

Импакт-фактор РИНЦ = 0,641

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

Бобыкина Ирина Александровна (д.п.н., доцент)
Бурмистрова Ольга Николаевна (д.т.н., профессор)
Бутов Александр Юрьевич (д.п.н., профессор)
Германов Геннадий Николаевич (д.п.н., профессор)
Грызлов Владимир Сергеевич (д.т.н., профессор)
Далингер Виктор Алексеевич (д.п.н., профессор)
Жеребило Татьяна Васильевна (д.п.н., профессор)
Калмыков Игорь Анатольевич (д.т.н., профессор)
Клемантович Ирина Павловна (д.п.н., профессор)
Козлов Олег Александрович (д.п.н., к.т.н., профессор)
Кохичко Андрей Николаевич (д.п.н., профессор)
Куликовская Ирина Эдуардовна (д.п.н., профессор)
Ломазов Вадим Александрович (д.ф.-м.н., доцент)
Леонтьев Лев Борисович (д.т.н., профессор)
Марков Константин Константинович (д.п.н., профессор)
Мишин Владимир Михайлович (д.т.н., к.ф.-м.н., профессор)
Моисева Людмила Владимировна (д.п.н., к.б.н., профессор)
Мурашкина Татьяна Ивановна (д.т.н., профессор)
Никонов Эдуард Германович (д.ф.-м.н., профессор)
Осипов Юрий Романович (д.т.н., профессор)
Пшеничкина Валерия Александровна (д.т.н., профессор)
Рогачев Алексей Фруминович (д.т.н., профессор)
Скрыпник Олег Николаевич (д.т.н., профессор)
Снежко Вера Леонидовна (д.т.н., профессор)
Хода Людмила Дмитриевна (д.п.н., доцент)
Яблокова Марина Александровна (д.т.н., профессор)

Журнал «Современные наукоемкие технологии» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий, и массовых коммуникаций. **Свидетельство ПИ № ФС 77 – 63399.**

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

Импакт-фактор РИНЦ = 0,641.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ИД «Академия Естествознания»

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

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

Подписано в печать – 30.11.2017
Дата выхода номера – 30.12.2017

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
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 21
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2017/11
Подписной индекс 70062

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

О БЕЗОПАСНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ <i>Белозеров В.В., Долаков Т.Б., Белозеров В.В.</i>	7
КОМБИНИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАЗА С АККОМОДАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ЛИОУ – БРЕННАНА И НАВАРРО <i>Большаков А.А., Никонов А.В., Сгибнев А.А.</i>	14
УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ КОРПОРАТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВУЗА <i>Волкова Т.В.</i>	20
ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ О МИНИМАЛЬНЫХ РАСХОДАХ ПО НАЙМУ СЕЗОННЫХ РАБОЧИХ <i>Глухова Н.В., Никитина Т.Н., Кандакова М.Л., Пинкова Е.А.</i>	25
АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ КРУПНЫХ ЧАСТИЦ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ ТРУБАХ <i>Кондратьев А.С., Ньа Т.Л., Швыдько П.П.</i>	31
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НАЗЕМНОГО ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ <i>Лукьянов В.В., Медведев В.О., Медведева Ю.Д.</i>	40
ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТОВ ФРАКЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ КАА-ХЕМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ <i>Монгуш Г.Р.</i>	47
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК В СОСТАВАХ ЦЕМЕНТОГРУНТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДАМИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ <i>Панков П.П., Коновалова Н.А., Дабижа О.Н.</i>	52
СОСТАВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ГРАДИРЕН НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ КАЧЕСТВА <i>Пономаренко Е.А., Яблокова М.А., Ермолаев А.В.</i>	58
ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА ЖИДКОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОСАДКА НА ВХОДЕ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ <i>Сафина Г.Л., Жеглова Ю.Г.</i>	64
ЕДИНСТВЕННОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИВЕДЕННЫХ ЖЕСТКОСТЕЙ УПРУГИХ ОПОР РОТОРА <i>Сафина Г.Ф.</i>	69
АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ИНТОНАЦИОННОГО ЦЕНТРА В ВОПРОСИТЕЛЬНОМ ПРЕДЛОЖЕНИИ БЕЗ ЯВНОГО ВОПРОСИТЕЛЬНОГО СЛОВА НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕКСТА ДЛЯ СИНТЕЗА РУССКОЙ РЕЧИ <i>Чемерилев В.В., Фадеев А.С., Мишунин О.Б.</i>	75
ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ СХОДИМОСТИ В ГРАФИЧЕСКОМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ OPENFOAM НА БАЗЕ БИБЛИОТЕК MATPLOTLIB И NUMPY <i>Читалов Д.И., Калашиников С.Т.</i>	80

Педагогические науки (13.00.00)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА» БАКАЛАВРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ <i>Байер Е.А., Пожидаев С.Н., Латышев О.Ю.</i>	86
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ МЕНЕДЖЕРОВ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ СФЕРЫ <i>Веденеев А.Г.</i>	91
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ» В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ <i>Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С., Пугачев О.В.</i>	96
МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ПЕРЕВОДУ И ЛИНГВИСТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ТЕКСТА В ВУЗЕ <i>Гацура Н.И., Долгова Т.В.</i>	104
СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА <i>Грибкова Г.И., Панова Н.Г., Умеркаева С.Ш.</i>	112
КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ АППАРАТ ТЕОРИИ ЗАДАЧНОГО ОБУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ДИДАКТИКЕ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ <i>Ильевич Т.П.</i>	119
ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ В ВУЗЕ <i>Курдуманова О.И., Гринченко Е.Л.</i>	124
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА <i>Лаврентьев С.Ю., Крылов Д.А.</i>	129
ДИАГНОСТИКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ <i>Логина С.Л.</i>	134
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ В ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА <i>Мендубаева З.А., Макарова О.А., Уварова Т.А.</i>	140
ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ К САМОМЕНЕДЖМЕНТУ В ПРОЦЕССЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КАК СИСТЕМНОЙ МОДЕЛИ <i>Сморгунова М.А.</i>	145
МЕТОДИКА СОПРЯЖЕНИЯ КООРДИНАЦИОННОЙ И КОНДИЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БЕГЕ НА КОРОТКИЕ ДИСТАНЦИИ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ <i>Табакоев А.И., Коновалов В.Н., Руденко И.В.</i>	150
КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ УЧЕБНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ «ПОЛУЧЕНИЕ, СОБИРАНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ ГАЗОВ» <i>Хасанова С.Л., Файзуллина Н.Р., Симонова И.А.</i>	157
ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМНОГО ТИПА В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА <i>Хроменков П.А.</i>	163

CONTENTS
Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

ABOUT SAFETY AND PROSPECTS OF THE ELECTRICAL HEATING IN INDIVIDUAL HOUSES <i>Belozеров V.V., Dolakov T.B., Belozеров V.V.</i>	7
COMBINED MATHEMATICAL EYE MODEL BASED ON LIOU-BRENNAN AND NAVARRO MODELS <i>Bolshakov A.A., Nikonov A.V., Sgibnev A.A.</i>	14
PERSONNEL MANAGEMENT OF THE UNIVERSITY CORPORATE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM <i>Volkova T.V.</i>	20
USAGE OF GRAPHS IN VALUE ENGINEERING PROBLEMS CONCERNING SEASON WORKERS EMPLOYMENT <i>Glukhova N.V., Nikitina T.N., Kandakova M.L., Pinkova E.A.</i>	25
ANALYSIS OF MOVEMENT OF COARSE PARTICLES IN HORIZONTAL AND VERTICAL PIPES <i>Kondratev A.S., Na T.L., Shvydko P.P.</i>	31
DETERMINATION OF THE NAVIGATIONAL PARAMETERS OF A GROUND MOBILE OBJECT USING MICROMECHANICAL INERTIAL SENSORS <i>Lukyanov V.V., Medvedev V.O., Medvedeva Yu.D.</i>	40
ANALYSIS OF TECHNICAL INDICATORS OF PRODUCTS OF FRACTIONAL SEPARATION OF THE KAA-KHEM'S COAL <i>Mongush G.R.</i>	47
THE USE OF STABILIZING ADDITIVES IN COMPOSITIONS OF CEMENTOGRONTS MODIFIED BY WASTE OF HEAT-POWER ENGINEERING <i>Pankov P.P., Konovalova N.A., Dabizha O.N.</i>	52
THE COMPOSITION OF IMPURITIES IN THE CIRCULATING WATER OF COOLING TOWERS OF A PETROCHEMICAL PLANT AND WAYS TO IMPROVE ITS QUALITY <i>Ponomarenko E.A., Yablokova M.A., Ermolaev A.V.</i>	58
THE STUDY OF FLUID FLOW AND MODELING OF DEPOSIT DYNAMICS AT THE POROUS MEDIA INLET <i>Safina G.L., Zheglova Yu.G.</i>	64
UNIQUENESS OF THE RECONSTRUCTION IS GIVEN STIFFNESS OF ELASTIC SUPPORT OF THE ROTOR <i>Safina G.F.</i>	69
THE AUTOMATIC SELECTION ALGORITHM OF INTONATION CENTER IN A QUESTION WITHOUT AN EXPRESSIVE QUESTION WORDS USING BASIS OF SENTENCES SEMANTIC CONNECTIONS WITH THE AUTOMATIC ANALYSIS OF THE TEXT FOR RUSSIAN SPEECH SYNTHESIS <i>Chemerilov V.V., Fadeev A.S., Mishunin O.B.</i>	75
DRAWING CONVERGENCE GRAPHS IN THE GRAPHICAL USER INTERFACE OF THE OPENFOAM SOFTWARE ENVIRONMENT ON THE BASIS OF THE MATPLOTLIB AND NUMPY LIBRARIES <i>Chitalov D.I., Kalashnikov S.T.</i>	80

Pedagogical sciences (13.00.00)

MODELING OF THE CONTENT OF DISCIPLINE «INCREASING OF PROFESSIONAL SKILL» OF BACHELORS OF PHYSICAL CULTURE <i>Bayar E.A., Pozhidaev S.N., Latyshev O.Yu.</i>	86
SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL INDICATORS OF PROFESSIONAL RETRAINING OF MANAGERS OF SOCIAL AND CULTURAL SPHERE <i>Vedeneev A.G.</i>	91
METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE DISCIPLINE «PROBABILITY THEORY» IN A TECHNICAL UNIVERSITY <i>Vlasova E.A., Mezhenaya N.M., Popov V.S., Pugachev O.V.</i>	96
METHODS TO IMPLEMENT THE COMPETENCY APPROACH TO TEACHING TRANSLATION AND LINGUISTIC ANALYSIS OF THE TEXT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS <i>Gatsura N.I., Dolgova T.V.</i>	104
SOCIAL AND CULTURAL PARTNERSHIP IN THE SPHERE OF HIGHER EDUCATION: FROM THE EXPERIENCE OF THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY <i>Gribkova G.I., Panova N.G., Umerkaeva S.Sh.</i>	112
CATEGORIAL APPARATUS OF THE THEORY OF TASK TRAINING IN MODERN DIDACTICS: METHODOLOGICAL CONTRADICTIONS <i>Ilevich T.P.</i>	119
POSSIBILITIES OF INFORMATION-ANALYTICAL COMPETENCIES FORMATION IN THE CHEMISTRY TEACHING IN THE INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION <i>Kurdumanova O.I., Grinchenko E.L.</i>	124
THE ELECTRONIC TECHNOLOGIES USE IN THE HIGHER EDUCATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT <i>Lavrentev S.Yu., Krylov D.A.</i>	129
DIAGNOSTICS OF LEVEL OF FORMATION OF METHODOLOGICAL COMPETENCE OF TEACHER OF HIGH SCHOOL <i>Loginova S.L.</i>	134
IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY RELATIONSHIPS OF CHEMICAL IN TRAINING OF MEDICAL STUDENTS <i>Mendubaeva Z.A., Makarova O.A., Uvarova T.A.</i>	140
TRAINING STUDENTS TO SELF-MANAGEMENT IN THE PROCESS OF INDEPENDENT WORK AS THE SYSTEM MODEL <i>Smorgunova M.A.</i>	145
CONJUGATE METHODS OF COORDINATION AND CONDITIONING TRAINING ATHLETES SPECIALIZING IN SPRINT USING NONTRADITIONAL TRAINING TOOLS <i>Tabakov A.I., Kononov V.N., Rudenko I.V.</i>	150
A COMPUTER MODEL OF THE ACADEMIC CHEMICAL LABORATORY «RECEIVING, COLLECTION AND DETECTION OF GASES» <i>Khasanova S.L., Fayzullina N.R., Simonova I.A.</i>	157
USING EDUCATIONAL TECHNOLOGY OF SYSTEM TYPE IN THE FORMATION OF UNIVERSITY STUDENTS' PROFESSIONAL AND PEDAGOGICAL COMPETENCY <i>Khromenkov P.A.</i>	163

УДК 621.313:614.84

О БЕЗОПАСНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

¹Белозеров В.В., ²Долаков Т.Б., ³Белозеров В.В.

¹ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»,
Ростов-на-Дону, e-mail: safeting@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Академия государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, e-mail: dolakov23@gmail.com;

³ООО «Научный производственно-технологический центр ОКТАЭДР»,
Ростов-на-Дону, e-mail: isagraf@mail.ru

В статье представлен сравнительный анализ различных видов автономного обогрева индивидуальных жилых домов. Показана перспективность последовательной реализации электрообогрева, как самого экологически чистого и безопасного способа, если применить при его создании и использовании современные инновационные технологии, например солнечные батареи. Приведена модель схемы электрообогрева индивидуального жилого дома, а также результаты и рекомендации по обеспечению надежности и пожарной безопасности электрокотла. Показано, что в случае применения разработанного авторами метода мониторинга пожарно-электрического вреда (ПЭВ) с помощью электросчетчиков-извещателей (ЭСИ) можно достичь «абсолютной» пожарной и экологической безопасности жилья. Принципиально новым при этом является то, что ЭСИ позволяет, во-первых, определять и оплачивать только «качественную» электроэнергию, а во-вторых, ввести адаптивный пожарно-энергетический налог (АПЭН), с помощью которого и реализовать пожарную безопасность жилого сектора.

Ключевые слова: надежность, технический ресурс, пожарная и экологическая безопасность, пожаробезопасный ресурс, автономный обогрев, электрокотел, пожарно-электрический вред

ABOUT SAFETY AND PROSPECTS OF THE ELECTRICAL HEATING IN INDIVIDUAL HOUSES

¹Belozеров V.V., ²Dolakov T.B., ³Belozеров V.V.

¹Don State University, Rostov-on-Don, e-mail: safeting@mail.ru;

²Academy of the Fire Public Service of Emercom of Russia, Moscow, e-mail: dolakov23@gmail.com;

³LLC Scientific Production and Technological Center OKTAEDR, Rostov-on-Don, e-mail: isagraf@mail.ru

The comparative analysis of different types of autonomous heating of individual houses is presented in article. Prospects of consecutive realization of an electrical heating, as are shown most environmentally friendly and safe way if to apply at its creation and use modern innovative technologies, for example, solar batteries. The model of the scheme of an electrical heating of an individual house, and also results and recommendations about ensuring reliability and fire safety of the electric boiler is given. It is shown that, in case of application developed by authors of a method of monitoring of the fire and electric harm (FEH) by means of electric meters announcers (EMA), it is possible to reach «absolute» fire and ecological safety of housing. Thus that ESI allows to define and pay, first, only the «qualitative» electric power is essentially new, and secondly, to impose the adaptive fire and power tax (AFPT) by means of which and to realize fire safety of inhabited sector.

Keywords: reliability, technical resource, fire and ecological safety, fireproof resource, autonomous heating, electric boiler, fire and electric harm

В последнее время обогрев индивидуальных жилых домов все чаще реализуется с помощью систем электрического отопления. Очевидно, это вызвано тем, что единовременные затраты при установке электрообогрева в 3 раза ниже, чем проектирование и монтаж системы газоснабжения дома, а также в тех случаях, когда дом расположен в негазифицированной местности [1–3].

Установки водяного, воздушного или инфракрасного электрического отопления, помимо возможности их самостоятельного монтажа и эксплуатации, обладают существенными преимуществами [3]:

– во-первых, простотой управления и регулировки работы путем задания требу-

емой температуры (не требуется контроля потребления топлива),

– во-вторых, современные радиаторы, конвекторы и инфракрасные излучатели позволяют установить комфортный режим уже через 10 минут после их включения,

– в-третьих, электрическое отопление позволяет исключить взрывы и пожары от утечек бытового газа, которые участились в последние годы в России [4].

Методология и результаты исследования

Сравнительный анализ существующих методов и средств жизнеобеспечения индивидуальных жилых домов приводит к выводу, что появилась возможность последовательно-

го повышения эффективности системы электрического обогрева/охлаждения дома путем комплексирования её с солнечными батареями и вихревыми воздухоохладителями и создания таким образом автономной и экологически чистой системы (рис. 1).

Принимая во внимание, что достоинства и недостатки существующих средств и газового, и электрического обогрева, включая их эффективность, достаточно исследованы [1–4], представляют интерес перспективы их совершенствования с точки зрения безопасной жизнедеятельности.

Применение полимерных конструкций «водяных теплых полов» обеспечивает их безопасность и высокую надежность [2], а в «солнечной подсистеме» высокие показатели надежности и безопасности обеспечиваются контроллером и «интеллектом» инвертора [3].

Слабым местом систем электрообогрева, как показали исследования (табл. 1, 2), являются электрокотлы, так как интегральная вероятность пожара таких установок состоит из двух составляющих – пожарной опасности пульта управления и электрокотла – и достигает 0,005, что в 5 тысяч раз (!) превышает требование ГОСТ 12.1.004 [5].

Исследования показали, что пожарная опасность пульта управления ниже нормативной – 0,000001 по ГОСТ 12.1.004-91 (табл. 1),

а вероятность пожара электрокотла равна $4,86 \cdot 10^{-3}$ (табл. 2), превышая нормативную более чем на три порядка [5].

Дело в том, что защитные кожухи крышек ТЭНов выполнены из полимерного материала с температурой воспламенения $317,5^\circ\text{C}$, а схема аварийного отключения ($92 \pm 3^\circ\text{C}$) не контролирует тепловой режим коммутационных панелей ТЭНов и поэтому не может предотвратить их критический нагрев, который может возникнуть из-за изменений переходных сопротивлений в результате циклического перегрева электроустановочных изделий (клемм и т.д.) [5].

Для приведения электрокотла в норму следует его доработать (например, изготовить указанные конструкции из металла или негорючего материала, установить термoeлектронную защиту и т.п.), после чего провести испытания трех доработанных изделий в соответствии с разработанной методикой [1, 5].

Следует отметить, что испытания электрических котлов во ВНИИ противопожарной обороны МЧС России выявили еще один вид их пожаровзрывоопасности, связанной с образованием водорода на поверхности нагрева, что, по мнению авторов, и привело к инновационному решению (рис. 2) – созданию электрокотла с индукционным нагревом [4].

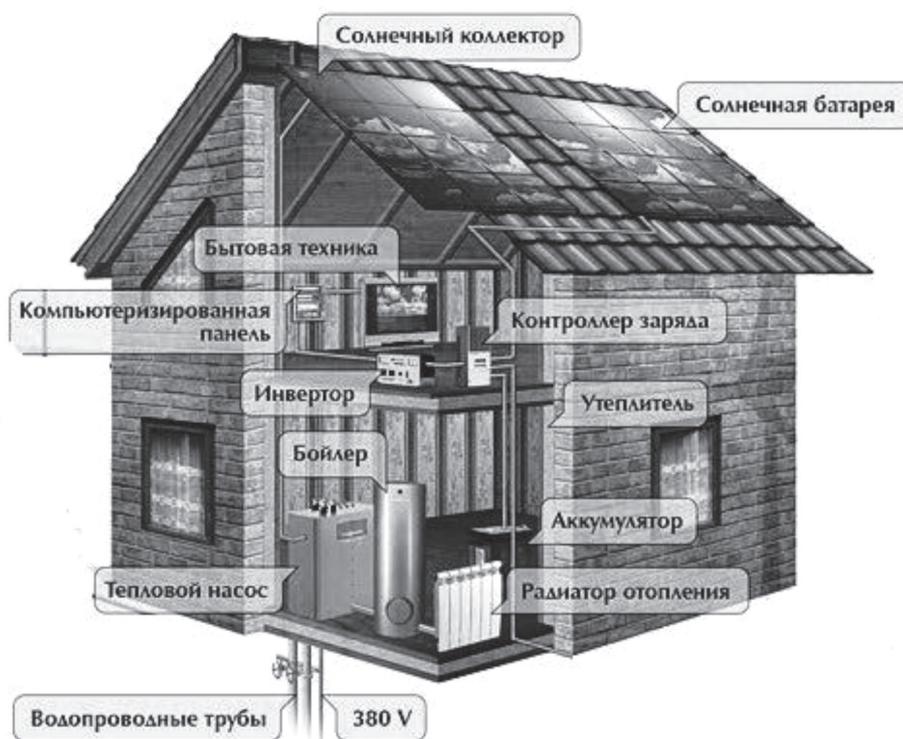


Рис. 1. Комбинированная система электрообогрева дома

Таблица 1
Показатели надежности и пожарной опасности блока управления ЭПО-108

ЭПО-108 (блок управления) Класс и тип ЭРЭ	Среднее значение в изделии				Средняя интенсивность в группе						Вероятность в группе					
	Тем-ра восплам.	Рек. нагрузка	Выводы	Кол-во ЭРЭ	Отказа номин.	Отказа фактич.	Воспла-менения	Пож. опас. отказов	Кор. замык.	Обрыва	Пробоя	Воспла-менения	Распр. огня	Пожара ЭРЭ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Диоды	242,4	0,35	2	3	8,6E-7	2,97E-7	3,41E-9	3,353E-8	0,061	0,193	0,093	2,98E-5	2,93E-4	3,78E-9		
Резисторы	301,8	0,56	2	4	2,1E-7	8,72E-8	1,45E-9	3,119E-8	0,264	0,171	0,000	1,26E-5	2,73E-4	2,12E-9		
Конденсаторы	438,1	0,63	2	2	2,3E-7	4,94E-8	2,33E-10	1,015E-8	0,130	0,000	0,075	1,95E-6	8,89E-5	1,07E-10		
Пускатели	254,7	0,83	5	4	7,4E-7	6,28E-7	3,24E-9	3,643E-8	0,058	0,353	0,000	2,83E-5	3,19E-4	5,50E-9		
Дроссели/ транс-форматоры	254,7	0,00	2	4	4,6E-7	3,79E-7	1,85E-9	2,203E-8	0,058	0,353	0,000	1,61E-5	1,93E-4	1,82E-9		
Эл-ты комму-тации	369,3	0,69	5	4	4,5E-6	1,16E-6	3,87E-9	1,104E-7	0,095	0,000	0,000	3,38E-5	9,68E-4	1,06E-8		
Опτικο-элек-трон. приборы	309,6	0,60	4	2	5,3E-6	2,76E-6	5,67E-9	8,017E-7	0,090	0,050	0,200	4,96E-5	7,01E-3	9,76E-8		
Соединит-ные элементы	318,5	0,65	2	3	1,6E-6	9,94E-7	7,41E-9	1,910E-7	0,192	0,027	0,000	6,49E-5	1,67E-3	6,78E-8		
Соединения/ пайки	274,7	0,65	1	83	5,1E-8	1,34E-7	2,09E-9	6,733E-8	0,400	0,400	0,100	1,83E-5	5,90E-4	4,83E-9		
Платы печатной схемы	265,4	0,65	0	1	7,9E-7	8,68E-8	6,56E-10	1,667E-8	0,192	0,027	0,000	5,66E-6	1,46E-4	6,94E-10		
Всего				26		6,59E-6								1,95E-7		
Станд. откл.						1,84E-6								5,82E-8		
Безотказность ПБ						0,9288								2,53E-7		
Технический/ ПБ ресурс, лет:						24,04								3,95		

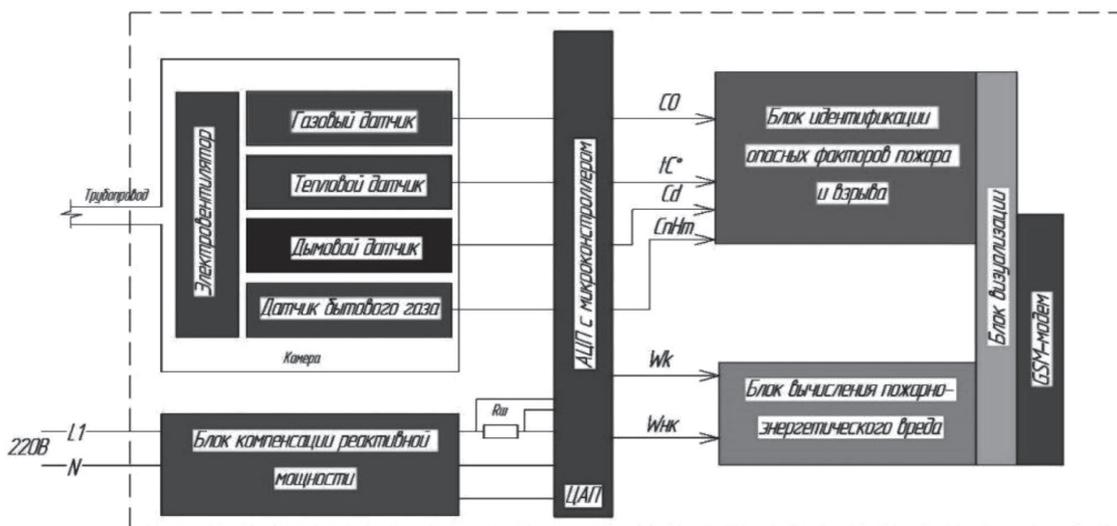
Таблица 2

Расчет пожарной опасности электрокотла ЭПО-108

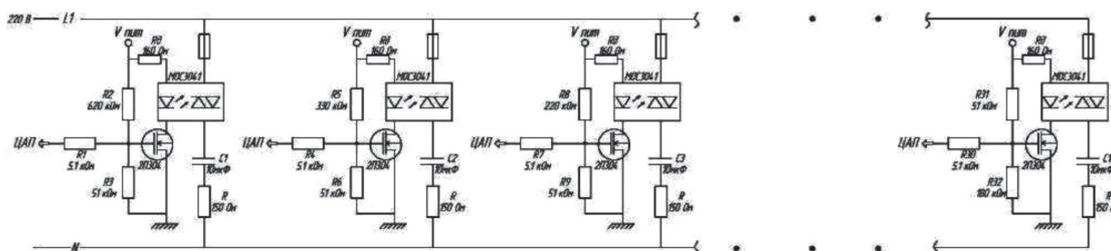
ЭПО-108 (котел)	Ср. значения в изделии						Ср. интенсивность в группе						Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво- дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла- менения	Пож. опасн. отказов	Кор. замык.	Обрыва	Пробоя	Воспла- менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Диоды	242,4	0,35	2	1	8,6E-7	9,91E-8	1,145E-9	1,118E-8	0,061	0,193	0,093	9,951E-6	9,79E-5	4,293E-10				
Резисторы	301,8	0,56	2	1	2,0E-7	2,18E-8	3,702E-10	7,805E-9	0,264	0,171	0,000	3,157E-6	6,83E-5	1,425E-10				
Эл-ты комму- таци	369,3	0,69	5	4	4,5E-6	1,16E-6	3,875E-9	1,104E-7	0,095	0,000	0,000	3,388E-5	9,681E-4	1,064E-8				
ТЭНы	317,5	0,80	4	12	1,2E-5	4,56E-5	3,313E-6	3,651E-5	0,500	0,100	0,300	2,879E-2	2,920E-1	4,855E-3				
Опτικο-элек- трон. приборы	309,6	0,60	4	0	5,3E-6	1,00E-11	1,00E-11	1,00E-11	0,090	0,050	0,200	1,00E-11	1,00E-11	1,000E-11				
Соединит-ные элементы	318,5	0,65	2	11	1,6E-6	3,29E-6	2,451E-8	6,319E-7	0,192	0,027	0,000	2,148E-4	5,528E-3	8,864E-7				
Соединения/ пайки	274,7	0,65	1	112	5,1E-8	3,91E-7	6,086E-9	1,958E-7	0,400	0,400	0,100	5,326E-5	1,716E-3	5,397E-8				
Платы печат- ной схемы	265,4	0,65	0	4	7,9E-7	3,47E-7	2,595E-9	6,667E-8	0,192	0,027	0,000	2,266E-5	5,843E-4	1,096E-8				
Всего				30		5,10E-5								4,86E-3				
Стандартное отклонение:						1,40E-5								1,35E-3				
Безотказ- ность / ПБ						0,5656								6,22E-3				
Технический /ПБ ресурс, лет:						3,0897								0,00016				



Рис. 2. Внешний вид установки с индукционным нагревом



а)



б)

Рис. 3. Блок-схема ЭСИ с КРМ (а) и электрическая схема блока КРМ (б)

Для предотвращения пожаров от электроприборов в жилом секторе было введено понятие пожарно-электрического вреда (ПЭВ) и разработан метод диагностики ПЭВ [6] с помощью электросчетчика-извещателя (ЭСИ). Более того, в последних версиях в ЭСИ был установлен блок компенсации реактивной мощности (рис. 3) и термомагнитный сепаратор воздуха [7], которые не только обнаруживают ПЭВ и опасные факторы пожара (ОФП), но и подавляют их. Это дает основание утверждать, что внедрение предлагаемой комбинированной системы энергообеспечения индивидуальных жилых домов не имеет альтернативы.

Как показали исследования [8], низкое качество потребляемой электроприборами электроэнергии, т.е. пониженное или повышенное напряжение, фазовый сдвиг

тока и напряжения, гармоника и пр., сокращает технический и пожаробезопасный ресурс электроустановочных изделий, электропроводки и электроприборов, так как приводит к возникновению пожароопасных отказов в них, увеличивая тем самым вероятность возникновения пожаров по электротехническим причинам в соответствии с ГОСТ 12.1.004.

В качестве параметра управления качеством потребленной электрической энергии используется коэффициент мощности, как наиболее объективный показатель энергоэффективности сети. Для определения текущего значения коэффициента мощности в каждый момент времени необходимо синхронно измерить по три значения силы тока и напряжения в сети и вычислить значение фазного угла и его косинуса по формуле [9]:

$$\cos \varphi = \frac{2U_2^2 - U_3U_1 - U_1^2}{2U_2\sqrt{U_2^2 - U_3U_1}} \cdot \frac{2I_2^2 - I_3I_1 - I_1^2}{2I_2\sqrt{I_2^2 - I_3I_1}} + \left[\pm \sqrt{1 - \left(\frac{2U_2^2 - U_3U_1 - U_1^2}{2U_2\sqrt{U_2^2 - U_3U_1}} \right)^2} \right] \cdot \left[\pm \sqrt{1 - \left(\frac{2I_2^2 - I_3I_1 - I_1^2}{2I_2\sqrt{I_2^2 - I_3I_1}} \right)^2} \right].$$

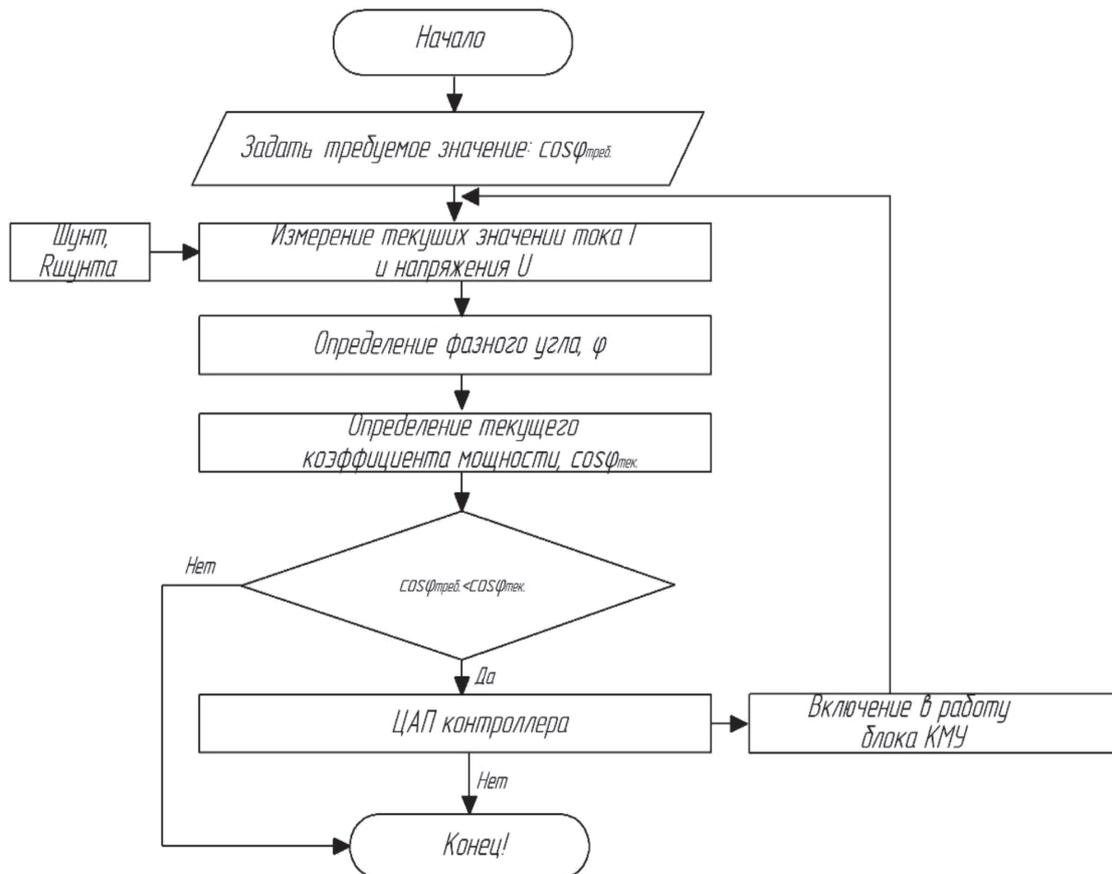


Рис. 4. Алгоритм блока компенсации реактивной мощности

Таким образом, алгоритм (рис. 4) автоматизированного управления подавлением ПЭВ заключается в подключении определенного количества конденсаторов необходимой емкости следующим образом:

– в программируемый микроконтроллер вводится нормативное значение коэффициента мощности,

– АЦП контроллера через коммутатор синхронно измеряет по три текущих значения тока и напряжения и по указанной формуле в реальном масштабе времени вычисляет текущее значение коэффициента мощности,

– контроллер сравнивает текущее значение косинуса «фи» с требуемым значением, после чего подключает или отключает определенное количество конденсаторов через ЦАП.

Каждый конденсатор КПС-0.55-0.41-2У3 подключается оптосимисторами МОС3041, а управление оптосимисторами МОС3041 осуществляется путем подачи от ЦАП контроллера определенного уровня напряжения (0,4 В, 0,8 В, 1,2 В...4 В) на затворы всех полевых транзисторов 2П304А. Режимы 2П304А выбраны так, что при уровне 0,4 В открывается 1-й транзистор, что приводит к «зажиганию» светодиода 1-го симистора и подключению конденсатора 10 мкФ, при уровне 0,8 В – 1-го и 2-го и т.д., вплоть до 4 В, которые подключают всю батарею емкостью 90 мкФ.

Для трехфазной сети, как показали расчеты, используются три конденсаторные батареи по 7 конденсаторов в каждой с аналогичным управлением каждой в отдельности.

Таким образом, предлагаемая «интеллектуализация» электросчетчика, который позволяет регистрировать и подавлять «некачественность» электроэнергии и вычислять изменение вероятности пожара по электротехническим причинам, с установок в ЭСИ пожарных извещателей и сопряжением их с аспирационной системой, помимо диагностики ПЭВ и возможности реализации оплаты в соответствии с качеством электроэнергии, позволит, во-первых, предотвращать загорание электроприборов при пожароопасном отказе в них, путем обесточивания электросети, во-вторых, осуществить раннее обнаружение и подавление ОФП в квартире/доме, где такой электросчетчик установлен, с помощью термоманнитного сепаратора воздуха, в-третьих, включить звуковое оповещение о пожаре для своевременной эвакуации жильцов и, в-четвертых, передать сообщение о пожаре в ближайшую пожарную часть с помощью GSM-радиомодема [6, 7, 10].

Учитывая отсутствие финансирования мероприятий по пожарной безопасности на муниципальном уровне, где решаются практически все вопросы жилищно-коммуналь-

ного хозяйства, предложено реализовать внедрение ЭСИ с помощью reinвестиционной модели системы адаптивного пожарно-электрического налогообложения (АПЭН) физических лиц в жилом секторе [6, 11].

Выводы

Проведенные исследования показали перспективность применения электрообогрева в индивидуальных жилых домах, как самого экологически чистого и безопасного способа, при условии последовательной реализации современных инновационных технологий.

Приведена модель схемы электрообогрева индивидуального жилого дома с использованием солнечных батарей и рекомендаций по обеспечению надежности и пожарной безопасности электродкотлов.

Показано, что при диагностике и подавлении пожарно-электрического вреда (ПЭВ) с помощью электросчетчиков-извещателей (ЭСИ) можно достичь пожарной безопасности жилья в соответствии с ГОСТ 12.1.004, а также определять и оплачивать только «качественную» электроэнергию.

Предложено реализовать указанные инновационные решения с помощью адаптивного пожарно-энергетического налога (АПЭН).

Список литературы

1. Рекомендации по устройству электрообогреваемых полов и панелей / А.Н. Михальчук, В.Т. Фомичев, О.Н. Горячев и др. – Зерноград: ВНИИТИМЭСХ, 1986. – 21 с.
2. Николаев С.В. Водяной теплый пол со стальным характером // Промышленный электрообогрев и электроотопление – 2015. – № 2. – С. 68–71.
3. Отопление жилых домов // ЭВАН news. – 2016. – № 3. – С. 11–21.
4. Корнеев В. Взрывы бытового газа в жилых домах в России в 2016 году. Досье // ТАСС: информационное агентство России. 2016. – URL: <http://tass.ru/info/3727196> (дата обращения: 27.10.2017).
5. Белозеров В.В., Рейзенкинд Я.А., Рудковская Л.М., Хашибашева С.В., Фридман И.М., Белозеров В.В. Методика оценки пожарной опасности и надежности отопительного электроприбора (ЭПО) – Ростов н/Д: «ЭВАН», 2004. – 43 с.
6. Олейников С.Н. Модели и алгоритмы управления пожарной безопасностью жилого сектора: дис... канд. тех. наук / АГПС МЧС России. – М., 2013. – 108 с.
7. Бахмацкая Л.С., Олейников С.Н., Периков А.В. Синтез аспирационного и термоманнитного методов выделения и подавления пожарно-энергетического вреда в автоматизированную систему обеспечения безопасности жилого сектора // Электроника и электротехника. – 2016. – № 2. – С. 88–95.
8. Белозеров В.В., Топольский Н.Г., Смелков Г.И. Вероятностно-физический метод определения пожарной опасности радиоэлектронной аппаратуры // Научно-техническое обеспечение противопожарных и аварийно-спасательных работ: сб. мат-лов XII Всероссийской науч.-практ. конф. – М.: ВНИИПО, 1993. – С. 23–27.
9. Мелентьев В.С., Баскаков В.С., Шутлов В.С. Способ определения коэффициента мощности – А.С. SU № 1679401 А1, G 01R21/00 от 18.07.1989.
10. Белозеров В.В., Периков А.В., Олейников С.Н. О модели безопасности и энергосбережении жилых зданий // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 5–1. – С. 107–109.
11. Олейников С.Н. О системе учета и налогообложения пожарно-электрического вреда // Технологии технической безопасности: электронный научный журнал. – 2013. – № 3 (49).

УДК 535.015

КОМБИНИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛАЗА С АККОМОДАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ЛИОУ – БРЕННАНА И НАВАРРО

¹Большаков А.А., ²Никонов А.В., ³Сгибнев А.А.

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: aabolshakov57@gmail.com;

²ООО «ГОЛДИ С», Саратов, e-mail: nikonov01@mail.ru;

³ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»,
Саратов, e-mail: aasgibnev@gmail.com

Настоящая статья посвящена созданию комбинированной модели глаза для использования при оценке качества формируемого изображения моделируемой оптической системы объемного дисплея. В предлагаемом варианте используются данные неаккомодированной модели глаза Лиу – Бреннана и подход Наварро к формированию аппроксимационной зависимости характеристик глаза от расстояния до объекта. Модернизация модели основана на принципе постоянства объемов деформируемых, несжимаемых тел. Создана математическая модель глаза, значения параметров которой изменяются в зависимости от расстояния глаз – объект. На основе полученных данных построены зависимости значений изменяемых параметров глаза от расстояния до объекта. В программном комплексе Zemax создана модель глаза. Приводятся выражения, описывающие предложенную модель, представлена разработанная модель глаза. Определены основные геометрические и оптические параметры комбинированной математической модели глаза.

Ключевые слова: оптическая модель человеческого глаза, модель Лиоу – Бреннана, модель Наварро, аккомодация, объемный дисплей

COMBINED MATHEMATICAL EYE MODEL BASED ON LIOU-BRENNAN AND NAVARRO MODELS

¹Bolshakov A.A., ²Nikonov A.V., ³Sgibnev A.A.

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, e-mail: aabolshakov57@gmail.com;

²«GOLDI C» Limited Liability Company, Saratov, e-mail: nikonov01@mail.ru;

³Federal State Educational Institution of Higher Education Yuri Gagarin
State Technical University, Saratov, e-mail: aasgibnev@gmail.com

This article is dedicated to the development of a combined eye model, which will be used for approval of volumetric display optical system. The model is based on the non-accommodation eye model of Liu-Brennan and the dependence of the eye parameters on the distance to the object in the Navarro approximation formulas. Optimization and adaptation of the model is based on the principle of the constancy of the volumes of deformable, but incompressible bodies. The parameters of eye model change depending on the distance to the object. Based on the obtained data, the dependences of the variable parameters on the distance to the object were constructed and an eye model was created in the Zemax optical modeling program. The article describes formulas of suggested eye model and the description of the Zemax eye model. The main geometric and optical parameters of the combined mathematical model of the eye are calculated.

Keywords: optical model of human eye, Liou-Brennan model, Navarro model, accommodation, volumetric display

Предложено множество математических и физических моделей глаза человека от относительно простых до более глубоко проработанных [1]. В настоящей статье предлагается вариант комбинированной математической модели глаза человека с параметрами, изменяемыми в зависимости от расстояния до объекта наблюдения.

Среди моделей глаз наиболее распространенным и проработанным является вариант, предложенный Лиоу и Бреннаном [2]. Известные аналоги обладают существенным недостатком, связанным с отсутствием учета градиентного показателя преломления хрусталика глаза. Работы, направленные на улучшение существующих моделей глаза, проводятся до

настоящего времени [3, 4], что подтверждает актуальность исследования. Следует отметить, что, кроме не обладающей достаточной точностью модели Наварро [2], отсутствуют модели, описывающие аккомодацию глаза во всем диапазоне: от бесконечности до «расстояния наилучшего зрения». Это затрудняет исследование и разработку объемных дисплеев, которая связана с экспертной оценкой качества формируемых изображений, с построением математической модели оптической системы «дисплей – человек».

Для этого, в частности, необходимо определение зависимости ряда определяющих характеристик глаза от расстояния до наблюдаемого объекта.

Постановка задачи исследования

Необходимо выявить зависимости базовых параметров глаза от расстояния до наблюдаемого объекта, т.е. при различных степенях его аккомодации. При этом используются вышеуказанные модели [1, 2]. Для решения поставленной задачи предлагается, руководствуясь принципом неизменности объема хрусталика при различных степенях его трансформации (как несжимаемого тела) в процессе аккомодации, построить базовые зависимости геометрических и оптических характеристик составляющих элементов глаза, чтобы иметь возможность получения достаточно четкого изображения на сетчатке глаза при его любом удалении от объекта наблюдения. Разработанную модель глаза планируется использовать для оценки качества формируемого изображения в оптической системе макета объемного дисплея, конструкция которого, по сравнению с ранее описанной моделью [5], существенно изменена (рис. 1).

Под объемным дисплеем в нашем контексте понимается устройство, формирующее изображение, воспринимаемое наблюдателем в качестве объемного, т.е. занимающего определенное физическое пространство. В настоящее время существует достаточно много подобных конструкций, однако они обладают рядом существенных недостатков. К ним относятся высокая стоимость, неудовлетворительное качество получаемого изображения, необходимость обработки больших объемов информации и т.п., которые препятствуют их широкому

распространению. В рамках выполняемого авторами проекта по созданию трехмерного дисплея эти недостатки планируется устранить. При этом предполагается использование разработанной модели глаза, так как выходные каскады оптической системы дисплея создают мнимое увеличенное прямое изображение объекта, оценка качества которого без разработанной модели глаза представляется весьма затруднительной.

Результаты исследования и их обсуждение

Для получения рабочих выражений за основу принят принцип неизменности объема хрусталика глаза в любых его трансформациях, возникающих при адаптации глаз к условиям наблюдения. Хрусталик глаза можно представить в виде двух объединенных секторов пары пересекающихся шаров (рис. 2). Из известного выражения объема сектора шара, отсекаемого плоскостью, выразим объем сектора первого шара, имеющего в начале построения радиус R_{11} (рис. 2):

$$V_{11} = \pi h_{11}^2 \left(R_{11} - \frac{1}{3} h_{11} \right), \quad (1)$$

где R_{11} – начальный радиус задней поверхности хрусталика, а h_{11} и h_{21} – начальные стрелки секторов. Аналогично определяется объем второго сектора. При этом R_{21} – начальный радиус передней поверхности хрусталика, а h_{21} – начальная стрелка второго сектора. Сумма объемов этих секторов определяет начальный объем хрусталика.

