ускорение тиражирования и доступа к достижениям педагогической практики;
- усиление мотивации к обучению;
- активизация процесса обучения, возможность привлечения студентов к исследовательской деятельности;
- обеспечение гибкости процесса обучения [2, 3].

Отрицательные последствия обучения с применением информационных технологий, связанные с дефицитом диалогического общения и отмеченные [3], нивелируются проведением дважды в каждом семестре студенческих конференций, на которых студенты делают сообщения по подготовленным рефератам и презентациям [6].

Список литературы

1. Ваграменко Я.А. Информатика: образовательный аспект / Я.А. Ваграменко. – М.: ИИО РАО, 2011. – 120 с.

2. Имас О.Н. Анализ отношения студентов к информационным технологиям в образовательном процессе [Электронный ресурс] / О.Н. Имас, В.С. Каминская, А.Н. Харлова // Математика в естественнонаучных исследованиях: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 9–10 октября 2014 г. / Томский политехнический университет (ТПУ), Юргинский технологический институт (ЮТИ); ред. кол. О.Б. Березовская и др. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 314–317.

3. Информационные технологии в образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://physics.herzen.spb.ru/teaching/materials/gosexam/b25.htm.

4. Кафедра высшей математики и математической физики НИ ТПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/vm/rabota/IGND/Tab2.

5. Рожкова О.В. Индивидуальные задания по теме «Линейная и векторная алгебра» – Внутрикафедральное издание, – Рег. №15 от 05.02.09 – 63 с.

6. Тарбокова Т.В. Методическое обеспечение дисциплины МАТЕМАТИКА 1.1 [Электронный ресурс] // Персональные сайты: сайт. – URL: http://portal.tpu.ru/SHARED/t/TOKTV/Page_121.

7. Тарбокова Т.В. Линейная алгебра. Линейное программирование: учебное пособие / Т.В. Тарбокова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 118 с.

8. Тарбокова Т.В. Решение неопределенных систем линейных алгебраических уравнений в среде пакета MATHCAD / Т.В. Тарбокова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6–2. – С. 362–365.

9. Терехина Л.И. Комплект контрольных материалов по алгебре и аналитической геометрии: учебное пособие / Л.И. Терехина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 108 с.

10. Шерстнёва А.И. Использование электронного ресурса на платформе Moodle при изучении курса «линейная алгебра и аналитическая геометрия» [Электронный ресурс] / А.И. Шерстнёва, И.Г. Устинова, Е.Г. Лазарева // Международное образование и межкультурная коммуникация: проблемы, поиски, решения: сборник трудов международной научно-практический конференции, г. Томск, 26–27 октября 2016 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ); под ред. И.В. Салосиной; А.В. Байдак; Е.А. Головачевой. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 167–174.

11. Янущик О.В. Учебные презентации как фактор повышения качества учебного процесса по математике для студентов элитного технического образования [Электронный ресурс] / О.В. Янущик, Е.Г. Пахомова, Н.Ю. Галанова // Инженерное образование: электронный научный журнал / Ассоциация инженерного образования России (АИОР). – 2016. – № 19: Инновации в инженерном образовании. – С. 38–43.

УДК 378.147:37.031.4

О МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ ДИСЦИПЛИН ИЗ ОБЛАСТЕЙ МАТЕМАТИКИ, ИНФОРМАТИКИ, МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

[1]Фокин Р.Р., [1]Атоян А.А., [2]Абиссова М.А.

[1]ФГКВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского», Санкт-Петербург, e-mail: rrfokin@yandex.ru;

[2]ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова», Санкт-Петербург

При обучении в высшей школе различным дисциплинам из областей математики, информатики, математического и информационного моделирования достаточно остро стоит проблема мотивации студентов к изучению этих дисциплин. Рассматриваются меры для решения этой проблемы, принятые «сверху», на административном уровне – введение экстерната и индивидуальных траекторий обучения. В качестве путей для решения этой проблемы «снизу», на уровне педагогического мастерства, предлагаются авторские технологии применения сервисов обучения и многоканальной коммуникации с учетом типологии личности студентов. Особое внимание уделяется применению типологии П. Брока – подразделение студентов на правополушарных, левополушарных и промежуточных. Также предлагаются конкретные методы и приемы повышения уровня мотивации студентов к изучению этих дисциплин, основанные на психологических теориях мотивации деятельности А.Н. Леонтьева и А. Маслоу.