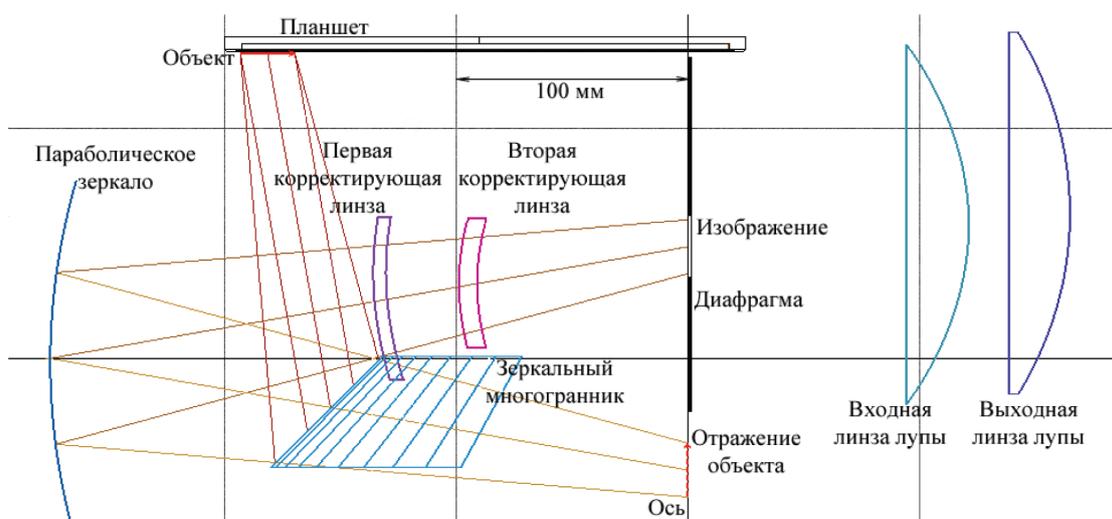


Рис. 1. Схема компоновки макета объемного дисплея (вид сбоку)

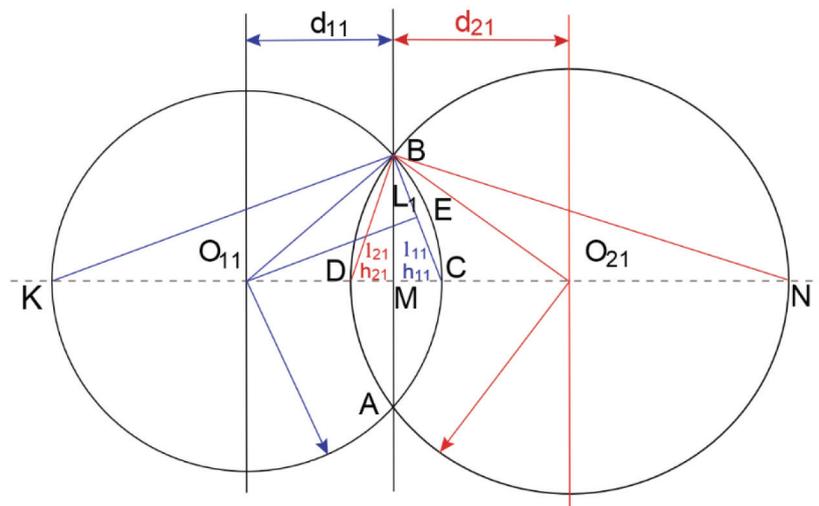


Рис. 2. Схема секторов, формирующих хрусталик глаза, где d_{11} и d_{21} – расстояние от центров окружности до центральной оси, A, B, C, D, E, K, L, M, N – вспомогательные точки при построении

При аккомодации на ближний объект радиусы обеих поверхностей хрусталика уменьшаются и изменяются стрелки секторов. Примем, что после аккомодации для первой сферы, отвечающей за заднюю поверхность хрусталика, радиус становится равным R_{12} , а стрелка сектора – h_{12} , для передней поверхности хрусталика радиус равен R_{22} , а стрелка сектора соответственно h_{22} .

Частичные объемы секторов хрусталика также изменяются, однако при этом их сумма остается постоянной. Введем обозначения объемов частей хрусталиков и приравняем их:

$$V_{11} + V_{21} = V_{12} + V_{22}. \quad (2)$$

Из схемы на рис. 2 можно выделить другие связи между размерами хрусталика:

$$(R_{11} - h_{11})^2 + L_1^2 = R_{11}^2. \quad (3)$$

Откуда

$$L_1^2 = 2R_{11}h_{11} - h_{11}^2 \quad (4)$$

и, соответственно:

$$V_x = V_{11} + V_{21} = \pi h_{11}^2 \left(R_{11} - \frac{1}{3} h_{11} \right) + \pi h_{21}^2 \left(R_{21} - \frac{1}{3} h_{21} \right). \quad (5)$$

Далее описывается использование конкретных размеров неаккомодированного глаза в модели Лиоу – Бреннана.

Следует отметить, что хрусталик по модели Лиоу – Бреннана имеет асферические поверхности, которые создают избыточную сложность в точном воспроизведении объемов отдельных секторов хрусталика и его определяющих размеров. Для того, чтобы избежать этой сложности в работе, принято упрощение формы этих поверхностей и замена их шаровыми. Модификация формы поверхностей практически не изменяет глубину ее фокусировки, а влияет только на хроматические аберрации. В нашем случае модель глаза строилась для оценки четкости получаемого изображения, поэтому приближение сферичности поверхностей хрусталика является вполне приемлемым. При этом необходимо строгое выполнение условий точного совпадения поперечных размеров секторов в местах стыковки составных частей (секторов) модифицированного хрусталика (по краям и по центру), а также гладкой (без разрывов) «стыковки» коэффициентов преломления на границах этих секторов. Поэтому с использованием полученных выше выражений решалась задача построения математических моделей хрусталика и глаза с параметрами, адекватными базовой (не аккомодированной) модели Лиоу – Бреннана. Задача решалась методом последовательных приближений. Для этого вводились различные значения параметров и проверялась адекватность получающейся модели. При этом для проверки адекватности использовались значения характеристик базовой модели Лиоу – Бреннана, которая ориентирована на бесконечно удаленный объект (таблица).

Параметры оптической схемы глаза в модели Лиоу – Бреннана

№ поверхности	Описание	Радиус кривизны, мм	Параметр кривизны	Расстояние до следующей поверхности, мм	Показатель преломления	Коэффициент дисперсии	Полу-диаметр, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Передняя поверхность роговицы	7,77	-0,18	0,55	1,376	50,23	5
2	Задняя поверхность роговицы/Передняя поверхность водянистой влаги	6,4	-0,6	3,16	1,336	50,23	5
3	Радужная оболочка со зрачком (находится в водянистой влаге)	∞	0	0,0	1,336	50,23	1,25
4	Задняя поверхность водянистой влаги / Передняя поверхность хрусталика	12,4	0	1,59	Коэффициенты полинома $n_0 = 1,368,$ $n_{r2} = -0,002,$ $n_{r1} = 0,050,$ $n_{r2} = -0,015$		5
5	Граница раздела составных частей хрусталика	∞	0	2,43	Коэффициенты полинома $n_0 = 1,407,$ $n_{r2} = -0,0020,$ $n_{r2} = -0,0066,$		5
6	Задняя поверхность хрусталика / Передняя поверхность стекловидного тела	-8,1	0,96	16,239	1,336	50,23	5
7	Задняя поверхность стекловидного тела/ Сетчатка	-12	0				5

В результате получена модифицированная математическая модель глаза (рис. 3), входным параметром которой является расстояние от объекта наблюдения до роговицы глаза d (мм). Используем расчетный адаптированный объем хрусталика $V_{xpm} = 74,99$. Далее, радиус входной части хрусталика $R_{yf} = r_3$ задается в зависимости от степени аккомодации глаза. Диаметр хрусталика глаза $2L = d_3$ задается по аппроксимирующему выражению в зависимости от степени аккомодации глаза.

Стрелка входного сектора хрусталика:

$$h_{12} = r_3 - \sqrt{r_3^2 - (0,5d_3)^2}. \quad (6)$$

Стрелка выходного сектора хрусталика:

$$h_{22} = 0,5(\sqrt{q^2 + d_3^6} + q)^{1/3} - 0,5(\sqrt{q^2 + d_3^6} - q)^{1/3}, \quad (7)$$

где параметр q равен

$$q = (d_3^2 + 8r_3^2)\sqrt{4r_3^2 - d_3^2} + 24V - 16r_3^2. \quad (8)$$

Остальные вычисляемые значения параметров глаза или константы определяются

согласно нижеприведенным зависимостям и данным:

радиус кривизны входной границы роговицы: $R_c = Const = 7,77$;

толщина роговицы: $T_c = Const = 0,55$;

радиус кривизны выходной границы роговицы: $R_a = Const = 6,4$;

расстояние от задней поверхности роговицы до зрачка: $T_a = 7,179 - (h_{12} + h_{22})$;

кривизна зрачка $R_p = Const = Infinity$ и толщина зрачка: $T_r = Const = 0$;

радиус входной части хрусталика $R_{yf} = r_3$, как указано выше, задается согласно аппроксимирующему выражению:

$$r_3 = 10,2 - 1,75 \ln(A + 1);$$

толщина входного сектора хрусталика:

$$T_{yf} = h_{12} = r_3 = -\sqrt{r_3^2 - 0,5d_3^2};$$

радиус кривизны границы смыкания двух частей хрусталика: $R_{ib} = Const = Infinity$;

расстояние от границы раздела до задней поверхности хрусталика:

радиус задней поверхности хрусталика:

$$r_4 = -(d_3^2 + 4h_{22}^2) / (8h_{22});$$

продольный размер стекловидного тела:

$$T_v = Const = 16,239;$$

радиус сетчатки глаза: $R_r = Const = -12$.

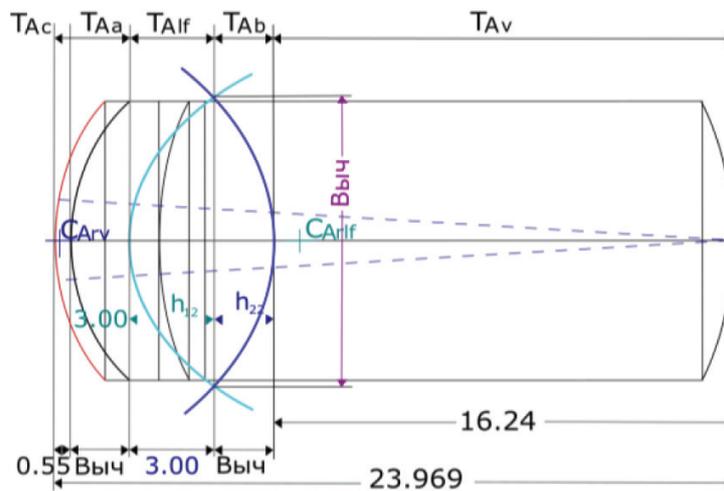


Рис. 3. Схема модели глаза с обозначениями

Рассмотрим зависимость параметров предложенной модели глаза от расстояния до объекта наблюдения. Для этого воспользуемся формой записи аналогичных характеристик из аппроксимационной модели Наварро:

радиус линзы хрусталика:

$$r_3 = 10,2 - 1,75 \ln(A + 1);$$

радиус первой поверхности стекловидного тела:

$$r_4 = -6 + 0,2294 \ln(A + 1);$$

диаметр входной камеры:

$$d_2 = 3,05 - 0,05 \ln(A + 1);$$

диаметр линзы хрусталика:

$$d_3 = 4 + 0,1 \ln(A + 1);$$

коэффициент преломления хрусталика:

$$n_3 = 1,42 + 9 \cdot 10^{-5} (10A + A);$$

асферичность хрусталика:

$$k_3 = -3,132 - 0,34 \ln(A + 1);$$

асферичность передней поверхности стекловидного тела:

$$k_4 = -1 - 0,125 \ln(A + 1),$$

где A – аккомодация в системе единиц СИ: $A = 1000/d$ (d – расстояние до объекта, мм). При удалении объекта на бесконечное расстояние аккомодация равна $A = 0$. Следовательно, все правые части аппроксимаций (за исключением постоянных коэффициентов) равны нулю, что представляет возможность использовать полученную ранее модифицированную модель полностью ослабленного глаза как одну из образующих точек реализуемой аппроксимации.

В результате получим конечную формулу для радиуса передней поверхности хрусталика: $r_3 = 12,4 - 2,669 \ln(A + 1)$ на основе вычисленных значений для полностью аккомодированного глаза и их аппроксимации.

Градиентный коэффициент радиального преломления (ГКРП) определялся методом последовательных приближений, поэтому следующим шагом является аппроксимация полученных значений. С использованием таблиц данных и регрессионного анализа для ГКРП получается следующее аппроксимирующее выражение:

$$\begin{aligned} n_r(d) = & 10^{-2} (8,266 * 10^{-3} \lg(d^7) - \\ & - 0,178 * \lg(d^6) + 1,648 * \lg(d^5) - \\ & - 8,470 * \lg(d^4) + 26,185 * \lg(d^3) - \\ & - 48,849 * \lg(d^2) + 51,143 * \lg(d) - 23,480). \end{aligned} \quad (9)$$

На основе полученных зависимостей для дальнейшей автоматизации расчетов в пакете Matlab написана программа, позволяющая определить значения параметров модели глаза как функцию его расстояния от объекта наблюдения.

Для примера на рис. 4 представлен один из графиков расчетных характеристик основных элементов глаза.

Заключение

Построена математическая модель глаза, которая позволяет рассчитывать параметры его элементов в зависимости от расстояния до наблюдаемого объекта. Пример значений вычисленных характеристик для модели параметров модели глаза (расстояние до объекта $d = 400$ мм) приводится ниже:

$$\begin{aligned} n_0 = & 1,368; n_{z_{11}} = 0,0412; \\ n_{z_{21}} = & -0,0109; n_{R_{31}} = -0,00191; \\ n_{02} = & 1,407; n_{z_{12}} = -0,00536; n_{R_{32}} = -0,00191. \end{aligned} \quad (10)$$

Зависимость параметров глаза от расстояния до наблюдаемого объекта

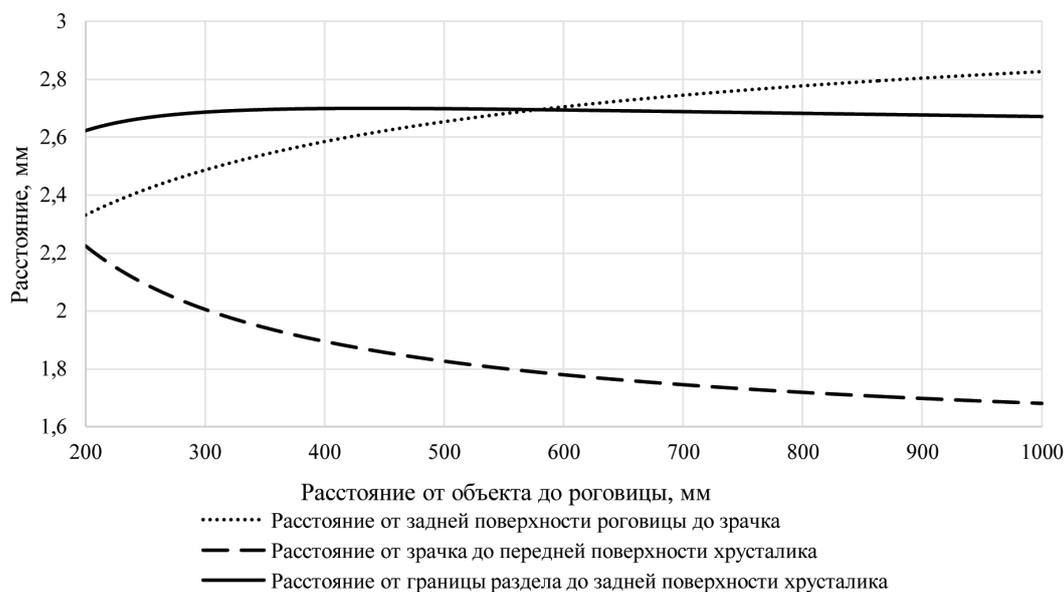


Рис. 4. График зависимостей расстояния между поверхностями глаза от расстояния до объекта наблюдения

По расчетным характеристикам построена модель в программе Zemax (рис. 5).

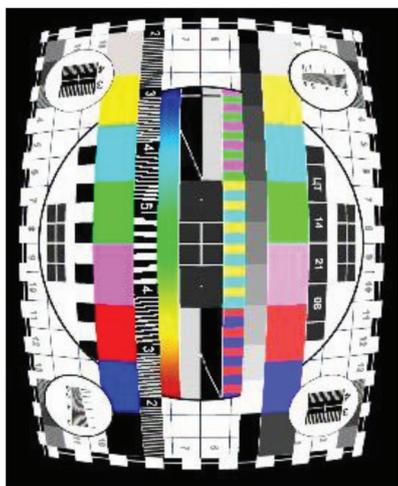


Рис. 5. Симуляция изображения на сетчатке и модель глаза в программе Zemax

Таким образом, сформулированная в работе задача, связанная с определением зависимости базовых параметров глаза от расстояния до наблюдаемого объекта (при различных степенях аккомодации хрусталика глаза), достигнута.

Полученная модель полезна при оценке характеристик получаемого изображения при оптическом проектировании, а также в офтальмологии для анализа и подбора персональных оптических устройств.

Работа выполнена при поддержке гранта № 1995ГСИ/26878 Фонда содействия инновациям.

Список литературы

1. Navarro R. The optical design of the eye. A critical review // J. Optom. – 2009. – № 2. – P. 3–18.
2. Zoulinakis G., Esteve-Taboada J.J., Ferrer-Blasco T., Madrid-Costa D., Montes-Mico R. Accommodation in human eye models: a comparison between the optical designs of Navarro, Arizona and Liou-Brennan // Int J. Ophthalmol. – 2017. – № 10(1). – P. 43–50.
3. Бахолдин А.В. Компьютерное моделирование оптической системы глаза индивидуума / А.В. Бахолдин, Н.Ф. Коршикова Д.Н. Черкасова // Известия вузов. Приборостроение. – 2012. – Т. 55, № 4. – С. 68–73.
4. Polans J., Jaeken B., McNabb R.P., Artal P., Izatt J.A. Wide-field optical model of the human eye with asymmetrically tilted and decentered lens that reproduces measured ocular aberrations // Optica. – 2015. – № 2(2). – P. 124–134.
5. Большаков А.А. Разработка объемного дисплея для решения задач визуализации и диспетчеризации / А.А. Большаков, А.А. Сгибнев, М.А. Железов, А.В. Мельников // Автоматизация в промышленности. – 2016. – № 7. – С. 31–34.

УДК 004.65:378

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ КОРПОРАТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВУЗА

Волкова Т.В.

ФГОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: tv@mail.osu.ru

В статье представлены вопросы формализации структуры и связей между ресурсами корпоративной автоматизированной информационной системы вуза на основе теории множеств и автоматизированных систем. Выделены исследуемые подмножества ресурсов, такие как персонал и роли; предложена методика описания связей между ресурсами с помощью двумерных матриц. Формализация описания структуры автоматизированной системы, определение правил сбора и сохранения соответствующих фактов дает возможность вести своевременный учет и анализ состояния ресурсов системы. Методика позволяет уменьшить время и количество ошибок при установлении и разрыве связей между ресурсами системы на основе использования ролей. Разработаны функциональная модель и модель данных автоматизированного процесса учета и анализа состава ресурсов системы. Предложенные модели реализованы в информационно-аналитической системе Оренбургского государственного университета.

Ключевые слова: вуз, корпоративная автоматизированная информационная система, ресурс, персонал автоматизированной системы, роль

PERSONNEL MANAGEMENT OF THE UNIVERSITY CORPORATE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM

Volkova T.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University»,
Orenburg, e-mail: tv@mail.osu.ru

The article presents the questions of formalization of the structure and connections between the resources of the corporate automated information system of the university on the basis of set theory and automated systems. We studied subsets of system resources, such as personnel and roles; technique is proposed for describing the relationships between resources using two-dimensional matrices. Formalization of the description of the structure of the automated system, the definition of rules for the collection and preservation of relevant facts makes it possible to keep a timely record and analysis of the state of the resources of the system. The technique allows you to reduce the time and number of errors in create or break a relationship between system resources based on the use of roles. A functional model and data model of the automated process of accounting and analysis of the resources of the system are developed. The proposed models was implemented in the information-analytical system of the Orenburg State University.

Keywords: university, corporate automated information system, system resource, personnel of automated system, role

Эффективное управление высшим учебным заведением опирается на комплексную автоматизацию всех видов его деятельности и реализуется, как правило, на основе корпоративной автоматизированной информационной системы (КАИС). Ресурсы КАИС также обеспечивают формирование электронной информационной образовательной среды (ЭИОС) вуза [1]. КАИС поддерживает обработку информационных потоков оперативного и стратегического контуров управления и является сложной организационной структурой. Модель КАИС может быть представлена в виде

$$\text{Ресурсы} = \bigcup_{i=1}^N \text{Рес}_i,$$

где Рес_i – ресурс КАИС, N – общее число ресурсов системы. Ресурсы КАИС с точки зрения теории множеств и автоматизированных систем можно объединять или делить на различные подмножества:

Ресурсы = {Функциональные подсистемы, Обеспечивающие подсистемы, Персонал};

Обеспечивающие подсистемы =
= {Организационное обеспечение, Правовое обеспечение, Техническое обеспечение, Математическое обеспечение, Программное обеспечение, Информационное обеспечение, Лингвистическое обеспечение, Технологическое обеспечение}.

Компоненты информационного обеспечения (И) могут быть представлены множеством $\text{Рес}^И \in \text{Ресурсы}$.

Ресурсы КАИС связаны между собой, количество связей определяется иерархической структурой системы, территориальным расположением ресурсов, циклами и периодами обработки данных в предметной области [2]. Персонал – это один из основных ресурсов любой автоматизированной системы. Модель персонала КАИС может быть представлена в виде множества

$$\text{Персонал} = \{\text{ТП}, \text{КП}\},$$

где ТП – множество технического персонала, КП – множество конечных пользователей. Введем понятие единицы персонала

КАИС вуза EP_i – это физическое лицо, состоящее в определенных отношениях с вузом и имеющее доступ к ресурсам КАИС. Состав персонала КАИС можно представить в виде

$$\text{Персонал} = \bigcup_{i=1}^S EP_i,$$

где S – общее число персонала, $S < N$.

Объемы ресурсов КАИС постоянно растут вследствие её функционального развития, реагирующего на изменения требований внешней среды, увеличение объемов ЭИОС, расширение задач загрузки информационных потоков вуза во внешние информационные системы и др. Управление ресурсами КАИС является важной задачей и вызывает значительное количество проблем, одна из них – необходимость ведения актуального учета всех ресурсов, оперативного анализа их состояния. Для КАИС вуза характерно, что основная часть персонала – это конечные пользователи (КП) и число их большое. Это контингент работников, решающих задачи управления вузом, профессорско-преподавательский состав, обучающиеся, родители и другие категории пользователей, обращающиеся к ресурсам КАИС через личные кабинеты, закрытые разделы сайта при подготовке, осуществлении и контроле образовательного процесса и др. [3]. В Оренбургском государственном университете (ОГУ) на протяжении 20 лет эксплуатируется информационно-аналитическая система (ИАС), относящаяся к категории КАИС вуза [4]. В рамках ИАС ОГУ зарегистрировано более 5000 активно работающих с ресурсами системы конечных пользователей. Постоянно осуществляется естественное кадровое движение работников вуза и обучающихся, необходимо фиксировать изменение их связей с ресурсами КАИС. Состав технических специалистов имеет различный уровень профессиональных компетенций и обслуживает ресурсы ИАС ОГУ в более чем 60 подразделениях вуза, включая филиалы и колледжи. В должностные обязанности ТП входит проектирование, реализация, установка, внедрение и сопровождение компонентов технического, программного, информационного обеспечения, подготовка ресурсов организационного, правового, технического, технологического и других видов обеспечений системы. В рамках циклов процессов обработки данных, присутствующих в вузе, необходимо, чтобы пользователи, относящиеся к категории технического персонала, оперативно переключались с одних ресурсов системы на другие, при этом необходимо анализировать значительный объем информации, связанный с учетом перечня

ресурсов в рамках решаемых задач автоматизации, существующих между ними связей. Примеры таких ресурсов: организационное обеспечение – технические задания, регламенты работ, руководства пользователей; программное обеспечение – компоненты прикладных программ (более 110), требующих модификации, тестирования, установки; информационное обеспечение – объекты интегрированной базы данных, шаблоны обрабатываемых и формируемых документов; правовое обеспечение – распорядительные документы о доступе конечных пользователей к ресурсам системы и др. [3, 4].

Каждый пользователь выполняет определенные роли при взаимодействии с ресурсами КАИС [5]. Каждая конкретная роль P_i также является ресурсом КАИС, все роли можно представить в виде совокупности

$$\text{Роли} = \bigcup_{i=1}^K P_i,$$

где K – общее число ролей КАИС, $K < N$; в рамках проекта КАИС $\text{Роли} \in \text{Ресурсы}$. При этом в предметной области существуют следующие правила:

1) «каждая роль P_i создается для связи с одним или более ресурсами КАИС; каждый ресурс Рес_i КАИС может быть задействован в одной или более ролях»;

2) «каждая единица персонала EP_i может выполнять одну или более ролей; каждая роль может выполняться одной или более единицами персонала». Такие отношения вида «многие-ко-многим» однозначно разрываются в предметной области, если известны дата и время:

а) создания ресурса Рес_i , роли P_i , единицы персонала EP_i ;

б) окончания жизненного цикла ресурса Рес_i , роли P_i , единицы персонала EP_i ;

в) установления связи ресурса Рес_i с ролью P_i , роли P_i с единицей персонала EP_i ;

г) разрыва связи роли P_i с единицей персонала EP_i ; роли P_i с ресурсом Рес_i .

В ИАС ОГУ в актуальном состоянии поддерживается порядка 300 различных ролей для доступа только к компонентам Рес_i . Роли связывают компоненты организационной, правовой, информационной, программной и других видов обеспечивающих подсистем КАИС. Правила использования ресурсов КАИС персоналом системы формируются на основе различных распорядительных документов вуза (приказ, распоряжение, должностная инструкция и др.). Деятельность вуза осуществляется по определенному циклу: подготовка и организация учебного процесса, проведение приемной кампании, течение осеннего и весеннего учебных семестров, фиксация

рубежной и текущей успеваемости, организация, проведение государственных экзаменов и защиты выпускных квалификационных работ, фиксация их результатов, формирование дипломов, загрузка данных в федеральные информационные системы. В связи с этим часто меняется закрепление и перезакрепление ресурсов КАИС с компонентами также постоянно изменяющегося состава контингента персонала: зачисление и отчисление обучающихся (множество КП), сотрудники, попадающие во множество ТП, переключаются в рамках цикла выполняемых работ с одних задач на другие, осуществляется естественное кадровое движение работников вуза, изменяются их должностные инструкции, появляются новые ресурсы системы и др. [6]. Обработка фактов состояния компонентов персонала КАИС является трудоемкой задачей, требующей автоматизации.

Автоматизация управлением контингентом персонала КАИС начинается с формализации процесса. Для этого предлагается установить соответствия между компонентами множеств Ресурсы, Роли и Персонал посредством использования бинарных матриц вида $M = m_{ij}$ – табл. 1 и 2 [7]. В табл. 1 представлены связи между ролями и ресурсами, в табл. 2 – между ролями и пользователями КАИС.

Таблица 1
Связи между ролями и ресурсами

Ресурсы КАИС	Роли		
	P_j	...	P_K
$Рес_i$			
...			
$Рес_N$			

В ячейке табл. 1 находится показатель из множества $\{1, 0\}$, отражающий на текущий момент времени:

а) 1, если для ресурс $Рес_i$ задействован для роли P_j ;

б) 0, если ресурс $Рес_i$ не задействован для роли P_j .

При этом $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, K}$, N – количество ресурсов, K – количество ролей КАИС, $K < N$.

Таблица 2
Связи между ролями и персоналом КАИС

Персонал КАИС	Роли		
	P_j	...	P_K
$ЕП_i$			
...			
$ЕП_S$			

В ячейке табл. 2 находится показатель из множества $\{1, 0\}$, отражающий на текущий момент времени:

а) 1, если за единицей персонала $ЕП_i$ закреплена роль P_j ;

б) 0, если за единицей персонала $ЕП_i$ роль P_j не закреплена.

При этом $i = \overline{1, S}$, $j = \overline{1, K}$, S – количество персонала, K – количество ролей КАИС.

Заполнение табл. 1 и 2 осуществляется при создании компонентов множеств Ресурсы, Роли \in Ресурсы и Персонал \in Ресурсы; установлении связей между компонентами Роли и Ресурсы, Роли и Персонал в соответствии с известными из предметной области правилами.

Использование матриц закрепления ресурсов КАИС за персоналом на основе ролей позволяет минимизировать временные затраты и уменьшить количество ошибок при обслуживании персонала КАИС. Так, для заданной единицы персонала $ЕП_i$ можно добиться, что

$$F \{ЕП_i, T_{ЕП_i}, КО_{ЕП_i}\} \rightarrow \min,$$

где $T_{ЕП_i}$ – общее время проектирования, создания, установления и разрыва связей единицы персонала $ЕП_i$ со всеми необходимыми ресурсами КАИС; $КО_{ЕП_i}$ – разница между:

а) количеством фактически реализованных в КАИС связей единицы персонала $ЕП_i$ с другими ресурсами системы, определяемом на основании сведений табл. 1 и 2;

б) количеством необходимых связей, известным из предметной области. В свою очередь $T_{ЕП_i}$ определяется как

$$T_{ЕП_i} = \sum_{j=1}^{KP_i} tРес_{ij},$$

где $tРес_{ij}$ – время, затраченное на создание или разрыв связи единицы персонала $ЕП_i$ с j -ым ресурсом автоматизированной системы $Рес_j$; KP_i – общее количество ресурсов, закрепленное за единицей персонала $ЕП_i$ в соответствии с правилами предметной области.

Обработка данных табл. 1 и 2 также позволяет определить общее количество ресурсов КАИС, предоставленных единице персонала $ЕП_i$, что обеспечивает информационную поддержку своевременного и актуального анализа состояния задействованных пользователем ресурсов; принятия решений по установлению или разрыву связей единицы персонала $ЕП_i$ и $Рес_j$ на разных стадиях жизненного цикла этого ресурса: проектирование, создание, модификация, ввод в эксплуатацию, сопровождение, прекращение эксплуатации.

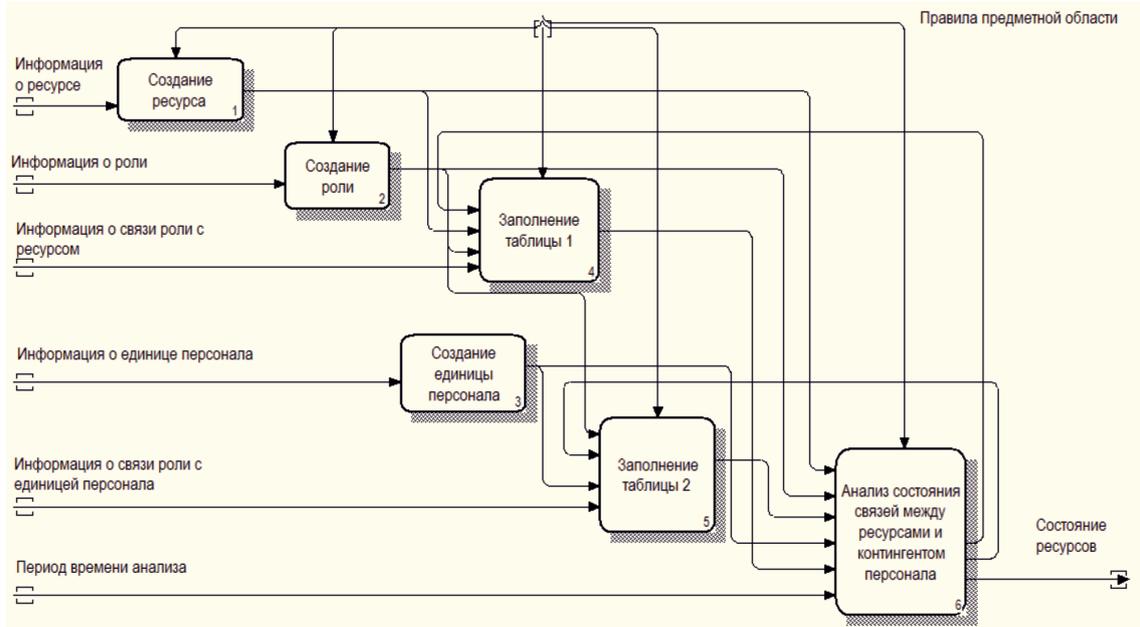


Рис. 1. Функциональная модель процесса установления связей между ресурсами КАИС

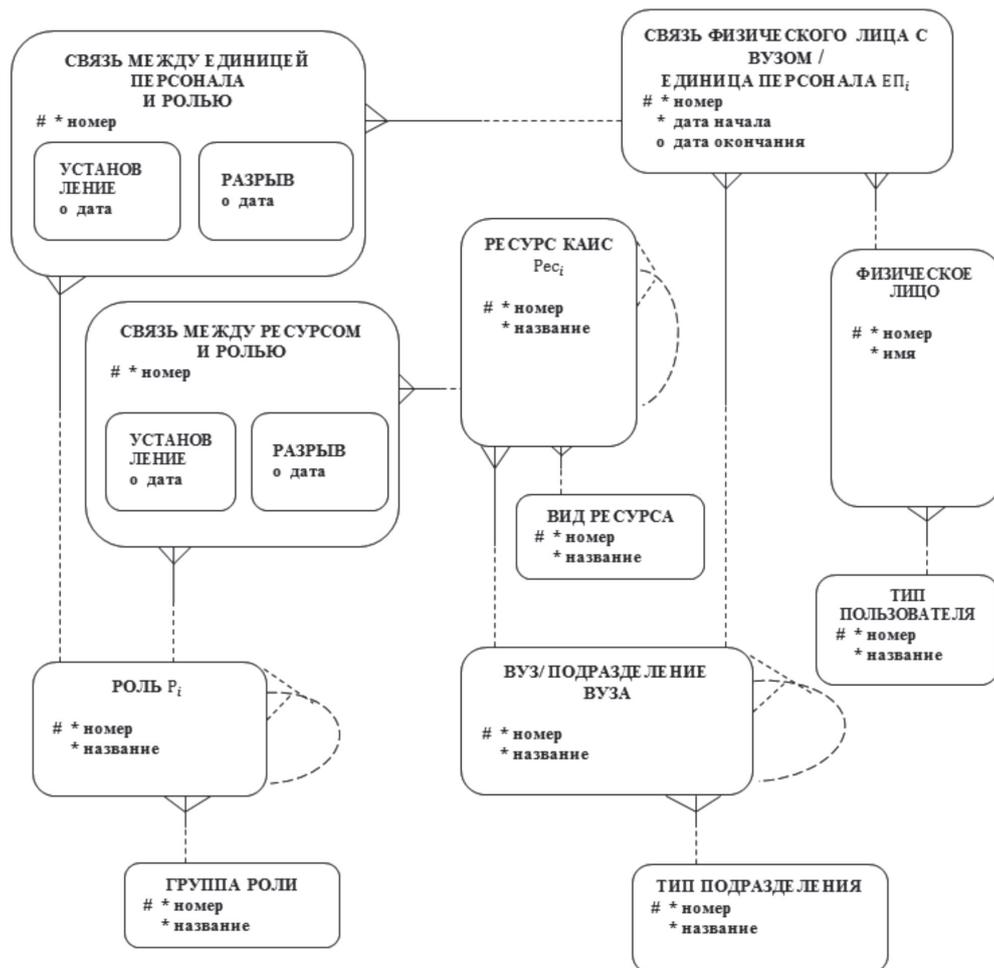


Рис. 2. Модель предметной области

Предложенная формализация описания состава ресурсов КАИС и связей между ними дает возможность нахождения совокупности различных множеств одних и тех же ресурсов, используемых в разных ролях, что позволяет эффективно проектировать новые роли и оптимизировать связи контингента персонала с ресурсами системы.

Формализация процесса установления связей между компонентами КАИС дает возможность автоматизировать функции управления ресурсами системы. На рис. 1 представлена функциональная модель процесса обработки данных в рамках решения задач управления контингентом персонала и его связями с ресурсами КАИС.

На рис. 2 приведена модель предметной области в методологии Ричарда Баркера автоматизированного процесса установления и анализа связей между ресурсами КАИС.

Предложенные модели реализованы в рамках программных систем ИАС ОГУ и позволяют эффективно управлять состоянием подмножества КП множества Персонал, связями компонентов подмножества КП с другими ресурсами системы. Так, при добавлении ресурса в программную систему «Личный кабинет преподавателя», доступного по правилам предметной области только заведующим кафедрами, закреплении ресурса за соответствующей ролью «Заведующий кафедрой», в автоматизированном режиме выявляется состав персонала, которому доступна эта роль (в базе данных зафиксирована связь), что позволяет своевременно провести мероприятия по назначению соответствующим конечным пользователям определенных прав доступа, запланировать для них обучение. При окончании приемной кампании, изъятия в соответствии со сроками, указанными в соответствующем распорядительном документе, из эксплуатации определенного ресурса (функция добавления и обновления личного дела абитуриента), закреплённого за определенной ролью, в автоматизированном режиме становится известным состав контингента КП, для которого необходимо провести своевременные мероприятия по разрыву связей с ресурсом.

Выводы

В результате проведенного исследования:

1. Предложена модель систематизированного описания компонентов корпоратив-

ной автоматизированной информационной системы в целях поддержки оперативного и актуального учета и анализа состояния ресурсов системы, включая персонал.

2. Предложена методика, дающая возможность формализовать процесс установления связей ресурсов КАИС между собой на основании определения и использования понятия «роль».

3. Разработаны функциональная модель, алгоритмы и модели данных, позволяющие автоматизировать процессы учета фактов, связанных с составом и состоянием ресурсов КАИС на этапах их жизненного цикла, определения количества связей между ними на заданный момент времени, что дает возможность осуществлять анализ и оперативное управление ресурсами, в том числе и контингентом персонала системы.

4. Предложенные решения реализованы в проекте корпоративной автоматизированной информационной системы вуза в рамках задач функциональных подсистем «Ресурсное обеспечение» и «Права доступа» и позволяют поддерживать функции управления ресурсами системы, в том числе и персоналом.

Список литературы

1. Ковалевский В.П. Формирование информационно-образовательной среды вуза: опыт Оренбургского государственного университета / В.П. Ковалевский, В.В. Быковский, Т.В. Волкова, Е.В. Дырдина // Информатизация образования и науки. – 2015. – № 2 (26). – С. 15–23.
2. Болодурина И.П. Структура интегрированных ресурсов автоматизированной информационной системы управления высшим учебным заведением / И.П. Болодурина, Т.В. Волкова // Программные продукты и системы. – 2007. – № 3. – С. 51–52.
3. Быковский В.В., Веденеев П.В., Волкова Т.В. Сервисы корпоративной автоматизированной информационной системы вуза для преподавателей и обучающихся // Научно-образовательная информационная среда XXI века: материалы 9-й Всерос. науч.-практ. конф. – Петрозаводск, 2015. – С. 28–33.
4. Информационно-аналитическая система Оренбургского государственного университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ias.osu.ru> (дата обращения: 25.09.2017).
5. Ащеулова Н.А. Управление доступом пользователей корпоративной автоматизированной информационной системы вуза / Н.А. Ащеулова, И.П. Болодурина, Т.В. Волкова // Инфокоммуникационные технологии. – 2015. – Т. 13, № 3. – С. 338–345.
6. Болодурина И.П. Распределенная обработка данных средствами автоматизированных систем вуза / И.П. Болодурина, Т.В. Волкова // Программные продукты и системы. – 2011. – № 4. – С. 186–188.
7. Костров А.В. Основы информационного менеджмента / А.В. Костров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2009. – 528 с.

УДК 519.852:65.01

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ О МИНИМАЛЬНЫХ РАСХОДАХ ПО НАЙМУ СЕЗОННЫХ РАБОЧИХ

Глухова Н.В., Никитина Т.Н., Кандакова М.Л., Пинкова Е.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»,
Ульяновск, e-mail: gluhovanatalya2305@yandex.ru

Настоящая статья посвящена описанию нового метода решения задачи о найме сезонных рабочих. Вопрос о найме сезонных рабочих обычно сопряжен с двумя типами дополнительных расходов. Первый тип расходов – это те средства, которые необходимо затратить на поиск новых рабочих и их обучение. В тех случаях, когда эта процедура становится довольно дорогой, работодатели часто предпочитают платить зарплату рабочим, которые в настоящее время не нужны. Эта лишняя заработная плата представляет собой второй тип расходов. Существенная оптимизация расходов может быть достигнута при помощи методов динамического программирования. Однако менеджеры очень часто испытывают затруднения при использовании данных методов, так как они требуют выписывания рекуррентного соотношения Беллмана. В настоящей работе мы представляем новый метод решения задачи о найме сезонных рабочих, который также используется при решении задач динамического программирования, но позволяет избежать выписывания уравнения Беллмана. Метод основан на применении графов. Графическое представление решения удобно своей наглядностью и позволяет менеджеру выбрать оптимальное управление для каждой конкретной ситуации, зависящей от конкретных размеров затрат и количества имеющихся рабочих. Тот же метод может быть применен и для решения многих других типов задач организации оптимального управления.

Ключевые слова: исследование операций, динамическое программирование, графы, сезонные рабочие, найм, расходы

USAGE OF GRAPHS IN VALUE ENGINEERING PROBLEMS CONCERNING SEASON WORKERS EMPLOYMENT

Glukhova N.V., Nikitina T.N., Kandakova M.L., Pinkova E.A.

*I.N. Ulyanov State Pedagogical University of Ulyanovsk, Ulyanovsk,
e-mail: gluhovanatalya2305@yandex.ru*

The paper presents a new method of solving of seasons workers employment problem. Employing seasons workers is typically related with two main types of profit loss. The first type is money, which should be paid for searching of new workers and teaching them. In cases this procedure is rather expensive, employers usually prefer to pay salary to workers, not necessary in some period or season. This is the second type of profit loss. Value engineering can help to decrease these financial losses by means of dynamic programming. However managers often meet difficulties in defining a recursive relationship called the Bellman equation, using in dynamic programming. This investigation performs a new method of solving seasons workers employment problem which avoid computing of Bellman's equation. We are using graphs instead. Graphs can help managers to see clearly, what is the best thing to do in any particular situation of employment costs and quantity of workers. The same method can also help to solve many types of problems of optimal work organization and management.

Keywords: operational research, dynamic programming, graphs, season workers, employment, costs

К задачам о найме сезонных рабочих относятся задачи, в которых предприятию в разное время требуется разное количество рабочей силы. Поэтому управляющее лицо должно выработать некоторую стратегию по найму и увольнению. Описание такой задачи встречается в работе [1, с. 424–425]. Название «сезонные рабочие» является несколько условным, оно связано с тем, что наиболее типична такая ситуация при выполнении каких-то работ, связанных с сезонностью, хотя, безусловно, та же методика может применяться и для решения задач, в которых потребность в рабочих меняется по иным причинам. На каждом промежуток времени необходимо осуществить выбор между возможными вариантами: либо содержать ровно столько рабочей силы, сколько требуется на этот период, а затем

увольнять лишних или нанимать недостающих, либо содержать лишнюю рабочую силу, которая не нужна в настоящий момент, но может пригодиться в последующем. И тот и другой способы действия сопряжены с расходами. Содержание лишней рабочей силы приводит к дополнительным расходам на зарплату, которая выплачивается «ненужным» рабочим. Процедура поиска новых сотрудников также требует средств (необходимо дать объявление, что требуются сотрудники, содержать специалистов, которые будут проводить отбор подходящих сотрудников, обучать новых людей и т.д.). В некоторых случаях нужно учесть и расходы по увольнению (например, выплаты тех или иных компенсаций увольняемым) – такие расходы есть не всегда, но необходимо уточнить их наличие или отсутствие. Поэ-

тому решение о том, какой вариант выбрать в каждой конкретной ситуации, необходимо принимать на основании знания точного количественного соотношения между расходами по найму-увольнению и расходами по содержанию излишка рабочей силы. Расходы по найму, которые в том или ином виде есть практически всегда, удобно разбить на две группы: индивидуальные (то есть зависящие от количества нанимаемых людей – расходы на каждого нанимаемого отдельно) и общие (не зависящие от количества нанимаемых людей). Так, расходы на объявление о том, что требуются рабочие, являются общими – цена такого объявления будет одинакова, вне зависимости от того, нанимаем мы троих человек или десятерых, а расходы на униформу или на оформление документов являются индивидуальными – эти расходы пропорциональны количеству нанимаемых людей. Удобно сразу зафиксировать эти расходы в виде двух сумм: суммарные общие расходы C (в расчете на период времени) и суммарные индивидуальные расходы k (в расчете на одного нанимаемого человека).

Задачу о найме сезонных рабочих можно в общем виде сформулировать следующим образом. Известно, что некоторой управляемой организации в n различных промежутков времени требуется различное минимально допустимое количество рабочей силы: a_1, a_2, \dots, a_n . Известна также стоимость процедуры найма дополнительных рабочих (общие расходы по найму составляют C единиц, а индивидуальные расходы по найму составляют k единиц за каждого рабочего). Также известны издержки v на содержание каждого лишнего рабочего в каждый промежуток времени и расходы u , связанные с увольнением каждого рабочего (если расходы по увольнению отсутствуют, то можно считать, что они равны 0). Требуется составить оптимальный план по найму и увольнению рабочих на весь рассматриваемый период времени, минимизирующий суммарные издержки.

В литературе рассматривается довольно громоздкое решение данной задачи [1, с. 425–426], основанное на составлении большого количества таблиц, значения в которых рассчитываются при помощи рекуррентного уравнения Беллмана [2, с. 216], понимание которого требует очень высокого уровня математической грамотности от менеджера. В работе [3] отмечается, что очень часто это создает совершенно ненужные трудности для специалистов экономистов и менеджеров, так как существуют более простые методики решения подобных задач. В указанной выше работе [3]

решение задач динамического программирования осуществляется также с помощью таблиц. В ряде работ (см., например, [4, 5]) в разделе «динамическое программирование» рассматриваются задачи о нахождении кратчайшего маршрута, расчеты в которых осуществляются на графах. В настоящее время задача о нахождении кратчайшего маршрута эффективно решается с помощью навигаторов и поэтому представляет мало практической ценности. В то же время метод нахождения решений с помощью графа, благодаря своей наглядности и простоте, может, на наш взгляд, быть эффективно использован при решении ряда практических задач экономики и управления. В задаче о нахождении кратчайшего маршрута граф задан по условию – это схема дорог, но в задаче о найме сезонных рабочих изначально никакого графа нет. В настоящей работе показана возможность решения с помощью графов задачи о найме сезонных рабочих. Описано, каким образом условия данной практической задачи можно представить с помощью графа, представлен алгоритм составления графа, а также сам метод решения задачи. Этот новый подход к решению задачи о найме является более кратким, позволяет провести дополнительный финансовый анализ ситуации и найти не только наилучшее решение, но и возможные его вариации, что позволяет легко корректировать найденный результат в изменяющихся условиях.

Предварительно разберем предлагаемую нами методику принятия решения о найме на конкретном примере. Пусть предприятию требуется: на май – 10 человек, на июнь – 12, на июль – 14, на август – 11, на сентябрь – 10, на октябрь – 12. Требуется составить оптимальный план найма при условиях, что:

- 1) общие расходы по найму составляют 50 тысяч рублей (тыс. руб.) в месяц;
- 2) индивидуальные расходы по найму составляют 5 тыс. руб. на каждого нового рабочего;
- 3) в случае, если нанятый рабочий не выполняет работы, ему выплачивается минимальная заработная плата 10 тыс. руб.;
- 4) обязательная компенсация при увольнении – 2 тыс. руб.

Решение: По данным задачи построим граф. На начальном этапе мы имеем 0 рабочих (изображаем вершину графа кругом, подписанным числом 0), на май необходимо минимум 10 рабочих, но мы можем нанять и больше, с запасом на июнь (12 человек) и июль (14 человек). Поэтому изобразим на графе круги 10, 12 и 14 (см. рис. 1, столбец «май»).

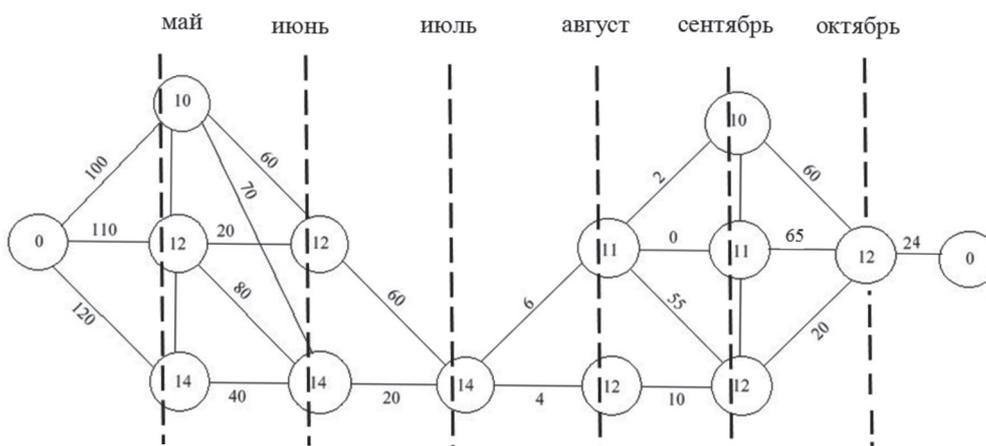


Рис. 1. Граф возможных вариантов найма сезонных рабочих по месяцам. Внутри кругов указано количество рабочих, а на линиях – расходы по соответствующим действиям

На июнь месяц требуется 12 рабочих, поэтому возможно иметь в этом месяце либо 12, либо 14 рабочих (меньшее количество, чем 12, недопустимо по условию задачи; большее количество, чем 14, нигде далее не требуется), изображаем возможные состояния двумя кругами. В июле требуется 14 рабочих, больше не требуется нигде, поэтому это будет единственным возможным состоянием. Аналогично, в августе можно держать либо 11, либо 12 рабочих (большого количества на дальнейших этапах уже не понадобится). В сентябре возможно иметь 10, 11 или 12 рабочих. И наконец, на последнем этапе, в октябре, единственным разумным вариантом будет иметь 12 рабочих. Далее все рабочие увольняются. Все круги можно соединить линиями (ребра графа). Однако некоторые линии являются заведомо излишними (это варианты действий, которые мы заведомо предпринимать не будем). Например, на участке «май – июнь» на рис. 1 вариант 14 в мае не соединен с вариантом 12 в июне, так как это соответствует найму 14 человек в мае и дальнейшему увольнению двух из них. Но совершенно ясно, что этот вариант заведомо бессмысленный. Зачем было нанимать четырёх лишних человек в мае? Мы их наняли с тем, что они понадобятся в июле. Если мы уволим двоих в июне, то получится, что они просто посидели в мае, не работая, получили зарплату и были уволены. Ясно, что такой вариант не выгоден. Однако, если кто-то соединит и эти два круга, то он не придет к ошибочному решению – он просто просчитает заведомо неразумный способ и отвергнет его как более дорогой. Тем не менее лишние линии загромождают чертеж и увеличивают

время решения задачи, поэтому очевидно, невыгодные варианты лучше не соединять.

После построения графа переходим к расчетам затрат для каждого способа действия. Например, ребро «0–10» соответствует найму 10 рабочих в мае месяце. Соответствующие расходы составят 50 тыс. руб. общих расходов, а также $10 \times 5 = 50$ тыс. руб. индивидуальных расходов (нанимается 10 человек по 5 тыс. руб. за человека), итого потрачено 100 тыс. руб. ($50 + 50 = 100$). Записываем над соответствующим ребром графа число 100.

Если нанимать 12 рабочих, то наши затраты будут составлять уже $50 + 12 \times 5 = 110$ тыс. руб. – это вновь те же 50 тыс. руб. общих расходов плюс $12 \times 5 = 60$ тыс. руб. индивидуальных расходов. Аналогично, если нанимать 14 рабочих, то получим $50 + 14 \times 5 = 120$ тыс. руб. Переходим теперь к участку «май – июнь». Если в мае было нанято 10 рабочих, а затем в июне их будет 12, то это соответствует дополнительному найму двух человек. В результате опять потребуется осуществить общие расходы в 50 тыс. руб. (мы перешли к новому месяцу), плюс индивидуальные расходы составят $2 \times 5 = 10$ тыс. руб. Итого, записываем на ребре «10–12»: $50 + 10 = 60$ тыс. руб. Аналогично, ребро «10–14» подписывается числом $70 = 50 + 5 \times 4$ (дополнительно нанимаются четверо рабочих). На участке «12 в мае – 12 в июне» мы никого не нанимаем и не увольняем, но в этом случае у нас было 2 лишних человека в мае, которым мы как раз в конце мая или начале июня должны выплатить зарплату в размере $2 \times 10 = 20$ тыс. руб. Это число и располагаем на графе (мы учитываем зарплату только

неработавших сотрудников – зарплата работающим есть в любом случае и она будет одинакова во всех трех вариантах в мае месяце, включение ее в граф не изменит выбора решения, а только увеличит цифры и усложнит расчеты). Участок «12 в мае – 14 в июне» соответствует также содержанию двух лишних рабочих в мае (зарплата 20 тыс. руб.) + найму еще двух рабочих (60 тыс. руб.), поэтому данный отрезок подписывается числом 80. Участок «14 в мае – 14 в июне» не требует расходов по найму, но зарплата выплачивается уже четверым рабочим, откуда получаем число 40 (4×10). Расходы на участке «июнь – июль» подсчитываются аналогично (см. рис. 1). Расходы на линии «14 в июле – 11 в августе» соответствуют увольнению трех сотрудников. Поэтому нет расходов по найму, нет расходов на зарплату лишним рабочим, но необходимо выплатить компенсацию трем увольняемым, по 2 тыс. руб. каждому ($2 \times 3 = 6$ тыс. руб.). Участок «14 в июле – 12 в августе» соответствует увольнению двоих (расход 4 тыс. руб.). Если бы при увольнении не было бы никакой компенсации, то на обоих участках стояли бы нули. Далее переходим к участку «август – сентябрь». Вариант «11 в августе – 10 в сентябре» соответствует увольнению одного человека, т.е. выплата компенсации в 2 тыс. руб., вариант «11–11» не требует никаких затрат, так как лишних в августе не было, вариант «11–12» требует найма одного человека, расходы на которого составят $50 + 5 = 55$ тыс. руб. (общие + индивидуальные). Вариант «12–12» соответствует содержанию одного лишнего человека в августе, расходы равны его зарплате. Расходы «сентябрь – октябрь» подсчитываются аналогично: «10–12» соответствует найму двух человек (60 тыс. руб.), вариант «11–12» – найму одного человека (55 тыс. руб.) + содержание одного лишнего (10 тыс. руб.), что составляет 65 тыс. руб., вариант «12–12» – зарплата двум лишним – 20 тыс. руб. Наконец, в октябре увольняются все 12 рабочих, поэтому мы выплачиваем компенсацию в $12 \times 2 = 24$ тыс. руб.

Подсчитав все расходы, необходимые для найма сезонных рабочих, мы свели задачу к задаче о нахождении кратчайшего (в данном случае, самого дешевого) маршрута, если представить, что числа, стоящие между кругами – это расстояния между пунктами (или цены за соответствующие перевозки), решение такой задачи возможно осуществить сетевыми методами [5, с. 228; 6, с. 66]. Может она быть решена и методами динамического программирования [1, 4]. Вкратце суть решения сводится к следующему. Задача разбивается на этапы. В данном

случае разбивка на этапы происходит естественным образом: каждый этап – это определенный месяц. На рисунке этапы выделены пунктирными линиями. Далее решение осуществляется от последнего этапа к первому. Для каждого «пункта», то есть круга, рассчитывается наименьшая стоимость пути до последнего круга (увольнение всех). Соответствующее число указывается рядом с кругом. Далее уже используется найденное число без повторного перебора всех возможных вариантов путей от данного круга. Так, для круга с числом 12 в октябре месяце мы поставим число 24 – стоимость увольнения всех. Выделяем путь стрелкой. Переходим к кругам в сентябре. Из каждого из них есть только один «путь» к октябрю, то есть к кругу 12. Стоимости рассчитываются суммированием числа стоящего на этом пути и числа стоящего рядом с кругом 12 в октябре (см. рис. 2). Так, рядом с кругом 10 ставим число $84 = 60 + 24$, рядом с кругом 11 записываем $89 = 65 + 24$, рядом с кругом 12 ставим $44 (20 + 24)$. Все пути выделяем стрелками (заметим, что сравнивать их между собой не надо, это единственно возможные варианты маршрутов из данных кругов, а в расчете должны быть охвачены все круги). В августе из круга 11 есть уже три возможных пути. Сравним их и выберем наилучший. Если пойти по пути «11–10», то есть уволить одного, то итоговые затраты составят 2 тыс. руб. в текущем месяце и 84 потом (число 84 видим рядом с кругом 11, а число 2 – на самом пути), то есть итоговые расходы составят 86 тыс. руб. Аналогично, путь «11–11» дает расход $0 + 89 = 89$, а путь «11–12» дает итоговый расход $55 + 44 = 99$. То есть самым выгодным оказывается «верхний» путь «11–10» со стоимостью 86. Выделяем его стрелкой. Для круга 12 есть только один путь «12–12» со стоимостью $10 + 44 = 54$. Все круги августа подсчитаны, переходим к июлю. Имеется только один круг 14, но из него есть два пути, которые необходимо сравнить. Верхний путь приведет к расходам 6 сейчас + 86 потом, то есть составит 92 тыс. руб. Нижний путь составит $4 + 54 = 58$, что гораздо дешевле, поэтому выбираем его, выделяем стрелкой и подписываем рядом с кругом 14 число 58. Аналогичные расчеты проводим для всех кругов июня, затем мая и наконец для начального нулевого круга (показано на рис. 2). Итак, мы видим, что минимальные расходы по «найму – увольнению» составляют 238 тыс. руб. Двигаясь от нулевого круга по стрелкам, находим оптимальный план действий: нанять в мае 14 рабочих, оставить их в июне и июле, в августе уволить двоих и оставить 12 рабочих до октября (показано жирным на рис. 2).

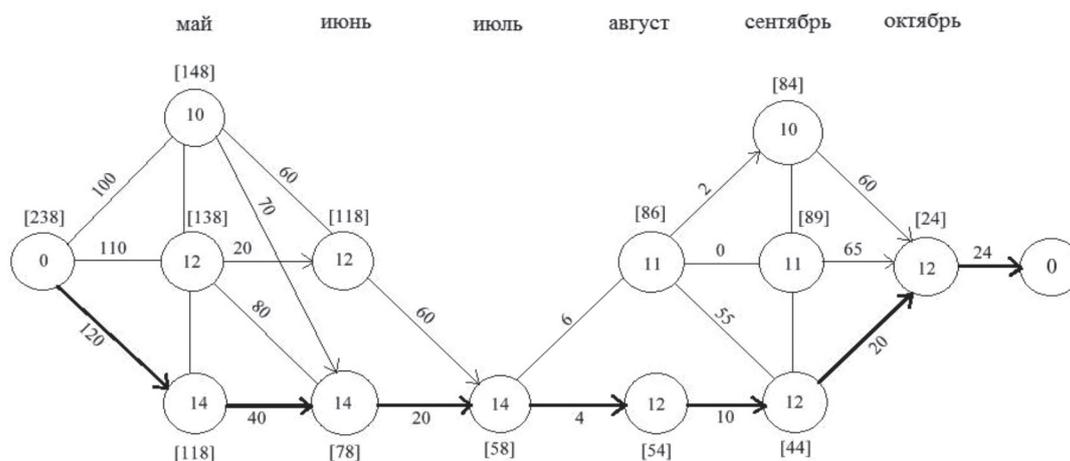


Рис. 2. Граф вариантов найма сезонных рабочих с расчетом соответствующих расходов. Оптимальный вариант выделен жирными стрелками. Оптимальные расходы показаны в квадратных скобках

Сформулируем теперь общий алгоритм решения задачи.

1. Разбиваем задачу на этапы (периоды, в которые минимальная потребность в рабочей силе постоянна). Выписываем эти этапы последовательно в одну строку.

2. Изображаем вершины графа – круги, обозначающие возможные состояния системы. Слева изображаем начальное состояние системы. Затем под названием каждого этапа перечисляем все допустимые варианты количества рабочих, которые могут быть в системе на данном этапе, начиная от минимального (заданного по условию задачи) и заканчивая максимальным количеством, которое может потребоваться в дальнейшем. Затем изображается конечное состояние, когда работа завершена и все рабочие уволены.

3. Соединяем ребрами графа все состояния каждого предыдущего этапа со всеми состояниями последующего этапа (переходы, которые не представляются разумными, можно опускать).

4. На каждом ребре указываем стоимость соответствующего перехода. Для этого отвечаем на следующие вопросы: были ли на предыдущем этапе лишние рабочие, которым нужно выплатить зарплату? Если да, то умножаем v на количество лишних рабочих. Требуется ли нанять или уволить новых людей и сколько? Если надо нанять, то вычисляем $C + km$ (m – количество новых людей, которых необходимо нанять, оно рассчитывается как разность между количеством людей на следующем этапе и на предыдущем). Если требуется уволить рабочих, то количество увольняемых умно-

жается на расход по увольнению u . Суммируем все расходы и подписываем их рядом с соответствующим ребром.

5. Считая, что числа на ребрах – это расстояния между пунктами-вершинами, находим кратчайший маршрут от начального до конечного состояния по известному алгоритму динамического программирования (см. [1, с. 413]). Данный «маршрут» как раз и соответствует оптимальному плану найма, а его «длина» – минимальным расходам.

Замечание. В описанной ситуации деятельность организации прекращалась. Нередко приходится иметь дело с ситуацией, когда нет определенной точки, в которой бы ожидалось прекращение деятельности организации (бесконечный горизонт планирования [7, с. 253]). Деятельность продолжается на протяжении года, а на следующий год потребности в рабочей силе повторяются. Было бы ошибкой решать такую задачу просто в период с января по январь, а затем переносить результат на следующий год (в январе не происходит увольнения всех сотрудников). В этом случае находят точку, в которой будет требоваться максимальное количество людей – это количество будет соответствовать реально нанятому (больше нигде не требуется, нанимать меньше нельзя, так как будет недостаток в рабочей силе). Граф строится от начала работы до этой точки и далее от этой точки – полный рабочий год (например, если работа начинается с января, а максимальная потребность в рабочих имеется в июле, то граф строят от января первого года до июля второго года работы). Решения, принятые в участке от начала до

максимума, применяются однократно, а на участке от максимума до следующего максимума циклически повторяются.

Список литературы

1. Таха Х.А. Введение в исследование операций / Х.А. Таха. – 7-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
2. Мастяева И.Н. Методы оптимальных решений: учебник / И.Н. Мастяева, Г.И. Горемыкина, О.Н. Семенихина. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2016. – 384 с.
3. Глухова Н.В. Новая методика изучения темы «динамическое программирование» на примере задачи об инвестировании для студентов, обучающихся экономике и управлению / Н.В. Глухова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8–4. – С. 950–954.
4. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учебное пособие / Е.С. Вентцель. – 5-е изд., стереотип. – М.: КноРус, 2010. – 192 с.
5. Горлач Б.А. Исследование операций: учебный комплекс для студентов вузов, обучающихся по экономическим и техническим специальностям / Б.А. Горлач. – Самара: Аэропринт, 2008. – 370 с.
6. Соколов Г.А. Линейные целочисленные задачи оптимизации: учебное пособие / Г.А. Соколов. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 132 с.
7. Волков И.К. Исследование операций: Учебник для вузов / И.К. Волков, Е.А. Загоруйко; ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2000. – 436 с.

УДК 66.021.1:532.5

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ КРУПНЫХ ЧАСТИЦ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ ТРУБАХ

Кондратьев А.С., Нья Т.Л., Швыдько П.П.

Московский политехнический университет, Москва, e-mail: ask41@mail.ru

Проанализированы опубликованные экспериментальные данные по движению крупных частиц с $d_{50} = 11$ мм в горизонтальных и вертикальных трубах с внутренним диаметром $D = 100$ мм при скоростях перекачки от 1,8 м/с до 5,5 м/с. Уточнена методика расчета в части учета формы твердых частиц, отличной от сферической, при их перемещении вдоль и поперек направления движения потока. Проведенное сравнение опытных и расчетных данных показало в целом их удовлетворительное соответствие в большей части области экспериментальных данных. Наибольшее расхождение между ними имеет место при небольших скоростях движения двухфазного потока и при небольших удельных напорах, что связывается с неполным учетом влияния формы частиц и фактической полидисперсностью твердых частиц на интегральные характеристики двухфазного потока и профиль распределения твердой фазы в вертикальном диаметральном сечении трубы.

Ключевые слова: двухфазный поток, крупные частицы, удельные потери напора, объемная доля, скорость перекачки, форма частиц, критическая скорость

ANALYSIS OF MOVEMENT OF COARSE PARTICLES IN HORIZONTAL AND VERTICAL PIPES

Kondratev A.S., Na T.L., Shvydko P.P.

Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: ask41@mail.ru

The published experimental data on the motion of large particles with $d_{50} = 11$ mm in horizontal and vertical pipes with an internal diameter of $D = 100$ mm at transfer velocity from 1.8 m/s to 5.5 m/s are analyzed. The calculation procedure has been specified in the part of accounting for the shape of solid particles other than spherical when moving along and across the motion of flow. The comparison of the experimental and calculated data showed, in general, their satisfactory agreement in a larger region of experimental data. The greatest discrepancy between them occurs at low velocities of the two-phase flow with small specific heads, which is associated with incomplete consideration of the influence of the particle shape and the actual polydispersity of solid particles on the integral characteristics of the two-phase flow and the distribution profile of the solid phase in the vertical diametrical cross section of the pipe.

Keywords: two-phase flow, coarse particles, specific head loss, volume fraction, pumping speed, particle shape, critical velocity

Движение условно монодисперсных твердых частиц мелких ($d_{50} \leq 100$ мкм) и средних классов ($100 \text{ мкм} \leq d_{50} \leq 300$ мкм) в горизонтальных и вертикальных трубопроводах исследовано в большом числе работ отечественных и иностранных авторов. Методы расчета таких течений, развиваемые авторами настоящей работы, базируются на подходе Лагранжа при описании движения твердых частиц, основываются на ряде упрощающих положений. В случае горизонтальных трубопроводов движение двухфазной среды представляется в виде суперпозиции горизонтальных плоских слоев, объемная доля частиц твердой фазы в которых постоянна в горизонтальном сечении и переменна в вертикальной диаметральной плоскости. Принимается также, что на частицы в продольном направлении действуют силы, определяемые производением градиента давления на объем частицы, и гидравлического сопротивления. В вертикальном направлении на твердые частицы действуют силы: тяжести, Архимеда, Магнуса, Саффмана, знакопеременная сила турбофореза и гидравлического

сопротивления. Также учитывается перенос частиц в вертикальном направлении за счет турбулентной диффузии. Таким образом, принимается, что твердые частицы одновременно перемещаются в горизонтальном и вертикальном направлениях. На основе приближенных расчетных моделей получены выражения для турбулентного трения и турбулентной диффузии при наличии в потоке твердых частиц. Следует подчеркнуть, что последние выражения не подбирались по результатам сопоставления опытных и расчетных данных по движению двухфазных потоков. В случае вертикальных трубопроводов, ввиду осевой симметрии двухфазного потока, объемная доля твердой фазы зависит от текущего радиуса расположения частицы. В соответствии с изменением ориентации трубы в вертикальном направлении вдоль потока действуют силы, определяемые градиентом давления, тяжести, Архимеда и сопротивления. В поперечном направлении действуют остальные силы и реализуется механизм диффузионного переноса твердых частиц.

Анализ предшествующих результатов

Как показано в работе [1], расчет по изложенной методике показал удовлетворительное соответствие с опытными данными по профилю объемной доли твердой фазы в диаметральном сечении трубопровода для частиц размером $d_{50} = 90$ мкм и $d_{50} = 160$ мкм при скорости перекачки от 3 м/с до 4,44 м/с. Аналогичные результаты получены в работе [2] для частиц размером 165, 290 и 550 мкм при скорости перекачки от 3 м/с до 4,44 м/с.

Применительно к вертикальным трубопроводам было проведено сопоставление опытных и расчетных данных [3] для более крупных частиц с $d_{50} = 470$ мкм и $d_{50} = 1700$ мкм в трубопроводе с внутренним диаметром $D = 40$ мм при скорости перекачки 2,6 и 2,8 м/с. Предварительно проведенный теоретический анализ показал, что при движении сравнительно крупных твердых частиц, когда размер частицы примерно равен или превосходит величину линейного масштаба турбулентности, который определяется соотношением

$$\lambda_t = 0,015D, \quad (1)$$

силу турбофореза не следует учитывать, так как она возникает из-за мелкомасштабных турбулентных пульсаций, которые не воздействуют на крупные частицы. Такое рассуждение подобно описанию эффекта броуновского движения мельчайших частиц, когда случайное столкновение с одной высокоскоростной молекулой жидкости изменяет положение частицы, а при росте размера частицы эффект броуновского движения исчезает в связи с увеличением размера частиц и резкого снижения эффективности взаимодействия с одиночной высокоскоростной молекулой жидкости. С учетом этого фактора результаты сопоставления в количественном и качественном отношении достаточно удовлетворительно согласуются с опытными данными, как по распределению объемной доли твердой фазы, так и по профилю скорости [3].

Цель работы

В настоящей работе анализируются опытные данные, полученные на двухфазных смесях с существенно большей крупностью твердых частиц. В связи с этим отметим, что, хотя соответствующие опытные данные опубликованы в течение последних пяти лет, авторам неизвестны результаты сопоставления этих и аналогичных опытных данных с альтернативными расчетными методами других авторов. Как нам представляется, это обстоятельство косвенно свиде-

тельствует о необходимости дальнейшего совершенствования известных расчетных методов, что позволит уточнить области их применения. Целью настоящей работы является анализ движения частиц большой крупности в горизонтальных и вертикальных трубопроводах, что позволит уточнить используемую методику расчета и определить область её применения.

Анализ экспериментальных данных

В работе [4] приведены результаты экспериментальных исследований по движению стеклянных сферических частиц диаметром $d = 6$ мм плотностью 2540 кг/м^3 и гравийных частиц с $d_{50} = 6$ мм при ($4 \text{ мм} \leq d \leq 8 \text{ мм}$), плотностью 2650 кг/м^3 в горизонтальной трубе с внутренним диаметром $D = 36$ мм при скоростях движения гидросмесей от 1 м/с до 6 м/с и максимальной объемной доли твердой фазы 0,104. Используя формулу (1), получим $d/\lambda_t = 11,1$. Отметим также, что величина отношения $D/d = 6$. В этом случае, как отмечено в обзоре [1], представление о допустимости усреднения уравнений движения двухфазной среды является сомнительным.

В работе [5] приведены результаты экспериментальных исследований по движению базальтовых частиц с $d_{50} = 11,0$ мм плотностью 2787 кг/м^3 в горизонтальных и наклонных трубах с внутренним диаметром $D = 100$ мм из гладкой нержавеющей стали при скоростях движения гидросмесей от 1,5 м/с до 5,5 м/с и максимальной объемной доли твердой фазы 0,14. В этом случае получим $d/\lambda_t = 18,3$ и $D/d = 9,1$.

В работах [6, 7] приведены результаты экспериментальных исследований по движению тех же базальтовых частиц в горизонтальной и вертикальной трубах с теми же характеристиками частиц и трубопровода и с несколько отличающимися объемными долями твердой фазы и скоростями перекачки. Естественно, что предыдущие оценки величин d/λ_t и $D/d = 9,1$ сохраняются.

Примечательным является то, что если в работе [4] приводятся некоторые эмпирические расчетные кривые, то в работах [6÷8] какое-либо прямое количественное сопоставление расчетных значений объемной доли твердых частиц в вертикальном диаметральном сечении трубы как в горизонтальных, так и вертикальных трубах с опытными данными отсутствует, а отмечается только их качественное соответствие.

Дальнейший анализ сосредоточим на опытных данных, приведенных в работах [5÷7], которые соответствуют большему значению величины $d/\lambda_t = 18,3$.

Уточнение методики расчета

При проведении численных расчетов с использованием методов, изложенных в работах [1÷3], наряду с замечанием о пренебрежении силой турбофореза, необходимо учесть и другие особенности связанные с размером и формой частиц.

Помещенные в работах [4÷7] фотографии базальтовых частиц показывают, что заостренные вершины и грани исходных частиц округлились, что можно было ожидать, за счет ударного взаимодействия между частицами и частицами со стенкой трубы, что, естественно, должно привести к уменьшению среднего размера частиц d_{50} с 11,7 мм до 11,0 мм. Из этих же фотографий следовало, что ни для первоначальных частиц, ни для окатанных частиц размер d_{50} не является параметром, характеризующим их гидродинамические характеристики, поскольку поперечные размеры частицы были примерно в два раза меньше. По форме частицы примерно соответствовали эллипсоидам вращения с отношением полуосей эллипсоида 2:1:1 при максимальном значении большой полуоси 5,5 мм и 2,75 мм – малой полуосью. В этом случае эффективный диаметр частицы, характеризующий её объем, равен $d_v = 6,93$ мм.

Выполненный анализ формы частиц позволяет учесть её в используемом расчетном методе следующим образом. Принималось, что при движении частиц в продольном направлении вдоль стенки трубы частицы большой полуосью эллипсоида ориентированы параллельно стенке, с минимальным миделевым сечением, образованном малыми полуосями. При движении частиц в поперечном направлении, перпендикулярном к стенке трубы, поперечное сечение частицы определяется площадью эллипса, образованного малой и большой полуосями эллипсоида. Отсюда, в частности, следует, что при прочих равных условиях гидравлическое сопротивление в направлении стенки превосходит гидравлическое сопротивление частицы при её перемещении параллельно стенке. Такая ориентация частиц представляется естественной и соответствует самопроизвольной ориентации при движении удлиненных твердых тел в каналах (реках) и трубопроводах. В доступной авторам литературе такого уточнения в описании движения частиц ранее не производилось.

Экспериментальные данные представлены в виде зависимости удельных потерь напора от средней скорости гидросмеси U_m . По этой причине для горизонтального и вертикального трубопроводов приведена одна «опорная» расчетная зависимость, а имен-

но, потери напора в горизонтальном трубопроводе в трубе с гидравлически гладкой стенкой. В работе [8] отмечается, что приблизительно через 100–50 часов перекачки водопесчаных или водоугольных гидросмесей крупностью до 3 мм регулярная шероховатость всей внутренней поверхности трубы составляет примерно $k_s = 15–20$ мкм. В работе [9] при определении трения двухфазного потока о стенку трубы предполагается, что результирующее трение складывается из трения частиц о стенку и трения жидкости о стенку, причем последняя считается шероховатой с величиной эквивалентной песочной шероховатости равной $k_s = 50$ мкм. В этом случае, при $R = 50$ мм, отношение величины $k_s/R = 0,001$, то есть относительно невелико. Заметим, что, например, в [8] средний размер частиц песка, хвостов и угля составлял 0,65; 0,5 и 2,0 мм при плотностях 2600, 3400 и 1600 кг/м³ соответственно. В анализируемых опытах средний размер частицы в 5÷10 раз больше при достаточно большой плотности, и, следовательно, даже при уменьшении скорости столкновения частицы со стенкой, кинетическая энергия частицы, сталкивающейся со стенкой возрастает примерно пропорционально размеру частиц. Поэтому можно предполагать, что шероховатость поверхности может возрасти до $k_s = 200–500$ мкм. Взаимодействие частиц абразивных материалов с поверхностью трубы, в первую очередь рассматривается как её механическая эрозия, то есть анализировалось уменьшение толщины стенки трубы, а возникновение и сохранение шероховатости её поверхности в процессе обработки практически не обсуждается [10, 11].

Следует также отметить, что шероховатость внутренней поверхности трубы определяется не в результате прямых измерений, а косвенным способом, путем измерения потерь давления при течении чистой жидкости и сопоставления её с теоретическими зависимостями. Так, например, в работе [12] получено, что для труб диаметром $D = 155$ мм, $D = 204$ мм и $D = 305$ мм при максимальной средней скорости движения $U_m = 8$ м/с, $U_m = 5$ м/с и $U_m = 3,5$ м/с соответственно шероховатость стенки трубы двух первых труб составляет $k_s = 0$ мкм, а третьей $k_s = 250$ мкм. То есть в трубе максимального диаметра при наименьшей скорости потока, степень шероховатости стенки максимальна. Этот факт представляется несколько неожиданным, поскольку использовались частицы одного размера $d_{50} = 0,54$ мм и в одном диапазоне объемной доли частиц твердой фазы $\varphi \leq 0,22$. Поскольку при такой крупности частиц локальная скорость движения частиц

была одного порядка со скоростью жидкости, физически более вероятной казалась большая шероховатость поверхности трубы меньшего диаметра, поскольку скорость движения потока в этом случае была выше и, следовательно, локальные повреждения поверхности за счет ударного взаимодействия с поверхностью (локальные вырывы материала стенки) должны быть более значительными. В работе [12] оценка степени гидравлической гладкости стенки выполнялась с использованием формулы Блазиуса, правомерность применимости которой при числах Рейнольдса порядка 10^6 сомнительна. Проведенные нами оценки по формулам Прандтля для гладкой поверхности и Колбрука – Уайта для шероховатой поверхности показали, что действительно поверхности труб с диаметрами $D = 155$ мм и $D = 204$ мм могут характеризоваться как гидравлически гладкие с погрешностью в расчете скорости не более 7%, а в трубе с $D = 305$ мм внутренняя поверхность характеризуется как шероховатая с эквивалентной шероховатостью $k_s = 250$ мкм. В связи с последним значением шероховатости отметим, что в расчетах принималось, что труба по всей внутренней поверхности имеет одинаковую шероховатость. Физически ясно и опытные данные по абразивному износу внутрен-

ней поверхности горизонтальных труб показывают, что при перекачке абразивных гидросмесей износ вдоль нижней образующей трубы в кратность выше износа вдоль верхней образующей трубы. Поэтому можно предположить, что поскольку объемная доля частиц вдоль нижней образующей трубы в кратность ($2 \div 10$ раз) выше, чем вблизи верхней образующей трубы, то во столько же раз должны различаться и интервалы времени выхода на установившиеся значения шероховатости стенок на нижней и верхней образующих трубы. Поскольку тарировочные зависимости приводятся не всегда, степень шероховатости внутренней поверхности трубы является неопределенным параметром, влияющим на расхождение опытных и расчетных данных, особенно, в части расчета интегральных характеристик: средней скорости и удельных потерь напора.

Поскольку степень шероховатости поверхности трубы в работах [4–7] определялась по тарировочным опытам для чистой воды, при проведении расчетов профиль скорости вблизи стенок рассчитывался по следующим зависимостям.

При расчете скорости вблизи гладкой стенки использовались модифицированные классические зависимости [13]

$$U/v_\tau = \begin{cases} \eta & 0 \leq \eta \leq 2 \\ -0,056264 + 1,09238\eta - 0,0330303\eta^2 + & 2 \leq \eta \leq 60, \\ +0,000458977\eta^3 - 2,34408 \cdot 10^{-6}\eta^4 & \\ 2,5 \lg(\eta/0,13) & \eta \geq 60 \end{cases} \quad (2)$$

где U – локальное значение скорости, м/с; v_τ – динамическая скорость, определяемая по трению на стенке, м/с; y – расстояние от стенки трубы, м; ν – кинематическая вязкость жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$; $\eta = y v_\tau / \nu$ – безразмерное расстояние от стенки.

В случае шероховатых поверхностей профиль скорости определяется выражениями, полученными в работе [14]:

$$U/v_\tau = 2,5 \times \ln(y/R) + \sqrt{8/\lambda} + 3,75; \quad (3)$$

при $k_s \leq y \leq R$,

где R – внутренний радиус трубы, при осесимметричном течении, или расстояние от стенки до динамической оси потока, м; λ – коэффициент гидравлического сопротивления при произвольной степени шероховатости поверхности определяется выражением

$$\lambda = \{-2 \lg[k_s / (R \times 7,413) + 2,5226 \times f / (Re \sqrt{\lambda})]\}^{-2}, \quad (4)$$

а $f = 1 - 2,2 \times \lg(k_s v_\tau / \nu)$ – эмпирическая поправочная функция, зависящая от безразмерного комплекса $(k_s v_\tau / \nu)$.

При небольших скоростях движения жидкости твердые частицы могут оседать на придонную поверхность вдоль нижней образующей трубы. В общем случае они могут образовывать некоторое число n неподвижных слоев и m подвижных слоев. Предполагая, что частицы располагаются друг над другом, рассмотрим первый, касающийся поверхности трубы слой частиц. Условие, при котором первый слой частиц способен перемещаться, запишем в виде баланса сил, определяемой градиентом давления в жидкости, и суммы сил трения частицы о стенку и вышележащие слой частиц и гидродинамического сопротивления.

$$(-dp/dx)V_p = (\rho_p - \rho)gV_p(n+m)\mu + f_{12} + S_p U_{p1}^2 \rho / 2; \quad (5)$$

где $(-dp/dx)$ – градиент давления в жидкости, Па/м; V_p – объем частицы, м³; ρ_p и ρ – плотность материала частиц и жидкости соответственно, кг/м³; μ – коэффициент механического трения частицы о стенку трубы; f_{12} – сила механического трения со стороны второго слоя частиц, если он перемещается, н; S_p – площадь миделевого сечения частицы в направлении движения потока, м²; U_{p1} – средняя скорость обтекания частиц первого слоя жидкостью, м/с.

В практическом плане воспользоваться такой зависимостью в расчетах для по существу полидисперсной смеси частиц ($4 \text{ мм} \leq d \leq 17 \text{ мм}$) при $d_{50} = 11 \text{ мм}$, при не определенных в специальных опытах значений μ, f_{12} и сложности расчета величины U_{p1} практически невозможно, поскольку даже при благоприятных результатах сравнения опытных и расчетных данных это будет определяться удачным выбором неизвестных величин.

Для преодоления этой трудности прием дополнительную гипотезу, что в горизонтальных и вертикальных трубах скорость частицы, находящейся на расстоянии равно малой полуоси эллипсоида вращения, равна половине величины скорости на внешней стороне эллипсоида а расчетная объемная доля частиц равна объемной доле твердых частиц также на внешней стороне эллипсоида. В методологическом плане такой подход представляется логичным, поскольку каждая расчетная точка определяет положение центра частицы, которая не может приблизиться к стенке на расстояние меньшее полуширины малой оси эллипсоида вращения.

Сравнение экспериментальных и расчетных данных

Горизонтальная труба

При движении гидросмесей в горизонтальных трубах важнейшей характеристикой двухфазного потока является критическая скорость, которую рассчитаем по формуле [8]:

$$U_{mcr} = 3,316 \left[(\rho_p / \rho - 1) g D \right]^{1/3} (\varphi \psi)^{1/6}; \quad (6)$$

где U_{mcr} – критическая скорость, м/с; φ – объемная доля твердой фазы; ψ – коэффициент фиктивного лобового сопротивления.

Для частиц с размером эффективного диаметра $5 \text{ мкм} \leq d \leq 10 \text{ мкм}$ $\psi = 1,9$. В анализируемых опытах $d = 7 \text{ мм}$. В табл. 1 приведены значения критической скорости U_{mcr} в зависимости от объемной доли твердой фазы φ .

Из данных, представленных в табл. 1, следует, что при скорости $U_{mcr} = 4,1 \text{ м/с}$ устанавливается режим течения без возникновения слоя осадка на нижней образующей трубы.

На рис. 1 представлены экспериментальные значения распределения объемной концентрации твердой фазы в вертикальном диаметральном сечении трубы. Для двух значений объемной доли твердой фазы $\varphi = 0,048$ и $\varphi = 0,134$ нанесены расчетные зависимости.

В целом расхождение между опытными и расчетными зависимостями находится, как нам представляется, на достаточно удовлетворительном уровне. Наиболее значимое качественное различие имеет место в нижней, придонной части потока, в которой экспериментальное распределение концентрации твердой фазы имеет петлеобразный характер, причем эффект возрастает с ростом концентрации твердой фазы, а при $\varphi = 0,048$ практически не проявляется. В работах [6, 7] это объясняется тем, что имеет место сальтация частиц из нижнего придонного слоя частиц. Нам представляется, что такое объяснение нуждается в дополнительном пояснении. При установившемся движении потока причиной возникновения сальтации частиц является полидисперсность частиц твердой фазы и большие различия в форме частиц. В условиях рассматриваемых опытов, когда условный линейный размер частиц изменяется более чем в четыре раза, форма частиц изменяется от эллипсоидальной до почти сферической, также возрастает роль соударений между фактически не монодисперсными, а частицами разной формы и размера. Указанными факторами при расчетах условно монодисперсных потоков обычно пренебрегают. Необходимая для учета этих факторов информация практически отсутствует при описании опытных данных.

Таблица 1

Значения критической скорости в зависимости от объемной доли твердой фазы

φ	0,034	0,048	0,074	0,082	0,124	0,134
U_{mcr} , м/с	2,53	268	2,88	2,94	3,14	3,18

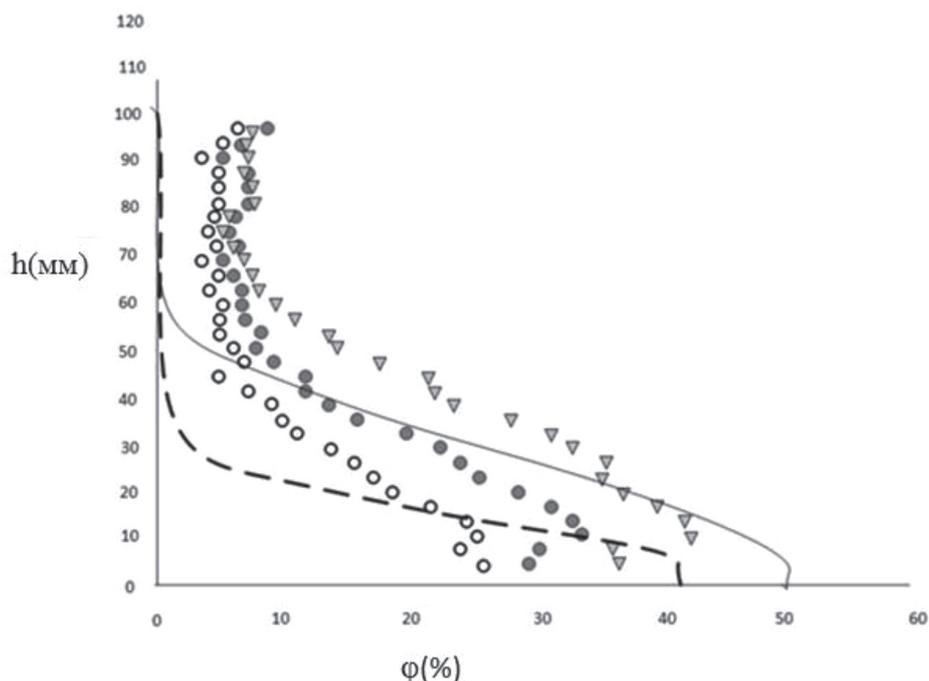


Рис. 1. Сравнение экспериментального и расчетного профиля концентрации твердой фазы φ в диаметральном сечении трубы при $U_{mcr} = 4,1$ м/с. Опытные данные: \circ – $\varphi = 0,048$; \bullet – $\varphi = 0,082$; ∇ – $\varphi = 0,134$. Расчетные зависимости: — $\varphi = 0,133$; --- $\varphi = 0,048$

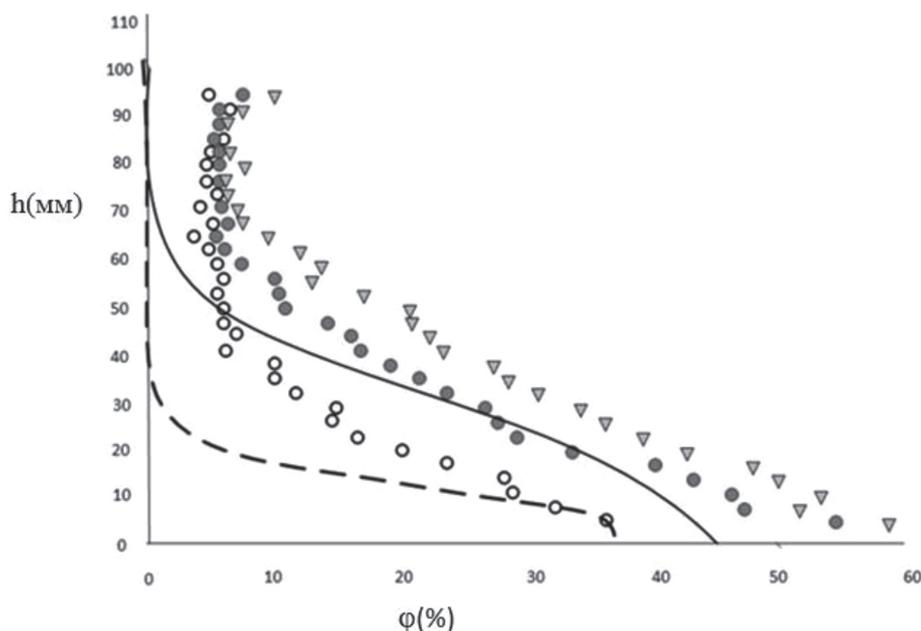


Рис. 2. Сравнение экспериментального и расчетного профиля концентрации твердой фазы φ в диаметральном сечении трубы при $U_{mcr} = 1,8$ м/с. Опытные данные: \circ – $\varphi = 0,034$; \bullet – $\varphi = 0,074$; ∇ – $\varphi = 0,124$. Расчетные зависимости: — $\varphi = 0,133$; --- $\varphi = 0,034$

Примечательно, что для несколько отличающихся значений объемной концентрации φ и средней скорости $U_m = 2,8$ м/с в работе [5] приведен подобный график, где

этот эффект (горбообразное распределение) еще слегка заметен.

На рис. 2 представлены экспериментальные [5÷7] и расчетные значения объемной

концентрации твердой фазы в вертикальном диаметральном сечении трубы для двух значений объемной доли твердой фазы $\varphi = 0,048$ и $\varphi = 0,134$ и скорости $U_m = 1,8$ м/с.

В этом случае, поскольку $U_m < U_{кр}$, должен реализоваться режим течения с возникновением слоя осадка твердых частиц на нижней образующей трубы. Опытное горбообразное распределение объемной концентрации твердой фазы не наблюдается. Расчетные значения концентрации частиц твердой фазы примерно так же согласуются с опытными данными, как и в предыдущем случае. Проведенное сопоставление опытных и расчетных данных показало, что, уточненная методика расчета позволяет рассчитать параметры гидросмеси для крупных частиц вплоть до относительных размеров $d/\lambda_i = 18,3$ и $D/d = 9,1$.

В табл. 2 приведены интегральные значения экспериментальных и расчетных величин, характеризующих рассмотренные опыты.

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что при перекачке со скоростью выше критической скорости соответствие между интегральными расчетными и опытными характеристиками двухфазного потока достаточно удовлетворительное и составляет около 5%.

При движении со скоростью меньшей критической скорости расхождение в величинах градиента давления более существенно и достигает кратности. В связи с этим отметим, что данное обстоятельство имеет место и при использовании совершенно других методов расчета. Так, в работе [15] при обсчете 44 опытов между экспериментальными и расчетными величинами градиента давления составляло $\pm 20\%$ от среднего значения градиента давления при наличии отдельных отклонений, доходящих до 45% от среднего значения, то есть тоже кратности. Такое значительное расхождение опытных и расчетных значений градиента давления, по-видимому, связано с упрощенными представлениями о движении частиц различной формы в потоке жидкости и взаимодействии частиц между собой и стенкой трубы и наличием слоя осаждения. Отметим также, что если вместо принятой в расчетах эллипсоидальной формы частиц, использовать эквивалентную по объему сферическую частицу, то расхождение между опытными и расчетными данными, как по интегральным характеристикам потока, так и по профилю объемной доли твердой фазы существенно возрастает.

дальней формы частиц, использовать эквивалентную по объему сферическую частицу, то расхождение между опытными и расчетными данными, как по интегральным характеристикам потока, так и по профилю объемной доли твердой фазы существенно возрастает.

Вертикальная труба

В случае вертикального трубопровода из общих потерь давления вычиталась величина избыточных гидростатических потерь давления, определяемых содержанием частиц твердой фазы $\Delta p = (\rho_p - \rho)gh$, где h – общая высота столба гидросмеси. То есть в качестве удельных потерь напора в вертикальном трубопроводе указывалась величина, определяемая именно наличием в потоке твердых частиц. При движении гидросмесей в вертикальных трубах предполагается, что имеется осесимметричное распределение частиц твердой фазы. К сожалению, в работах [4÷7] отсутствуют экспериментальные данные по распределению концентрации твердой фазы по радиусу. В работах [5÷7] приведены зависимости гидравлического уклона I от скорости перекачки двухфазных смесей при различных значениях объемной доли твердой фазы. Поскольку шероховатость поверхности в вертикальных трубах специальным образом не определялась, расчеты проводились в предположении, что поверхность гидравлически гладкая или имеет эквивалентную шероховатость $k_s = 20$ мкм.

На рис. 3, 4 и 5 представлены результаты расчетов для трех значений объемной доли твердой фазы $\varphi = 0,05$, $\varphi = 0,09$ и $\varphi = 0,14$.

Анализ представленных данных показывает, что в целом в диапазоне указанных параметров имеет место достаточно удовлетворительное соответствие между опытными и расчетными значениями при скоростях перекачки от 1,5–2 м/с и выше. Расхождение опытных и расчетных данных заметно возрастает в области небольших скоростей, соответствующих небольшим значениям гидравлического уклона I . Отметим, что аналогичное положение имеет место и в случае горизонтальных труб.

Таблица 2

Сравнение интегральных характеристик двухфазных потоков в горизонтальной трубе

№ п/п	Опыт			Расчет		
	φ	U_m	$(-dp/dx)$	φ	U_m	$(-dp/dx)$
1	0,048	4,1	1545 ¹	0,0483	4,29	1500
2	0,134	4,1	2320 ²	0,133	4,0	2200
3	0,034	1,8	588 ¹	0,0338	1,89	400
4	0,124	1,8	1250 ²	0,124	1,87	450

Примечание. ¹ – соответствует $\varphi = 0,05$; ² – соответствует $\varphi = 0,14$.