Ключевые слова: мотивация, математика, информатика, экстернат, индивидуальные траектории обучения, сервисы обучения, многоканальная коммуникация, типологии личности, уровни мотивации, моделирование, программирование

ON MOTIVATION TO LEARN HIGH SCHOOL SUBJECTS IN MATHEMATICS, COMPUTER SCIENCE, MATHEMATICAL AND INFORMATION MODELING

[1]Fokin R.R., [1]Atoyan A.A., [2]Abissova M.A.

[1]Federal State Public Military Institution of Higher Education «Military space Academy named after Mozhaisky», Saint-Petersburg, e-mail: rrfokin@yandex.ru;

[2]State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «First St. Petersburg State Medical University named after academician I.P. Pavlov», Saint-Petersburg

When training at the higher school of various disciplines from the fields of mathematics, computer science, mathematical and information modeling quite an acute problem of motivating students to study these disciplines. Measures were being considered to resolve this issue, adopted the «top» at the administrative level – the introduction of external and individual trajectories of learning. As ways to solve this problem «from below» on the level of pedagogical skills offered more technology training services and multi-channel communication typologies of individual students. Special attention is paid to the application of the typology P. Brock – division students in the right hemisphere, left hemisphere and intermediate. Also offers concrete methods and techniques increase the level of motivation of students to study these disciplines, based on psychological theories of motivation activities A.N. Leontiev and A. Maslow.

Keywords: motivation, mathematics, informatics, external studies, individual learning paths, services training, multi-channel communication, personality typologies, levels of motivation, modeling, programming

Мотивация к изучению некоторой дисциплины у одного студента и у другого – это не тождественные сущности. Проблема мотивации к изучению математики и информатики в вузе [1, 2] стоит достаточно остро. Для ее решения немало сделано «сверху». Во-первых, согласно государственным образовательным стандартам и учебным программам дисциплин, содержание обучения математике и информатике [3, 5] различно для разных специальностей и направлений. Отметим, что большую отрицательную роль при этом играет увлечение модернизацией форм представления стандартов и программ при снижении внимания к реальному содержанию обучения. Во-вторых, введены индивидуальные траектории обучения (ИТО) в вузе. Но как ныне они реализованы?

Во-первых, ИТО реализованы введением экстерната. Но это явление не может быть массовым, и, заметим, полное самообучение эффективно лишь при наличии у студента значительных способностей. Во-вторых, ИТО реализованы введением курсов по выбору студента. Но даже такой курс не может читаться только для одного студента, поэтому такие ИТО индивидуальными не являются. ИТО дают нам гибрид коллективной и индивидуальной

систем обучения. Фактическая их реализация потребовала бы меньшего удельного количества студентов в расчете на одного преподавателя. А вузы в настоящее время этот показатель стремятся увеличить.

Мастерство преподавателя математики или информатики [4] дает нам подход «снизу» к проблеме мотивации студента. Авторы данной статьи в своих трудах [1, 2, 8] предлагали для реализации этого подхода так называемые сервисы обучения (СО) и в частности – многоканальную коммуникацию (МК) преподавателя и студентов. СО – это локальные педагогические теории, построенные на основе удачных практических наработок педагога и его коллег с целью расширения области применения этих наработок, а также с целью облегчения их распространения в педагогическом сообществе. МК – это класс таких теорий (частный случай СО), когда студенты делятся на несколько характерных типов, и педагог на занятии организует несколько параллельных каналов связи со студентами в соответствии с этими типами. Но педагог – это не компьютер, работающий в мультипрограммном режиме. Оптимальным для преподавания математики или информатики (в наших работах [1, 2] приводятся описания педагогических экспериментов и их статистическая обработка) будет случай двух каналов и трех типов студентов (типы личности по П. Брока – правополушарные, левополушарные, промежуточные). Промежуточный тип (5–7 %) при этом будет легко доступен по любому из двух каналов. Подготовка к такому занятию требует нетривиальных эвристических подходов [2, 8] и по времени многократно превосходит время самого занятия. Такое занятие – это трудоемкий высокотехнологичный продукт. Поэтому целесообразно многократное его применение.