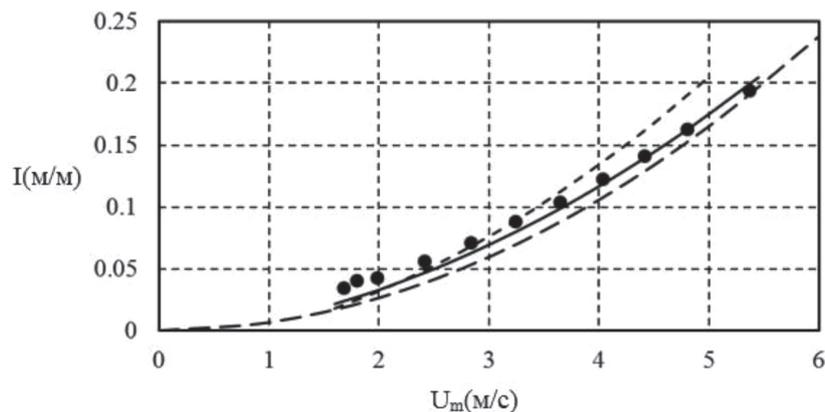


Рис. 3. Зависимость величины гидравлического уклона I от средней скорости U_m при $\varphi = 0,05$. Опытные значения – ●. Расчетные зависимости: --- $\varphi = 0$ (чистая вода, стенка гладкая); — $\varphi = 0,05$ (двухфазный поток, стенка гладкая); - · - $\varphi = 0,05$ (двухфазный поток, стенка шероховатая $k_s = 20$ мкм)

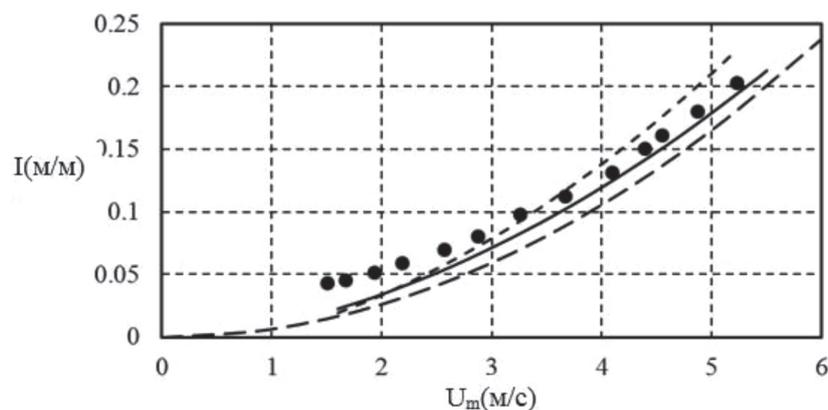


Рис. 4. Зависимость величины гидравлического уклона I от средней скорости U_m при $\varphi = 0,09$. Опытные значения – ●. Расчетные зависимости: --- $\varphi = 0$ (чистая вода, стенка гладкая); — $\varphi = 0,09$ (двухфазный поток, стенка гладкая); - · - $\varphi = 0,09$ (двухфазный поток, стенка шероховатая $k_s = 20$ мкм)

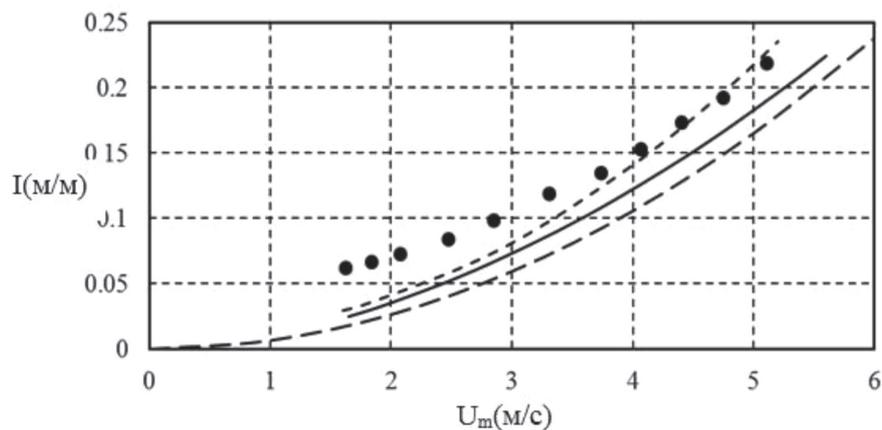


Рис. 5. Зависимость величины гидравлического уклона I от средней скорости U_m при $\varphi = 0,14$. Опытные значения – ●. Расчетные зависимости: --- $\varphi = 0$ (чистая вода, стенка гладкая); — $\varphi = 0,14$ (двухфазный поток, стенка гладкая); - · - $\varphi = 0,14$ (двухфазный поток, стенка шероховатая $k_s = 20$ мкм)

Заключение

Проведенный анализ позволил существенно уточнить используемый метод расчета, в части учета фактической формы твердых частиц при их движении в направлении движения потока вдоль трубы и при их перемещении в поперечном направлении, что приводит к различным значениям миделевого сечения перемещающейся твердой частицы в указанных направлениях, отличными от миделевого сечения эквивалентной сферической частицы. Показана возможность использования предложенного метода расчета для крупных твердых частиц, когда отношение характерных параметров потока достигает значений $d/\lambda_i = 18,3$ и $D/d = 9,1$.

При проведении дальнейших исследований представляется целесообразным уточнение методики расчета в части учета особенностей движения крупных частиц произвольной формы в потоке жидкости в части учета взаимодействия частиц между собой и стенкой трубы.

Список литературы

1. Кондратьев А.С., Швыдыко П.П. Физико-математическая модель и метод расчета гидротранспортирования твердых монодисперсных частиц // Вестн. МГПУ. Сер. Естест. науки. – 2017. – № 2 (26). – С. 59–69.
2. Кондратьев А.С., Швыдыко П.П. Гидротранспортирование монодисперсных частиц средней крупности по горизонтальным трубам // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 9. – С. 28–33.
3. Кондратьев А.С., Нья Т.Л. Основы расчета гидродинамических параметров при движении жидкости с монодисперсными крупными твердыми частицами в вертикальных трубах // Фундамент. исслед. – 2016. – № 9. – С. 35–42.
4. Vlasak P., Kysela B., Chara Z. Flow structure of coarse-grained slurry in a horizontal pipe // J. Hydrol. Hydromech. – 2012. – V.60. – № 2. – P. 115–124.
5. Vlasak P., Chara Z., Krupicka J., Konfrst J. Experimental investigation of coarse-grained particles-water mixture in horizontal and inclined pipes // J. Hydrol. Hydromech. – 2014. – V. 62. – № 3. – P. 241–247.
6. Vlasak P., Chara Z., Konfrst J., Krupicka J. Experimental investigation of coarse particle conveying in pipes // EPJ Web of Conference. – 2015. – T. 92, 02111. – 8 p.
7. Власак П. Течение крупнозернистых гидросмесей в трубах // Записки Горного института. – 2017. – Т. 225. – С. 338–341.
8. Гидротранспорт (вопросы гидравлики) / Н.А. Силин, Ю.К. Витошкин, В.М. Карасик и др. – Киев: Наукова думка, 1971. – 156 с.
9. Dillies R.G., Shook C.A. Modeling high concentration in settling slurry flow // Can. J. Chem. Engin. – 2000. – V. 78. – P. 709–716.
10. Тамаркин М.А., Тихонов А.А. Метод расчета съема металла при гидроабразивной обработке // Вестник ДГТУ. – 2011. – Т. 11, № 3(54). – С. 327–332.
11. Hadziahmetovic H., Hodzie N., Kahrmanovic D., Dzaferovic E. Computation fluid dynamics (CFD) based erosion prediction model in elbows // Tehnicki vjesnik. – 2014. – V. 21. – № 2. – P. 275–282.
12. Lee V.S., Matousek V., Chung C.K., Lee Y.N. Pipe size effect of hydraulic transport of jumoonjin sand – experiments in a dredging test loop // Terra et Aqua. – 2005. – № 99. – June. – 10 p.
13. Луцкий А.Е., Северин А.В. Простейшая реализация метода пристеночных функций // Препринт ИПМ РАН. – М., 2013. – 24 с.
14. Кондратьев А.С., Нья Т.Л., Швыдыко П.П. Обобщение формулы Колбрука – Уайта на течения жидкости в трубе с произвольной песочной шероховатостью стенки // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 1. – С. 74–78.
15. Messa G.V. Two – Fluid Model for Solid – Liquid Flows in Pipeline Systems. Doc. Dissert. Politecnico Milano. – 2013. – 218 p.

УДК 681.51

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НАЗЕМНОГО ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

¹Лукьянов В.В., ¹Медведев В.О., ²Медведева Ю.Д.

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, e-mail: vdmlknv@yandex.ru;

²Московский технологический университет, Москва, e-mail: medvedeva.j.d@mail.ru

В данной работе описаны особенности разработки и реализации бесплатформенной инерциальной навигационной системы для автоматической складской тележки. Для решения навигационной задачи наземного подвижного объекта использованы микромеханические инерциальные датчики STIM300 (производство фирмы Sensoror, Норвегия) и ADIS16488 (производство фирмы Analog Devices, США). Был реализован базовый алгоритм функционирования бесплатформенной инерциальной навигационной системы с незначительными изменениями, обусловленными необходимостью привязки системы координат к помещению. Были реализованы два режима функционирования бесплатформенной инерциальной навигационной системы с учетом априорной информации (остановок на маршруте, особенностей динамики движения объекта): автономный режим (отсутствие корректировок от внешних систем) и режим интегрирования с показаниями одометрической системы. В результате погрешность вычисления координат в автономном режиме составила менее 2,6%, в режиме интегрирования с показаниями одометрической системы – менее 0,2%.

Ключевые слова: автоматическое транспортное средство, бесплатформенная инерциальная навигационная система, микромеханические чувствительные элементы

DETERMINATION OF THE NAVIGATIONAL PARAMETERS OF A GROUND MOBILE OBJECT USING MICROMECHANICAL INERTIAL SENSORS

¹Lukyanov V.V., ¹Medvedev V.O., ²Medvedeva Yu.D.

¹Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: vdmlknv@yandex.ru;

²Moscow Technological University, Moscow, e-mail: medvedeva.j.d@mail.ru

In this paper, we describe the features of the development and implementation of the strapdown inertial navigation system for an autonomous storehouse. For solving the navigational task for a ground mobile object are used micromechanical inertial sensors STIM300 (manufactured by Sensoror, Norway) and ADIS16488 (manufactured by Analog Devices, USA). A basic algorithm for the functioning of the strapdown inertial navigation system was implemented with minor changes due to the need to link the coordinate system to the room. Two modes of functioning of the strapdown inertial navigation system were implemented, taking into account a priori information (stops on the route, features of the movement dynamics of the object): an autonomous mode (no corrections from external systems) and an integration mode with odometer system measurements. As a result, the error in determining coordinates in the autonomous mode was less than 2,6%, in the integration mode with odometer system was less than 0,2%.

Keywords: automatic vehicle, strapdown inertial navigation system, micromechanical sensors

Одна из актуальных задач, возникающих при построении автоматических систем управления подвижных объектов, – определение их навигационных параметров: линейных и угловых скоростей и ускорений, координат и углового положения. Одним из наиболее распространенных инструментов решения навигационной задачи являются бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС), интегрирующие вычисленные навигационные параметры с аналогичными параметрами других систем: одометрических, дальномерных и др.

В настоящее время наименее дорогими чувствительными элементами, в частности гироскопическими, для построения БИНС являются микромеханические датчики угловой скорости. В то же время дрейфы нуля и случайные угловые уходы для гироскопических каналов у данного типа датчиков приближаются к аналогичным параметрам

вибрационных и волоконно-оптических датчиков. При этом на рынке широко представлены не полнофункциональные БИНС, а блоки инерциальных чувствительных элементов (БЧЭ), в результате чего задача реализации навигационных алгоритмов, их корректировка для конкретных типов БЧЭ и подвижных объектов возлагается на пользователя-разработчика.

Целью работы является разработка бесплатформенной инерциальной навигационной системы для решения задачи определения местоположения автоматизированной паллетной тележки в пределах складского помещения. Погрешность определения координат не должна превышать 3% в автономном режиме, т.е. без использования показаний системы лидаров.

Квалифицированное и подробное описание алгоритмов начальной выставки в горизонт, навигации и интегрирования БИНС

можно найти в работах [1–3], их развитие и модификации, а также опыт применения на подвижных объектах различного типа, в том числе наземных, – в работах [4–6].

Используемые блоки микромеханических инерциальных чувствительных элементов

Для решения поставленной задачи были выбраны блоки современных микромеханических инерциальных чувствительных элементов STIM300 (производство Норвегия) [7] и ADIS16488 (США) [8]. Данные блоки содержат триады гироскопических датчиков угловой скорости, акселерометров и инклинометров. Блоки чувствительных элементов выполнены по технологии MEMS.

STIM300 – это инерциальное измерительное устройство с высокой частотой измерений и низким энергопотреблением, которое не подпадает под экспортные ограничения в области высокотехнологичной продукции ITAR и на сегодняшний день имеет самые низкие дрейфы нуля и случайные угловые уходы для гироскопических и акселерометрических каналов среди микромеханических датчиков [7]. В табл. 1 приведено сравнение используемых блоков чувствительных элементов.

Проведение калибровки, разработка алгоритмов начальной выставки в горизонт и навигации, адаптация их для конкретного носителя, интегрирование с показаниями внешних по отношению к блокам чувствительных элементов измерительных устройств позволили реализовать на базе блоков чувствительных элементов полнофункциональные интегрированные бес-

платформенные инерциальные навигационные системы.

Особенности подвижного объекта и маршрута его перемещения

В качестве подвижного объекта была выбрана автоматизированная паллетная тележка, функционирующая в многофункциональной системе, которая предназначена для автоматизации всех типовых напольных перемещений паллетных грузов на складе. Система состоит из электрической паллетной тележки, а также интеллектуальной системы автоматизации, которая обеспечивает возможность автономной работы без водителя.

Для вычисления координат и направления движения, а также для объезда препятствий используется система лидаров, представляющая собой излучатель, установленный на мобильной платформе, а также отражатели, закрепленные на стационарных вертикальных поверхностях помещения. Принцип работы аналогичной системы представлен в работе [9]. Погрешность вычисления координат системой лидаров составляет менее 1% при условии достаточной видимости трех отражателей. Курсовой угол может быть вычислен с точностью до угловых минут. Отражатели для лидаров были установлены в испытательном ангаре так и в таком количестве, чтобы обеспечить высокоточное определение координат и курса тележки с высокой точностью на всем протяжении маршрута, поэтому измерения системы лидаров могли быть использованы в качестве образцовых сигналов. Для определения скорости движения используются энкодеры, установленные на колесах тележки.

Таблица 1

Основные параметры STIM300 и ADIS16488

Параметр	Значение для STIM300	Значение для ADIS16488
Вес, г	55	60
Габариты, мм	45 × 39 × 22	47 × 44 × 14
Потребляемый ток, А	0,3	0,4
Частота опроса, макс., Гц	2000	2400
Гироскопические каналы		
Диапазон измерений, °/с	400	450
Дрейф нуля (дисперсия Аллана), °/ч.	0,5	5,1
Случайный угловой уход (дисперсия Аллана), °/√ч.	0,15	0,26
Нелинейность чувствительности, ppm	± 25..50	± 35
Акселерометрические каналы		
Диапазон измерений, g	10	18
Дрейф нуля (систематическая ошибка), mg	0,05	0,45
Случайный угловой уход, м/с/√ч.	0,07	0,29
Нелинейность чувствительности, ppm	± 100	± 280

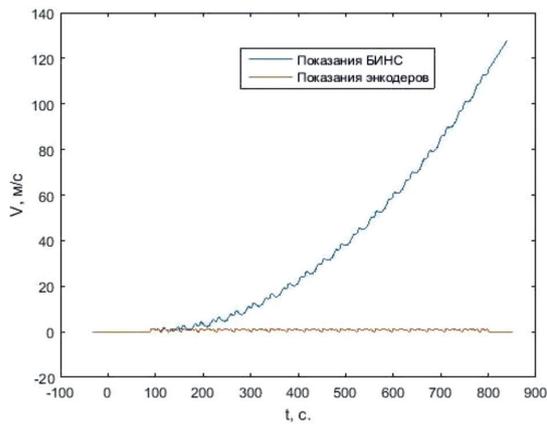


Рис. 1. График скорости, полученный в результате работы измененного базового алгоритма БИНС

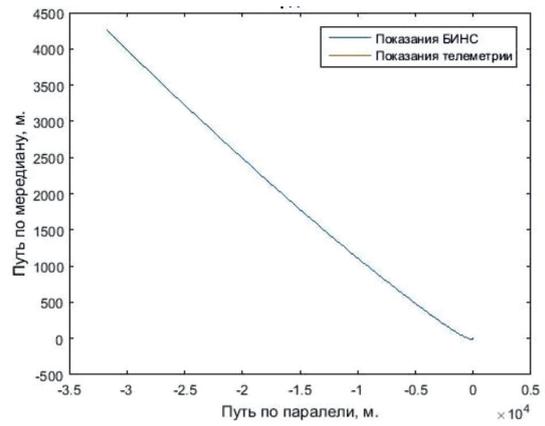


Рис. 2. График координат, полученный в результате работы измененного базового алгоритма БИНС

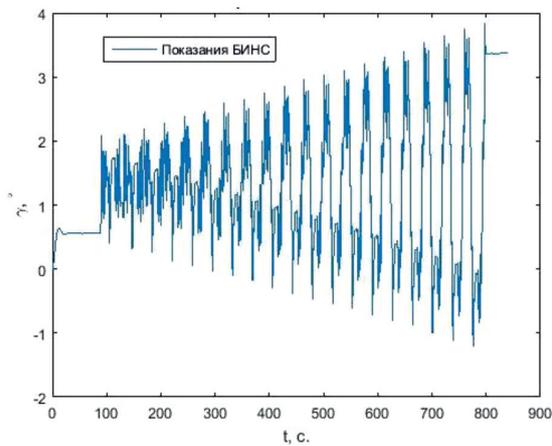


Рис. 3. График крена, полученный в результате работы измененного базового алгоритма БИНС

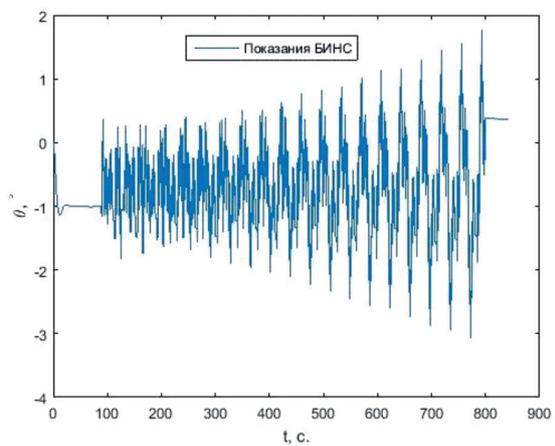


Рис. 4. График тангажа, полученный в результате работы измененного базового алгоритма БИНС

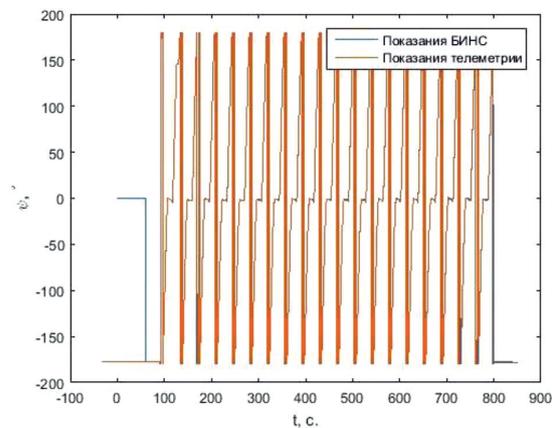


Рис. 5. График курса, полученный в результате работы измененного базового алгоритма БИНС (на всем протяжении маршрута)

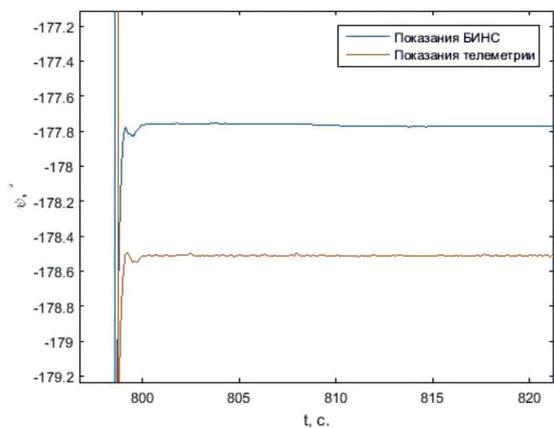


Рис. 6. График курса, полученный в результате работы измененного базового алгоритма БИНС (на участке маршрута)

При испытаниях на реальном складе были выявлены области протяженностью в десятки метров, на которых определение местоположения тележки оказалось либо невозможным, либо производилось с высокой погрешностью. В ходе испытаний были обнаружены ситуации, когда отражатели лидаров перекрываются различного рода объектами, такими как складская техника, грузы и т.п. Для решения этой проблемы было принято решение реализовать БИНС.

Реализованный алгоритм бесплатформенной инерциальной навигационной системы

Базовые принципы работы БИНС можно кратко изложить следующим образом. По результатам измерений гироскопических датчиков угловой скорости (ДУС), входящих в состав БЧЭ – блока микромеханических инерциальных чувствительных элементов (триады гироскопических ДУС и триады акселерометров) – производится аналитический расчет матрицы направляющих косинусов между связанной (с корпусом подвижного объекта) и навигационной системами координат (СК) [1]. В качестве навигационной используется полусвободная в азимуте СК. Первое интегрирование кажущихся ускорений в навигационной СК дает приращение линейной скорости движения, второе – приращение текущих координат. Для вычисления матрицы направляющих косинусов необходимо знать ее начальное значение, которое определяется по результатам начальной выставки в горизонт, проекции абсолютной угловой скорости связанной СК (измерения ДУС) и навигационной СК (рассчитываются с помощью результатов измерений акселерометров). Вычислительная схема базового алгоритма БИНС подробно изложена в работах [1, 10].

Для достижения поставленной цели в базовый алгоритм были внесены следующие изменения, обусловленные особенностями инерциального измерительного блока, подвижного объекта и испытательного маршрута.

1. Точность микромеханических ДУС недостаточна для счисления горизонтальной составляющей скорости вращения Земли, поэтому автономная начальная выставка по курсу не производится. Вместо этого один раз за весь маршрут осуществляется начальная выставка по заданному курсу – одномоментное совмещение истинного курса БИНС с курсом в системе координат ангара, определенным внешними датчиками – системой лидаров.

2. Средние значения выходных сигналов ДУС во время начальной выставки в гори-

зонт принимаются в качестве статической погрешности измерения (предполагается, что это дрейф ДУС «от запуска к запуску»).

3. В качестве навигационной принимается не полусвободная в азимуте СК, а СК, непосредственно связанная с ангаром. Таким образом, приращение координат вычисляется как интеграл данных проекций при нулевых начальных условиях. Вычисление углов ориентации производится при условии, что угол азимута (угол свободы навигационной СК – ϵ) равен нулю.

4. Вычисление кватерниона учета «медленного» углового движения за счет вращения вместе с Землей и за счет движения вдоль поверхности Земли происходит только на этапе начальной выставки в горизонт.

Реализация алгоритмов бесплатформенной инерциальной навигационной системы

Изначально был реализован базовый алгоритм БИНС с вышеприведенными изменениями. Графики, построенные по результатам вычислений данного алгоритма, приведены на рис. 1–6.

Как можно увидеть из графика на рис. 1, абсолютное значение скорости состоит из полезной составляющей, отражающей истинное движение объекта, и нелинейно растущей погрешности, превышающей 120 м/с за 700 секунд функционирования БИНС. Такая погрешность вычисления скорости обусловлена значительным приведенным гироскопическим дрейфом, вызванным нестационарными погрешностями микромеханических инерциальных датчиков – нелинейностью масштабных факторов, неортогональностью установки и др. Маршрут изобилует участками разворотов по курсу, в результате проявляется взаимное перекрестное влияние измерительных каналов. Приведенный дрейф приводит к систематическому накоплению погрешностей вычисления углов крена и тангажа (рис. 3, 4), а это, в свою очередь – к непрерывному интегрированию на маршруте составляющих ускорения свободного падения. Корректное вычисление координат (рис. 2) при таких больших значениях погрешностей не представляется возможным.

Однако значения курса, изображенные на рис. 5, 6, являются удовлетворительными – за 700 секунд интенсивного маневрирования абсолютная погрешность не превысила 0.8° .

Необходимость снижения погрешностей инерциальной системы требует применения алгоритмов самодемпфирования, однако на маршруте могут отсутствовать участки движения с постоянной скоростью.

С другой стороны, хорошо идентифицируются интервалы полной остановки, которые складская автоматическая тележка совершает периодически в силу специфики своего применения. Также в качестве априорной информации можно считать заведомое отсутствие бокового движения (заноса) тележки.

Таким образом:

1) путевая (продольная) скорость движения объекта рассчитывается как

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}, \quad (1)$$

где V_x , V_y – составляющие скорости по осям x и y ;

2) боковая (поперечная) скорость движения объекта полагается равной нулю;

3) составляющие скорости по осям x и y в СК, связанной с ангаром (N – навигационной), рассчитываются как

$$V_x^N = V \cos(H), \quad (2)$$

$$V_y^N = V \sin(H), \quad (3)$$

где H – курс инерциальной системы.

С учетом этой априорной информации в алгоритм функционирования БИНС были внесены изменения, в результате которых во время остановок производится выставка в горизонт с одновременным обнулением вычисленной БИНС оценки скорости. При этом коэффициенты демпфирования во время коротких остановок на маршруте необходимо выбирать существенно выше коэффициентов, которые используются при начальной выставке в горизонт, поскольку время начальной выставки в горизонт в отличие от времени остановки не ограничено.

В результате были реализованы два режима работы БИНС: автономный и демпфирования по скоростным измерениям энкодера. Автономный режим предполагает отсутствие корректировки показаний БИНС по результатам измерений внешних по отношению к БИНС измерительных устройств. Режим демпфирования по результатам скоростных измерений энкодера предполагает корректировку по результатам измерений энкодеров значений скорости перемещения по курсу.

На рис. 7–8 представлены графики координат маршрута одного из заездов, построенные в результате проведения испытаний на складе. На рис. 7 представлен график координат, вычисленных в автономном режиме работы БИНС, на рис. 8 – график координат БИНС, демпфированной по скоростным измерениям энкодера. Прямая линия на этих графиках появилась в результате совмещения координат БИНС и системы лидаров в начальный момент времени.

На рис. 9–10 представлены графики погрешностей вычисления координат демпфированной БИНС на базе STIM300 и ADIS16488 соответственно для трех заездов по одному маршруту.

Таким образом, удалось добиться снижения погрешности вычисления навигационных параметров по сравнению с автономным режимом работы БИНС. Погрешность вычисления координат в автономном режиме составила менее 2,6%, в режиме демпфирования по результатам измерений энкодера – менее 0,2%, что является достаточно низким значением для БИНС, построенной на микромеханических инерциальных чувствительных элементах низкого класса точности.

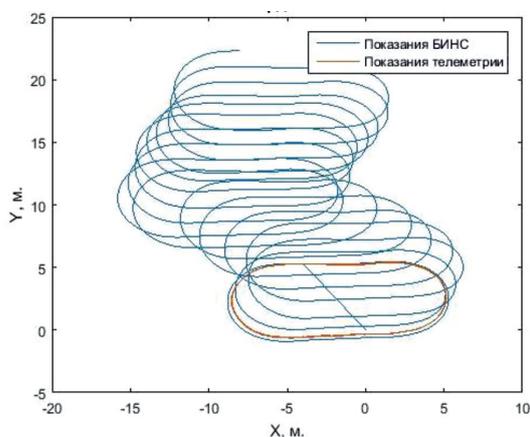


Рис. 7. Координаты в автономном режиме работы БИНС

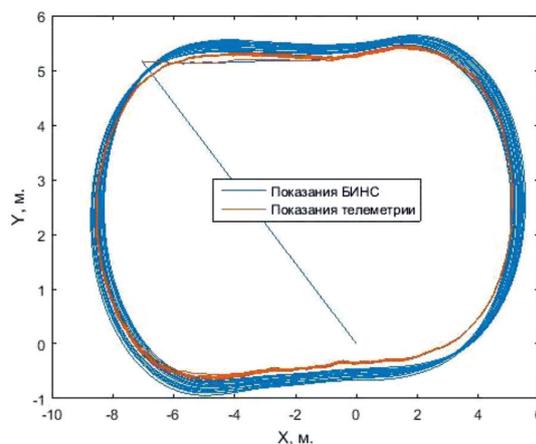


Рис. 8. Координаты БИНС, демпфированной по скоростным измерениям энкодера

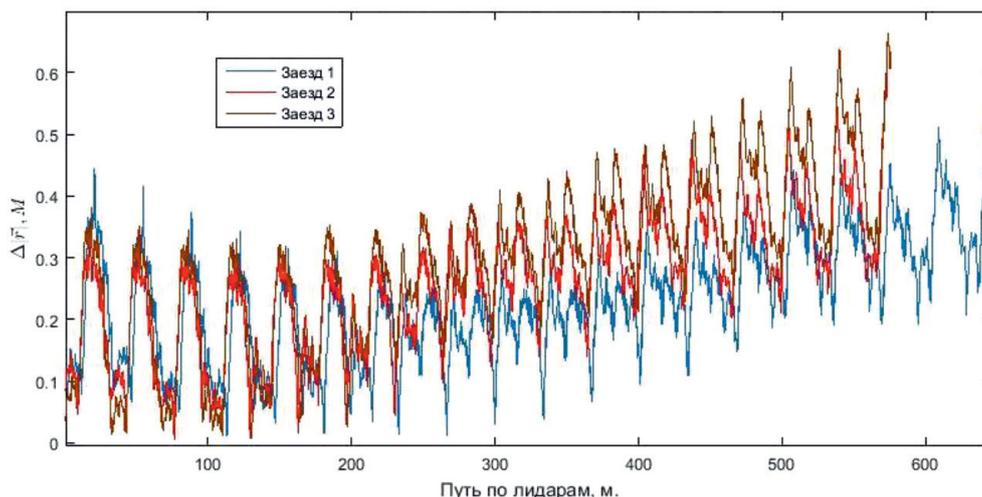


Рис. 9. Погрешности вычисления координат демпфированной БИНС на базе STIM300

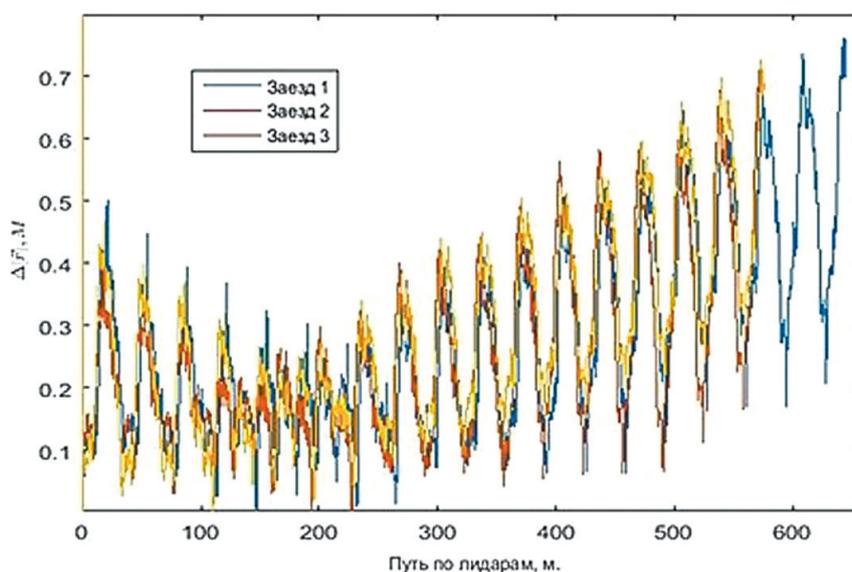


Рис. 10. Погрешности вычисления координат демпфированной БИНС на базе ADIS16488

Заключение

Разработанный навигационный алгоритм функционирования БИНС обладает следующими достоинствами, подтвержденными проведенными испытаниями:

1. Разработанный алгоритм проще базового алгоритма БИНС [1], что особенно важно для реализации его в реальном масштабе времени. Это связано с тем, что объект передвигается с малой скоростью по замкнутому маршруту небольшой площади, в качестве навигационной используется система координат, связанная с ангаром, поэтому нет необходимости учитывать эффекты переносного движения за счет вращения

полусвободной в азимуте системы координат в инерциальном пространстве и т.д.

2. Повторяемость – результаты разных заездов практически повторяют друг друга. Алгоритмы для блоков чувствительных элементов разной точности (STIM300, ADIS16488) идентичны.

3. Небольшая погрешность определения координат объекта в автономном режиме – при общей протяженности маршрута 650 м и многократных разворотах по курсу (9 полных оборотов) абсолютная погрешность составила 17 метров.

4. Небольшая погрешность определения координат объекта в режиме демпфирования по скоростным измерениям – при

аналогичных п. 3 параметрах маршрута абсолютная погрешность составила менее одного метра.

Список литературы

1. Paul G. Savage – Strapdown Analytics / Maple Plain. Strapdown Associates, 2nd edition, illustrated by Paul G. Savage. – 2000. – Vol. 1,2 – 1556 p.
2. Матвеев В.В. Инерциальные навигационные системы: учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – 199 с.
3. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.
4. Applied Inertial Navigation: Problems and Solutions. – М.: BMSTU Press, 2004. – 304 p.
5. Матвеев В.В. Основы построения бесплатформенных инерциальных систем. – СПб.: Электроприбор, 2009. – 280 с.
6. MEMS-based Inertial Navigation: Expectations and Reality. – М.: Bauman MSTU Press, 2012. – 208 p.
7. NovAtel. Документация SPAN OEM-IMU-STIM300 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novatel.com/assets/Documents/Papers/OEM-STIM300-PS.pdf> (дата обращения: 23.10.2017).
8. Analog Devices. Документация ADIS16488 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADIS16488.pdf> (дата обращения: 25.10.2017).
9. NASA. The design of laser retro-reflectors for the onboard lidar and the application in the docking mission of Tiangong-1 space lab module [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cdis.nasa.gov/lw18/docs/posters/13-Po49-Chen.pdf> (дата обращения: 26.10.2017).
10. Salychev O.S. Applied Inertial Navigation: Problems and Solutions. – М.: BMSTU Press, 2004. – 304 с.

УДК 662.74:553.946

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТОВ ФРАКЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ КАА-ХЕМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Монгуш Г.Р.

*ФГБУН «Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов» СО РАН, Кызыл,
e-mail: mongush983@mail.ru*

Малозольные и малосернистые, но с высоким выходом летучих компонентов каменные угли Каа-Хемского месторождения ограничиваются в применении. Настоящая статья посвящена изучению технических показателей продуктов фракционного разделения каменного угля для определения возможности и целесообразности их применения в различных отраслях промышленности. Анализ литературы показал, что на удельный вес каменного угля влияют петрографический состав, содержание минеральных примесей, содержание влаги и природа угольного вещества. Был проведен фракционный анализ угля. Определены показатели зольности и выход летучих веществ легкой, средней и тяжелой фракций. Была определена удельная поверхность полукокса легкой фракции и исследованы микрофотографии на микроскопе. В результате исследований технических показателей продуктов фракционного разделения углей Каа-Хемского месторождения определены перспективные направления получения из них углеродных материалов.

Ключевые слова: каменный уголь, фракционный анализ, пиролиз, удельная поверхность, выход летучих веществ

ANALYSIS OF TECHNICAL INDICATORS OF PRODUCTS OF FRACTIONAL SEPARATION OF THE KAA-KHEM'S COAL

Mongush G.R.

*Tuvinian Institute for the Exploration of Natural Resources of the Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences, Kyzyl, e-mail: mongush983@mail.ru*

Low-ash and low-sulfur but high in volatile components of Kaa-Khem's coal limited in use. This paper is devoted to analysis of technical indicators of products of fractional separation of coal for determine the feasibility of its application in various industries. The literature analysis has shown that the petrographic composition, mineral impurities content, moisture content and nature of coal substance affect to specific gravity of coal. Fractional analysis of coal was carried out. Indicators of the ash content and volatile substances of light, medium and heavy fractions are defined. The specific surface of light fraction semi-coke was determined. Photomicrographs on a microscope are investigated. As a result of research of technical indicators of products of fractional separation of the Kaa-Khem's coal prospective directions of generating carbon materials from them are determined.

Keywords: coal, fractional analysis, pyrolysis, specific surface, volatile matter yield

В настоящее время Тувинская горно-рудная компания ищет экономически обоснованную технологию переработки своих углей (*не исключено, что на своей территории*), так как данные угли не подходят (*в силу своих особенных свойств*) к существующим технологиям промышленных углеперерабатывающих предприятий России (*с дорогостоящим оборудованием*).

Применение газово-жирных тувинских углей в коксохимических заводах, получающих кокс, ограничивается тем, что при слоевом коксовании они образуют микротрещины, что существенно снижает его прочность.

Не нашли свое применение газовые угли и в процессах газификации, так как имеют свойства спекаться при слоевом горении [1].

Каменный уголь Каа-Хемского месторождения имеет уникальные свойства – малозольность и малосернистость, но высокий выход летучих компонентов ограничивает его в применении [2].

Принято считать, что выход летучих веществ привязан к степени углефикации, но смешивать это понятие с маркой нельзя. Марка угля основывается на технологических свойствах угля. Степень углефикации определяется при исследовании геологических и физико-химических условий формирования каменного угля.

Выход летучих веществ определяет отрасли применения угля, а также на нем основывается классификация угля по маркам.

Высокий выход летучих компонентов каменного угля при сжигании способствует и повышенному образованию сажи (*несгоревшая частичка угля*) через трубы печи. Для использования каменного угля в топках со слоевым сжиганием желательнее уменьшить данный показатель (*не более 25%*).

Используя различные процессы обогащения угля, можно получить продукты с заданным качеством. Наиболее экономически обоснованным является гравитационный метод обогащения.

Гравитационные методы обогащения основываются на различии удельного веса компонентов угля, в свою очередь на удельный вес влияют: состав минеральных примесей, петрографический состав, влажность и т.д. [3].

Исследования авторов данной работы [4], подтвердили, что во фракциях угля (марка КС) с плотностью более 1400 кг/м^3 содержатся ароматичные фюзенизированные компоненты, а для фракций угля с плотностью менее 1300 кг/м^3 характерно содержание витринитовых гелифицированных веществ.

Общий вывод: суммарный выход летучих веществ каменных углей зависит не только от степени их метаморфизма, но и от петрографического состава.

Для установления способности к процессам экстрагирования, газификации, полукоксования и коксования, а также способности обогащаться и брикетироваться целесообразно проводить технологические исследования углей.

Целью данной работы являлось изучение технических показателей продуктов фракционного разделения каменного угля Каа-Хемского месторождения, для определения возможности и целесообразности их применения в различных отраслях промышленности.

Материалы и методы исследования

Для исследования были отобраны пробы углей, по общепринятым методикам (ГОСТ 9815-75) на Каа-Хемском месторождении (КУ).

Определение и представление показателей фракционного анализа выполнено по ГОСТ 4790-93, сущность которого заключается в расслоении исследуемого угля на фракции в жидкостях различной плотности. Расслоение каменного угля производилось одновременно в жидкостях, имеющих плотность $1300, 1500, 1800 \text{ кг/м}^3$ в водном растворе хлорида цинка (см. рис. 1).

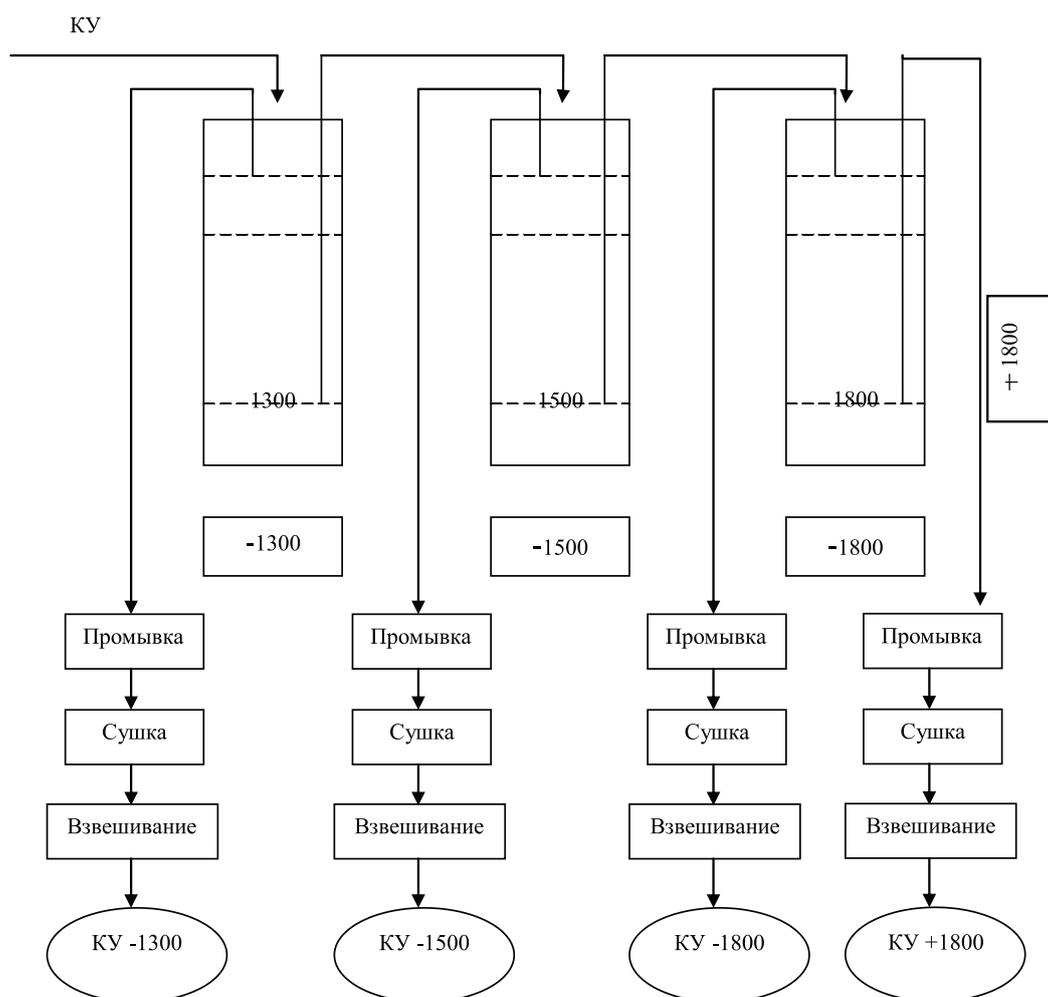


Рис. 1. Схема фракционного анализа каменного угля

Таблица 1

Результаты расслоения углей, определения зольности и выхода летучих веществ

Исходный образец	Плотность жидкости, кг/м ³	Выход фракции, %		Зольность фракции A _d (%), %		Выход летучих веществ V _d , %	
		всплывшей	потонувшей	всплывшей	потонувшей	всплывшей	потонувшей
Каа-Хемский уголь (2Г): Зольность угля – 6,5% Выход летучих веществ угля – 33,7%	1300	35,3	–	5,94	–	28,05	–
	1500	3,6	–	4,92	–	22	–
	1800	51,5	9,6	5,62	26,25	25,9	15,7

Аналитическим исследованиям подвергались легкая фракция с плотностью менее 1300 кг/м³, средняя фракция с плотностью 1300–1800 кг/м³, тяжелая фракция с плотностью более 1800 кг/м³.

Технический анализ каменного угля проводился согласно стандартным методам: ГОСТ 11022-95 – содержание золы A_d (%); ГОСТ Р 55660-2013 – выход летучих веществ V_d (%).

Элементный анализ каменного угля выполнен на автоматическом элементном анализаторе содержания C, H, N, S, O «Flash2000».

Пиролиз угля проводили с помощью закрытых стальных микрореакторов в муфельной печи при температурах 650 °C и 850 °C (время выдержки 2 часа).

В полученных образцах исследовали удельную поверхность на анализаторе тонкодисперсных веществ «Термосорб F». Поверхность полукоксов была изучена на настольном сканирующем электронном микроскопе Hitachi TM1000.

Результаты исследования и их обсуждение

Из табл. 1 видно, что

– Легкая фракция с плотностью менее 1300 кг/м³ – третья часть угля характеризуется малым содержанием минеральных примесей и высоким выходом летучих веществ.

Из работы [4] было выявлено, что максимальное содержание витринизированных включений концентрируется в данной фракции, которые отвечают за спекаемость углей, растворимость в органических растворителях, влажность, зольность, механические свойства и т.д.

Сорбционная емкость углеродных сорбентов напрямую связана с пористостью материала (соответственно и с выходом летучих веществ). Размеры пор отличаются размерностью – макро-, мезо- и микропоры [5]. В данном материале преобладают мезопоры.

– Средняя фракция с плотностью 1300–1800 кг/м³ – более 50% угля является малозольной, а выход летучих веществ снизился от исходного угля и находится в пределах 22–26%.

– Тяжелая фракция с плотностью более 1800 кг/м³ – десятая часть угля является высокозольной и с наименьшим выходом летучих веществ. Минеральная часть в данной фракции составляет более 26%, так как при сжигании каменных углей Каа-Хемского месторождения золошлаковые отходы по составу характеризуются как малоглиноземистые и кремнистые, с достаточно высоким содержанием оксидов Ca и тяжелого металла Fe [6].

При пиролизе в образцах с плотностью более 1800 кг/м³ спекающая и коксующая способность углей не обнаружилась. Данные понятия были рассмотрены и уточнены в работе [7], где термины «спекающая способность» и «коксующая способность» целесообразно применять исключительно для ископаемых углей, а термины «спекаемость» и «коксуемость» – для угольных смесей и угольных шихт.

Угли с плотностью менее 1800 кг/м³ не потеряли спекающую и коксующую способность.

Таблица 2

Элементный анализ исходного угля и угля, с плотностью менее 1300 кг/м³

Маркировка образца	Содержание, мас. %			
	N	C	H	S
КУ исходный	1,39	77,57	5,67	0,43
КУ-1300	1,50	77,66	5,78	0,32

Таблица 3

Удельная поверхность полукоксов с плотностью менее 1300 кг/м³

Исходный уголь	0,33 м ² /г
Полукоксов 650	75,62 м ² /г
Полукоксов 850	138,9 м ² /г

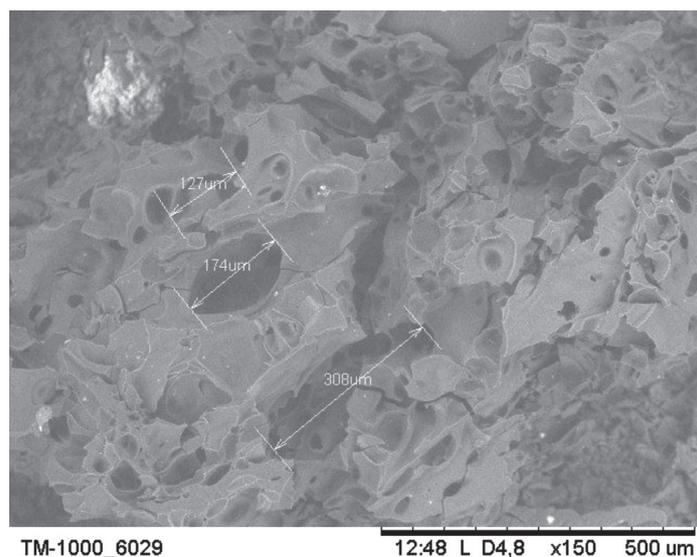


Рис. 1. Микрофотография углеродного материала, полученного при температуре 650 °С

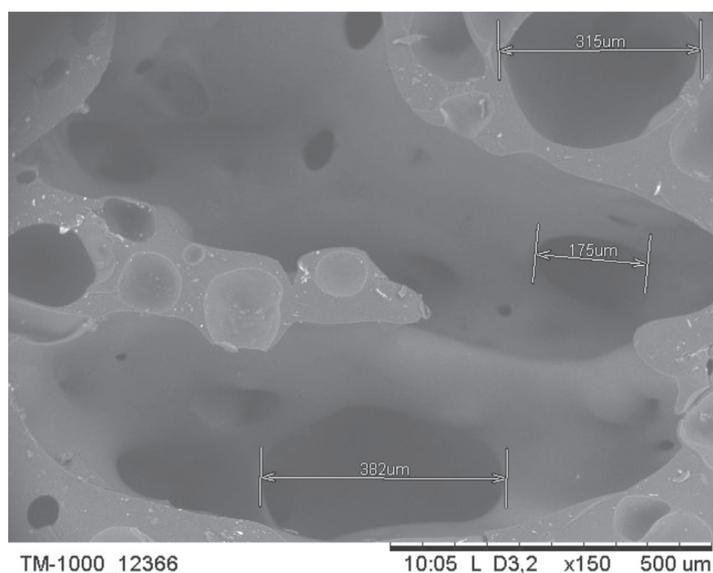


Рис. 2. Микрофотография углеродного материала, полученного при температуре 850 °С

Из табл. 2 видно, что существенных изменений по элементному составу исходного угля и угля с плотностью менее 1300 кг/м³ нет, лишь на одну десятую долю уменьшилось содержание серы. Малая часть серы удалась в более тяжелую фракцию вместе с минералами, так как в углях сера присутствует в составе органической массы и в составе минеральных примесей (сульфиды и сульфаты металлов), а также в свободном состоянии в виде элементной серы. А также на десятую долю увеличивается содержание азота, так как при одной стадии метаморфизма угля содержание азота до-

стигает максимальных значений при наибольшем содержании группы витринита.

В табл. 3 и рис. 2, 3 представлены удельная поверхность и микрофотографии углеродного материала с плотностью 1300 кг/м³, так как для получения угольных сорбентов нам интересен исходный материал с высоким показателем выхода летучих веществ.

Из данных материалов видно, что с ростом температуры пиролиза возрастает и формируется более гладко-пористая структура углеродного остатка, соответственно, и увеличивается удельная поверхность.

Заключение

В результате исследований технических показателей продуктов фракционного разделения углей Каа-Хемского месторождения определены перспективные направления получения из них углеродных материалов. Углеродные сорбенты, активированные угли можно получить из легкой фракции угля. Для получения кокса, полукокса, науглероживателя наиболее пригодна средняя фракция, а топливные брикеты и бездымное бытовое топливо целесообразно получать из тяжелой фракции исследуемого угля.

Список литературы

1. Котельников В.И. Экологически безопасные технологии получения угольного топлива / В.И. Котельников, В.Я. Федянин, А.В. Баринов, Е.А. Рязанова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 3/1. – С. 42–46.
2. Тувинская горнорудная компания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tugrk.ru/> (дата обращения: 12.10.17).
3. Петрология углей: учебное пособие / под ред. Н.Ф. Столбова, Е.Р. Исаева. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 77 с.
4. Федорова Н.И. Состав и физико-химические свойства фракций каменного угля различной плотности / Н.И. Федорова, С.Ю. Лырщиков, Л.М. Хицова, З.Р. Исмагилов // Химия в интересах устойчивого развития. – 2015. – Т. 23, № 2. – С. 111–115.
5. Монгуш Г.Р. Исследования способности углеродной матрицы к адсорбции загрязняющих веществ на примере катионов стронция / Г.Р. Монгуш, В.И. Котельников, А.В. Баринов // Кокс и химия. – 2015. – № 9. – С. 32–35.
6. Янчат Н.Н. Микроэлементный состав углей Каа-Хемского месторождения / Н.Н. Янчат, Л.Х. Тас-оол // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию ТувИКОПР СО РАН (14–15.10.2015 г., Кызыл, Россия) / Отв. ред. докт. экон. наук Г.Ф. Балакина [Электронный ресурс: ноябрь 2015]. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2015. – 324 с.
7. Иванов В.П. Коксующая способность и генетическая совместимость как признаки технологической ценности ископаемых углей для слоевого коксования / В.П. Иванов, И.С. Бондаренко, С.А. Пантыкин // Кокс и химия. – 2011. – № 11. – С. 8–15.

УДК 624.138

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК В СОСТАВАХ ЦЕМЕНТОГРУНТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДАМИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Панков П.П., Коновалова Н.А., Дабизжа О.Н.

Забайкальский институт железнодорожного транспорта, Чита, e-mail: zabizht_engineering@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по применению стабилизирующих добавок различной природы в составах цементогрунтов, модифицированных отходами теплоэнергетики Забайкальского края. Приведены характеристики исходного минерального сырья (портландцемент, зола уноса Читинской ТЭЦ-2). Показана зависимость прочностных характеристик модифицированных цементогрунтов на основе суглинка и супеси от массовой доли портландцемента и золошлакового материала. Найдено оптимальное содержание золы уноса (10 мас. %) и портландцемента (8 мас. %) в цементогрунтах для получения дорожно-строительных композитов с максимальной прочностью. Установлено, что стабилизатор Криогелит, разработанный в Забайкальском институте железнодорожного транспорта, позволяет получать цементогрунт с наиболее высокой прочностью и морозостойкостью (не менее F15), при содержании портландцемента 8 мас. %. Выявлено, что стабилизирующая добавка полимерного типа Криогелит способствует образованию вторичных грунтовых микроагрегатов и приводит к образованию плотной коагуляционной структуры в цементогрунтах.

Ключевые слова: цементогрунт, золошлаковые отходы, стабилизирующая добавка, дорожно-строительные материалы, глинистый грунт, стабилизация грунта

THE USE OF STABILIZING ADDITIVES IN COMPOSITIONS OF CEMENTOGRONTS MODIFIED BY WASTE OF HEAT-POWER ENGINEERING

Pankov P.P., Konovalova N.A., Dabizha O.N.

Zabaikalsky Railway Transport Institute, Chita, e-mail: zabizht_engineering@mail.ru

The results of research on the use of stabilizing additives of various nature in the compositions of cementitious materials modified by the waste of heat power engineering of the Transbaikalian Territory are presented in this article. The characteristics of the initial mineral raw material (Portland cement, fly ash from Chita CHPP-2) are given. Dependence of strength characteristics of modified cement mortars on the basis of loam and sandy loam on the mass fraction of Portland cement and ash and slag material is shown. It was found that the optimum content of fly ash and Portland cement in cementitious grouts for the production of road-building composites with a maximum strength of 10 and 8 wt. % respectively. It is established that the Cryogelite stabilizer, developed at the Transbaikalian Institute of Railway Transport, makes it possible to produce a cement with the highest strength and frost resistance (at least F15) with a portland cement content of 8 wt. %. It is revealed that the stabilizing additive of the polymer type Cryogelite promotes the formation of secondary soil microaggregates and leads to the formation of a dense coagulation structure in cementitious grouts.

Keywords: cement cement, ash-and-slag wastes, stabilizing additive, road building materials, clayey soil, stabilization of soil

Дефицит кондиционных минеральных материалов во многих регионах России является основной причиной резкого увеличения цен дорожного строительства. Применение местного минерального сырья и отходов производства, улучшенных стабилизирующими добавками различной природы, является эффективным способом снижения материально-технических затрат, а также решения комплекса острых экологических проблем [1]. Многочисленные исследования второй половины XX века свидетельствуют, что зарубежные стабилизаторы грунта неэффективны ввиду их высокой стоимости и неприменимости в условиях северных регионов [2]. В этой связи перспективным направлением является разработка составов дорожно-строительных материалов на основе местных сырьевых материалов, модифицированных стабили-

зирующими добавками, улучшающими их водостойкость, морозостойкость и прочностные характеристики [3–5].

Целью настоящей работы является разработка составов эффективных цементогрунтов на основе местных глинистых пород, модифицированных отходами теплоэнергетики Забайкальского края и стабилизирующими добавками различной природы.

Исходными сырьевыми материалами выбраны суглинок и супесь по ГОСТ 25100-2011 (Забайкальский край); зола уноса ТЭЦ-2 (г. Чита). В качестве вяжущего использован портландцемент марки ЦЕМ II/A-III 32,5Б Ангарского цементно-горного комбината (Иркутская область), в качестве стабилизаторов цементогрунта – известные на рынке АНТ; Статус; полифилизаторы ПГСЖ 1 и ПГСП 3; полимерная эмульсия М 10+50 и добавка полимерного типа Криогелит, разработанная

в Забайкальском институте железнодорожно-го транспорта (ЗабИЖТ ИрГУПС).

Химический состав портландцемента (ПЦ) и золы уноса (ЗУ) определяли спектрометром эмиссионным *Optima 5300DV* (167-403 нм) *PerkinElmer*, методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС). ИК-спектр ЗУ регистрировали инфракрасным Фурье-спектрометром SHIMADZU FTIR-8400S на таблетках с KBr, приготовленных по стандартной методике. Эффективную удельную активность ($A_{эфф}$) природных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) в пробе ЗУ измеряли в соответствии с требованиями СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». Плотность исходных и стабилизированных грунтов определяли пикнометрическим методом, в качестве рабочей жидкости использовали керосин ТС-1 ($\rho = 0,78 \text{ г/см}^3$). Удельную поверхность образцов измеряли методом воздухопроницаемости на приборе Товарова Т-3, постоянная прибора, установленная по эталонному минеральному порошку, равна 29,91. Прочностные характеристики изучали в соответствии с ГОСТ 23558-94 на образцах, подвергнутых полному водонасыщению. Электронно-микроскопические фотографии регистрировали растровым электронным микроскопом JEOL JSM-6510LV на базе ЦКП «Прогресс» ФГБОУ ВО ВСГУТУ (г. Улан-Удэ).

Выявлено, что проба ЗУ по радиационному признаку относится к 1 классу, так как величина $A_{эфф}$ составляет 248 Бк/кг (экспертное заключение ООО «ЛЭП» № 18 от 29.12.2014 г.). Следовательно, в соответствии с ГОСТ 30108-94, сырьевой материал

может использоваться в строительстве без ограничений.

Прочность цементогрунтов во многом зависит от качества цемента, которое можно оценить по его химическому составу. Данные табл. 1 указывают на благоприятные значения силикатного и глиноземного модулей исследуемого ПЦ, составляющие 2,4 и 1,8 соответственно. Во же время гидравлический и кремнеземный модули вяжущего равны 1,0 и 3,8 соответственно.

Таблица 1

Содержание некоторых оксидов в составе портландцемента

ω, мас. %					
Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	SiO ₂	SO ₃
8,51	46,89	4,83	4,48	32,07	3,22

Исследуемая ЗУ имеет алюмосиликатный состав, ω, мас. %: 36,1 SiO₂; 10,2 Al₂O₃; 7,80 Fe₂O₃; 1,42 MgO; 0,56 Na₂O; 1,21 K₂O; 0,41 TiO₂; 0,61 SO₃; 9,37 CaO; 0,4 CaO_{св.}. Показатели гидравлической активности исследуемой ЗУ Читинской ТЭЦ-2 представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели гидравлической активности исследуемой золы уноса

Показатели	Значения
Модуль основности M_0	0,27
Силикатный модуль M_c	2,00
Коэффициент качества K	0,57
Содержание CaO _{общ.} , мас. %	9,37
Содержание CaO _{своб.} , мас. %	0,40

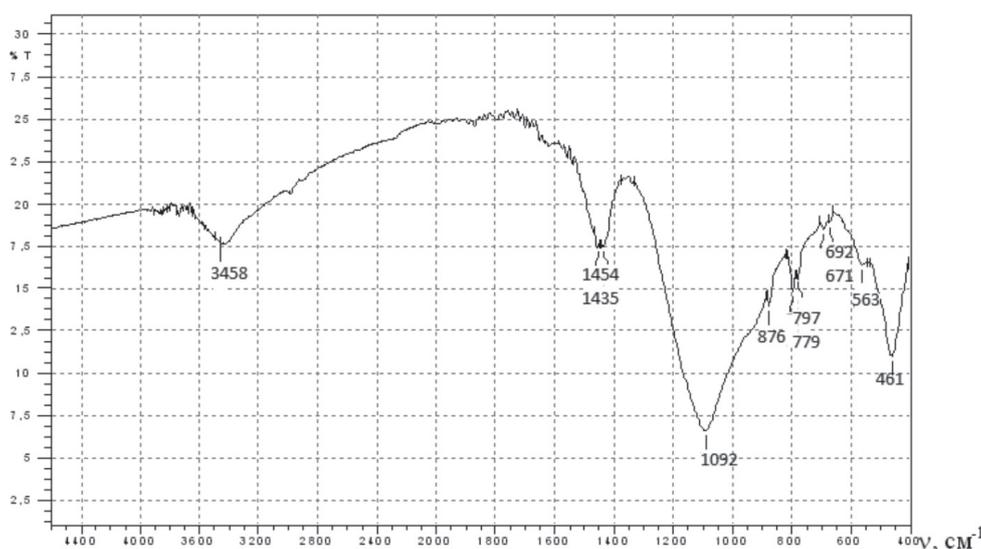


Рис. 1. ИК-спектр золы уноса ТЭЦ-2

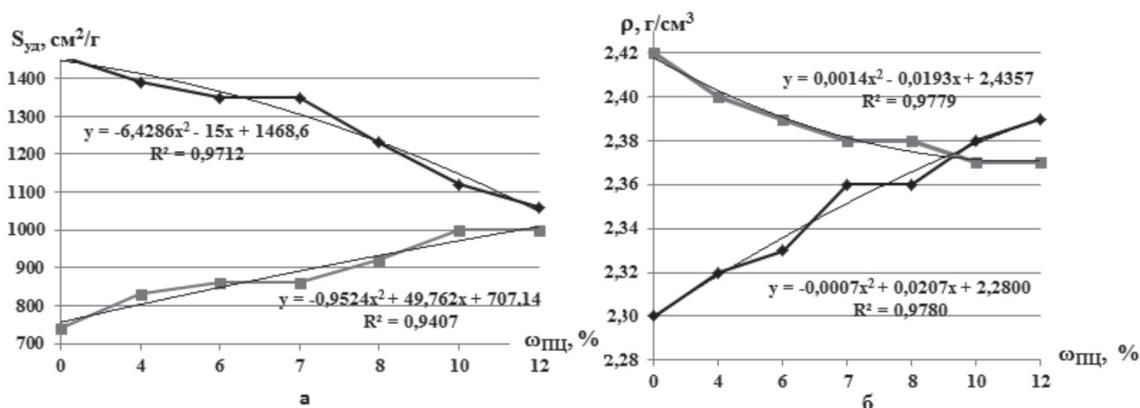


Рис. 2. Зависимость удельной поверхности (а) и плотности (б) модифицированных золой уноса ($\omega = 10$ мас. %) цементогрунтов от содержания в них портландцемента:

—■— — суглинок; —●— — супесь

Анализ данных табл. 2 показал, что ЗУ Читинской ГЭЦ-2 по гидравлическим свойствам относятся к скрыто-активным. Методом инфракрасной спектроскопии (ИКС) в составе ЗУ обнаружен кальцит, что подтверждают полосы поглощения с максимумами при 1454; 1435 и 876 cm^{-1} , связанные с валентными и деформационными колебаниями группы CO_3^{2-} (рис. 1).

Характеристические полосы поглощения с максимумами при 797; 779 cm^{-1} и 692; 671 cm^{-1} , свидетельствуют о наличии в пробе ЗУ кварца и кристобалита. Полосы поглощения с максимумами при 563 и 461 cm^{-1} (Fe-O) принадлежат гематиту, а при 3458 и 1092 cm^{-1} отвечают валентным колебаниям групп OH и Si-O-Si (Al).

Методом подбора установлено, что оптимальное содержание ЗУ в системе грунт – зола уноса – портландцемент составляет 10 мас.%, а ПЦ – 8 мас.%. Зависимость удельной поверхности и плотности цементогрунтов от массовой доли портландцемента приведена на рис. 2.

Выявлено, что в модифицированных цементогрунтах на основе супеси плотность и удельная поверхность равны $\rho = 2,38$ g/cm^3 , $S_{уд} = 920$ cm^2/g , а на основе суглинка – $\rho_{уд} = 2,36$ g/cm^3 , $S_{уд} = 1230$ cm^2/g . Следовательно, образцы цементогрунта с оптимальным содержанием вяжущего имеют практически одинаковую плотность материала. Пределы прочности на сжатие ($R_{сж}$) и при изгибе ($R_{изг}$), марка по морозостойкости цементогрунтов, модифицированных 10 мас.% ЗУ в зависимости от содержания ПЦ и типа стабилизирующих добавок представлены в табл. 3.

Выявлено, что тип грунта (суглинок, супесь) не влияет на величину предела прочности на сжатие для исходных образцов

без стабилизаторов. Несмотря на то, что наивысшая прочность цементогрунтов, стабилизированных добавкой АНТ, имеет место при массовой доле вяжущего 10%, их марка по морозостойкости менее F15, что не соответствует нормативным требованиям. Кроме того, образцы с массовой долей ПЦ 6 и 8 мас.% имеют близкие значения прочностных характеристик. В этой связи целесообразно применять 6 мас.% вяжущего, что согласуется с рекомендациями разработчика стабилизатора грунта АНТ.

Использование стабилизатора Статус позволяет получать морозостойкий материал только при содержании ПЦ 12 мас.%, при этом максимальная прочность на сжатие при 20°C наблюдается при 10 мас.% ПЦ, вне зависимости от типа грунта. Образцы цементогрунта, улучшенные полифизикатором ПГСЖ 1 и ПГСП 3 ($\omega_{ПЦ} = 6-12$ мас.%) имеют высокие прочностные характеристики, соответствующие нормативным требованиям, однако они не соответствуют требуемой марке по морозостойкости. Требуемая марка по прочности и морозостойкости цементогрунтов, стабилизированных добавкой М10 + 50, имеет место исключительно у образцов с массовой долей ПЦ 12 мас. %.

Максимум прочности для образцов цементогрунта, стабилизированных полимерной добавкой Криогелит, наблюдается при массовом содержании ПЦ равном 8%. Найдено, что все цементогрунты, кроме образцов на основе супеси с массовой долей ПЦ 6 мас.%, имеют требуемую марку по морозостойкости. Следовательно, среди всех исследуемых стабилизирующих добавок только АНТ и Криогелит позволяют получать материал с наиболее высокой прочностью и морозостойкостью, марки не менее F15, при содержании ПЦ 8 мас.% (рис. 3).

Таблица 3

Физико-механические характеристики цементогрунтов, стабилизированных добавками ANT ($\omega = 0,0071$ мас. %); Статус ($\omega = 0,25$ мас. %); ПГСЖ 1 и ПГСЖ 3 ($\omega = 0,04$ и $2,00$ мас. %); M10+50 ($\omega = 1,5$ мас. %); Криогелит ($\omega = 1,0$ мас. %)

Грунт	Стабилизирующая добавка	$\omega_{\text{ПШР}}$, мас. %	$R_{\text{сж}2}$, МПа		$R_{\text{сж}1}$, МПа		$R_{\text{сж}}$ 20 °С, МПа	Марка по морозостойкости
			водонасыщение					
			капилляр.	полное	капилляр.	полное		
Суглинок	ANT	6	3,06	2,30	1,00	0,55	2,95	F15
		8	2,98	2,27	1,58	1,27	3,04	
		10	2,88	2,25	1,42	1,40	3,48	< F15
		12	2,75	2,00	1,46	1,44	2,52	
Супесь		6	2,30	1,95	1,00	0,95	3,00	F15
		8	2,30	2,03	1,31	1,27	2,98	
		10	2,97	2,45	1,40	1,25	3,05	< F15
		12	2,77	2,75	1,40	1,30	2,48	
Суглинок	Статус	6	2,45	2,20	1,28	1,20	1,80	< F15
		8	2,50	2,29	1,43	1,37	1,88	
		10	2,65	2,27	1,32	1,27	3,33	
		12	3,12	3,10	0,96	0,67	2,52	
Супесь		6	2,12	2,00	1,00	0,98	1,78	< F15
		8	2,30	1,98	1,45	1,34	1,80	
		10	2,28	2,25	1,27	1,12	2,98	
		12	2,95	2,20	1,00	0,71	2,75	
Суглинок	ПГСЖ 1 ПГСЖ 3	6	2,15	2,00	0,49	0,40	2,55	< F15
		8	2,63	2,14	0,57	0,49	2,60	
		10	2,86	2,96	0,53	0,64	4,32	
		12	2,74	2,59	0,71	0,64	4,88	
Супесь		6	2,00	2,00	0,44	0,40	2,40	< F15
		8	2,45	2,20	0,60	0,51	2,45	
		10	2,65	2,58	0,60	0,58	3,85	
		12	2,70	2,60	0,65	0,50	4,00	
Суглинок	M10 + 50	6	2,28	–	1,15	–	2,64	–
		8	2,85	2,48	1,30	0,90	2,87	
		10	2,80	2,15	1,40	0,98	3,03	
		12	2,78	1,89	1,40	1,10	3,00	
Супесь	M10 + 50	6	1,84	1,20	0,87	–	1,88	< F15
		8	2,65	2,38	1,00	0,78	2,56	
		10	2,65	2,41	1,20	1,00	2,61	
		12	2,20	2,20	1,35	1,05	2,35	
Суглинок	Криогелит	6	2,02	2,08	1,08	1,04	3,69	F15
		8	2,91	2,54	1,28	1,36	3,92	
		10	2,50	2,40	1,42	1,42	3,12	
		12	2,65	2,38	1,50	1,48	3,00	
Супесь		6	2,00	2,00	0,98	1,00	3,00	< F15
		8	2,48	2,16	1,10	1,10	3,50	
		10	2,45	2,10	1,34	1,25	3,15	
		12	2,40	2,10	1,45	1,42	3,20	

Стабилизирующая добавка полимерного типа Криогелит может взаимодействовать с глинистыми минералами в грунте, тем самым способствовать образованию вторичных грунтовых микроагрегатов. Полимер не вступает в химическое взаимодействие

с портландцементом, а выполняет роль пластификатора, образуя вокруг частиц пластифицирующую пленку. Это подтверждается микрофотографиями исходных и стабилизированных добавкой Криогелит цементогрунтов, представленными на рис. 4.

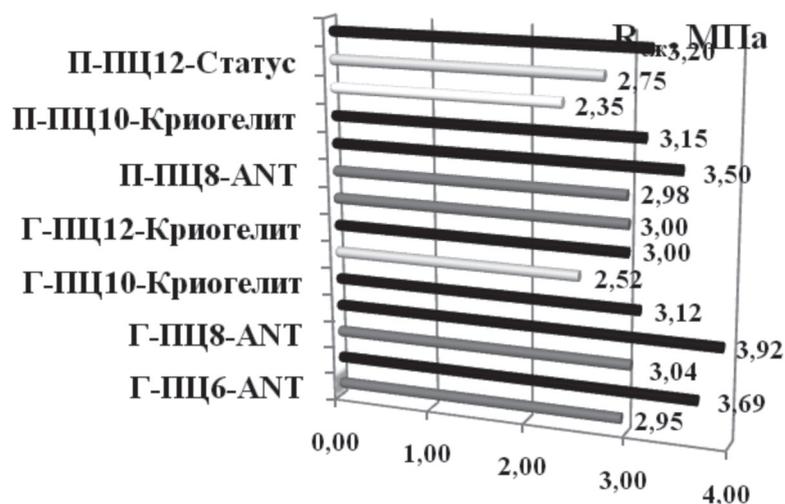


Рис. 3. Предел прочности на сжатие при 20°C морозостойких стабилизированных цементогрунтов: Г – суглинок; П – супесь; ПЦ ω – портландцемент ($\omega = 6-12$ мас. %)

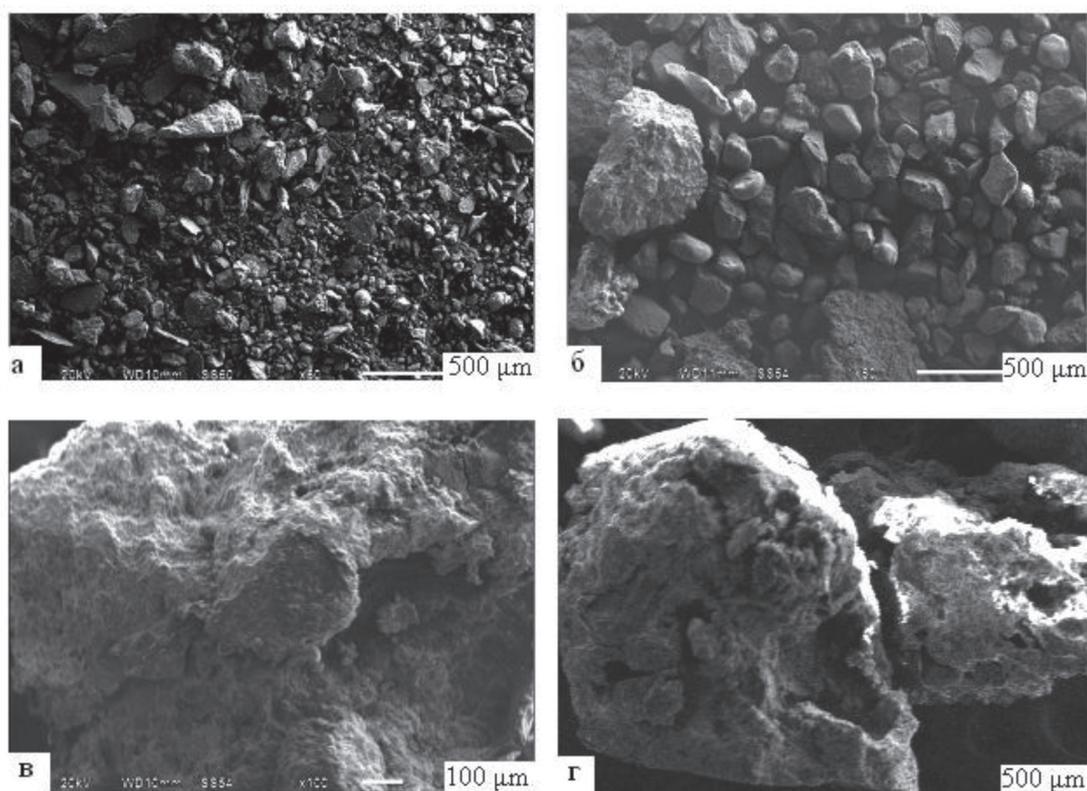


Рис. 4. Микрофотографии СЭМ образцов исходных и стабилизированных добавкой Криогелит цементогрунтов (ω , мас. %: ПЦ-8; ЗУ-10): а, в – на основе суглинка; б, г – на основе супеси

Анализ рис. 4 показал, что модифицированные стабилизирующей добавкой полимерного типа Криогелит цементогрунты имеют плотную коагуляционную структуру.

Выводы

1. Установлена принципиальная возможность использования отходов теплоэнергетики Забайкальского края, на при-

мере золы уноса ТЭЦ-2 г. Чита, в составе эффективных цементогрунтов, что позволяет утилизировать крупнотоннажные отвалы золошлаковых материалов.

2. Показана зависимость прочностных характеристик модифицированных цементогрунтов на основе суглинка и супеси от массовой доли вяжущего (портландцемент марки ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б Ангарского цементно-горного комбината, Иркутская область) и золошлакового материала. Найдено, что для получения дорожно-строительных композитов с максимальной прочностью оптимальное содержание в цементогрунтах золы уноса и портландцемента составило 10 и 8 мас. % соответственно.

3. Установлено, что применение стабилизаторов грунта АНТ и Криогелит позволяет получать композиционные материалы с наиболее высокой прочностью и морозостойкостью не менее F15, при оптимальном содержании вяжущего в модифицированных золой уноса цементогрунтах.

4. Изучена морфология цементогрунта исходного и стабилизированного добавкой Криогелит, разработанной в Забайкальском

институте железнодорожного транспорта (ЗабИЖТ ИрГУПС). Выявлено, что стабилизирующая добавка полимерного типа Криогелит способствует образованию вторичных грунтовых микроагрегатов и приводит к образованию плотной коагуляционной структуры в цементогрунтах.

Список литературы

1. Коновалова Н.А. Использование золошлаковых отходов Забайкальского края для улучшения свойств грунтов при строительстве и ремонте инженерных сооружений / Н.А. Коновалова, Е.А. Корякина, П.П. Панков // *Естественные и технические науки*. – 2016. – № 5. – С. 23–29.
2. Кочеткова Р.Г. Современные методы улучшения свойств глинистых грунтов вяжущими и добавками. – М.: МАДИ, 2014. – 132 с.
3. Вдовин Е.А. Повышение качества укрепленных грунтов введением гидрофобизирующих добавок / Е.А. Вдовин, Л.Ф. Мавлиев // *Известия КазГАСУ*. – 2012. – № 4 (22). – С. 373–377.
4. Вдовин Е.А. Пути повышения эффективности укрепления грунтов для строительства дорожных одежд / Е.А. Вдовин, В.Ф. Строганов, Л.Ф. Мавлиев // *Вестник СибАДИ*. – 2013. – № 1 (29). – С. 52–58.
5. Жигайлов А.А. Влияние степени уплотнения на основные характеристики цементогрунта с полимерной добавкой / А.А. Жигайлов, А.Н. Шуваев, С.А. Куюков // *Научно-технический вестник Поволжья*. – 2011. – № 5. – С. 131–134.

УДК 665.6/.7:66.013.7:628.1

СОСТАВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ГРАДИРЕН НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ КАЧЕСТВА

Пономаренко Е.А., Яблокова М.А., Ермолаев А.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)», Санкт-Петербург, e-mail: kip@technolog.edu.ru

Исследован качественный и количественный состав загрязнений, содержащихся в оборотной воде градирен нефтехимического завода. Выявлено, что основными видами загрязнений являются взвешенные вещества с концентрацией до 50 мг/л, эмульгированные n-алканы (от тридекана до нонадекана) и микроорганизмы (в основном бактерии). Показано, что для сокращения текущих затрат на периодическую очистку резервуара и форсунок градирни, очистку трубной системы теплообменных аппаратов, ремонт насосов, трубопроводов, запорной арматуры и продления тем самым работоспособности оборудования охлаждающей системы требуется снизить содержание в оборотной воде взвешенных веществ и биозагрязнений до минимума. Система обработки воды должна стать неотъемлемой частью водооборотного цикла. Рекомендована очистка оборотной воды от взвешенных веществ на самоочищающихся фильтрах и окислительно-бактерицидная обработка воды озоном.

Ключевые слова: нефтехимические производства, оборотная система водоснабжения, градирни, очистка воды от взвешенных веществ, окисление органических веществ озоном, бактерицидная обработка озоном

THE COMPOSITION OF IMPURITIES IN THE CIRCULATING WATER OF COOLING TOWERS OF A PETROCHEMICAL PLANT AND WAYS TO IMPROVE ITS QUALITY

Ponomarenko E.A., Yablokova M.A., Ermolaev A.V.

Federal State Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Institute of Technology
(Technical University), St. Petersburg, e-mail: kip@technolog.edu.ru

Qualitative and quantitative composition of impurities contained in the circulating water of cooling towers of a petrochemical plant is investigated. It is revealed that the main types of pollution are suspended solids with concentration up to 50 mg/l, emulsified n-alkanes (from tridecane to nonadecane) and microorganisms (mainly bacteria). It is shown that for reducing of the operational costs on periodic cleaning of the tank and nozzles of the cooling tower, cleaning system, tube heat exchangers, repair of pumps, pipes, valves and extending thereby the efficiency of cooling system equipment it is required to reduce to a minimum the content in recycling water of suspended solids and biopollutions. The water treatment system must be an integral part of the water cycle. Cleaning of circulating water from suspended substances by self-cleaning filters and oxidation-bactericidal treatment of water with ozone are recommended.

Keywords: petrochemical plants, circulating water system, cooling tower, purification of water from suspended substances, oxidation of organic compounds with ozone, germicidal treatment by ozone

На Павлодарском нефтехимическом заводе (НХЗ), как и на многих других предприятиях отрасли, для охлаждения технологической воды в системах оборотного водоснабжения используются градирни. Процесс охлаждения в градирнях происходит за счёт частичного испарения циркулирующей воды и теплообмена с воздухом. Потери воды из-за испарения, капельного уноса и продувки системы восполняются подпиточной водой из внешнего источника. В работе градирен наметился ряд проблем, обусловленных забиванием водораспределительной системы и образованием отложений на теплопередающих поверхностях и в трубопроводах. В связи с этим снижается эффективность отвода теплоты и, как следствие, увеличивается расход воды

и электроэнергии для достижения необходимой мощности охлаждающей системы.

Было сделано предположение, что основная причина проблемы – загрязненная вода, циркулирующая в градирнях. Целью настоящей работы являлся поиск путей повышения качества оборотной воды НХЗ. Для достижения данной цели необходимо было провести качественный и количественный анализ состава загрязнений оборотной воды градирен.

Определение концентрации взвешенных веществ

В рамках данного исследования было проведено измерение содержания взвешенных веществ в пробах оборотной воды стандартным гравиметрическим методом [1].

Результаты анализа проб оборотной воды градирен на содержание взвешенных веществ приведены в табл. 1.

Таблица 1
Результаты экспериментального определения концентрации взвешенных веществ в оборотной воде градирен

Место отбора пробы	Содержание взвешенных веществ, мг/дм ³
I система охлаждения градирни № 11	34 ± 10
II система охлаждения градирни № 7	2,7 ± 0,8
II система охлаждения градирни № 8	45 ± 14

В воду, которая циркулирует в градирнях, в принципе, могут попадать различные типы нерастворимых взвешенных веществ. К первой группе относятся осаждаемые твердые частицы песка, глины, ила. Размеры этих частиц достаточно велики, чтобы засорить распылительные форсунки, а их вес позволяет им осесть на дне резервуара градирни. Нерастворимые примеси второй группы – это листья, частички травы, тополиный пух, перья, насекомые и т.д. До тех пор, пока они не осели, их опасность для резервуара градирни невелика; однако потенциально возможна опасность для трубопроводов, теплообменников и запорной арматуры. Третья группа – это накипь и продукты коррозии, образование которых обусловлено процессом теплопередачи и испарения воды в градирне. Последнюю, четвертую группу составляют микроводоросли и бактерии, в числе которых могут быть и патогенные, например *Legionella* [2]. Микроорганизмы обитают на смачиваемых поверхностях, и их слой снижает теплоотдачу и изолирует стенки сооружения от ингибиторов коррозии.

Росту и размножению микроорганизмов в оборотной воде градирен может способствовать ее загрязнение биогенными веществами, поэтому был проведен эксперимент по определению содержания в воде органических веществ.

Анализ оборотной воды градирен НПЗ на содержание органических веществ

Анализ проб воды с целью определения содержания органических веществ проводился согласно стандартной методике выполнения измерений массовой концентрации органических веществ в сточных и поверхностных водах газохроматографическим методом с использованием газовой экстракции и универсального многоцветного пробоотборника [3] (данная методика зарегистрирована

в Федеральном реестре методик выполнения измерений под номером ФР 1.31.2004.01273). Она предназначена для определения состава органических и неорганических веществ в объектах, априорная информация о которых недоступна или ограничена. Методы исследования выбираются исходя из предварительной информации о месте отбора пробы, ее внешнем виде и предположительном составе, а также в зависимости от поставленной конкретной задачи.

Согласно предложенному в методических рекомендациях [3] алгоритму анализа пробы неизвестного состава на содержание органических веществ, для извлечения определяемых веществ из пробы воды применялась жидко-жидкостная экстракция.

Затем проводился анализ пробы методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии (ГХ-МС) [4]. При обнаружении органических веществ осуществлялась идентификация компонентов пробы по библиотекам масс-спектров NIST и Wiley с последующим количественным определением (в случае наличия аттестованных методик выполнения измерения) или полуколичественной оценкой с использованием метода внутреннего или внешнего стандарта (в случае отсутствия аттестованных методик).

Подготовка водных проб к анализу проводилась по схеме для определения полугетучих соединений [5]. Метод основан на жидко-жидкостной экстракции органических соединений из пробы воды гексаном (нефтепродукты) и хлористым метилом (неизвестные органические вещества). После проведения экстракции экстракты осушают сульфатом натрия, концентрируют в токе азота до необходимого объема и анализируют методом ГХ-МС, предназначенным для количественного и качественного анализа широкого круга соединений. ГХ-МС – комбинация двух мощных аналитических инструментов: газовой хроматографии, обеспечивающей высокоэффективное разделение компонентов сложных смесей в газовой фазе, и масс-спектрометрии, позволяющей идентифицировать как известные, так и неизвестные компоненты смеси.

При проведении анализа экстрактов методом хромато-масс-спектрометрии были найдены n-алканы: тридекан, тетрадекан, пентадекан, гексадекан, гептадекан, октадекан и нонадекан. (см. рис. 1). Например, хроматограмма тридекана, зарегистрированная в режиме сканирования полного масс-спектра, приведена на рис. 2. Идентификация органических веществ выполнялась по масс-спектрам. На рис. 3 приведен масс-спектр тридекана. Затем было выполнено количественное определение со-

держания различных органических соединений в воде методом внешнего стандарта (абсолютной калибровки, градуировочного графика). Метод заключался в построении графической зависимости параметра (площади или высоты) пика от количества (концентрации) вещества в смеси.

В качестве внешнего стандарта использовали раствор тридекана в гексане с массовой концентрацией 3,91 мкг/см³. Результаты измерения массовой концентрации n-алканов в пробах воды приведены в табл. 2.

Перед хроматографированием экстрактов были получены бланки (холостые пробы) с соблюдением всей процедуры подготовки пробы с использованием тех же реактивов, что и при анализе данных проб воды. Были измерены фоновые концентрации n-алканов, значения которых были вычтены из результатов анализа.

Условия хроматографического анализа гексанового экстракта на нефтепродукты:

Прибор: хромато-масс-спектрометр Focus DSQ II.

Условия газохроматографического анализа:

Колонка капиллярная кварцевая DB-5MS, длина 20 м, внутренний диаметр 0,18 мм, толщина пленки 0,36 мкм.

Начальная температура колонки 70 °С; время изотермического режима 3 мин; конечная температура колонки 270 °С; скорость линейного программирования температуры 10 °С/мин;

время выдержки при конечной температуре 12 мин;

расход газа-носителя 1 мл/мин;

температура испарителя 250 °С;

сканирование по полному ионному току, диапазон масс от 33 до 350;

температура ионного источника 200 °С.

Условия газохроматографического анализа экстракта хлористым метиленом на неизвестные органические вещества:

Колонка капиллярная кварцевая DB-5MS, длина 20 м, внутренний диаметр 0,18 мм, толщина пленки 0,36 мкм.

Начальная температура колонки 40 °С; время изотермического режима 3 мин; конечная температура колонки 220 °С; скорость линейного программирования температуры 15 °С/мин;

расход газа носителя 1 мл/мин;

температура испарителя 250 °С;

сканирование по полному ионному току, диапазон масс от 33 до 350;

температура ионного источника 200 °С.

Найденные в оборотной воде градирен n-алканы являются отличной питательной средой для размножения бактерий. Поскольку указанные органические вещества попадают в воду в ходе проведения основных технологических процессов производства, бороться с этим явлением очень трудно. Так как концентрации найденных в оборотной воде органических веществ не превышают нескольких десятков микрограммов на литр, организовывать специальную очистку от них нецелесообразно. Проще подвергать оборотную воду градирен очистке от взвешенных веществ и бактерицидной обработке.

Владимирским ЗАО «Баромембранные технологии» разработаны надёжные и долговечные фильтры механической очистки воды с самоочистительным механизмом [2]. Комбинация промывки обратным током очищенной воды и одновременной механической очистки фильтрующей поверхности щётками позволяет механически удалять загрязнения со стороны их накопления со всех участков сетки. При этом равномерно очищается вся площадь фильтра, предотвращается уплотнение не отмытых примесей и сокращение активной фильтрующей поверхности. Такой метод позволяет интенсифицировать очистку фильтра от осадка и использовать его для задержания мельчайших взвесей. Самоочищающиеся фильтры хорошо зарекомендовали себя при очистке оборотной воды градирен [2]. Они обеспечивают длительный цикл фильтрации и надёжность очищающего механизма, который позволяет эксплуатировать фильтр в течение многих лет.

Таблица 2

Содержание органических веществ в оборотной воде градирен

Определяемое вещество	Массовая концентрация органических загрязнений, мкг/дм ³		
	Место отбора проб		
	I система охлаждения градирни № 11	II система охлаждения градирни № 8	II система охлаждения градирни № 7
Тетрадекан	3,7	9,2	19,6
Пентадекан	5,7	14,0	33,5
Гексадекан	5,6	11,6	32,3
Гептадекан	3,2	6,9	14,5
Октадекан	0,7	0,7	1,5
Нонадекан	0,2	0,3	0,4

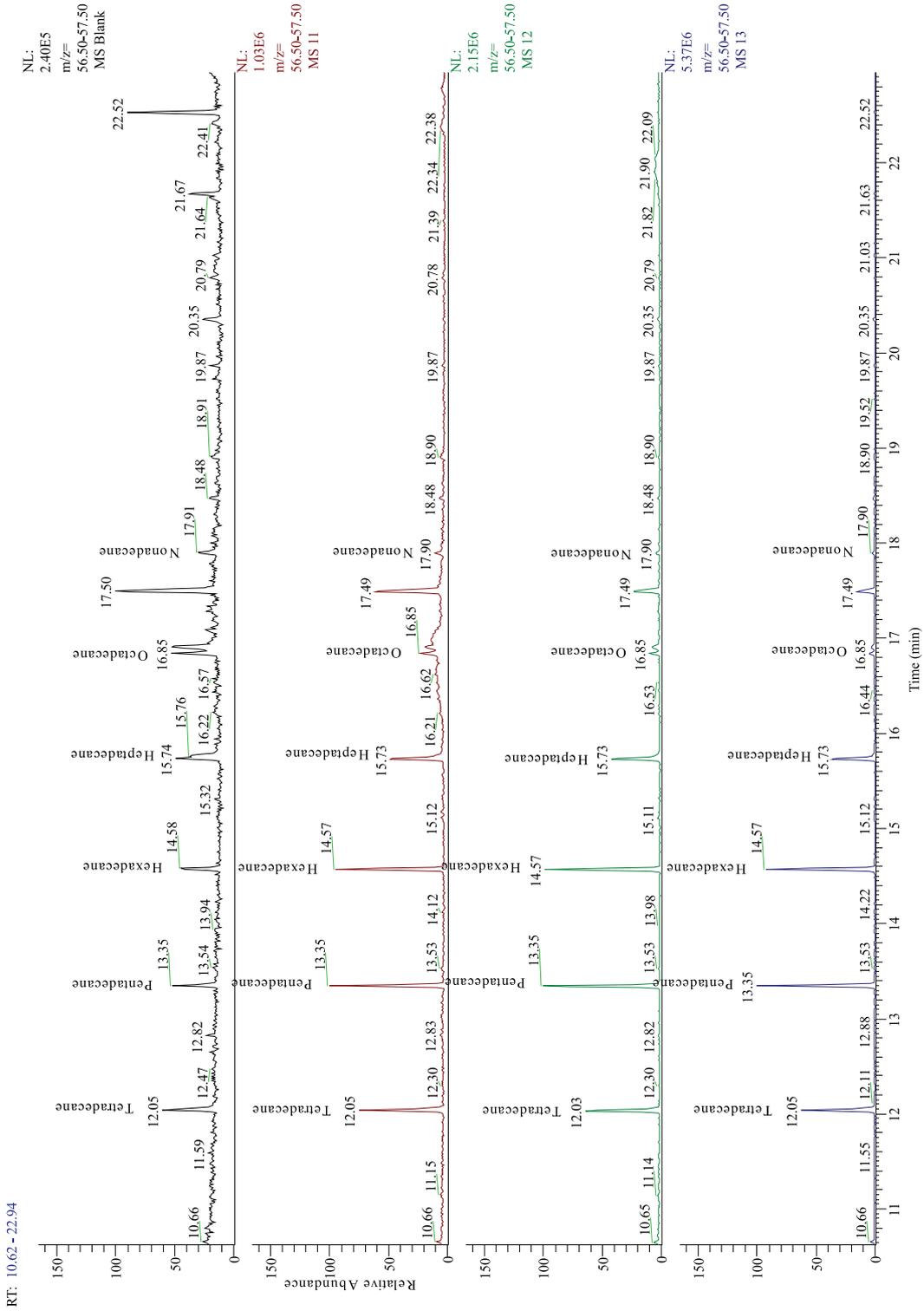


Рис. 1. Общий вид хроматограмм гексановых экстрактов, зарегистрированных в режиме сканирования полного масс-спектра. Первая хроматограмма – бланк

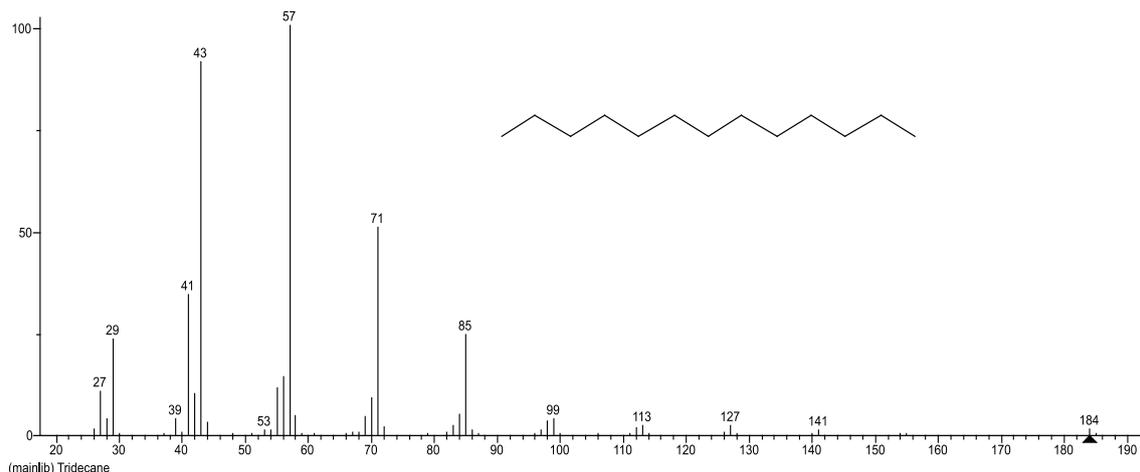


Рис. 3. Масс-спектр тридекана

В настоящее время надежными промышленными методами дезинфекции, прошедшими проверку на крупных действующих сооружениях очистки воды, являются хлорирование, озонирование и ультрафиолетовое (УФ) облучение. Хлор и озон обладают не только обеззараживающим, но и сильным окислительным действием. Хлорирование n-алканов может привести к образованию опасных для здоровья людей галогенпроизводных углеводородов. Озонирование воды, содержащей n-алканы, заканчивается их полным окислением до углекислого газа и воды, поэтому использование озона предпочтительнее [6].