Приведем несколько наработок, повышающих (как показывает опыт) мотивацию студентов к изучению математики и информатики. Мотивация – это термин психологической науки, все эти наработки в качестве теоретико-психологической базы используют две широко признанные теории – теорию деятельности А.Н. Леонтьева и теорию мотивации А. Маслоу. Согласно концепции А.Н. Леонтьева [6] сфера мотивации человека есть образ его практической деятельности, и наоборот. Он говорил об изоморфизме (взаимном соответствии) этих сфер. Важен динамизм этого соответствия. Мотивация человека изменяется под влиянием осуществляемой им деятельности и наоборот. По А. Маслоу [7], существует иерархия человеческих потребностей, и эти потребности удовлетворяются обычно (от низших к высшим) в следующем порядке:

уровень 1 – физиологические (органические) потребности;

уровень 2 – потребность в безопасности;

уровень 3 – потребность в аффилиации (надо быть принятым хотя бы в какой-то среде) и в уважении;

уровень 4 – познавательные потребности;

уровень 5 – эстетические и этические потребности;

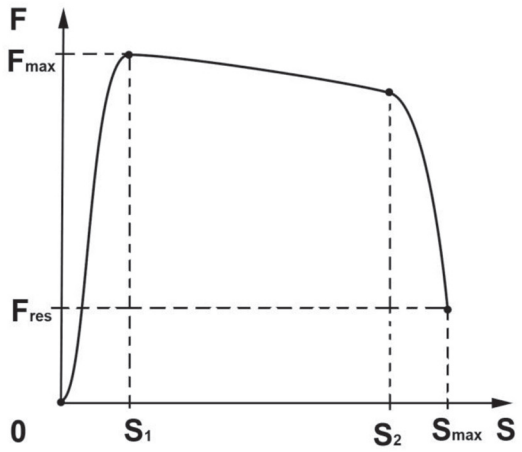
уровень 6 – потребность в самоактуализации.

Содержание математических курсов богато связями с историей математики: теоремы Пифагора, Лагранжа, Коши, Вейерштрасса, Ферма и других. Информационная безопасность как научная дисциплина значительно древнее информатики, известны шифры Энея, Цезаря, Ришелье и другие. Работы А. Тьюринга, К. Шеннона, К. Цузе и других были тесно связаны с историей Второй мировой войны, разведки и дипломатии тех лет. Математические работы Пифагора, Евклида, Декарта, Лагранжа, Гильберта, Вейля тесно связаны с философией. Почему бы на занятиях по математике или информатике не провести исторические или философские микро-экскурсы? По А. Маслоу гуманитарные знания затрагивают уровни 3–6. А знания точных наук для всех – только уровень 6 (самоактуализация – всем студентам нужен диплом вуза). Для малой доли студентов эти знания затрагивают уровень 4. И только для будущих узких специалистов в области математики (информатики) соответствующие знания затрагивают уровень 3 (надо быть принятым в среде коллег по профессии).

Предположим, студент должен срочно выполнить курсовую работу по математической статистике. Эта курсовая требует очень большого объема расчетов на калькуляторе. Если при пользовании калькулятором где-то была допущена ошибка в расчетах, то их придется выполнять снова, начиная с места ошибки. Но студент умеет программировать. Студент пишет программу и запускает ее на компьютере. Если в программе найдена ошибка, то она исправляется и программа запускается снова. Раз такие знания и навыки есть, то почему бы ими не воспользоваться? Это уже теория деятельности А.Н. Леонтьева – новая деятельность (выполнение курсовой по математической статистике) меняет мотивацию (к дальнейшему изучению программирования). До этого случая изучать программирование было как-то скучно. Если студент программирования изначально не знал, то он вряд ли начнет с нуля его изучать только ради выполнения такой курсовой.