Выводы и рекомендации по снижению загрязненности оборотной воды градирен

Необходимость эффективной очистки циркулирующей в градирнях воды становится очевидной при анализе эксплуатационных затрат на поддержание в рабочем состоянии системы охлаждения. Для сокращения текущих затрат на периодическую очистку резервуара и форсунок градирни, очистку трубной системы теплообменных аппаратов, ремонт насосов, трубопроводов, запорной арматуры и продления тем самым работоспособности технологического оборудования охлаждающей системы требуется снизить содержание в оборотной воде взвешенных веществ и биозагрязнений до минимума. Система обработки воды должна стать неотъемлемой частью водооборотного цикла.

Для очистки оборотной воды градирен от взвешенных веществ может быть реко-

мендовано использование отечественных самоочищающихся фильтров Владимирского ЗАО «Баромембранные технологии». Окисление содержащихся в оборотной воде органических загрязнений и бактерицидная обработка могут быть проведены с использованием высокоэффективных недорогих установок озонирования, разработанных в Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете).

Список литературы

1. Количественный химический анализ сточных вод. Методика измерений массовых концентраций взвешенных веществ и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. – ПНДФ 14.1:2:4.254-2009. – М.: 2009. – 18 с.
2. Очистка воды градирен от взвешенных веществ [Электронный ресурс]. – URL: <http://filter.vladbmt.ru/index.php/2010-01-25-08-36-39/59-bagapplication02.html> (дата обращения: 18.10.2017).
3. Методика выполнения измерений массовой концентрации органических веществ в сточных и поверхностных водах газохроматографическим методом с использованием газовой экстракции и универсального многофазового пробоотборника. – АЮВ 0.005.170 МВИ. – ПНД Ф 14.1:2:144-98. – СПб.: ФГУП «НКТБ «Кристалл», 2007. – 16 с.
4. Определение массовой концентрации органических соединений в воде методом хромато-масс-спектрометрии: методические указания – МУК 4.1.663-97. – М., 1997. – 42 с.
5. Хрипач Н. Применение спектроскопии в органической химии / Н. Хрипач, А. Барановский // Наука и инновации. – 2013. – Т. 3, № 121. – С. 6–9.
6. Пат. 2114069 Российская Федерация, МПК. С02F1/78. Установа для озонирования жидкостей / Яблокова М.А., Соколов В.Н., Петров С.И., Поспелов А.А.; заявитель и патентообладатель СПб гос. технологический институт. – № 97.100520; заявл. 23.01.97; опубл. 27.06.98, Бюл. № 19. – 3 с.

УДК 519.6:532.546.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА ЖИДКОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОСАДКА НА ВХОДЕ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ

Сафина Г.Л., Жеглова Ю.Г.

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
Москва, e-mail: minkinag@mail.ru*

Изучение фильтрации взвеси твердых частиц в пористой среде необходимо при проектировании гидротехнических объектов, бетонировании рыхлого грунта, при создании очистных комплексов, в нефтедобывающей промышленности и т.п. Рассматривается долговременная глубинная фильтрация суспензии в пористой среде с механико-геометрическим механизмом захвата твердых частиц. Исследуется динамика концентрации осажденных частиц на входе пористой среды в зависимости от вида блокирующего коэффициента фильтрации. Показано, что в зависимости от кратности корня коэффициента фильтрации процесс фильтрации может длиться неограниченно, либо может прекратиться через некоторое время. Получена зависимость концентрации осажденных частиц от времени при различных значениях кратности корня коэффициента фильтрации. Построены графики концентрации осадка для гладких и негладких коэффициентов фильтрации.

Ключевые слова: фильтрация, суспензия, пористая среда, коэффициент фильтрации, взвешенные и осажденные частицы

THE STUDY OF FLUID FLOW AND MODELING OF DEPOSIT DYNAMICS AT THE POROUS MEDIA INLET

Safina G.L., Zheglova Yu.G.

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, e-mail: minkinag@mail.ru

The study of filtration of suspended solid particles in a porous medium is necessary for the design of hydraulic facilities, for concreting loose soil, for the creation of treatment complexes, in the oil industry, and so on. A long-term deep filtration of a suspension in a porous medium with a mechanical-geometric mechanism of solid particles capture is considered. The dynamics of the concentration of retained particles at the porous medium inlet is studied depending on the type of the blocking filtration coefficient. It is shown that, depending on the multiplicity of the root of the filtration coefficient, the filtration process can last indefinitely, or it may stop after a while. The dependence of the concentration of retained particles on time is obtained for different values of the multiplicity of the root of the filtration coefficient. Plots of deposit concentration for smooth and non-smooth filtration coefficients are obtained.

Keywords: filtration, suspension, porous medium, filtration coefficient, suspended and retained particles

Исследование движения потока жидкости, содержащей твердые взвешенные частицы, через пористую среду является актуальной задачей для многих областей науки и техники. Задачи вытеснения нефти пластовой и закачанной водой, очистки сточных вод и жидких промышленных отходов, фильтрации питьевой воды требуют изучения процессов переноса и осаждения частиц в пористых средах [1–3].

Пористая среда представляет собой твердое тело, испещренное полыми каналами различной длины и формы, которые называются порами. При закачке в пористую среду суспензии – жидкости с взвешенными твердыми частицами – поток жидкости движется по порам, постепенно заполняя всю пористую среду. Если размеры частиц сравнимы с размерами пор, то твердые частицы проникают вглубь пористой среды. Некоторые частицы, движущиеся по широкому порам, беспрепятственно проходят через пористую среду. Другие частицы, которые попали в поры малого поперечного

сечения, застревают в них и образуют осадок (рис. 1).

Рассмотрим процесс долговременной глубинной фильтрации, при котором осажденные частицы постепенно накапливаются на всем протяжении пористой среды, а не только в ее поверхностном слое. Предполагается, что одна осажденная частица полностью закупоривает одну пору и прекращает движение через этот канал. Застрявшая в поре частица не может быть выбита из нее другими частицами или потоком жидкости и навсегда остается неподвижной [4]. Основной причиной осаждения твердых частиц суспензии в порах является механико-геометрический механизм захвата частиц: частицы свободно проходят через поры большого диаметра и застревают на входе пор, размеры которых меньше диаметра частиц.

Математическая модель фильтрации состоит из двух дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка, описывающих движение твер-

дых частиц в пористой среде. Неизвестными служат концентрации взвешенных и осажденных частиц. Первое уравнение связано с законом сохранения массы частиц, второе задает скорость роста осадка. Коэффициент пропорциональности между скоростью роста осадка и концентрацией взвешенных частиц называется коэффициентом фильтрации. Вид этого коэффициента определяется экспериментально. Если все поры малых размеров закупорены осажденными частицами, процесс образования осадка прекращается и все частицы беспрепятственно проходят через большие поры. Концентрация осажденных частиц достигает максимального значения, при котором коэффициент фильтрации обращается в ноль. Такой коэффициент фильтрации называется блокирующим. В зависимости от кратности корня максимум осадка может достигаться при конечном значении времени или при $t \rightarrow \infty$.

Математические модели фильтрации рассматриваются во многих работах. В ряде случаев удается получить точное решение задачи [5–8]. В окрестности линий, на которых построено точное решение, строится асимптотика [9–12]. Если аналитическое решение отсутствует, задача решается численно [13–15].

В работе рассматривается динамика роста осажденных частиц на входе пористой среды. Исследуется решение задачи фильтрации при блокирующих коэффициентах фильтрации различной кратности. Построены графики концентрации осадка для гладких и негладких коэффициентов фильтрации.

Математическая модель

В одномерном случае для однородной пористой среды в предположении постоянных пористости и проницаемости система

безразмерных уравнений фильтрации в области $\Omega = \{(x, t) : 0 < x < 1, t > 0\}$ имеет вид

$$\frac{\partial(C+S)}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \Lambda(S)C. \quad (2)$$

Здесь $C(x, t)$; $S(x, t)$ – концентрации взвешенных и осажденных частиц. Коэффициент фильтрации $\Lambda(S)$ положителен и убывает с ростом S , поскольку при увеличении осадка количество вакантных пор малого размера сокращается и скорость образования осадка уменьшается.

Введение переменной пористости и проницаемости пористой среды существенно усложняет уравнение массообмена (1). Относительные пористость и проницаемость возрастают при увеличении концентрации осажденных частиц $S(x, t)$. Уравнение (1) принимает вид

$$\frac{\partial}{\partial t}(g(S)C) + \frac{\partial}{\partial x}(f(S)C) + \frac{\partial S}{\partial t} = 0. \quad (3)$$

Здесь пористость $g(S)$ и проницаемость $f(S)$ – гладкие возрастающие функции.

Для единственности решения систем уравнений (1), (2) и (2), (3) необходимо задать дополнительные условия. Пусть в пористую среду впрыскивается суспензия с постоянной концентрацией p взвешенных частиц, а в начальный момент времени пористая среда пуста и не содержит взвешенных и осажденных частиц. Соответствующие условия имеют вид

$$C(x, t)|_{x=0} = p, \quad p > 0, \quad (4)$$

$$C(x, t)|_{t=0} = 0, \quad (5)$$

$$S(x, t)|_{t=0} = 0. \quad (6)$$

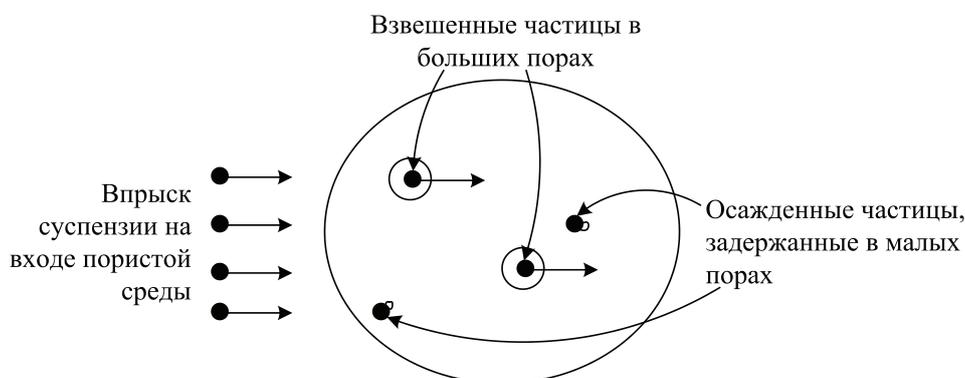


Рис. 1. Сечение пористой среды с взвешенными и осажденными частицами суспензии

Точное решение на входе пористой среды

Подставляя условие (4) в уравнение (2), получаем соотношение для концентрации осажденных частиц на входе пористой среды $x = 0$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \Lambda(S)p. \quad (7)$$

Решаем уравнение (7) методом разделения переменных. Делим переменные

$$\frac{\partial S / \partial t}{\Lambda(S)} = p \quad (8)$$

и интегрируем (8) по переменной t :

$$\int_0^t \frac{\partial S / \partial t}{\Lambda(S)} dt = pt. \quad (9)$$

Используя условие (6), произведем замену в интеграле (9):

$$\int_0^S \frac{dS}{\Lambda(S)} = pt. \quad (10)$$

Соотношение (10) задает зависимость от времени концентрации осажденных частиц на входе пористой среды.

Рассмотрим блокирующие коэффициенты фильтрации, имеющие корень кратности n , вида

$$\Lambda(S) = (a - bS)^n. \quad (11)$$

Здесь a, b, n – положительные константы.

В случае $n \geq 1$ интеграл в левой части (10) имеет неинтегрируемую особенность. Решение $S(0, t)$ возрастает при всех t и стремится к предельному значению a/b при $t \rightarrow \infty$.

При $0 < n < 1$ особенность в интеграле (10) интегрируема, и предельное значение концентрации осадка на входе пористой среды достигается за конечное время t_{\max} , определяемое из соотношения

$$\int_0^{a/b} \frac{dS}{\Lambda(S)} = pt_{\max}. \quad (12)$$

Ниже приводятся расчеты концентрации осажденных частиц на входе пористой среды и соответствующие графики для различных значений кратности n .

Численное моделирование

Ниже при построении графиков концентрации осажденных частиц при различных значениях кратности n выбраны значения параметров

$$a = b = 1, p = 1. \quad (13)$$

1. $n = 1$. Случай линейного коэффициента фильтрации наиболее часто встречается в приложениях. Интеграл в левой части (10) равен

$$\int_0^S \frac{dS}{a - bS} = -\frac{1}{b} \ln \left(1 - \frac{b}{a} S \right),$$

и решение уравнения (10) имеет вид

$$S(t) = \frac{a}{b} (1 - e^{-bpt}). \quad (14)$$

На рис. 1 приведен график концентрации осадка при $n = 1$.

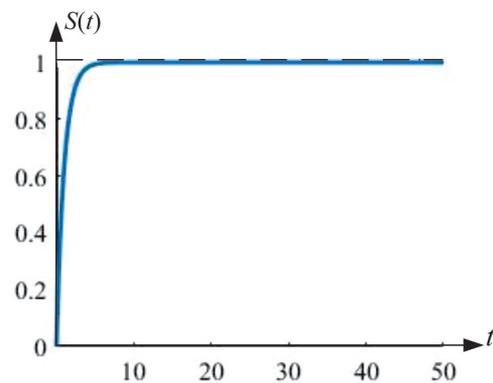


Рис. 2. Концентрация осадка для линейного коэффициента фильтрации

2. $n > 1$. В случае кратного корня (11) решение уравнения (10) задается формулой

$$S(t) = \frac{1}{b} \left(a - \frac{1}{\sqrt[n-1]{a^{1-n} + (n-1)bpt}} \right). \quad (15)$$

На рис. 3, 4 приведены графики концентрации осадка при $n = 2$ и $n = 3$.

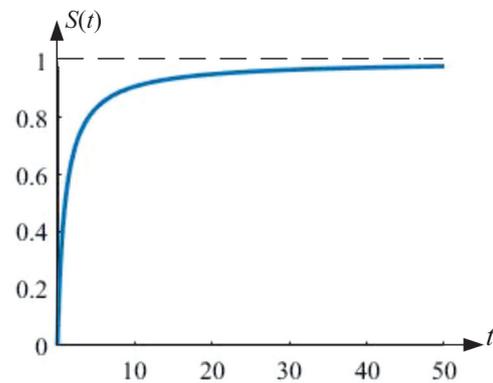


Рис. 3. Концентрация осадка для коэффициента фильтрации при $n = 2$

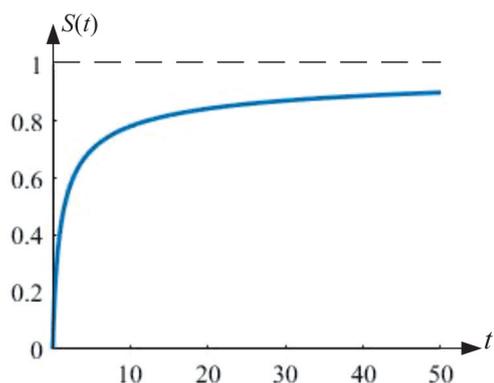


Рис. 4. Концентрация осадка для коэффициента фильтрации при $n = 3$

3. $0 < n < 1$. В случае дробной степени n решение уравнения (10) имеет вид

$$S(t) = \frac{1}{b} \left(a - \left(a^{1-n} + (n-1) b p t \right)^{\frac{1}{1-n}} \right),$$

$$t \leq t_{\max}; S = \frac{a}{b}, t > t_{\max}. \quad (16)$$

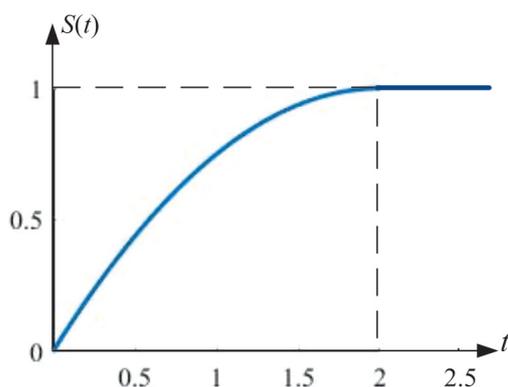


Рис. 5. Концентрация осадка для коэффициента фильтрации при $n = 0,5$

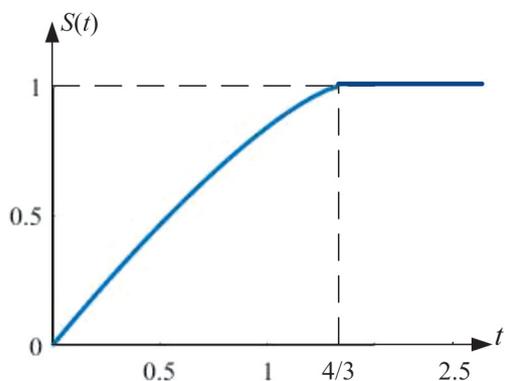


Рис. 6. Концентрация осадка для коэффициента фильтрации при $n = 0,25$

На рис. 5, 6 приведены графики концентрации осадка при $n = 0,5$ и $n = 0,25$.

При $n < 1$ максимальный осадок достигается в момент времени $t = t_{\max}$, при $t > t_{\max}$ концентрация осадка постоянна. Имеем

$$t_{\max} = \frac{a^{1-n}}{b p (1-n)}. \quad (17)$$

В частности, для значений параметров (13) при $n = 0,5$ имеем $t_{\max} = 2$; при $n = 0,25$ – $t_{\max} = 4/3$.

Заключение

При впрыске суспензии в пористую среду процесс фильтрации начинается у входа. В каждый момент времени на входе пористой среды концентрация осажденных частиц максимальна. Подробное изучение динамики осадка на входе позволяет оценить процесс долговременной фильтрации внутри пористой среды.

При уменьшении количества свободных пор малых размеров скорость фильтрации замедляется. В работе показано, что темпы замедления определяются кратностью корня блокирующего коэффициента фильтрации (9).

При $n \geq 1$ замедление скорости фильтрации происходит настолько резко, что процесс фильтрации длится неограниченно долго. Чем меньше вакантных малых пор остается в пористой среде, тем сложнее частице заблокировать свободную пору, поскольку основной поток суспензии движется через поры больших размеров.

При $0 < n < 1$ скорость фильтрации также уменьшается с ростом осадка, но в меньшей степени. В этом случае осадок достигает максимального значения за конечное время. В момент времени $t = t_{\max}$ все малые поры блокированы осажденными частицами. Процесс фильтрации прекращается, и все взвешенные частицы суспензии свободно проходят через поры больших размеров от входа к выходу пористой среды.

Список литературы

1. Khilar K., Fogler S. Migration of fines in porous media. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998. – 180 p.
2. Barenblatt G.I., Entov V.M., Ryzhik V.M. Theory of fluid flows through natural rocks. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990. – 395 p.
3. Bedrikovetsky P. Mathematical theory of oil and gas recovery with applications to ex-USSR oil and gas fields. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993. – 576 p.
4. Jegatheesan V., Vigneswaran S. Deep Bed Filtration: Mathematical Models and Observations // Critical Reviews in Environmental Science & Technology. – 2005. – vol. 35 (6). – P. 515–569.

5. Hertz J.P., Leclerc D.M., P. le Goff. Flow of suspensions through porous media-application to deep filtration // *Journal of Industrial & Engineering Chemistry*. – 1970. – vol. 62 (8). – P. 8–35.
6. Vyazmina E.A., Bedrikovetskii P.G., Polyaniin A.D. New classes of exact solutions to nonlinear sets of equations in the theory of filtration and convective mass transfer // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. – 2007. – vol. 41(5). – P. 556–564.
7. You Z., Bedrikovetsky P., Kuzmina L. Exact Solution for Long-Term Size Exclusion Suspension-Colloidal Transport in Porous Media. *Abstract and Applied Analysis*, 2013, vol. 2013, iss. Mathematical and Computational Analyses of Flow and Transport Phenomena, 9 p.
8. Kuzmina L., Osipov Yu. Filtration model of the unsteady suspension flow in a porous medium // *Matec Web of Conferences*. – 2017. – vol. 117, 00097. – 6 p.
9. You Z., Osipov Y., Bedrikovetsky P., Kuzmina L. Asymptotic model for deep bed filtration // *Chemical Engineering Journal*. – 2014. – vol. 258. – P. 374–385.
10. Kuzmina L.I., Osipov Yu.V. Asymptotic solution for deep bed filtration with small deposit // *Procedia Engineering*. – 2015. – vol. 111. – P. 491–494.
11. Osipov Yu., Kuzmina L. Calculation of the filtration of polydisperse suspension with a small rate // *Matec Web of Conferences*. – 2017. – vol. 117, 00131. – 6 p.
12. Kuzmina L.I., Osipov Yu.V., Galaguz Yu.P. A model of two-velocity particles transport in a porous medium // *International Journal of Non-linear Mechanics*. – 2017. – vol. 93. – P. 1–6.
13. Galaguz Y.P., Safina G.L. Modeling of fine migration in a porous medium // *Matec Web of Conferences*. – 2016. – vol. 86, 03003. – 6 p.
14. Galaguz Y., Safina G. Calculation of the filtration in a heterogeneous porous medium // *Matec Web of Conferences*. – 2017. – vol. 117, 00052. – 6 p.
15. Галагуз Ю.П. Реализация TVD-схемы численного решения задачи фильтрации // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. – 2017. – № 13(2). – P. 93–102.

УДК 519.6:532.546.2

ЕДИНСТВЕННОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИВЕДЕННЫХ ЖЕСТКОСТЕЙ УПРУГИХ ОПОР РОТОРА

Сафина Г.Ф.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Нефтекамский филиал, Нефтекамск, e-mail: safinagf@mail.ru

Рассмотрена обратная спектральная задача определения коэффициентов приведенных жесткостей упругих опор ротора по известным частотам его свободных колебаний. Задача сформулирована с учетом не только упругих опор ротора, но и абсолютно жестких закреплений его краев. Исследована возможность существования и единственности решения поставленной в таком виде задачи. Сформулирована и доказана теорема о единственности решения поставленной обратной задачи, позволяющая определить достаточное число частот колебаний ротора. Приведен метод решения обратной задачи, сведенный к решению системы трех уравнений с четырьмя неизвестными. Представленный алгоритм решения позволяет по известным значениям трех частот колебаний ротора определить единственным образом значения коэффициентов приведенных жесткостей левой и правой его опор. Показано, что этим методом можно определить также и абсолютно жесткие закрепления краев ротора. Приведены примеры решений обратной задачи, подтверждающие сформулированные выводы.

Ключевые слова: ротор на опорах, приведенная жесткость, частотное уравнение, частота колебаний, единственность решения, метод диагностирования

UNIQUENESS OF THE RECONSTRUCTION IS GIVEN STIFFNESS OF ELASTIC SUPPORT OF THE ROTOR

Safina G.F.

Bashkir State University, Neftekamsk branch, Neftekamsk, e-mail: safinagf@mail.ru

The examples of decisions of the reverse task confirming the formulated outputs are given. The considered inverse spectral problem of determining the coefficients given stiffness of elastic support of the rotor at a known frequency of free transverse flexural vibrations. The problem is formulated, taking into account not only the elastic support of the rotor, but also absolutely rigid anchoring its edges. Investigated the possibility of the existence and uniqueness of the solution of the task. To do this, along with the given boundary problem is considered another boundary value problem. Formulated and proved the theorem on the uniqueness of solving this kind of inverse spectral problems. Found a method of solving the inverse problem is reduced to solving a system of three equations with four unknowns. The algorithm of the decision allows on the known values of three frequencies of oscillation of the rotor to determine uniquely the values of the coefficients given the rigidities of the left and right supports. It is shown that this method can also be determined and absolutely rigid fixing of the edges of the rotor. Examples of solutions of the inverse problem, confirming the conclusions.

Keywords: the rotor poles, given stiffness, frequency equation, oscillation frequency, uniqueness of solution, method of diagnosis

В работе исследована обратная задача определения коэффициентов приведенных жесткостей упругих опор ротора по известным частотам его свободных колебаний. Прямая задача определения частот свободных колебаний ротора на упругих опорах рассматривается во многих трудах по теории колебаний, например [1–4]. Исследования по прямой задаче и постановка обратной спектральной задачи проведены в работе [5], в которой получен метод двойственного определения коэффициентов относительных жесткостей опор ротора по двум известным значениям частот колебаний ротора.

Целью же данной работы является исследование существования и доказательство единственности решения поставленной задачи, а также определение алгоритма решения задачи с учетом не только упругих опор ротора, но и абсолютно жестких закреплений его краев. Приведенный алгоритм

решения задачи позволит также определить достаточное число частот колебаний ротора для единственности восстановления приведенных жесткостей его опор.

Задача по свободным поперечно-изгибным колебаниям ротора, как вращающегося стержня на упругих опорах, сводится к решению дифференциального уравнения [1–4]:

$$\frac{\partial^4 z}{\partial y^4} + \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} + \eta_0 z = 0 \quad (1)$$

с краевыми условиями

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)_{y=0} = 0; \\ \left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)_{y=l} = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} z_{y=0} + \frac{1}{C_{\text{прл}}} EI \left(\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} \right)_{y=0} = 0; \\ z_{y=l} + \frac{1}{C_{\text{прп}}} EI \left(\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} \right)_{y=l} = 0, \end{cases} \quad (2)$$

где $a = \sqrt{\frac{EI}{\rho S}}$, $\eta_0 = \frac{C_0}{EI}$, z – перемещение стержня ротора, $C_{\text{прл}}$, $C_{\text{прп}}$ – приведенные жесткости левой и правой опор ротора соответственно, E – модуль упругости материала ротора, I – момент инерции поперечного сечения ротора, ρ – плотность материала, S – площадь поперечного сечения ротора, C_0 – коэффициент жесткости распределенной опоры, l – длина пролета ротора (рисунок).

В работе [5, с. 135] представлено решение прямой задачи (1), (2) и получено уравнение в виде:

$$2sh\lambda \sin \lambda + \lambda^3 (K_{\text{л}} + K_{\text{п}})(sh\lambda \cos \lambda - \sin \lambda ch\lambda) + \lambda^6 K_{\text{л}} K_{\text{п}} (1 - ch\lambda \cos \lambda) = 0, \quad (3)$$

в котором $\lambda(\omega) = \sqrt{\frac{l^4 (\rho S \omega^2 - C_0)}{EI}}$ – собственное значение, ω – частота свободных поперечных колебаний ротора, $K_{\text{л}}$, $K_{\text{п}}$ – коэффициенты относительной жесткости опор ротора, выражающиеся как

$$K_{\text{л,п}} = \frac{EI}{C_{\text{прл,п}} l^3}. \quad (4)$$

Поставлена и исследована обратная задача идентификации коэффициентов отно-

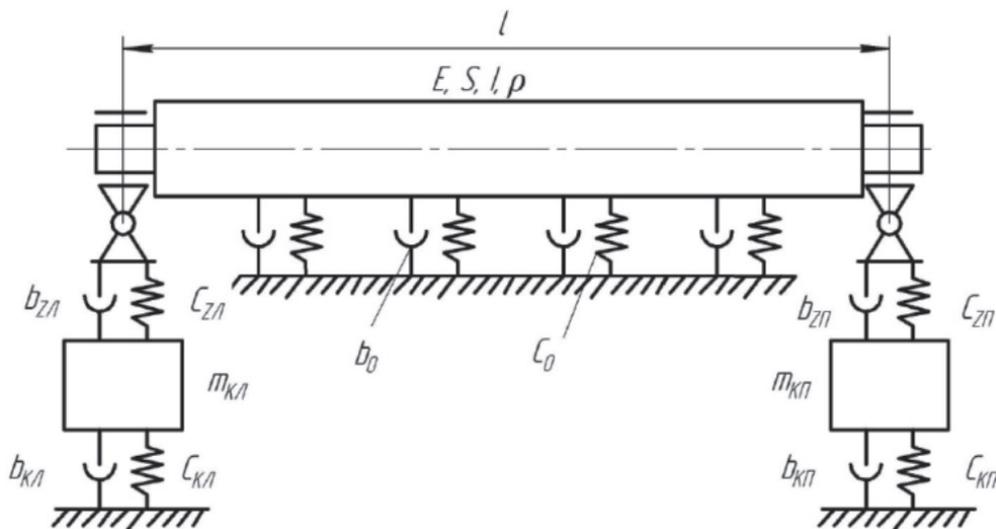
сительной жесткости опор ротора по известным значениям двух частот его поперечных колебаний. Получены аналитические формулы, которые определяют коэффициенты (4) двойственным образом.

В продолжение исследований [5] в данной работе представим другой метод решения обратной задачи, который позволяет учитывать не только упругие опоры, но и возможность определения абсолютно жестких закреплений краев ротора. И в отличие от предыдущего алгоритма решения позволит также доказать единственность определения упругих опор ротора. Для решения такой задачи краевые условия (2) представим в виде

$$\begin{cases} U_1(z) = \left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)_{y=0} = 0; \\ U_3(z) = \left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)_{y=l} = 0; \\ U_2(z) = a_0 z_{y=0} + a_1 \left(\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} \right)_{y=0} = 0; \\ U_4(z) = b_0 z_{y=l} + b_1 \left(\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} \right)_{y=l} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

В краевых условиях (2) и (5) коэффициенты связаны соотношениями

$$\frac{C_{\text{прл}} l^3}{EI} = \frac{a_0}{a_1}; \quad \frac{C_{\text{прп}} l^3}{EI} = \frac{b_0}{b_1}; \quad (a_0, a_1, b_0, b_1 \in R). \quad (6)$$



Модель ротора

Коэффициенты форм $U_2(z)$ и $U_4(z)$ краевых условий (5) представим в виде элементов следующей матрицы:

$$A = \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_0 & b_1 \end{vmatrix}.$$

Ненулевые миноры F_{ij} данной матрицы, составленные из столбцов с номерами i и j ($i = 1, 2, 3; j = 2, 3, 4$), имеют вид

$$\begin{aligned} F_{13} &= a_0 b_0, & F_{14} &= a_0 b_1, \\ F_{23} &= a_1 b_0, & F_{24} &= a_1 b_1. \end{aligned} \quad (7)$$

Тогда **обратная задача** восстановления коэффициентов условий (5) сводится к нахождению матрицы A с точностью до линейных преобразований ее строк, что равносильно определению линейной оболочки $\langle \vec{a}, \vec{b} \rangle$ векторов $\vec{a} = (a_0, a_1, 0, 0)^T$ и $\vec{b} = (0, 0, b_0, b_1)^T$.

Рассмотрим также краевые условия

$$\begin{cases} U_1(z) = \left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)_{y=0} = 0; \\ U_3(z) = \left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)_{y=l} = 0; \\ U_2(z) = \tilde{a}_0 z_{y=0} + \tilde{a}_1 \left(\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} \right)_{y=0} = 0; \\ U_4(z) = \tilde{b}_0 z_{y=l} + \tilde{b}_1 \left(\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} \right)_{y=l} = 0, \end{cases} \quad (8)$$

с коэффициентами $\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \tilde{b}_0, \tilde{b}_1$, отличными от a_0, a_1, b_0, b_1 . Линейную оболочку на

векторах $\vec{a}' = (\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, 0, 0)^T$ и $\vec{b}' = (0, 0, \tilde{b}_0, \tilde{b}_1)^T$ обозначим как $\langle \vec{a}', \vec{b}' \rangle$. Тогда если наряду с задачей (1), (5) исследовать также задачу (1), (8), то можно сформулировать и доказать следующую теорему, определяющую единственность решения сформулированной выше обратной задачи.

Теорема. Если спектральные задачи (1), (5) и (1), (8) имеют совпадающие ненулевые собственные значения (с учетом их кратностей) и при этом выполняются равенства

$$\begin{aligned} a_0^2 + a_1^2 &\neq 0, & b_0^2 + b_1^2 &\neq 0, \\ \tilde{a}_0^2 + \tilde{a}_1^2 &\neq 0, & \tilde{b}_0^2 + \tilde{b}_1^2 &\neq 0, \end{aligned} \quad (9)$$

то совпадают и их линейные оболочки $\langle \vec{a}, \vec{b} \rangle, \langle \vec{a}', \vec{b}' \rangle$.

Доказательство.

Представление краевых условий задачи в виде (5) требует получения соответствующего частотного уравнения, отличного от уравнения (3). Для этого проведем следующие преобразования.

Известно, что линейно-независимыми решениями уравнения (1) являются функции $z_1(y) = S(\alpha y), z_2(y) = V(\alpha y), z_3(y) = U(\alpha y), z_4(y) = T(\alpha y)$, в которых $S(\alpha y), V(\alpha y), U(\alpha y), T(\alpha y)$ – функции Крылова [4, с. 150] от спектрального параметра $\alpha = \alpha(\omega)$, где $\alpha^4 = (\omega^2 / a^2) - \eta_0$. Тогда общее решение уравнения (1) представится в виде

$$\begin{aligned} z(y) &= C_1 z_1(y) + C_2 z_2(y) + C_3 z_3(y) + C_4 z_4(y) = \\ &= C_1 S(\alpha y) + C_2 V(\alpha y) + C_3 U(\alpha y) + C_4 T(\alpha y). \end{aligned}$$

Для определения констант C_1, C_2, C_3, C_4 воспользуемся краевыми условиями (5) и получим следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} U_i(z) &= U_i(C_1 z_1(y) + C_2 z_2(y) + C_3 z_3(y) + C_4 z_4(y)) = \\ &= C_1 U_i(z_1(y)) + C_2 U_i(z_2(y)) + C_3 U_i(z_3(y)) + C_4 U_i(z_4(y)) = 0, \end{aligned} \quad (10)$$

$(i = 1, 2, 3, 4)$

Частотное уравнение задачи (1), (5) получим стандартно, учитывая условие существования ненулевого решения системы (10) относительно констант C_1, C_2, C_3, C_4 , а именно из равенства

$$\begin{vmatrix} U_1(z_1(y)) & U_1(z_2(y)) & U_1(z_3(y)) & U_1(z_4(y)) \\ U_2(z_1(y)) & U_2(z_2(y)) & U_2(z_3(y)) & U_2(z_4(y)) \\ U_3(z_1(y)) & U_3(z_2(y)) & U_3(z_3(y)) & U_3(z_4(y)) \\ U_4(z_1(y)) & U_4(z_2(y)) & U_4(z_3(y)) & U_4(z_4(y)) \end{vmatrix} = 0. \quad (11)$$

Тогда корни характеристического уравнения (11) будут совпадать со спектральными значениями $\alpha = \alpha(\omega)$, содержащими в себе частоту свободных колебаний ротора на упругих опорах.

С учетом условий (5), функций Крылова $S(\alpha y)$, $V(\alpha y)$, $U(\alpha y)$, $T(\alpha y)$ и их производных до третьего порядка включительно, равенство (11) представим в виде

$$\begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ a_0 & 0 & 0 & a_1 \alpha^3 \\ U(\alpha l) & V(\alpha l) & S(\alpha l) & T(\alpha l) \\ b_0 S(\alpha l) + b_1 \alpha^3 T(\alpha l) & b_0 T(\alpha l) + b_1 \alpha^3 U(\alpha l) & b_0 U(\alpha l) + b_1 \alpha^3 V(\alpha l) & b_0 V(\alpha l) + b_1 \alpha^3 S(\alpha l) \end{vmatrix} = 0.$$

Раскрыв последнее уравнение с учетом функции Крылова и миноров (7) матрицы A получим уравнение

$$\Delta(\alpha l) = F_{13} f_1(\alpha l) + (F_{23} - F_{14}) f_2(\alpha l) + F_{24} f_3(\alpha l) = 0, \quad (12)$$

в котором $f_k(\alpha l)$ ($k = 1, 2, 3$) выражаются как

$$\begin{aligned} f_1(\alpha l) &= 2sh\alpha l \sin \alpha l, \\ f_2(\alpha l) &= \alpha^3 (sh\alpha l \cos \alpha l - \sin \alpha l ch\alpha l), \\ f_3(\alpha l) &= \alpha^6 (1 - ch\alpha l \cos \alpha l). \end{aligned} \quad (13)$$

Из свойств общей теории линейных операторов следует, что $\Delta(\alpha l)$ является целой функцией порядка $\frac{1}{2}$ [6, с. 46]. Поэтому характеристический определитель $\Delta(\alpha l)$ задачи (1), (5) и соответствующий характеристический определитель

$$\Delta(\tilde{\alpha} l) = \tilde{F}_{13} f_1(\tilde{\alpha} l) + (\tilde{F}_{23} - \tilde{F}_{14}) f_2(\tilde{\alpha} l) + \tilde{F}_{24} f_3(\tilde{\alpha} l) = 0 \quad (14)$$

задачи (1), (8) связаны тождественным равенством

$$\Delta(\alpha l) \equiv K \Delta(\tilde{\alpha} l), \quad (15)$$

где K – константа, отличная от нуля.

Отсюда с учетом (9), (12), (14), (15) получаем, что

$$(a_0 b_0 - \tilde{a}_0 \tilde{b}_0) f_1(\alpha l) + (a_1 b_0 - \tilde{a}_1 \tilde{b}_0) f_2(\alpha l) - (a_0 b_1 - \tilde{a}_0 \tilde{b}_1) f_2(\alpha l) + (a_1 b_1 - \tilde{a}_1 \tilde{b}_1) f_3(\alpha l) \equiv 0. \quad (16)$$

С помощью команд математического пакета Maple можно показать, что определитель, составленный из коэффициентов при переменных в разложении функций (13) в степенной ряд, не равен нулю. Откуда следует линейная независимость рассматриваемых функций $f_k(\alpha l)$ ($k = 1, 2, 3$).

С учетом последнего утверждения и из равенства (16) имеем

$$(0, a_0 b_0, a_1 b_0, a_0 b_1, a_1 b_1, 0)^T = K (0, \tilde{a}_0 \tilde{b}_0, \tilde{a}_1 \tilde{b}_0, \tilde{a}_0 \tilde{b}_1, \tilde{a}_1 \tilde{b}_1, 0)^T, \quad (17)$$

что равносильно пропорциональности бивекторов $\vec{a} \Lambda \vec{b}$ и $\vec{a}' \Lambda \vec{b}'$.

Между классами пропорциональных бивекторов (отличных от нуля) и двумерными подпространствами векторного пространства существует биективное соответствие [7, с. 178]. В этом соответствии каждому подпространству отвечает внешнее произведение $\vec{x}_1 \Lambda \vec{x}_2$ векторов произвольного его базиса \vec{x}_1, \vec{x}_2 , а каждому бивектору $\vec{x}_1 \Lambda \vec{x}_2$ – подпространство $\langle \vec{x}_1, \vec{x}_2 \rangle$. Поэтому из (17) следует, что $\langle \vec{a}, \vec{b} \rangle = \langle \vec{a}', \vec{b}' \rangle$. **Теорема доказана.**

Из теоремы следует, что линейная оболочка $\langle \vec{a}, \vec{b} \rangle$, построенная на векторах $\vec{a} = (a_0, a_1, 0, 0)^T$ и $\vec{b} = (0, 0, b_0, b_1)^T$, восстанавливается единственным образом. Это утверждение, в свою очередь, равносильно единственности решения обратной

задачи определения коэффициентов приведенных жесткостей опор ротора.

Построим теперь решение обратной задачи. Пусть $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – три первые собственные значения задачи (1), (5), являющиеся корнями уравнения (12) и соответствующие первым трем частотам $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ колебаний ротора. Тогда с учетом (15) собственные значения $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ удовлетворяют уравнениям

$$\begin{aligned} \Delta(\alpha_i l) &= F_{13} f_1(\alpha_i l) + (F_{23} - F_{14}) f_2(\alpha_i l) + \\ &+ F_{24} f_3(\alpha_i l) = 0, \quad (i = 1, 2, 3). \end{aligned} \quad (18)$$

Заметим, что (18) представляют собой систему трех уравнений от четырех неизвестных $F_{13}, F_{14}, F_{23}, F_{24}$. И как следует из теоремы, эта система имеет единственное решение с точностью до постоянного множителя. По-другому, равенства (18) одно-

значно с точностью до константы задают бивектор

$$(0, F_{13}, F_{14}, F_{23}, F_{24}, 0)^T.$$

Определив таким образом все неизвестные миноры F_{ij} , можно единственным образом восстановить краевые условия спектральной задачи (1), (5).

Применение метода рассмотрим на примерах.

Пример 1. Пусть $\alpha_1 = 0,9077, \alpha_2 = 4,7296, \alpha_3 = 7,8531$ – собственные значения задачи (1), (5), соответствующие первым трем соб-

ственным частотам колебаний ротора при физических параметрах

$$l = 0,1 \text{ м}, S = 0,0035 \text{ м}^2, E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2},$$

$$I = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4, \rho = 7850 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}, \eta = 0,25. \quad (19)$$

Найдем матрицу A с точностью до эквивалентных матриц, по-другому, определим коэффициенты приведенных жесткостей опор ротора.

Решение. Система (18) при заданных собственных значениях и параметрах (19) переписывается следующим образом:

$$\begin{aligned} -3,270929 \cdot F_{13} + 0,743406 \cdot (F_{14} - F_{23}) + 0,126376 \cdot F_{24} &= 0; \\ 226,4442 \cdot F_{13} + 12186,157 \cdot (F_{14} - F_{23}) + 597,9981 \cdot F_{24} &= 0; \\ -5147,4075 \cdot F_{13} + 1245374,89 \cdot (F_{14} - F_{23}) - 62243,7364 \cdot F_{24} &= 0. \end{aligned}$$

Решение системы:

$$F_{13} = 0,25000010C; F_{24} = 1,25000044C; F_{14} = 0,99999981C; F_{23} = 4,99999785C, C = \text{const} \neq 0.$$

Тогда

$$(0, F_{13}, F_{14}, F_{23}, F_{24}, 0)^T \approx (0, 1, 4, 5, 20, 0)^T.$$

Если $\vec{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4)^T$ – произвольный вектор искомой линейной оболочки $\langle \vec{a}, \vec{b} \rangle$, то его координаты удовлетворяют условию

$$\text{rank} \begin{pmatrix} a_0 & a_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_0 & b_1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \end{pmatrix} = 2.$$

Поскольку, например, $M_{13} \neq 0$, то последнее условие равносильно следующим равенствам:

$$\begin{pmatrix} a_0 & a_1 & 0 \\ 0 & 0 & b_0 \\ x_1 & x_2 & x_3 \end{pmatrix} = 0, \quad \begin{pmatrix} a_0 & 0 & 0 \\ 0 & b_0 & b_1 \\ x_1 & x_3 & x_4 \end{pmatrix} = 0.$$

Откуда: $x_1 F_{23} - x_2 F_{13} = 0, -x_3 F_{14} + x_4 F_{13} = 0.$

Если, учитывая (7), $F_{13} = a_0 b_0 \approx 1, F_{14} = a_0 b_1 \approx 4, F_{23} = a_1 b_1 \approx 5$, то можно считать, что $5x_1 - x_2 = 0$ и $-4x_3 + x_4 = 0$, тогда $\vec{x} = (x_1, 5x_1, x_3, 4x_3)^T$.

Значит, матрица A имеет вид $A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 \end{pmatrix}.$

Далее с учетом (6) и (19) найдем соответствующие коэффициенты приведенных жесткостей опор ротора: $C_{\text{прп}} = 2 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}, C_{\text{прп}} = 2,5 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}.$

Пример 2. Известны первые три собственных значения

$$\alpha_1 = 3,1416, \alpha_2 = 6,2832, \alpha_3 = 9,4248$$

краевой задачи (1), (5) при физических параметрах (19). Определим условия упругих его закреплений.

Решение. Система уравнений (18) в этом случае имеет решение:

$$F_{13} = 0,7618 \cdot 10^{15} C; F_{24} = 0,9999947 C; F_{14} = 0,9999989 C; F_{23} = 0,99999785 C, C = \text{const} \neq 0.$$

Имеем: $(0, F_{13}, F_{14}, F_{23}, F_{24}, 0)^T \approx (0, 1, 0, 0, 0, 0)^T.$

Преобразования, аналогичные в примере 1, ведут к следующим приближениям:

$$F_{13} = a_0 b_0 \approx 1, F_{14} = a_0 b_1 \approx 0, F_{23} = a_1 b_1 \approx 0.$$

Откуда: $A = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$.

При этом с учетом равенств (6) и (19) получаем, что коэффициенты приведенных жесткостей опор ротора стремятся к бесконечности, что говорит об абсолютно жестком закреплении обоих краев ротора.

Таким образом, по известным трем частотам поперечно-изгибных колебаний ротора можно определить единственным образом значения коэффициентов приведенных жесткостей левой и правой его опор, в том числе и абсолютно жесткие закрепления.

Список литературы

1. Ахтямов А.М. Теория идентификации краевых условий и ее приложения. – М.: Физматлит, 2009. – 272 с.
2. Александров А.В. Строительная механика. Динамика и устойчивость упругих систем: учеб. пособие для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, В.Б. Зылев; под ред. А.В. Александрова. – М.: Высшая школа, 2008. – 384 с.
3. Гладвел Г.М.Л. Обратные задачи теории колебаний. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2008. – 608 с.
4. Юрко В.А. Введение в теорию обратных спектральных задач. – М.: Физматлит, 2007. – 384 с.
5. Сафина Г.Ф., Раянова И.М. Двойственность диагностирования коэффициентов жесткостей опор ротора // Физическое образование в вузах. – 2016. – Т. 22, № S1. – С. 134–136.
6. Левин Б.Я. Распределение корней целых функций. – М.: ГИТТЛ, 1956. – 632 с.
7. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. 5-е изд. – М.: Физматлит, 2004. – 560 с.

УДК 519.688

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ИНТОНАЦИОННОГО ЦЕНТРА В ВОПРОСИТЕЛЬНОМ ПРЕДЛОЖЕНИИ БЕЗ ЯВНОГО ВОПРОСИТЕЛЬНОГО СЛОВА НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЕКСТА ДЛЯ СИНТЕЗА РУССКОЙ РЕЧИ

Чемериллов В.В., Фадеев А.С., Мишунин О.Б.

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, e-mail: vchemerilov@gmail.com

В статье описаны правила выделения интонационного центра в вопросительном предложении без явного вопросительного слова с использованием его семантической связи с ответом на основе данных семантического анализа семантико-синтаксического анализатора Semsin. На основе приведенных правил был создан программный алгоритм, позволяющий вставлять в вопросительное предложение перед ударным словом специальный маркер, меняющий голосовые характеристики синтезатора. Был проведен ряд экспериментов, подтвердивших работоспособность алгоритмов на тестовой выборке сверхфразовых единств и пар предложений, кроме того, были выявлены недостатки, связанные с ошибками семантического анализа современных анализаторов текста и невозможностью определения семантического класса слова на основе контекста за пределами одного предложения. Использование семантических данных оказалось недостаточно для качественного решения поставленных задач. Наряду с семантическим анализом необходимо использовать морфологический и синтаксический анализы текста.

Ключевые слова: автоматический синтез русской речи, прагматика, семантическая связь предложений, интонационный центр, вопросительное предложение, сверхфразовое единство, анализатор Semsin

THE AUTOMATIC SELECTION ALGORITHM OF INTONATION CENTER IN A QUESTION WITHOUT AN EXPRESSIVE QUESTION WORDS USING BASIS OF SENTENCES SEMANTIC CONNECTIONS WITH THE AUTOMATIC ANALYSIS OF THE TEXT FOR RUSSIAN SPEECH SYNTHESIS

Chemerilov V.V., Fadeev A.S., Mishunin O.B.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: vchemerilov@gmail.com

The article describes the rules for allocation of the intonation center in interrogative sentence without an expressive question word using its semantic connection with the answer based on semantic analysis of the Semsin parser. Based on these rules, a software algorithm was created that allows inserting into the question before the expressive word a special marker that changes the voice characteristics of the synthesizer. A number of experiments were performed that confirmed the operability of the algorithms on the test sample of hyper phase units and pairs of sentences, in addition, shortcomings related to errors in the semantic analysis of modern text analyzers and the inability to determine the semantic class of words on the basis of the context outside of one sentence were revealed.

Keywords: Russian synthesis speech, pragmatics, semantic connection of sentences, intonation center, question sentence, hyper phase, parser Semsin

В процессе диалога, для уточнения информации, человек обычно использует различные интонационные средства. Одним из примеров такого явления может быть интонационный центр в вопросительных предложениях – слово, которое придает весь смысл вопросу. Вопросительные предложения относительно интонационного центра можно поделить на два типа: с явным вопросительным словом и неявным. Интонационный центр вопросительного предложения с явным ударным словом сконцентрирован на одном конкретном слове – на другие слова вопроса ударение падать не может [1]. Пример:

О ком она думает? Кто он такой?

В вопросительных предложениях с неявным вопросительным словом положение

интонационного центра зависит от семантики вопроса. Пример:

Ты сегодня ела кашу? Ты СЕГОДНЯ ела кашу?

Ты сегодня ЕЛА кашу? Ты сегодня ела КАШУ?

В первом случае интонационный центр падает на местоимение. Собеседник спрашивает второго участника беседы о том, кто именно потреблял сегодня продукт (ты ел сегодня кашу или не ты). Во втором случае логическим ударением выделяется наречие, обозначающее дату. Спрашивающий хочет узнать, когда собеседник употреблял в своем рационе продукт. В третьем случае специфической интонацией выделяется глагол – собеседника спрашивают о том, произошел ли процесс или нет. В четвертом случае спраши-

вает о виде продукта, который собирался употребить ответчик. Таким образом, одно и то же предложение формирует четыре ситуации и интонационный центр может находиться на любом слове данного предложения.

Современные системы синтеза речи способны выделить интонационный центр в предложениях с явным вопросительным словом [2]. Однако выделить ударное слово в вопросе с неопределенным интонационным центром они не в состоянии. В пределах вопросительного предложения с неявным ударным словом разрешить неопределенность интонационного центра невозможно, так как невозможно установить ситуацию. Ее можно установить, исследуя сверхфразовое единство.

Сверхфразовое единство (СЕ) – отрезок речи в форме последовательности двух и более предложений, которые группируются на основе структурных связей в смысловые блоки. В данной работе используется минимальное СЕ, состоящее из двух предложений – вопроса и ответа [3, 4].

Для решения задачи определения интонационного центра вопроса необходимо выделить семантическую связь [5] между предложениями.

Алгоритм автоматического выделения интонационного центра в вопросительных предложениях без явного вопросительного слова

Для реализации алгоритма использовался семантико-синтаксический анализатор Semsin [6–8], который проводил:

1. Морфологический анализ каждого слова в предложении. Определял часть речи, род, число, падеж и некоторые индивидуальные признаки частей речи.
2. Синтаксический анализ. Строил синтаксическое дерево зависимости каждого анализируемого предложения.
3. Семантический анализ. На основе семантического словаря В.А. Тузова [9] система определяла семантический класс S

слова S , представленный в виде множества. Каждый элемент такого множества S представляет собой значение слова на определенном уровне иерархии.

$$S_c = \{V_{1c}, V_{2c}, \dots, V_{nc}\}.$$

Например, для слова «ноябрь» Semsin подобрал следующее множество значений:

$$S_c = \{\text{Время, Конкретное время, Месяц}\}.$$

На рисунке приведена функциональная схема системы выделения интонационного центра в вопросительном предложении без явного вопросительного слова:

На вход алгоритма подается СЕ, состоящее из вопроса и ответа. Вопрос и ответ можно представить в виде множеств, состоящих из слов.

$$P_v = \{C_{v1}, C_{v2}, \dots, C_{vl}\},$$

$$P_o = \{C_{o1}, C_{o2}, \dots, C_{on}\}.$$

СЕ обрабатывается семантико-синтаксическим анализатором Semsin, который представляет выходные данные в виде списка слов ответа и вопроса и их морфологическими, синтаксическими и семантическими характеристиками. На первом этапе алгоритма определяется ключевое слова ответа (слово, определяющее смысл ответа). Для этого было выбрано три различные модели ответа (задача заведомо была ограничена и было выбрано три модели ответа, которые легко поддаются формализации и машинной автоматизированной обработке):

1. Прямой ответ. Состоит из одного ключевого слова.

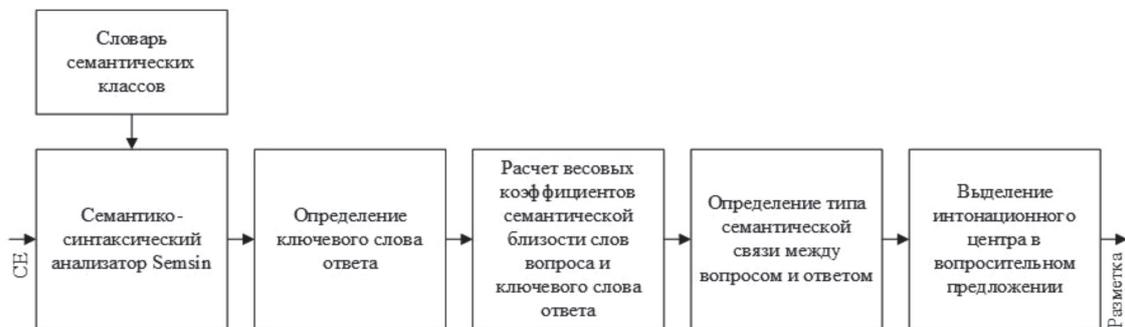
$$P_o = \{KC\}.$$

Например:

Олимпиаду выиграла Анна? Анна.

2. Прямой ответ состоит из двух слов: вспомогательного и ключевого.

$$P_o = \{BC, KC\}.$$



Функциональная схема системы выделения интонационного центра в вопросительном предложении без явного вопросительного слова

Вспомогательное слово выражает согласие или отрицание. Например:

Андрей вчера был у нас в гостях? Конечно Андрей.

Алексей работает программистом? Нет, юристом.

3. Косвенный ответ, в котором присутствует уточняющее слово.

$$П_0 = \{C_{01}, C_{02}, УС, КС, \dots C_{0n}\}.$$

Уточняющее слово может быть выражено наречиями «конечно», «точно», «только» и т.д. В этом случае ключевое слово будет стоять после слова уточнения, так как ответчик делает акцент именно на этом слове. Пример:

Ты сегодня пойдешь на физику? Нет, я сегодня пойду только на математику.

Для возможности определения семантической близости между словами был введен коэффициент, который рассчитывается по следующей формуле (выражает семантическую близость слов исследуемых предложений).

$$g_i = \frac{|S_{сви} \cap S_{кc}|}{\max(|S_{сви}|, |S_{кc}|)},$$

где g_i – весовой коэффициент семантической близости слова вопроса с порядковым номером i и ключевого слова ответа, $S_{сви}$ – семантический класс слова вопроса с порядковым номером i , $S_{кc}$ – семантический класс ключевого слова ответа.

На третьем этапе алгоритма из списка весов определяется элемент с максимальным значением семантической близости $\max(g_i)$, который сравнивается с коэффициентом значимости (p). Коэффициент значимости рассчитывается эмпирическим путем. В данной работе он равен 0,5. Если $\max(g_i) \geq p$, то тип семантической связи вопроса и ответа определяется как тип семантического класса на последнем уровне иерархии, где совпадают семантика слова вопроса и ключевого слова ответа. Если $\max(g_i) < p$, то семантической связи между вопросом и ответом нет, то есть эти предложения не составляют СЕ. Если между вопросом и ответом существует семантическая связь, то интонационный центр вопросительного предложения концентрируется на слове с максимальным коэффициентом семантической близости $\max(g_i)$.

Оценка качества работы алгоритма автоматического выделения интонационного центра в вопросительных предложениях без явного вопросительного слова

Статистический анализ качества работы системы автоматического определения

семантической связи и выделения интонационного центра в вопросительном предложении проводился на основе исследования выборки, содержащей 81 СЕ и 19 пар предложений, между которыми смысловая связь не наблюдалось. Данная выборка была разработана на основе национального корпуса русского языка [10]. СЕ состояла из вопроса (он повторялся 5 раз, но порядок слов в нем был изменен в каждом случае) и ответа (в каждом случае был разный ответ). На первом этапе работы выборка предложений была обработана экспертом вручную: данные эксперта включали в себя наличие/отсутствие смысловой связи между предложениями и местоположение интонационного центра в вопросе (вопросительного слова). На втором этапе выборка была обработана системой. Качество автоматической разметки определялось следующим образом. Все множество исследуемых предложений A было разбито на пять подмножеств:

1. Множество пар предложений, в которых эксперт вручную выделил семантические связи и интонационные центры (A_{AT}).

2. Множество пар предложений, в которых эксперт не смог выделить семантические связи в силу их отсутствия (A_{AF}).

3. Множество пар предложений, в которых система автоматически определила семантические связи и интонационные центры (A_{MTT}).

4. Множество пар предложений, в которых система смогла выделить семантические связи, но не смогла определить интонационные центры (A_{MTF}).

5. Множество пар предложений, в которых система не смогла выделить семантические связи (A_{MFF}).

По данным множествам вычислялись четыре меры. Первая мера – доля совпадения данных о парах предложений, содержащих семантические связи и интонационные центры, полученных на основе оценки эксперта и системы.

$$\epsilon_{TT} = \frac{|A_{AT} \cap A_{MTT}|}{|A_{AT}|} * 100\%.$$

Вторая мера – доля совпадения пар предложений, в которых данные эксперта и системы о семантических связях совпадают, но разнятся данные о местоположении интонационных центров.

$$\epsilon_{TF} = \frac{|A_{AT} \cap A_{MTF}|}{|A_{AT}|} * 100\%.$$

Третья мера – доля совпадения данных о парах предложений, в которых отсутству-

ют семантические связи, полученные на основе оценки эксперта и системы.

$$\epsilon_{FF} = \frac{|A_{MFF} \cap A_{AF}|}{|A_{MFF}|} * 100\%.$$

Четвертая мера – общая доля совпадения оценок системы и эксперта.

$$\epsilon = \frac{|(A_{AT} \cap A_{MT}) \cup (A_{MFF} \cap A_{AF})|}{|A|} * 100\%.$$

Результаты обработки данных были сведены в таблицу.

Первый столбец содержит СЕ или пары предложений для оценки. Второй и третий столбец содержит данные оценки предложений экспертом, третий и четвертый – системой. В первой и четвертой строке оценки эксперта и системы полностью совпали, в третьей – не совпали. Во второй строке данные о наличии семантических связей совпали, но не совпали данные об интонационных центрах.

Результаты оценки качества алгоритма автоматического выделения интонационного центра в вопросительных предложениях без явного вопросительного слова

$$\epsilon_{TT} = 83,95\%; \epsilon_{TF} = 7,4\%; \epsilon_{FF} = 94,73\%; \\ \epsilon = 89,34\%; \epsilon^* = 90,56\%.$$

В большинстве случаев система правильно определила наличие семантической связи и местоположение интонационного центра.

Анализ работы системы выявил ряд ошибок и недостатков:

1. Semsin не всегда дает полную информацию о семантических классах слова, например, СЕ «Олег пил сегодня чай? Нет, Максим.» программа обработала следующим образом: ключевое слово ответа «Максим» имеет только один семантический класс – «Физический объект, Неодушевленное, Вещь, Утварь, Инструменты, Оружие стрелковое, Название», однако данное сло-

во имеет еще как минимум один семантический класс – «Физический объект, Живой человек, Личность, ФИО, Имя». Таким образом, сопоставляя данные семантического анализа ключевого слова ответа «Максим» и ключевого слова вопроса «Олег», система не смогла выделить семантическую связь несмотря на ее присутствие в данном СЕ.

2. Семантический словарь В.А. Тузова нельзя использовать для нахождения семантической близости глаголов, например, исследуя СЕ «Воздушный шарик улетел? Нет, лопнул.» система разделила семантические классы слов «улетел» и «лопнул» на втором уровне иерархии, и алгоритм не смог выделить семантическую близость данных слов для нахождения семантической связи.

3. Данных семантического анализа в некоторых случаях, оказалось недостаточно. Например, в СЕ «Кукловод сломал куклу Миши? Нет, Алексей.» слова «Миша» и «Алексей» имеют большую семантическую близость, чем слова «кукловод» и «Алексей», однако логическое ударение падает на слово «кукловод». Помимо семантического анализа, также надо использовать морфологический, в данном случае сопоставить падежи имен «Миша» и «Алексей». Для того чтобы логическое ударение падало на слово «Миша», надо, чтобы у имен совпадали падежи. Если интонационный центр падает не на одно слово, а на целую фразу, для выделения всех ударных слов, необходимо учесть данные синтаксического анализа.

4. В большинстве случаев ошибки возникли из-за невозможности определения семантического класса слова в контексте СЕ (если исключить случаи, когда Semsin неправильно определил семантический класс слова, то $\epsilon^* = 90,56\%$). Современные системы анализа текста, в том числе и Semsin, проводят семантический анализ данных в рамках одного предложения. Они не могут определить семантический класс слова, опираясь на данные соседнего предложения.

Пример результатов сравнения данных эксперта и системы

СЕ или пара предложений (вопрос – ответ)	Результаты ручной обработки СЕ или пары предложений экспертом		Результаты автоматической обработки СЕ или пары предложений системой	
	семантическая связь	интонационный центр	семантическая связь	интонационный центр
Ольга принесла подарки во вторник? Нет, в среду.	есть	вторник	есть	вторник
Кукловод сломал куклу Миши? Нет, Алексей.	есть	кукловод	есть	Миша
Воздушный шарик улетел? Нет, лопнул.	есть	улетел	нет	–
Андрей купил новый костюм? Нет, клубника.	нет	–	нет	–

Порядок слов в вопросительном предложении никак не повлиял на результаты исследований. Одной из важных особенностей русского языка является то, что в некоторых предложениях можно менять слова местами и смысл предложения при этом не изменится. В английском языке, например, эта операция недопустима. Так как ключевое слово ответа сопоставляется со всеми словами вопроса, их порядок при анализе не учитывается.

Заключение

В ходе исследования метода выделения интонационного центра в вопросительном предложении без явного вопросительного слова были сделаны следующие выводы:

1. Так как в основе данного метода лежит принцип сопоставления семантических классов на всех общих видах иерархии, то определить семантическую связь удалось не только из СЕ, которые содержали положительные ответы, но и из СЕ, содержавших отрицательные.

2. Для повышения качества оценки метода необходимо сравнивать не только семантические признаки слов, но и морфологические и синтаксические.

3. Семантический словарь В.А. Тузова не подходит для сопоставления семантики глаголов. Для данной операции лучше использовать другие специализированные словари, например семантический словарь глаголов Л.Г. Бабенко.

4. Для повышения качества оценки метода необходимо доработать методы семантического анализа Semsin.

5. Порядок слов в вопросительном предложении никак не повлиял на качество оценки исследования метода.

Список литературы

1. Одинцова И.В. Звуки. Ритмика. Интонация / И.В. Одинцова. – М.: Наука, 2008. – 368 с.
2. Рыбин С.В. Синтез речи. Учебное пособие / С.В. Рыбин. – СПб.: Университет ИТМО, 2014. – 92 с.
3. Левковская Н.А. В чём различие между сверхфразовым единством и абзацем? / Н.А. Левковская // Филологические науки. – 1980. – № 1. – С. 75–78.
4. Солганик Г.Я. Синтаксическая стилистика. Сложное синтаксическое целое / Г.Я. Солганик. – М.: Высшая школа, 1991. – 182 с.
5. Филимонов О.И. Скреп-фраза в языке / О.И. Филимонов. – М.: АГРУС, 2017. – 170 с.
6. Боярский К.К. Выявление анафорических отношений при автоматическом анализе текста / К.К. Боярский, Е.А. Каневский // Научно-технический вестник информационных технологий механики и оптики. – 2013. – № 5. – С. 108–112.
7. Боярский К.К. Предсинтаксический модуль в анализаторе Semsin / К.К. Боярский, Е.А. Каневский // Интернет и современное общество. – 2013. – № 1. – С. 280–286.
8. Боярский К.К. Семантико-синтаксический анализатор Semsin / К.К. Боярский, Е.А. Каневский // Научно-технический вестник информационных технологий механики и оптики. – 2015. – № 5. – С. 869–876.
9. Тузов В.А. Компьютерная семантика русского языка / В.А. Тузов. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. – 400 с.
10. Гришина Е.А. Национальный корпус русского языка: 2006–2008. Новые результаты и перспективы / Е. А. Гришина // Нестор-История. – 2009. – № 6. – С. 150–174.

УДК 004.514

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ СХОДИМОСТИ В ГРАФИЧЕСКОМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ OPENFOAM НА БАЗЕ БИБЛИОТЕК MATPLOTLIB И NUMPY

¹Читалов Д.И., ^{1,2}Калашников С.Т.¹ФГБНУ «Южно-Уральский научный центр», Миасс, e-mail: cdi9@yandex.ru;²ОАО «ГРЦ Макеева», Миасс, e-mail: src@makeyev.ru

В настоящей статье описан пошаговый процесс разработки программного модуля графического интерфейса программной среды OpenFOAM для построения графиков сходимости (ГС) решения задач механики сплошных сред (МСС). Обусловлена необходимость создания такого модуля при проведении экспериментов в области моделирования процессов МСС. Сформулирована цель и задачи разработки, представлен используемый инструментарий. Приведено описание предложенного подхода к формированию логики работы программы. Представлена UML-диаграмма взаимосвязи компонентов модуля. Приведены листинги программного кода компонентов модуля, а также описание ключевых программных инструкций. Продемонстрирована работа модуля применительно к конкретной задаче – эволюции границы каверны при пуске торпеды: представлены сформированные модулем графики сходимости для этой задачи. Сформулированы выводы о практической значимости разработанного модуля и материалов статьи.

Ключевые слова: графический интерфейс пользователя, OpenFOAM, язык программирования Python, библиотека PyQt4, графики сходимости, библиотека Matplotlib, библиотека NumPy, открытое программное обеспечение

DRAWING CONVERGENCE GRAPHS IN THE GRAPHICAL USER INTERFACE OF THE OPENFOAM SOFTWARE ENVIRONMENT ON THE BASIS OF THE MATPLOTLIB AND NUMPY LIBRARIES

¹Chitalov D.I., ^{1,2}Kalashnikov S.T.¹Federal State Budget Scientific Institution «South Ural Scientific Center», Miass, e-mail: cdi9@yandex.ru;²State Rocket Center of Makeev, Miass, e-mail: src@makeyev.ru

This article describes the step-by-step process of developing the software module of the graphical interface of the OpenFOAM software environment for plotting the convergence graphs (CG) for solving the problems of continuum mechanics (CM). The necessity of creating such a module in carrying out experiments in the field of modeling CM processes is conditioned. The goal and tasks of development are formulated, the toolkit is used. The description of the proposed approach to the formation of the program logic is given. The UML diagram of the interconnection of the module components is presented. Listings of the program code of the module components are given as well as a description of the key program instructions. The work of the module is demonstrated with reference to a specific problem – the evolution of the cavern boundary when the torpedo is started: the convergence graphs for this problem are generated by the module. Conclusions are drawn about the practical significance of the developed module and article materials.

Keywords: graphical user interface, OpenFOAM, Python 3.4, PyQt4, convergence graphs, Matplotlib, NumPy, open source software

При проведении экспериментов по численному моделированию МСС большое значение отводится построению ГС. Они создаются на основе результатов решения и отражают его точность. Коммерческие программные средства (ПС), предназначенные для постановки экспериментов по численному моделированию, такие как ANSYS, TЕСИС, ESI GROUP, имеют встроенные средства для построения ГС. Свободно распространяемые пакеты, в частности OpenFOAM, по возможностям не уступают коммерческим аналогам, но не имеют графической оболочки для взаимодействия с пользователем. Вся работа с проектом задачи осуществляется посредством командной строки, что усложняет постановку экспериментов, так как требует значительных затрат времени при подготовке проекта за-

дачи и запоминания значительного количества консольных команд.

Создание интерфейсов для ПС OpenFOAM представляет интерес для разработчиков. Так были разработаны графические оболочки SALOME и Helyx OS. Несмотря на это, некоторые отечественные промышленные предприятия делают выбор в пользу создания собственных программных продуктов, учитывающих специфику работы предприятия и требования к возможностям программного обеспечения.

Авторами настоящей статьи предложен собственный вариант графического интерфейса пользователя на базе языка программирования Python 3.4 и библиотеки PyQt4, которая представляет собой расширение языка Python для графического кроссплатформенного фреймворка Qt. Подход к созда-

нию данного продукта описан в работе [1], а устройство и функционирование главного окна интерфейса – в работе [2]. Представленный графический интерфейс разработан для специалистов АО «ГРЦ Макеева» в г. Миассе и подтвержден свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016613637 от 01.04.2016, выданным организацией «Федеральный институт промышленной собственности».

Настоящая статья расширяет список возможностей продукта путем внедрения модуля для построения ГС решения задачи МСС. При этом к инструментам разработки кроме вышеуказанных технологий относится библиотека Matplotlib, отвечающая за визуализацию двумерных графических объектов, и библиотека NumPy, обеспечивающая возможность выполнения математических операций с многомерными массивами.

Цель работы состоит в создании программного модуля, позволяющего выполнять построение ГС по итогам решения задачи МСС. В рамках реализации поставленной цели предполагается решение комплекса задач: выбор определенной задачи МСС и изучение ее особенностей, моделирование выбранной задачи МСС в ПС OpenFOAM, изучение возможностей библиотек Matplotlib и NumPy на основе документации [3, 4], написание программного кода модуля.

Предполагаемым результатом работы является подключение разработанного модуля к графической оболочке, описанной в статье [1], выполнение моделирования выбранной задачи в этой графической оболочке и тестирование работы модуля после завершения моделирования. Должно быть предусмотрено автоматизированное выполнение кода данного программного модуля по завершению решения задачи, а также его выполнение при нажатии пользователем соответствующей кнопки панели инструментов главного окна.

Авторами настоящей статьи предложен подход, согласно которому данные для построения графика извлекаются из служебного файла с расширением «.log». В соответствии с логикой работы графического интерфейса, описанного в статье [1], все выходные данные, генерируемые в процессе решения задачи МСС, автоматически записываются в служебный log-файл. Для извлечения данных из файла применяются конструкции на базе шаблонов языка программирования Python 3.4 [5].

Необходимо отметить, что количество графиков на одной координатной оси определяется количеством коэффициентов, значения которых записываются в опреде-

ленный момент времени (итерацию) в log-файл. При этом имена коэффициентов на каждой итерации неизменны. Таким образом, каждой итерации в log-файле соответствует информационный блок, где каждому коэффициенту предшествует служебный оператор «for».

Из каждого итерационного блока необходимо извлечь значение параметра «Time». Далее на основе полученных значений формируется массив, каждый элемент которого представляет собой определенное значение, откладываемое на оси OX. Каждому значению параметра «Time» ставится в соответствие значение определенного коэффициента, например скалярных величин U_x и U_y для параметра «Скорость» (U). Значение каждого коэффициента извлекается из его свойства «Final residual» и также помещается в массив, соответствующий этому коэффициенту. На основе сформированных массивов откладываются значения на оси OY. Таким образом, формируются исходные данные для всех ГС.

Авторами предложено использование библиотеки NumPy для преобразования сформированных массивов строковых данных в формат, допустимый для построения графических объектов и библиотеки Matplotlib, предоставляющей необходимые для построения ГС инструменты. Принято решение использовать для вывода сформированных графических объектов стандартный виджет библиотеки PyQt4 [6], реализующий функции окна (класс QWidget).

В качестве примера задачи МСС, на которой демонстрируются особенности разработки и тестирования модуля, приведена задача численного моделирования эволюции границы каверны при пуске торпеды [7], подготовленная специалистами АО «ГРЦ Макеева».

Описание структуры модуля

На рис. 1 представлена UML-диаграмма, демонстрирующая взаимосвязь компонентов модуля построения ГС. В основном классе – «GraphWindow», соответствующем окну модуля, осуществляется вызов всех функций, необходимых для построения ГС. Класс «Graphs_Data» содержит объявления функций и их программный код. Данный класс наследует свойства служебного класса «Graph_Canvas» (холст графика). Вынесение его в отдельный файл позволяет использовать один и тот же холст при построении ГС для других решателей, что снижает избыточность кода.

Для извлечения данных из log-файла необходимо получить доступ к этому файлу, т.е. необходимо наличие переменной,

которая бы содержала абсолютный путь. Такая переменная передается в окно модуля из главного окна, но поскольку при расширении возможностей интерфейса может возникнуть потребность вновь получить значение абсолютного пути, имеет смысл в отдельном служебном файле создать специальный класс (fd_class), который бы содержал эту переменную. Таким образом, при ее передаче из главного окна она сначала будет записываться в этот служебный класс (путем вызова соответствующей функции класса), а затем можно обратиться к этой переменной из любого другого модуля (путем вызова соответствующей функции служебного класса).

Описание программного кода компонентов модуля

Инструкции, содержащиеся в листинге 1, отвечают за создание холста (поверхности) для рисования графиков и координатных осей. Каждый график может быть отображен на отдельной системе координат или на общей.

Листинг 1. Программный код холста для построения ГС (Graph_Canvas.py)

```
from matplotlib.backends.backend_qt4agg
import FigureCanvasQTAagg as GOCCanvas
from matplotlib.figure import Figure
class Graph_Canvas(GOCCanvas):
    def __init__(self, parent=None):
        GBox = Figure()
        self.axes = GBox.add_subplot(111)
        GOCCanvas.__init__(self, GBox)
```

В библиотеке Matplotlib в рамках реализации концепции поверхности для рисования (холста) графических объектов применяется класс FigureCanvasQTAagg. Фактически он представляет собой «бумагу», на которой можно разместить любое количество контейнеров верхнего уровня (класс Figure), объединяющих все состав-

ляющие графика. Метод add_subplot позволяет добавить в контейнер верхнего уровня Figure контейнер для графиков. Аргументы метода определяют количество систем координат. В последней строке листинга 1 происходит вызов конструктора базового класса (GOCCanvas) с передачей ссылки на контейнер Figure, для которого необходимо установить холст.

Листинг 2. Программный код окна модуля для построения ГС (Graph_Window.py)

```
from add_classes.fd_class import fd_class
from add_classes.Graph_Canvas import
Graphs_Data
class Graph_Window(QtGui.QWidget):
    def __init__(self, fd, parent=None):
        QtGui.QWidget.__init__(self, parent)
        fd_class.post_fd(fd)
        GD = Graphs_Data()
        GD.getting_initial_data()
        GD.t_making()
        GD.Ux_making()
        GD.graphs_making()
        GW_hbox = QtGui.QHBoxLayout()
        GW_hbox.addWidget(GD)
        GW_form = QtGui.QFormLayout()
        GW_form.addRow(GW_hbox)
        self.setLayout(GW_form)
```

Класс, представленный в листинге 2, соответствует стандартному виджету-окну библиотеки PyQt4. В данный класс из главного окна передается переменная «fd», содержащая полный путь до директории проекта задачи. Далее эта переменная передается в экземпляр служебного класса fd_class, путем вызова его функции post_fd (листинг 3). Кроме того, в классе листинга 2 осуществляется создание объекта класса Graphs_Data и вызов относящихся к нему функций (листинг 4). Представленный в листинге 4 программный код отвечает за формирование графика по скалярной величине Ux для параметра «Скорость» (U).

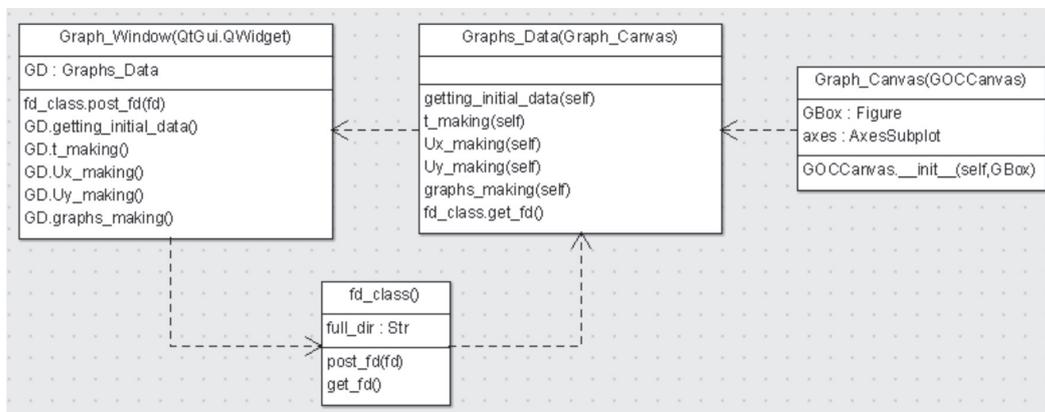


Рис. 1. UML-диаграмма модуля построения ГС

Листинг 3. Программный код служебного fd_class.py

```
class fd_class():
    def post_fd(fd):
        global full_dir
        full_dir = fd
    def get_fd(): return full_dir
```

В служебном классе fd_class заданы две функции, первая из которых отвечает за получение и сохранение переменной из внешнего модуля (главного окна), вторая – за передачу содержимого сохраненной переменной в другие модули графической оболочки.

Листинг 4. Graphs_Data.py

```
import re
import numpy as np
from add_classes.fd_class import fd_class
from add_classes.Graph_Canvas import Graph_Canvas
class Graphs_Data(Graph_Canvas):
    def getting_initial_data(self):
        global data, reg_prs
        full_dir = fd_class.get_fd()
        orf = open(full_dir+"out_run.log", "r")
        data = orf.read()
        orf.close()
        reg_prs = re.compile(r"(?<=[ ])\S*(?=[,])")
    def t_making(self):
        global t
        t_reg = re.compile(r"Time\s=\s\S*\n")
        t_mas = t_reg.findall(data)
        fr_t_mas = []
        fr_t = np.array([])
        for g in range(len(t_mas)):
            t_div = t_mas[g].split(" ")
            fr_t_mas.append(t_div[2])
        t = np.append(fr_t, fr_t_mas)
    def Ux_making(self):
        global Ux
        Ux_reg = re.compile(r"\sUx\sInitial\sresidual\s=\s\S*\sFinal\sresidual\s=\s\S*")
        Ux_mas = Ux_reg.findall(data)
        fr_Ux_mas = []
        fr_Ux = np.array([])
        for g in range(len(Ux_mas)):
            Ux_prs_mas = reg_prs.findall(Ux_mas[g])
            fr_Ux_mas.append(Ux_prs_mas[2])
        Ux = np.append(fr_Ux, fr_Ux_mas)
    def graphs_making(self):
        self.axes.plot(t, Ux)
        self.axes.grid(True)
        self.axes.set_xlabel("Time")
        self.axes.set_ylabel("Koeff")
        self.axes.set_yscale('log')
        self.legend_lbls = ['Ux']
        self.axes.legend(self.legend_lbls)
```

Функция getting_initial_data класса Graphs_Data (листинг 4) отвечает за создание переменной data, в которую помещается содержимое log-файла. В функции t-making посредством регулярных выражений осуществляется получение набора значений для параметра Time и, с помощью

библиотеки NumPy, преобразование массива значений в допустимый для построения графических объектов формат.

Функция graphs_making отвечает непосредственно за построение ГС и указание их свойств. Команде «построить график» соответствует метод plot. В каче-

стве аргументов этому методу передается ссылка на два аргумента (переменная или массив), содержащие значения, откладываемые по осям Ox и Oy системы координат.

Тестирование работы модуля

По итогам проведенной работы создано 4 компонента (файла) модуля: `Graph_Canvas.py`, `Graph_Window.py`, `fd_class.py`, `Graphs_Data.py`. Результат работы модуля после завершения процесса решения задачи, моделирующей эволюцию границы каверны при пуске торпеды, приведен на рис. 2 в главном окне графического интерфейса. Визуализация графика осуществляется в момент завершения процесса решения. Кроме того, предусмотрена возможность отображения графика при нажатии кнопки панели инструментов.

Представленный на рис. 2 график демонстрирует монотонную сходимость решения по параметру скорости (U), что свидетельствует о высокой точности решения и соответствии расчетных данных модели экспериментальным данным.

Заключение

В настоящей работе приведены особенности реализации модуля построения ГС для проектов задач МСС, моделируемых с помощью ПС OpenFOAM, и разработанного для него графического интерфейса. В статье представлена диаграмма взаимосвязи компонентов модуля, а также программный код каждого компонента. Настоящая статья может служить пособием для изучения связки инструментов Python 3.4, PyQt4, NumPy и Matplotlib, а также для проектирования модулей построения графиков.

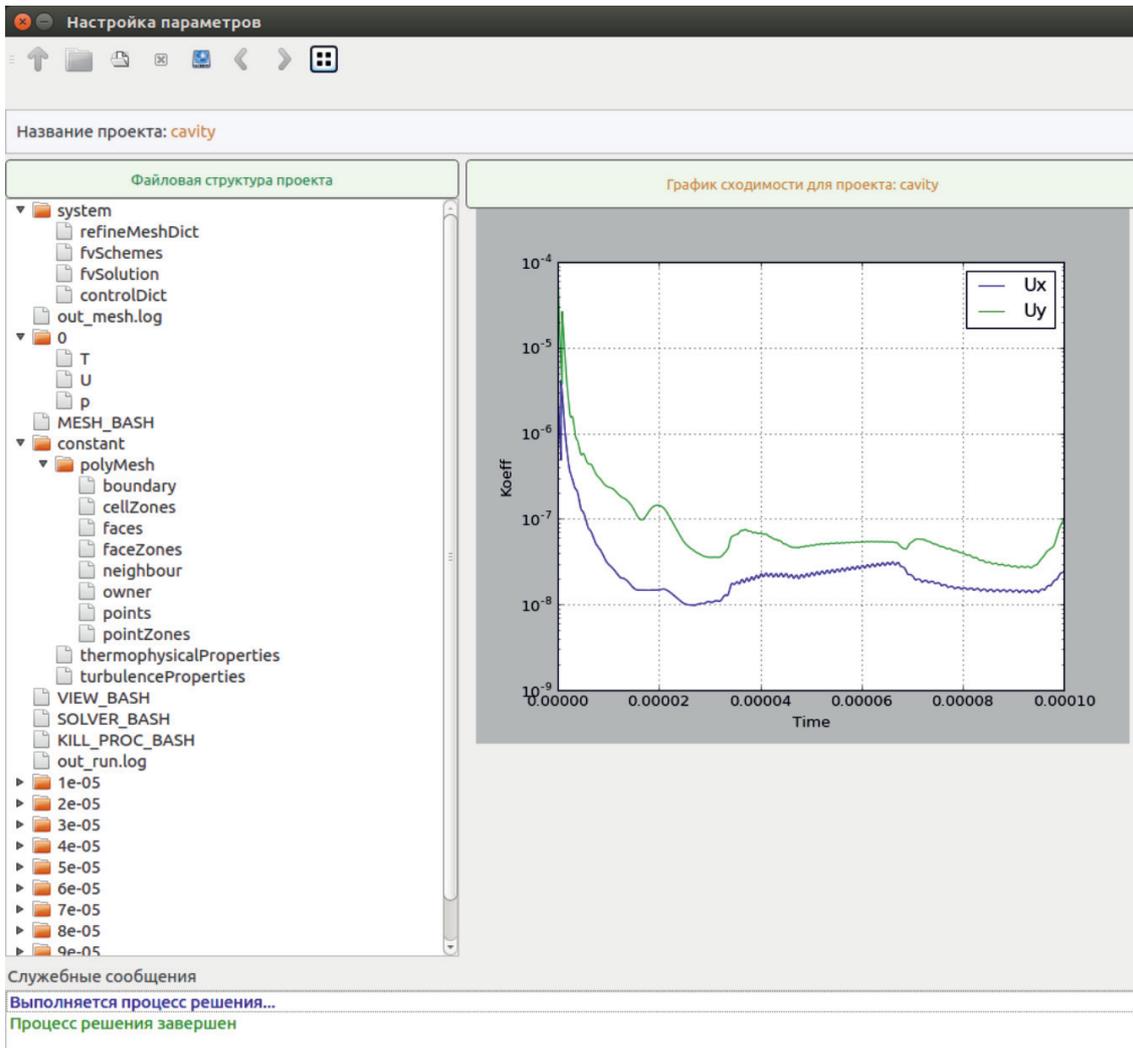


Рис. 2. Главное окно графического интерфейса с загруженным окном ГС

Список литературы

1. Читалов Д.И., Меркулов Е.С., Калашников С.Т. Разработка графического интерфейса пользователя для программного комплекса OpenFOAM // Программная инженерия. – 2016. – вып. 12. – С. 568–574.
2. Читалов Д.И., Калашников С.Т. Проектирование главного окна интерфейса программной среды OpenFOAM на базе технологий PyQt4 и Python 3.4 // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 9. – С. 71–76.
3. Matplotlib Reference Guide. URL: <https://matplotlib.org/contents.html> (дата обращения: 05.09.2017).
4. NumPy Tutorial. URL: <https://docs.scipy.org/doc/numpy-dev/user/quickstart.html> (дата обращения: 05.09.2017).
5. Прохоренок Н.А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 704 с.
6. PyQt4 Reference Guide. URL: <http://pyqt.sourceforge.net/Docs/PyQt4> (дата обращения: 05.09.2017).
7. Дегтярь В.Г., Пегов В.И., Меркулов Е.С. Численное моделирование эволюции границы каверны при пуске торпеды // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Матем. моделирование и программирование. – 2013. – Т. 6, вып. 1. – С. 5–12.

УДК 378:796

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА» БАКАЛАВРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

^{1,2}Байер Е.А., ^{1,2}Пожидаев С.Н., ^{1,2}Латышев О.Ю.

¹*Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко МОО «Информация для всех»,
Москва, e-mail: papa888@list.ru;*

²*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (ДГТУ), Ростов-на-Дону,
e-mail: elenabaier@list.ru*

В статье рассматривается проблема подготовки бакалавров в области физической культуры и спорта, готовых к профессиональному росту в системе высшего спортивно-педагогического образования. Результаты многочисленных исследований показывают, что обучение в рамках инновационных проектов, в том числе спортизированного физического воспитания, способствует формированию конкурентоспособного (жизнестойкого) бакалавра, обладающего достаточно высоким уровнем компетенции, готового быстро адаптироваться к постоянно меняющимся условиям социума. Целью исследования явилось теоретическое обоснование содержания учебного курса «Повышение профессионального мастерства» в вузе с актуализированным ценностно-смысловым аспектом, способствующим формированию высокой спортивной культуры личности студентов. Физическая культура аккумулирует опыт физического совершенствования человека в виде восприятия, мышления, познания, переживания и действия, характеризующий собственно духовный опыт деятельности поколений.

Ключевые слова: профессиональное образование, компетентность, жизнестойкость, инновация, технологии, спортизированное физическое воспитание, студенты, ценности физической культуры и спорта, практико-ориентированный подход, социальная адаптация и интеграция

MODELING OF THE CONTENT OF DISCIPLINE «INCREASING OF PROFESSIONAL SKILL» OF BACHELORS OF PHYSICAL CULTURE

^{1,2}Bayer E.A., ^{1,2}Pozhidaev S.N., ^{1,2}Latyshev O.Yu.

¹*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko,
Information for all program, Moscow, e-mail: papa888@list.ru;*

²*Federal Budgetary Educational Institution of Higher Education Don State Technical University,
Rostov-on-Don, e-mail: elenabaier@list.ru*

The article deals with the problem of training specialists in the field of physical culture and sports, capable of professional growth in the system of higher sports and pedagogical education. The results of numerous studies show that training on innovative projects, including sports physical education, fosters the formation of a competitive (viable) specialist with a sufficiently high level of competence, ready to quickly adapt to the constantly changing conditions of society. The purpose of the study was the theoretical substantiation of the content of the training course «Enhancing of professional skills» in the university with an actualized value-semantic aspect that contributes to the formation of a high sports culture of the student's personality. Physical culture accumulates the experience of a person's physical perfection in the form of perception, thinking, cognition, experience and action, which characterizes the spiritual experience of the activities of generations.

Keywords: vocational education, competence, vitality, innovation, technology, sports physical education, students, FC & S values, practice-oriented approach, social adaptation and integration

Становится очевидным, что необходимо проанализировать элитные научные школы России, их взгляд на отбор содержания, методов, организационных форм, образовательных программ, обеспечивающих повышение эффективности подготовки бакалавров в области физической культуры и спорта. Главное место в подготовке бакалавра занимает преподавание основных профессиональных дисциплин, в ряду которых особое место занимает курс «Повышение профессионального мастерства», содержание которого строится на основе социальных научных технологий в области физической культуры и спорта с учетом практико-ориен-

тированных подходов к подготовке будущих спортивных педагогов.

Именно поэтому будущим педагогам физической культуры и спорта так важно на этапе обучения в спортивном институте освоить новые технологии обучения, происходящие из разных научных школ РФ, в том числе спортивно ориентированного физического воспитания.

Как показывает практика, одна из актуальных проблем – слабая, поверхностная спортивная подготовка современных студентов (абитуриентов). Поэтому таким студентам сложно освоить методику тренировочных занятий. А при активной ре-

ализации новых технологий физической культуры и спорта студенту даётся дополнительный шанс не только освоить профессиональную компетенцию тренера-преподавателя, но и усвоить научно-методологическую основу предмета, так называемый системообразующий фактор субъективного опыта мышления [1].

Второе – почему в процессе обучения в спортивном институте необходимо формировать конкурентоспособного (жизнестойкого) бакалавра в области физической культуры и спорта, обладающего достаточно высоким уровнем компетенции, способного быстро адаптироваться к постоянно меняющимся условиям социума? В результате теоретического анализа по теме исследования выявлены следующие противоречия:

– между необходимостью формирования компетентности личности студента, способного быть конкурентоспособным (жизнестойким) бакалавром, обладающим достаточно высоким уровнем компетенции, который готов быстро адаптироваться к постоянно меняющимся условиям социума, и отсутствием адекватного содержания учебного курса «Повышение профессионального мастерства»;

– между уровнем теоретического осмысления ценностного потенциала физической культуры и спорта студентами, а также практическим применением последнего в вузе с целью становления профессиональной карьеры бакалавров по окончании вуза.

Разрешение указанных противоречий дает основание для определения важной научной проблемы исследования, которая заключается в необходимости построения особого учебного курса, по окончании изучения которого должен получиться бакалавр, способный эффективно применять на практике сформированные у него компетенции.

Целью исследования явилось теоретическое обоснование содержания учебного курса «Повышение профессионального мастерства» в вузе с актуализированным ценностно-смысловым аспектом, способствующим формированию спортивной культуры личности студентов.

Мы опираемся при организации исследования на следующие компоненты ценностно-смысловой компетентности студентов.

1. Мотивационный компонент: освоение знаний по формированию и развитию модельных характеристик жизнестойкости студента открывает новые перспективы, отражающие его готовность к профессиональной деятельности в области физической культуры и спорта, связанной с пре-

одолением трудностей и самостоятельными действиями после выпуска из вуза.

2. Когнитивный компонент: наличие знаний об инновационном проекте спортизации и спортизированном физическом воспитании и о других формах спортивно-го образования. Системообразующим фактором данного проекта являются ценности физической культуры и спорта.

3. Операционально-технический: готовность студента через конструктивные, организаторские и коммуникативные умения (уровень проявления готовности студента к профессиональному росту).

Содержание курса обучения основывается на следующих положениях. Так, согласно мнению В.А. Петровского, при любых формах, в которых человек вступает во взаимодействие с культурой, реализуется позиция деятельности при основополагающем условии рефлексивной и регулятивной опосредованности. И, напротив, личностное невключение человека в процесс взаимодействия не обеспечивает определения как деятельности [1].

Физическая культура аккумулирует опыт физического совершенствования человека в виде восприятия, мышления, познания, переживания и действия, характеризующий собственно духовный опыт деятельности поколений. Это должно войти в содержание образования, в новое поколение государственных стандартов высшего профессионального образования.

Принципиально важно не ограничиваться раскрытием значений, объективно присущих физической культуре и спорту, необходимо организовать учебную деятельность по их переводу на смысловой уровень личностных установок. Механизмом такого перехода является личная заинтересованность студента в формировании конкурентного (жизнестойкого) бакалавра, обладающего приемлемым уровнем компетенции, готового к трансформации требований работодателя к владению им физической культурой и спортом как эффективному способу поддержания высокого жизненного тонуса, следовательно, и творческого профессионального потенциала. В работах Л.И. Лубышевой и А.И. Загравской представлен кинезиологический подход физкультурно-спортивного образования к формированию физкультурной компетентности через интеграцию физического и психического развития у студента [2].

По мнению А.В. Хуторского [3], готовность личности студента для осуществления разного рода физкультурно-спортивной деятельности на практике зависит от его личностных качеств-характеристик. Физ-

культурная компетентность отражает не только уровень освоенных знаний, умений и способов действий, но и способности субъекта осуществлять активную спортивную деятельность, способность самостоятельно решать задачи в области физической культуры и спорта.

В процессе развития идей о содержании ценностно-смысловой компетентности студентов с опорой на мотивационный подход нами разработан курс по освоению знаний о формировании и развитии модельных характеристик жизнестойкости студента средствами спортивной культуры [4].

Особенностью авторской разработки курса являются новые перспективы, отражающие готовность студента к профессиональной деятельности в области физической культуры и спорта, связанные с устойчивостью человека к экстремальным ситуациям, преодолением трудностей, способностью к самостоятельным высокопрофессиональным действиям после выпуска из вуза.

В отечественной литературе эту устойчивость человека к экстремальным ситуациям принято определять таким новым в педагогике понятием, как «стойкость» или «жизнестойкость», – указывает Д.А. Леонтьев [5, с. 9]. Раскрытию темы жизнестойкости различных категорий населения, начиная от социально незащищённых детей и заканчивая студентами российского вуза, нами посвящено немало научных работ [4] на протяжении последних пятнадцати лет. Мы полагаем, что и в научные разработки, начинающиеся с данной статьи, тема жизнестойкости также внесёт необходимый системообразующий компонент.