А вот еще более интересный случай, связанный с изучением математического и информационного моделирования. Нужно научить студентов строить математическую модель некоторого механического процесса. Затем по математической модели можно построить информационные модели [1, 2, 4], а далее – реализовать их на компьютере, используя знания и навыки, связанные с программированием. Если соответствующие знания из математики, из механики (раздел физики), из информатики у студента есть, то почему бы их не применить? Все это повышает уровень мотивации к изучению математического и информационного моделирования. Это по А.Н. Леонтьеву. Но в данном случае мотивацию можно еще более усилить в соответствии с теорией А. Маслоу. Пусть механический процесс будет связан со спортом, например со стрельбой из лука. Такая задача по А. Маслоу уже затрагивает уровень 1 (здоровье, спорт), уровень 2 (безопасность – лук столетиями был оружием), уровень 3 (лук – это связь с многовековой историей, имеются многочисленные исторические общества, клубы, секции, кружки лучного спорта).

Большой интерес у студентов вызывает построение частичной математической модели выстрела из блочного лука, представленной ниже. Блочный лук имеет вращающиеся блоки на концах плеч. Также существуют классические и традиционные (например, турецкий, монгольский) луки. Блочный лук – самый эффективный из них (при той же силе спортсмена обеспечивается наибольшая кинетическая энергия стрелы при вылете).



Зависимость силы натяжения (F) от длины натяжения (S)

Зависимость на рисунке соответствует именно блочному луку. На коротком первом промежутке <0; S_1> сила F резко возрастает от 0 до F_{max}. На длинном втором промежутке <S_1; S_2> сила F очень слабо убывает. На коротком третьем промежутке <S_2; S_{max}> сила F резко убывает до F_{res} (силы сброса). По-английски reset – сброс. В лучном спорте принято длину натяжения измерять в дюймах (1 дюйм ≈ 2,54 см), а силу натяжения – в фунтах силы (1 фунт ≈ 0,45 кг). В зависимости от длины рук спортсмена S_{max} составляет приблизительно 15–30 дюймов, а F_{max} – 30–60 фунтов в зависимости от его силы рук. В России если $F_{max} \le 60$ фунтов ≈ 27 кг, то такой лук вообще не является оружием и может быть продан без предъявления покупателем каких-либо документов. За границей у большинства блочных луков $F_{max} = 70$ фунтов. Для доставки в Россию такие луки ослабляют.

$$k_{res} = \left(1 - \frac{F_{res}}{F_{max}}\right) * 100\%. \qquad (1)$$

Формула (1) дает k_{res} – коэффициент сброса усилия, обычно $60\% \le k_{res} \le 80\%$. Спортсмен должен до предела натянуть лук, затем наступает сброс усилия, и при прицеливании он держит только 20–40 % от F_{max}, что в условиях России составляет приблизительно от 2,7 до 10,8 кг. Классические и традиционные луки имеют длинный первый промежуток и короткий второй, третьего промежутка и сброса усилия у них нет, поэтому спортсмен прицеливается при почти максимальном усилии.

$$A = \int_0^{S\max} F(s)\,ds = k_{int} F_{max} S_{max}. \qquad (2)$$

Формула (2) дает работу А, которую совершает спортсмен при натяжении лука. Для блочного лука эту работу наглядно демонстрирует площадь подграфика на рисунке. В идеальном случае было бы $F \equiv F_{max}$, тогда подграфик был бы прямоугольником. Для блочного лука это почти так, поскольку первый и третий промежутки очень малы. Для наглядности на рисунке они показаны большими, чем реальные. Интегральный коэффициент k_{int} из формулы (2) характеризует эффективность совершения работы при натяжении лука по сравнению с идеальным случаем $F \equiv F_{max}$. Для блочных луков k_{int} составляет 0,8–0,9, для классических и традиционных – 0,3–0,6.

$$A = T + E_{los};\ E_{los} \approx 0. \qquad (3)$$

Группа формул (3): Работа А преобразуется в Т (кинетическую энергию, например, стрелы, блоков, тетивы) и E_{los} (энергию потерь, например, на трение, тепло). По-английски loss – потеря. Для блочного лука с падающей полочкой E_{los} можно пре-

небречь. Стрела такого лука при разгоне «висит» в воздухе. Фактически мы пренебрегаем трением, поскольку тепло выделяется именно вследствие трения. Для достижения более высоких результатов спортсмены-лучники используют лишь падающие полочки.

$$T = T_{arr} + T_{dev};\ T_{arr} = \frac{1}{2} m_{arr} v_{arr}^2;$$

$$T_{dev} = \frac{1}{2} \int_{Dev} v^2\, dm. \qquad (4)$$

Группа формул (4): Кинетическая энергия T складывается из кинетической энергии стрелы T_{arr} (по-английски arrow – стрела) и кинетической энергии движущихся частей лука T_{dev} (устройства, по-английски device – устройство). Для T_{arr} дается обычная формула кинетической энергии, где m_{arr} – масса стрелы (300–600 гран, измеряется в гранах, 1 грамм ≈ 15,43 грана), v_{arr} – скорость стрелы (220–370 fps, измеряется в fps – футах в секунду, 1 фут ≈ 30,48 см). Для T_{dev} дается интеграл Лебега по устройству Dev (по луку), которое состоит из малых элементов массы dm, каждый из которых имеет свою скорость v.

$$v = k_{red} v_{arr};\ T_{dev} = \frac{1}{2} v_{arr}^2 \int_{Dev} k_{red}^2\ dm. \qquad (5)$$

Группа формул (5): Если бы стрела вдруг полетела вдвое быстрее, то и блоки крутились бы вдвое быстрее, и каждая точка тетивы двигалась бы вдвое быстрее. Следовательно, для всякого элемента лука dm существует k_{red} – коэффициент приведения (пропорциональности) между скоростью v этого элемента и скоростью v_{arr} стрелы. По-английски reduced – приведенный. Тогда T_{dev} равна половине квадрата v_{arr} умноженной на некоторый интеграл Лебега, который зависит лишь от конструкции лука.

$$m_{red} = \int_{Dev} k_{red}^2\ dm;\ T_{dev} = \frac{1}{2} m_{red} v_{arr}^2. \qquad (6)$$

Группа формул (6): Назовем приведенной массой лука m_{red} интеграл Лебега из формулы (5). Тогда кинетическая энергия T_{dev} движущихся с различной скоростью частей dm лука равна кинетической энергии воображаемого тела массой m_{red}, которое поступательно движется со скоростью стрелы v_{arr}. Представим себе, что стрелу толкает не тетива, а поршень массой m_{red}. Этот поршень и будет у нас моделью лука.

$$A = T + E_{los} \approx T = \frac{1}{2} v_{arr}^2 (m_{arr} + m_{red}). \qquad (7)$$

Формула (7) является следствием формул (3), (4), (6).

$$k_{eff} = \frac{T_{arr}}{A} \le \frac{T_{arr}}{T} = \frac{m_{arr}}{m_{arr} + m_{red}};$$

$$k_{eff} \approx \frac{T_{arr}}{T} = \frac{m_{arr}}{m_{arr} + m_{red}}. \qquad (8)$$

Группа формул (8): Определим коэффициент полезного действия лука k_{eff} как частное T_{arr} и A. Тогда для k_{eff} существует теоретическая мажоранта, равная указанному отношению масс. Поскольку $A \approx T$ согласно (7), то k_{eff} приблизительно равен этому отношению масс. Отсюда два практических следствия.

Следствие 1: k_{eff} будет расти, если при фиксированной m_{arr} уменьшать m_{red}. Для этого нужно уменьшать массу движущихся частей блочного лука. Производители так и поступают, но по соображениям прочности здесь существует предел. Чтобы обеспечить прочность, используют самые современные материалы и технологии.

Следствие 2: k_{eff} будет больше, если на том же самом луке использовать более тяжелые стрелы. Это широко известно в лучном спорте. Тяжелая стрела по сравнению с легкой имеет меньшую скорость, но большую кинетическую энергию.

С целью достижения высоких результатов в лучном спорте для каждого лука путем многочисленных экспериментов составляются достаточно объемные таблицы. Варьируются S_{max}, F_{max}, m_{arr} и определяется v_{arr}. Некоторые из этих таблиц размещены в сети Интернет. Мы не имеем соответствующего оборудования для проведения подобных экспериментов. Вместо них мы пользовались этими таблицами. Применяя представленную математическую модель, соответствующие ей информационные модели и компьютерные программы, можно количество таких экспериментов существенно уменьшить.

Приведенная выше модель для блочных арбалетов не годится. Расчетные скорости стрел получаются выше, чем экспериментальные скорости из таблиц. Во время разгона стрела трется о ложе арбалета. Здесь нельзя пренебрегать трением.

$$E_{los} = A_{fri} + E_{2los} \approx A_{fri} = S_{max} k_{fri} m_{arr} g. \qquad (9)$$

Поэтому для E_{los} добавим формулу (9), где E_{2los} – вторая энергия потерь (без учета потерь на трение), ею уже можно пренебречь, A_{fri} – работа силы трения по закону Амонтона – Кулона (по-английски friction – трение), k_{fri} – коэффициент трения, g – ускорение свободного падения.

В результате такой модернизации модели она становится адекватной. Для блочного лука с волосяной полочкой трением тоже нельзя пренебречь. Такие луки спортсменов не интересуют, и для них мы не нашли никаких таблиц. Для арбалетов все же таблицы есть, хотя арбалетного спорта официально не существует. По-видимому, эти луки подчиняются той же модели, что и арбалеты.

Таким образом, приведенные выше модели достаточно просты для возможности их реализации в студенческой аудитории. Вместе с тем они могут привести к результатам, имеющим значительную практическую ценность. Все это также способствует усилению мотивации студентов к изучению математики и информатики.

Список литературы

1. Абиссова М.А., Атоян А.А. Сервисы обучения RAD-программированию для активизации познавательной деятельности студентов при обучении информатике и математике // Письма в Эмиссия.Оффлайн: электронный научный журнал. – Декабрь 2013, ART 2118. – СПб., 2013 г. – URL: http:// www.emissia.org/ offline/ 2013/ 2118.htm [07.01.2017].

2. Абиссова М.А., Фокин Р.Р. Сервисы обучения информатике и информационным технологиям в высшей школе: Монография. / М.А. Абиссова, Р.Р. Фокин – СПб: изд-во СПбГУСЭ, 2010. – 195 с.

3. Абрамян Г.В., Катасонова Г.Р. Модель использования информационных технологий управления в системе преподавания информатики // Письма в Эмиссия.Оффлайн: электронный научный журнал. – 2012. – № 10. – С. 1890. – URL: http://www.emissia.org/offline/2012/ 1890.htm. – Объем 0.5 п.л. [07.01.2017].

4. Абрамян Г.В., Фокин Р.Р. Метамодель обучения информационным технологиям в высшей школе: Монография. / Г.В. Абрамян, Р.Р. Фокин – СПб: изд-во СПбГУСЭ, 2011. – 211 с.

5. Катасонова Г.Р. Проблемы обучения информационным технологиям управления и пути их решения на основе методологии метамоделирования, сервисов и технологий открытых систем // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2014. – № 167. – С. 105–114.

6. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.

7. Маслоу А. Мотивация и личность. – СПб.: Питер, 2008. – 352 с.

8. Фокин Р.Р., Абиссова М.А. Эвристические аспекты разработки сервисов обучения информатике и информационным технологиям в высшей школе // Письма в Эмиссия. Оффлайн (The Emissia.OfflineLetters): электронный научный журнал. – Ноябрь 2012, ART 1899. – СПб., 2012 г. – URL: http:// www.emissia.org/ offline/ 2012/ 1899.htm [07.01.2017].