Обучение студентов вузов в области физической культуры и спорта представляет особую важность при формировании современного педагогического мышления. Это касается не только их прямых успехов в изучаемой специальности, но и социального, и культурного взаимопонимания в отношении личного опыта и предшествующих знаний студентов. Значимость программ, ориентированных на студентов – будущих бакалавров физической культуры и спорта, способствующих принципиальному росту разнообразия областей их компетентности, проявляется в организации успешных студенческих обменов, а также в процессе реализации образования на протяжении всей жизни, в их понимании и признании различий и личной, социальной и профессиональной и гражданской самореализации [6].

Формирование межкультурной коммуникации потенциальных бакалавров ФКиС предусматривает посещение студентами

спортивных объектов различного типа в стране обучения при участии в программе академической мобильности вместе со студентами и профессорами из этой страны. Наряду с этим представляется целесообразным совместное посещение коллективом студентов и преподавателей спортивных соревнований, чемпионатов, спартакиад, универсиад, фестивалей физической культуры и спорта в принимающей стране. Сколь ни была бы узка изучаемая им физкультурная специальность, их обучение и свободное время не должны ограничиваться этим в любом случае. Если студенты физкультурных факультетов участвуют в программе обмена военных высших учебных заведений, им необходимо заранее изучить знаки отличия, характерные для представителей иностранных вооружённых сил, особенно парадного и повседневного обмундирования, чтобы правильно понять, как вести себя в конкретных обстоятельствах. Кроме того, есть также много других необходимых деталей, которые следует учитывать в процессе межкультурного общения со студентами педагогических вузов.

Миссия высшего педагогического образования не только в обучении отдельных лиц, но и в удовлетворении потребностей социального и экономического развития сообщества. Её цель может быть достигнута, когда университеты позволят людям и обществу достичь результатов в условиях глобализации, характеризующихся высокой конкуренцией и динамизмом [7]. Роль университетского консультирования и ориентации в содействии доступу к рынку труда и навыкам развития карьеры также связана с процессом социализации. Это способствует преодолению «беспокойства» в отношении будущего, в ходе которого персональная карьера студента педагогического вуза рассматривается социально ее глобальному характеру и когнитивным, аффективным, мотивационным, ценностным отношениям [8].

Действительно, роль педагогического университета в формировании карьеры студента в области физической культуры и спорта не может быть переоценена. Даже если предположить, что во время предстоящей работы выпускник педуниверситета будет иметь добросовестного, опытного, заинтересованного преподавателя, маловероятно, что у него будет время и силы, чтобы компенсировать упущения, которые имели место во время студенческой жизни. Многочисленные полезные навыки позволяют студенту в области физической культуры и спорта отвечать высоким и бескомпромиссным требованиям мирового

рынка труда. Студент педагогического вуза должен понимать направление динамики изменений на рынке труда, общественные ожидания и потребности конкретных образовательных учреждений, иметь возможность своевременно применять знания, получаемые им в результате непрерывного повышения педагогической квалификации, а также своевременно и регулярно получать последующую профессиональную переподготовку. Студент обязан найти новые ниши для социально-экономического самоопределения в тех областях педагогических знаний, которые либо не подлежат автоматизации с последующим сокращением штатов, либо этот процесс будет охватывать их еще много лет.

Роль педагогических университетов имеет решающее значение для развития независимости при принятии решений и управлении карьерой в области физической культуры и спорта. Создание центров карьерного роста в педагогических университетах является стимулом для преодоления барьеров на пути общения между профессорами, студентами и их потенциальными работодателями. Среди их ключевых функций – профессиональное руководство и мотивация, индивидуальное и групповое взаимодействие, развитие навыков управления карьерой и компетенцией, независимой и обоснованной оценки и принятия решений о своих личных возможностях и карьере, то есть предпосылках и драйверах личной и профессиональной самоидентификации и социализации.

Каждый педагогический университет должен учитывать необходимость социальной и экономической социализации студентов на фоне единства и надлежащего баланса когнитивных и некогнитивных навыков, достигнутых в процессе учёбы в вузе. В будущем именно эта позиция должна занимать ключевое место в функциях педагогического университета. В свою очередь, это будет напрямую зависеть от качества государственного финансирования университета, его включения в престижные и перспективные научные программы мирового уровня, позиции в ведущих рейтингах.

Дискуссии о ключевой роли педагогического университета в социализации студентов, рассматриваемые в разных, но взаимосвязанных аспектах – университете и реальной жизни, описывают некоторые основные предпосылки и возможности для улучшения процесса обучения и пребывания в академической среде. Прежде всего, необходимо учитывать важность коммуникации (профессиональной, социальной и межкультурной), которая также связана

с развитием навыков. Среди социальных и эмоциональных навыков, которые напрямую связаны со студенческой социализацией, немало навыков, вырабатываемых в университете и реальной жизни с точки зрения проактивности и инициативы, принятия решений и получения конкурентных преимуществ.

Заключение. Все перечисленные инновационные технологии авторского учебного курса «Повышение профессионального мастерства» направлены на решение различных вопросов, обозначенных не только в сфере физкультурно-спортивного образования студентов, но и подготовки бакалавров в целом, стимулирует их интеллектуальную и двигательную активность, мотивируя на совершенствование познавательной деятельности в рамках компетентного подхода по схеме образования через всю жизнь. Для аттестации все студенты набирают рейтинговую оценку успеваемости по дисциплине (61–100 баллов), не только посещая учебные занятия в вузе, но и благодаря практико-ориентированному обучению будущих бакалавров на базе спортивных школ и других образовательных учреждений.

Проведенное исследование с опорой на анализ методической литературы побуждает нас сделать следующие выводы:

1. Принципиальное усиление спортивной подготовки современных студентов (абитуриентов) позволит бакалавру быстрее выйти на тренерские позиции, чтобы впоследствии претендовать на более престижные и высокооплачиваемые рабочие места в передовых учреждениях и организациях спортивного профиля.

2. Выработка у студентов (абитуриентов) умения оперативно и адекватно реагировать на разнообразные вызовы современного быстроменяющегося социума позволит им не только удержать завоеванные позиции в мире физической культуры и спорта, спортивной педагогики, но и достичь новых выдающихся результатов в избранной области деятельности.

3. Студент, чувствующий себя не только объектом учебного воздействия со стороны профессорско-преподавательского состава, но и воспринимаемый окружающими как субъект деятельности, приобретает значительно более высокий уровень мотивации к обучению, ответственности при выполнении учебных заданий, усердия в процессе физической спортивной подготовки.

4. Тесная связь процессов физического и духовного самосовершенствования в процессе формирования воли к победе, самопреодоления в ряде сложных ситуаций, умения справиться с негативными эмоция-

ми и способности перевести их в позитивный план позволяет студенту значительно более уверенно двигаться не только к получению качественного образования в вузе, но и к изначальному формированию своей спортивной и педагогической карьеры.

5. Теоретическое обоснование содержания учебного курса «Повышение профессионального мастерства» в вузе с актуализированным ценностно-смысловым аспектом, способствующим формированию спортивной культуры личности студентов, опирается на новейшие научные разработки отечественных и зарубежных исследователей, и позволяет данной учебной дисциплине занять достойное место в системе предметных областей высшего профессионального образования в области физической культуры и спорта.

Мы полагаем, что предлагаемое исследование станет поводом для живой научной дискуссии, и заранее выражаем признательность за предложения, замечания и пожелания в плане развития идей и проблем, затронутых в данной работе.

Список литературы

1. Петровский А.В. Проблемы развития личности с позиции социальной психологии / А.В. Петровский // Вопросы психологии. – 1984. – № 4. – 47 с.
2. Лубышева Л.И., Загrevская А.И. Кинезиологический подход как методология современной спортивной науки и практики // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 12. – С. 3–5.
3. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении. Научно-методическое пособие. – М.: Эйдос, 2013. – 73 с.
4. Байер Е.А. Педагогическая система формирования жизнестойкости детей-сирот средствами физической культуры и спорта в условиях детского дома: монография / Е.А. Байер, И.Б. Павлов. – Азов: ООО «АзовПечать», 2012. – 648 с.
5. Леонтьев Д.А. Деятельность. Сознание. Личность / Д.А. Леонтьев – М.: Политиздат, 1977. – С. 9.
6. Shopova I., Arabska E. Organizing successful foreign students exchange, V. International Congress of Education Research «Peace, Memory & Education Research», Canakkale Onsekiz Mart University, 6–9 June 2013, Canakkale, Turkey. Educational Research Association // The International Journal of Educational Researchers. – 2013. – № 4–2. – P. 11–29.
7. Barna I., Mircea D. Psycho-pedagogical Counselling. An important stage in students' teaching career orientation // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – 180. – P. 1044–1049.
8. Richiteanu-Nastase E.-R., Staiculescu C. The impact of career factors on students' professional insertion. What measures to be taken by the university? Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – 180. – P. 1102–1108.

УДК 371.134:37.018.46

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ МЕНЕДЖЕРОВ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ СФЕРЫ

Веденеев А.Г.

*ГБОУК ВО «Волгоградский государственный институт искусств и культуры», Волгоград,
e-mail: agvedeneev@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена выявлению научно-методических ориентиров профессиональной переподготовки менеджеров социально-культурной сферы. Показана роль деятельности менеджера социально-культурной сферы в реализации потребностей социума в современных условиях. Главным ориентиром в процессе профессиональной переподготовки, объединяющим требования профессионального стандарта и современной практики социально-культурной сферы к менеджеру, является модель педагогической компетентности менеджера социально-культурной сферы, представляющая единство духовно-мировоззренческих, ценностно-смысловых, коммуникативных и деятельностно-технологических компонентов педагогического знания и опыта. Модель педагогической компетентности позволила определить содержательное наполнение занятий со слушателями, ориентированных на педагогическое решение актуальных вопросов культурного развития населения. Знание о смыслопоисковой, креативной функций и функции воспитательной поддержки педагогической компетентности менеджера социально-культурной сферы явилось основанием при планировании занятий со слушателями и отборе приемов, форм, методов профессиональной переподготовки слушателей. Разработанные показатели адаптивного, функционального и творческого уровней развития педагогической компетентности позволили выстроить систему различных заданий для совершенствования процесса профессиональной переподготовки менеджеров. Деятельностный подход, как ориентир профессиональной переподготовки, способствует анализу разных аспектов организаторской, методической, научной, инновационной, воспитательной деятельности менеджера. Ориентирами профессиональной переподготовки явились андрагогические принципы обучения: принципы совместной деятельности, опоры на опыт обучающихся, системность, контекстность обучения, а также актуализация результатов обучения. Сделан вывод об эффективности выделенных научно-методических основ в организации процесса профессиональной переподготовки менеджеров социально-культурной сферы.

Ключевые слова: менеджер социально-культурной сферы, педагогическая компетентность менеджера социально-культурной сферы, профессиональная переподготовка

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL INDICATORS OF PROFESSIONAL RETRAINING OF MANAGERS OF SOCIAL AND CULTURAL SPHERE

Vedeneev A.G.

Volgograd State Institute of Arts and Culture, Volgograd, e-mail: agvedeneev@yandex.ru

This article is devoted to the identification of scientific and methodological guidelines for professional retraining of social and cultural managers in accordance with the requirements of professional standards. The role of the manager of the socio-cultural sphere in realizing the needs of society in modern conditions is shown. The main reference point in the process of professional retraining, combining the requirements of professional standards and modern practice of the socio-cultural sphere with the manager, is the model of the pedagogical competence of the manager of the socio-cultural sphere, representing the unity of the spiritual-worldview, value-semantic, communicative and activity-technological components of pedagogical knowledge and experience. The model of pedagogical competence made it possible to determine the meaningful content of classes with students, oriented toward pedagogical decision of topical issues of cultural development of the population. Knowledge of the meaningful, creative, educational support of the functions of the pedagogical competence of the manager of the socio-cultural sphere was the basis for planning sessions with students and selecting techniques, forms, methods of professional retraining of listeners. The developed indicators of adaptive, functional and creative levels of development of pedagogical competence made it possible to build a system of various tasks for improving the process of professional retraining of managers. The activity approach, as a reference point for professional retraining, contributes to the analysis of various aspects of managerial, methodological, scientific, innovative, educational activities. The guidelines for professional retraining were the andragogical principles of teaching: the principles of joint activity, the reliance on the experience of the students, the systemic nature, the context of the training, and the actualization of learning outcomes also served as reference points for professional retraining. A conclusion is drawn on the effectiveness of the allocated scientific and methodological foundations in the organization of the process of professional retraining of managers in the social and cultural sphere.

Keywords: manager of socio-cultural sphere, pedagogical competence of social and cultural manager, professional retraining

Руководство организацией культуры и искусства в современных условиях предусматривает комплекс взаимосвязанных действий по эффективному использованию ресурсов в процессе производства, сохране-

ния и распространения культурных благ, направленных на удовлетворение культурных потребностей населения. Вместе с тем для адекватной адресации культурных потребностей требуется не только улучшение со-

держания предоставляемой ими культурной деятельности, но и ее организационных форм [1, с. 30].

Ведущее значение в реализации культурных потребностей социума в современных условиях занимает деятельность менеджера социально-культурной сферы. В среде культуры и искусства деонтологические нормы менеджера обязаны быть исключительно чисты, так как его деятельность связана с чрезвычайно сложной, утонченной и ранимой творческой личностью. Современный менеджер-профессионал выступает чаще всего в роли социального педагога, воспитателя, педагога-организатора, социального психолога, обязан обучать персонал основным элементам своей профессии, ориентированным на реализацию воспитательной функции. Низкий уровень педагогической подготовки руководителей и менеджеров домов культуры приводит к тому, что они оказываются иногда заложниками шоу-программ, круизов, конкурсов, участниками которых являются состоятельные люди, которые могут себе позволить заплатить солидный вступительный взнос. При всем многообразии этих программ, к сожалению, их воспитательный потенциал оставляет желать лучшего [2, с. 22]. Необходимость совершенствования подготовки менеджеров социально-культурной сферы подчеркивается в исследованиях Л.С. Жарковой, Г.Л. Тульчинского, В.М. Чижикова, Е.Л. Шековой.

Анализ требований профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», № 613 н от 8.09.2015 г., в рамках реализации трудовой функции по организации досуговой деятельности учащихся в процессе реализации дополнительной общеобразовательной программы показывает актуализацию следующих знаний современного менеджера социально-культурной сферы: методов и форм организации деятельности и общения, техники и приемов вовлечения учащихся в деятельность и общение при организации и проведении досуговых мероприятий, техники и приемов общения (слушания, убеждения) с учетом возрастных и индивидуальных особенностей собеседников [3].

Обобщенная трудовая функция по организационно-педагогическому сопровождению методической деятельности педагогов дополнительного образования базируется на знании методологических и теоретических основ современного дополнительного образования детей и взрослых, современных концепций и моделей, образовательных технологий дополнительного образования детей и взрослых в избранной области.

Организация и проведение массовых досуговых мероприятий предполагает знание методов и форм организации деятельности и общения, техники и приемов вовлечения учащихся в деятельность и общение при организации и проведении досуговых мероприятий.

Данные обстоятельства, а также потребности менеджеров учреждений культуры и досуга Волгоградской области привели к необходимости организации на базе Волгоградского института искусств и культуры профессиональной переподготовки. Была организована и реализована профессиональная переподготовка по программам «Руководитель учреждений культуры клубного типа: современные технологии менеджмента и маркетинга в сфере культуры» и «Руководитель детской школы искусств: менеджмент в системе дополнительного образования в сфере культуры и искусства» для руководителей, заместителей руководителей образовательных организаций дополнительного образования и учреждений культуры клубного типа Волгоградской области в объеме 292 часов.

С учетом проанализированных исследований менеджмента социально-культурной сферы, результатов собственного исследования, требований профессиональных стандартов мы определили научно-методические ориентиры профессиональной переподготовки менеджеров социально-культурной сферы, обеспечивающие целостность профессиональной подготовки в соответствии с современными тенденциями науки, культурной политики и потребностями социально-культурной практики. Построение курса профессиональной переподготовки базировалось на системно-модульном подходе, позволяющем объединять преподаваемые дисциплины в модули, как законченные смысловые единицы. В структуре профессиональной переподготовки мы выделили три модуля: педагогика дополнительного образования, психология дополнительного образования, развитие творческих способностей детей и взрослых в дополнительном образовании.

Главным ориентиром в процессе профессиональной переподготовки, объединяющим требования профессионального стандарта и современной практики социально-культурной сферы к менеджеру социально-культурной сферы, является разработанная нами модель педагогической компетентности менеджера социально-культурной сферы, представляющая единство духовно-мировоззренческих, ценностно-смысловых, коммуникативных и деятельностно-технологических компонентов педа-

гогического знания и опыта, объединенных концептуально развитым, гуманистически ориентированным сознанием педагога [2]. Педагогическая компетентность менеджера социально-культурной сферы способствует организации воспитывающей среды, личностно-развивающего общения, культуроразвивающей деятельности и обеспечивает педагогическую поддержку творчества населения. Понимание педагогической компетентности позволило нам определить содержательное наполнение занятий со слушателями, ориентированных на педагогическое решение актуальных вопросов культурного развития населения.

Следующим научно-методическим ориентиром построения профессиональной переподготовки стало знание о смыслопоисковой, креативной функциях и функции воспитательной поддержки педагогической компетентности менеджера социально-культурной сферы. Представление о функциях явилось основанием при планировании занятий со слушателями и отборе приемов, форм, методов профессиональной переподготовки. Смыслопоисковая функция педагогической компетентности позволяет менеджеру определить истинные цели массовых мероприятий и осуществить их педагогическую корректировку. Поэтому на занятиях со слушателями по педагогике дополнительного образования мы анализировали воспитательный потенциал массовых молодежных мероприятий, а также общих, функциональных, дифференцированных технологий, используемых в сфере культуры и досуга. Креативная функция педагогической компетентности позволяет менеджеру рассматривать процесс профессионального взаимодействия с коллегами как творческий акт и применять полученные результаты в организации культурных массовых мероприятий и актуализации их воспитательной направленности. Для развития данной функции на занятиях мы анализировали различные профессиональные кейсы и предлагали слушателям решать обозначенные в кейсах проблемы. Процесс решения профессиональных кейсов предполагает освоение слушателями алгоритма, который позволяет анализировать ситуацию, выделять профессиональный аспект проблемы, формулировать цель и задачи, отбирать варианты решения обозначенной проблемы. Среди нескольких вариантов решения проблемы слушателям-менеджерам нужно было выбрать наиболее оптимальный способ решения обозначенной проблемы. Освоение алгоритма, воспитательная оценка предлагаемого решения активизируют процессы самоосознания и самосовер-

шенствования менеджеров социально-культурной сферы.

Функция воспитательной поддержки способствует созданию воспитательной среды в учреждении культуры и моделированию системы педагогических средств, позволяющей запускать механизмы профессионально-личностного саморазвития во взаимодействии с участниками культурного пространства. В связи с этим на занятиях слушатели-менеджеры выстраивали перспективы профессионального и личностного саморазвития как процесса целенаправленного, качественного, самоизменения личностной и профессиональной сферы, под влиянием собственных противоречий в результате взаимодействия со значимыми людьми [4, с. 147]. Развитие функций педагогической компетентности менеджера в социально-культурной сфере на занятиях по организации досуговой деятельности со слушателями способствует усилению педагогической направленности менеджеров социально-культурной сферы и формированию профессионального сознания слушателей курсов.

Методика проведения лекционных и семинарских занятий базировалась на научных основах организации процесса обучения в высшей школе С.И. Смирнова, технологии контекстного обучения А.А. Вербицкого, закономерностях обучения в высшей школе С.И. Архангельского, андрагогических принципах обучения, выделенных С.И. Змеевым. Взрослая категория слушателей курсов в отличие от студентов имеет сильную мотивацию к обучению, заданные условия обучения, четкий ориентир эффективности, стремление к самостоятельной оценке эффективности и достаточный опыт, чтобы эту оценку произвести [5, с. 68]. Поэтому при организации занятий со слушателями мы ориентировались на принципы совместной деятельности, опоры на опыт обучающихся, системности и контекстности обучения, а также актуализации результатов обучения [6, с. 65]. Применительно к аудитории менеджеров социально-культурной сферы интерактивное взаимодействие – это активное взаимодействие субъектов образовательной деятельности с постоянной сменой форм и способов коммуникации. Это необходимо для оптимизации моделей поведения участников курсовой подготовки [7]. На занятиях по педагогическим конфликтам, развитию творческих способностей со слушателями курсов мы использовали элементы деловых профессиональных игр, разбирали профессиональные ситуации, непосредственно связанные с реализацией

профессиональных функций менеджеров социально-культурной сферы. Очень часто процесс решения профессиональных ситуаций сопровождался дискуссией менеджеров, которая способствовала развитию культуры ведения спора, умению выслушивать противоположную точку зрения и работать в команде. Сочетание методов сотрудничества, согласование действий, предъявление алгоритма решения проблемы и соревнования способствуют развитию рефлексии, активизируют внутренний диалог, формируют адекватную самооценку менеджеров-слушателей.

Следующим научно-методическим ориентиром реализуемых курсов является деятельностный подход, способствующий анализу разных аспектов организаторской, методической, научной, инновационной, воспитательной деятельности менеджера и определению особенностей педагогического взаимодействия и управления в них. Разработанные показатели адаптивного, функционального и творческого уровней развития педагогической компетентности позволили нам выстроить систему различных заданий для совершенствования процесса профессиональной переподготовки. Для слушателей адаптивного уровня предлагались индивидуальные задания, связанные с оценкой воспитательного потенциала культурных мероприятий и решением профессиональных ситуаций и усилением педагогической направленности профессиональной деятельности. Менеджеры функционального уровня в процессе профессиональной переподготовки выполняли задания, актуализирующие процесс профессионально-личностного саморазвития и формулировали цели своего профессионального самосовершенствования. Представители творческого уровня разрабатывали стратегию проектирования деятельности учреждения культуры на основе личностно-развивающего взаимодействия и выбранной педагогической концепции.

По итогам профессиональной переподготовки выпускникам курсов необходимо было защитить собственный проект, запускающий рефлексию собственной деятельности, определяющий воспитательный аспект организуемых мероприятий и разработку концепции профессиональной деятельности. При моделировании собственной концепции менеджеры сферы культуры и досуга акцентировали внимание на педагогической проблеме в своей деятельности; исходя из выделенной проблемы, формулировали цель концепции, определяли средства по достижению поставленной цели, выделяли условия эффективности пе-

дагогической деятельности и показывали результаты, подтверждающие достижение поставленной цели. В результате анализа представленных концепций слушателей мы обнаружили, что представители адаптивного уровня развития педагогической компетентности в основном выделяли педагогические проблемы личностного характера, менеджеры функционального уровня ориентировались на проблемы взаимоотношений с коллегами в коллективе в процессе подготовки культурно-массовых мероприятий. Представители высокого творческого уровня педагогической компетентности выделяли проблемы, связанные с эффективной деятельностью всего коллектива на протяжении всего профессионального цикла жизнедеятельности и включением в непрерывное образование и самообразование.

Для эффективного взаимодействия в организациях социально-культурной сферы менеджеры на занятиях разбирали основы педагогической конфликтологии через изучение элементов конфликта, функций конфликтов и способов разрешения конфликтов. Понимание слушателями различий между оппонентами первого и второго рангов, отстаивающих интересы в споре, способствовало развитию функций педагогической компетентности и умению работать в команде. Для слушателей результативным оказалось представление о положительных функциях конфликта, способствующих развитию коллектива, определению новых направлений в развитии коллектива и коррекции нарушений в ценностно-смысловой сфере участников культуротворческого процесса. Полученное знание о природе конфликта позволило нам на занятиях по основам принятия решения со слушателями разобрать существующие тактики поведения в конфликте через различные ситуации профессиональной деятельности менеджеров социально-культурной сферы.

В профессиональных стандартах руководителей учреждений культуры сделан акцент на знания основ управления проектами и методологии деятельности в сфере культуры, искусства, народного творчества. Проектная деятельность способствует самостоятельному получению знаний и развитию инициативы среди посетителей, тем самым активизируя процесс их социализации. Планирование и руководство проектами предполагает четкое представление о методологии исследования, о специфике научно-исследовательской и проектной деятельности, а также о классификации проектов, реализуемых на практике в социально-культурной сфере. Для систематизации и усвоения указанных знаний менеджерами

на практических занятиях по проектированию в социально-культурной сфере рассматривались вопросы, отражающие методологические характеристики проектной, исследовательской деятельности и требования к ним. В микрогруппах слушатели учились формулировать темы проектов на основе предложенных четырех формул, разрабатывать замысел проекта и обосновывать основные этапы реализации проектной деятельности. Такая организация занятий давала возможность слушателям определять особенности развития творческих способностей населения, перспективы развития социально-культурных учреждений, экспериментировать и самостоятельно делать выводы, получить «обратную связь» лично-развивающих деловых и межсубъектных отношений в организации.

Итоговое тестирование, задания на рефлексию пройденных занятий, беседа со слушателями, опрос, диагностика уровней развития педагогической компетентности, проведенная по итогам профессиональной переподготовки, показали увеличение представителей творческого уровня педагогической компетентности, уменьшение количества адаптивного и функционального уровней развития педагогической компетентности менеджеров социально-культурной сферы. Таким образом, выделенные научно-методические ориентиры профессиональной переподготовки позво-

лили спроектировать логику и отобрать содержание, приемы, формы, методы работы со слушателями – менеджерами социально-культурной сферы, способствующие эффективности профессиональной деятельности обеспечивающей нравственно-воспитывающую направленность государственных и инициативных структур, организующих сферу досуга.

Список литературы

1. Смирнов А.Н., Устюжанина Л.В. Руководитель организации культуры и искусства: особенности стандартизации управленческой деятельности в сфере культуры / А.Н. Смирнов, Л.В. Устюжанина // Культура и образование. – 2013. – № 2–4(11). – С. 29–38.
2. Веденеев А.Г. Формирование педагогической компетентности менеджеров социально-культурной сферы: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. – Волгоград, 2009. – 177 с.
3. Приказ Минтруда РФ от 08.09.2015 № 613н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 24.09.2015 № 38994) [Электронный ресурс]. – URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/16265> (дата обращения: 25.10.2017).
4. Чудина Е.Е. Становление профессионально-личностного саморазвития будущего учителя в вузе / Е.Е. Чудина // Сибирский педагогический журнал. – 2013. – № 3. – С. 147–151.
5. Змеева Т. Е. Андрагогические особенности обучения иностранному языку в системе дополнительного профессионального образования взрослых / Т.Е. Змеева // Альманах современной науки и образования. – 2010. – № 11(42). – С. 65–69.
6. Змеев С. И. Андрагогика: становление и пути развития / С.И. Змеев // Педагогика. – 1995. – № 2. – С. 64–67.
7. Кашлев С.С. Интерактивные методы обучения / С.С. Кашлев. – Минск, 2011. – 218 с.

УДК 378.147

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ» В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С., Пугачев О.В.

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет), Москва, e-mail: natalia.mezhennaya@gmail.com*

Обобщен опыт преподавания дисциплины «Теория вероятностей» студентам технического университета (на примере курсов, читаемых в МГТУ им. Н.Э. Баумана). Описаны место и назначение курса «Теория вероятностей» в рамках инженерно-технического образования, отмечена его связь с другими курсами вероятностного цикла, а также с дисциплинами профессионального цикла. Указана важность дисциплины в формировании у студента познавательных, творческих и общепрофессиональных компетенций. Затронуты методические проблемы преподавания дисциплины, показаны основные пути их разрешения, представлены методы и приемы обучения. Содержатся подробные примеры использования информационных технологий, в частности математических пакетов (Matlab, MathCAD, Mathematica), при формировании компетенций. Приведены принципы формирования фонда оценочных средств дисциплины и организации самостоятельной работы студентов в рамках модульно-рейтинговой системы.

Ключевые слова: теория вероятностей, случайные события и величины, законы распределения, предельные теоремы, методические проблемы преподавания, приемы обучения, оценочные средства, информационные технологии, модульно-рейтинговая система

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE DISCIPLINE «PROBABILITY THEORY» IN A TECHNICAL UNIVERSITY

Vlasova E.A., Mezhennaya N.M., Popov V.S., Pugachev O.V.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: natalia.mezhennaya@gmail.com

We summarize the experience of teaching of the discipline «Probability Theory» for students of technical universities (by the example of courses taught at Bauman Moscow State Technical University). We describe the place and purpose of the course «Probability Theory» within the framework of engineering education, mark its relations to the other disciplines of probability cycle and also with disciplines of professional cycle. The importance of the discipline in students' cognitive, creative, and professional competences is specified. Methodical problems of teaching the discipline, the basic ideas of their resolution, methods, and teaching techniques, as well as examples of use of information technology (in particular using of mathematical packages Matlab, MathCAD, Mathematica)), principles of formation of the Fund of assessment tools for the discipline and organization of independent work of students are described.

Keywords: probability theory, random events and variables, laws of distribution, limit theorems, methodological problems of teaching, teaching techniques, assessment tools, information technology, module rating system

Особое место среди дисциплин математического цикла, вошедших в структуру образовательных стандартов нового поколения, занимают теория вероятностей, математическая статистика, теория случайных процессов, а также ряд дополнительных дисциплин, изучаемых студентами на старших курсах бакалавриата или в магистратуре. Вероятностные дисциплины тесно связаны с практикой, имеют большое прикладное значение, поскольку изучают математические модели статистических закономерностей природы. Вероятностные и статистические методы широко используются в технических, технологических, экономических науках. Это связано с развитием массовых процессов в производстве и экономике, с развитием экспериментальной техники и необходимостью проведения более тонкого анализа результатов эксперимента. В настоящее время во всех инженерно-технических, технологи-

ческих, экономических вузах читается курс теории вероятностей и математической статистики. Даже если не всем инженерам в своей производственной деятельности придется применять вероятностно-статистические методы, то уж во всяком случае, им необходимо познакомиться с основными понятиями и идеями, чтобы понимать соответствующие выводы.

В статье обращается внимание на особенности преподавания и методическое обеспечение дисциплины «Теория вероятностей», учитывая опыт ее изложения в МГТУ им. Н.Э. Баумана [1, 2]. В работе приводится описание структурирования курса «Теория вероятностей» в рамках модульно-рейтинговой системы, принципы формирования фонда оценочных знаний дисциплины, отмечается важность применения математических пакетов при освоении дисциплины в техническом университете.

Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Теория вероятностей» входит в вариативную часть математического и естественнонаучного циклов учебного плана студентов. Количество часов, отведенных на изучение этой дисциплины, варьируется в зависимости от получаемой студентами специализации и для большинства составляет один семестр. Трудоёмкость дисциплины – 2 зачётные единицы. Доли аудиторной и самостоятельной работы в общем объеме часов, выделенных на дисциплину, примерно одинаковы (около 50%).

В учебном плане большинства специальностей дисциплина «Теория вероятностей» состоит из двух модулей одинаковой трудоёмкости: «Случайные события», «Случайные величины. Предельные теоремы». Случайные величины. Предельные теоремы. Каждый модуль предполагает самостоятельное выполнение домашнего задания, а также написание рубежного контроля на семинарских занятиях. Оценка результатов освоения дисциплины проводится на основе модульно-рейтинговой системы [3].

Главными целями изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний основных законов теории вероятностей и практических навыков по использованию ее математического аппарата для решения инженерных задач, имеющих прикладную направленность.

Основные задачи освоения дисциплины формулируются следующим образом: ознакомить студентов с теорией множеств, способами вычисления вероятностей случайных событий, понятиями дискретной и непрерывной случайной величины (в том числе в многомерном пространстве), способами качественного и количественного описания и анализа законов распределения, а также их числовых характеристик, основами применения асимптотических методов теории вероятностей. Важным представляется развитие у студента знаний и умений, основанных на использовании описанных методов при решении задач в смежных дисциплинах естественнонаучного и профессионального циклов образовательной программы, способности к аналитическому исследованию прикладных задач, умению построить математическую модель решаемой инженерной задачи.

Для успешного освоения дисциплины «Теория вероятностей» требуется синтез знаний, полученных при изучении дисциплин математического цикла: математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциальных уравнений.

Результаты освоения дисциплины

К результатам изучения дисциплины «Теория вероятностей» отнесем владение терминологией основных разделов дисциплины: случайные события, случайные величины, законы распределения и их числовые характеристики, предельные теоремы (закон больших чисел, центральная предельная теорема); представление о сути и прикладном характере центральных понятий и теорем дисциплины, таких как случайное событие, способы задания вероятности, формула полной вероятности, формула Байеса, дискретная и непрерывная случайная величина, функция распределения, закон распределения, математическое ожидание, медиана, мода, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, ковариация, случайный вектор, ковариационная матрица, закон больших чисел, центральная предельная теорема; знание основных вероятностных моделей, используемых при практических исследованиях (например, основные законы распределения и их числовые характеристики и др.), а также способов их построения и верификации; владение методиками решения типовых задач по дисциплине, таких как вычисление классической и геометрической вероятности события, проведение их статистической оценки, использование формул полной вероятности и формулы Байеса, вычисление значений случайной величины, построение ее ряда распределения и функции распределения, вычисление числовых характеристик (математического ожидания, медианы, моды, дисперсии и среднего квадратичного отклонения), использование предельных теорем; умение использовать математические пакеты для решения прикладных задач теории вероятностей.

Цель изучения дисциплины состоит в формировании у студента на основе полученных теоретических знаний, практических навыков и умений, профессиональных компетенций [4], которые позволят будущему инженеру решать многочисленные вероятностные задачи как технического, так и исследовательского характера.

Проблемы обучения

Задачи теории вероятностей существенно отличаются от задач курса математического анализа или линейной алгебры. Основная сложность состоит в переходе от реальной практической задачи к адекватной формальной вероятностной модели. Поэтому на первых этапах изучения дисциплины основное внимание необходимо уделять выработке навыков использования формаль-

ного аппарата, методике теоретико-вероятностного моделирования реальных задач, технике применения аксиом и теорем теории вероятностей при решении практических задач.

Учебные [1] и методические [2] пособия представляют собой важную составляющую освоения теоретического материала и методов решения прикладных задач. В них должно присутствовать взвешенное сочетание строгости математического изложения теории с прикладной направленностью задач и примеров, иллюстрирующих теоретические положения. Особое внимание должно быть обращено на решение задач прикладного инженерно-технического плана.

Для усвоения полученных теоретических знаний в рамках данного курса организован проведение компьютерных лабораторных работ, включающих моделирование и численное экспериментирование. Такие работы дополняют, иллюстрируют математическую теорию примерами и реальными расчетами. Данный подход хорошо вписывается в концепцию активного и интерактивного обучения и способствует появлению навыков самостоятельного научного исследования. Однако на проведение лабораторных работ в курсе, который рассчитан на 2 зачетные единицы, большое количество аудиторных часов выделить затруднительно и, фактически, большая часть работы на компьютере выполняется студентами самостоятельно. Поэтому студентам предоставляются подробные методические указания для решения вероятностных задач на ЭВМ с использованием программных пакетов, адаптированных для мобильных устройств, таких как Maple, Mathematica, MATLAB, MATHCad и др. (см. [5–7]).

Оценочные средства

Любой учебный процесс предусматривает своевременный контроль знаний учащихся. Оценка результатов освоения дисциплины «Теория вероятностей» проводится на основе модульно-рейтинговой системы [3], которая стимулирует систематическую работу студентов, позволяет равномерно распределять учебную нагрузку, связанную с самостоятельной работой, в течение всего семестра, снижает роль случайностей при сдаче экзаменов и зачетов, повышает состоятельность в учебе.

Авторами разработан комплект контрольно-оценочных средств для проверки знаний учащихся, который предусматривает в каждом из двух модулей рубежный контроль, содержащий один теоретический вопрос и три-четыре задачи на классиче-

ское определение вероятности, теоремы сложения и умножения, формулы полной вероятности и Байеса, испытания Бернулли, вычисление числовых характеристик дискретных и непрерывных случайных величин, применение закона больших чисел и центральной предельной теоремы

Наряду с рубежным контролем проводится тестирование студентов. Такая форма текущего контроля позволяет выявить знания студентов, степень их усвоения, понимания пройденного материала и на основе этого строить и совершенствовать технологию преподавания, оперативно устранять пробелы, выявлять трудные места в освоении дисциплины. Тестовые задания не требуют больших затрат времени, дают возможность проверять и закреплять знания студентов в течение всего учебного процесса. Например, для проверки теоретических знаний по модулю 1 предложены тестовые задания из 10 вопросов.

Все предлагаемые контрольные мероприятия нацелены на формирование знаний основных законов и методов теории вероятностей, а также навыков их практического использования.

Приведем примеры заданий рубежного контроля по двум программным модулям, а также тестовые задачи по разделу «Случайные события».

Пример 1. Модуль 1. Случайные события

Задания рубежного контроля

1. Дать определение вероятностного пространства, записать свойства вероятности. Доказать теорему сложения вероятностей.

2. Локационная станция обнаруживает объект в радиусе действия с вероятностью 0,8 при одном цикле. Сколько циклов обследования необходимо провести, чтобы обнаружить объект с вероятностью не менее 0,95?

3. Игральную кость бросают 2 раза. Известно, что в первом опыте выпало четное число очков. Найти вероятность того, что в сумме будет не менее 9 очков.

4. Для некоторого изделия, выпускаемого заводом, установлено, что в среднем на 100 изделий 4 не соответствуют техническим условиям. Для проверки изделия на соответствие техническим условиям на заводе проводится упрощенное испытание. Как показал опыт, «хорошие» изделия проходят это испытание с вероятностью 0,98, «плохие» – с вероятностью 0,05. Какова вероятность того, что изделие, дважды прошедшее испытание, является стандартным?

В качестве контроля по разделу «Случайные события» может быть предложен следующий тест:

А. В следующих заданиях вставьте пропущенные слова или выражения:

1. Случайные события A и B называются _____, если их пересечение пусто.
2. Классическое определение вероятности случайного события предполагает, что число элементарных исходов конечно и все элементарные исходы _____.
3. Теорема сложения вероятностей для двух случайных событий имеет вид _____.
4. Количество сочетаний из n элементов по m равно _____.
5. Событие, состоящее из элементарных исходов, которые одновременно входят в случайные события A и B , называется их _____.

Б. В следующих заданиях выберите правильный ответ.

6. Пусть функция $f(x_1, \dots, x_n)$ дважды непрерывно дифференцируема. Сколько она имеет различных частных производных второго порядка?
 - а) 6, б) 12, в) 28, г) 30, д) 36.
7. Игральную кость бросают 3 раза. Чему равна вероятность того, что выпадет 2 герба?
 - а) $1/2$, б) $1/3$, в) $3/8$, г) $5/8$, д) 1.
8. Сколькими способами можно распределить 10 команд спортсменов по жребию на 2 группы?
 - а) 2, б) 5, в) 20, г) 35, д) 45.
9. Из 5 деталей 1 бракованная. Наудачу берут 2 детали. Чему равна вероятность того, что обе детали годные?
 - а) 0, б) $1/5$, в) $2/5$, г) $1/2$, д) $3/5$.
10. Орудие дважды стреляет по цели, вероятность попадания при первом выстреле 0,6; при втором – на 0,05 больше. Какова вероятность того, что произойдет хотя бы одно попадание?
 - а) 0,5, б) 0,65, в) 0,71, г) 0,86, д) 0,94.

Студент, успешно выполнявший тестовые задания в течение семестра, получает дополнительные рейтинговые баллы.

Пример 2. Модуль 2. Случайные величины. Предельные теоремы

Задания рубежного контроля

1. Математическое ожидание дискретной случайной величины, его свойства, физический и статистический смысл. Доказать линейность математического ожидания.
2. В ящике 3 белых и 7 черных шаров. Наудачу последовательно берут 4 шара с возвращением. Найти закон распределения числа выбранных белых шаров, вычислить математическое ожидание и дисперсию.
3. Случайная величина ξ распределена по закону Парето, определяемому плотностью распределения вероятностей $f(x) = Ax^{-4}$, $x > 3$. Найти значение A мате-

матическое ожидание и дисперсию случайной величины ξ .

4. Вероятность случайного события 0,54. Сделано 10000 испытаний. Какова вероятность, что наблюдаемая частота случайного события будет лежать в интервале $0,54 \pm 0,01$?

Домашние задания и их выполнение с использованием математических пакетов

В современных условиях выполнение типового домашнего задания должно быть нацелено не только на приобретение навыков и знаний из области теории вероятностей, но также на использование компьютера как основного средства поиска информации и решения задач [6, 8, 9]. Поэтому все задачи домашнего задания должны быть решены с использованием прикладных математических программ для численных и аналитических расчетов (Maple, Mathematica, MATLAB, MATHCad и др.). Подробный анализ этих пакетов и методики их использования приведен в [10].

Авторами разработаны варианты домашних заданий по двум модулям, а также демонстрационные варианты, которые разбираются на аудиторных занятиях и выдаются студентам для самостоятельного ознакомления.

Домашнее задание по модулю 1 включает 2 задачи, состоящие из нескольких отдельных заданий. Выполнение домашнего задания №1 формирует у обучающихся твердые теоретические знания основных понятий и законов из раздела «Случайные события», способствует приобретению практических навыков по их применению, а также умению использовать математические пакеты для решения математических задач. Домашнее задание №2 состоит из 6 задач на вычисление законов распределений и числовых характеристик случайных величин, применение центральной предельной теоремы, а также моделирование заданных и найденных параметров распределений.

Приведем примеры типовых домашних заданий и решение некоторых из них с применением прикладных математических пакетов (система Wolfram Mathematica [11–14]).

Пример 3. Модуль 1. Случайные события

Вариант типового домашнего задания

Задача 1. На отрезке $[0;1]$ наудачу и независимо друг от друга ставят 10 точек. Требуется:

- а) найти вероятность того, что в интервал $(0,2; 0,8)$ попадет не менее 8 точек;
- б) известно, что не менее трех точек попали в интервал $(0,2; 0,8)$. Какова вероятность того, что всего в этом интервале не более 7 точек?

в) провести моделирование 100 экспериментов, по которым оценить вероятность события из пунктов *a* и *б*.

Решение.

а) Вероятность попадания каждой случайной точки в интервал (0,2; 0,8) не зависит от положения других точек и равна длине этого интервала, т.е. $p = 0,6$.

Пусть событие *A* состоит в том, что в интервал (0,2; 0,8) попало не менее 8 точек, а событие A_j – в том, что в (0,2; 0,8) попало j точек, $j = 0, 1, \dots, 10$. Тогда $A = A_8 + A_9 + A_{10}$, события A_j попарно несовместны и $P(A) = P(A_8) + P(A_9) + P(A_{10})$.

В силу формулы Бернулли

$$P(A_j) = C_{10}^j p^j (1-p)^{10-j}.$$

$$\text{Значит, } P(A) = \sum_{j=8}^{10} C_{10}^j p^j (1-p)^{10-j}.$$

Вычисления по последней формуле проведем в среде Wolfram Mathematica. Сначала присвоим переменной *p* значение **0,6**, а затем зададим функцию **PA[j]**, которая будет вычислять вероятность события A_j . С помощью функции **Row** выведем ответ на пункт *a*.

```
(*****  
(*Вычисление вероятности для пункта а*)  
p=0.6;  
PA[j_]:=Binomial[10,j]p^j(1-p)^(10-j);  
Row[{"P(A)=",Sum[PA[j],{j,8,10}]}]  
(*Результат выполнения*)  
P(A)=0.16729  
(*****
```

б) Пусть события *B* и *C* состоят в том, что в интервал (0,2; 0,8) попало не менее 3 и не более 7 точек соответственно. Тогда

$$P(B) = 1 - P(\bar{B}) = 1 - \sum_{j=0}^2 P(A_j),$$

$$P(BC) = \sum_{j=3}^7 P(A_j),$$

$$P(C|B) = \frac{P(BC)}{P(B)}.$$

```
Вычисления в среде Wolfram Mathematica:  
(*****  
(*Вычисление вероятности для пункта б*)  
Row[{"P(B|C)=",Sum[PA[j],{j,3,7}]/  
(1-Sum[PA[j],{j,0,2}])}]  
(*Результат выполнения*)  
P(B|C)=0.830628  
(*****
```

в) Выполнение этого пункта начнем с моделирования 100 экспериментов. Так как координата точки на отрезке [0; 1] – это значение случайного числа из соответствующего диапазона, то будем использовать встроенный в систему Wolfram Mathematica генератор псевдослучайных чисел. С помощью функции **RandomReal** создадим массив **sample** из 100 выборок по 10 случайных чисел. Оценку вероятностей построим как отношения числа выборок, в которых осуществились события из пунктов *a* и *б*, к числу экспериментов, равному 100. Для этого определим индикаторные функции **fA**, **fB** и **fBC**, соответствующие случайным событиям *A*, *B* и *C*. Применяя их к каждой выборке из массива **sample**, получим массив объема 100 из нулей и единиц, в котором каждая единица соответствует тому, что для данной выборки произошло соответствующее событие. Для построения оценок остается только сложить элементы полученного массива и разделить на 100. Ниже приведен текст программы и результат ее выполнения, а также фрагмент сгенерированной выборки.

```
(*****  
(*Вычисление оценок вероятностей для пункта в*)  
sample=RandomReal[{0,1},{100,10}];  
fA[s_]:=If[Length[Select[s,0.2<#<0.8&]]>=8,1,0];  
fB[s_]:=If[Length[Select[s,0.2<#<0.8&]]>=3,1,0];  
fBC[s_]:=If[3<=Length[Select[s,0.2<#<0.8&]]<=7,1,0];  
Row[{"Оценка P(A)=",N[Plus@@(fA/@sample)/100]}]  
Row[{"Оценка P(B)=",N[Plus@@(fB/@sample)/100]}]  
Row[{"Оценка P(BC)=",N[Plus@@(fBC/@sample)/100]}]  
Row[{"Оценка P(B|C)=",  
N[Plus@@(fBC/@sample)/Plus@@(fB/@sample)]}]  
(*Результат выполнения*)  
Оценка P(A)=0.2  
Оценка P(B)=0.98  
Оценка P(BC)=0.78  
Оценка P(C|B)=0.795918  
(*****
```

Задача 2. Упавший самолет может находиться в одной из областей I или II с вероятностями 0,6 и 0,4 соответственно. Для поиска упавшего самолета выделено n вертолетов, каждый из которых может проводить поиски только в одной из областей I или II и обнаруживает упавший самолет с вероятностью 0,7 независимо от остальных вертолетов. Требуется:

а) определить оптимальную процедуру поиска, т.е. выяснить, какое распределение вертолетов по областям максимизирует вероятность обнаружения самолета;

б) найти, чему должно быть равно число вертолетов n , чтобы при оптимальном распределении по областям вероятность обнаружения самолета была не меньше 0,95?

Решение.

а) Для решения задачи воспользуемся формулой полной вероятности. Определим H_1 и H_2 – события, состоящие в том, что самолет лежит в I или II области соответственно. Очевидно, что события H_1 и H_2 несовместны, $P(H_1) = 0,6$, $P(H_2) = 0,4$. Значит, H_1 и H_2 образуют полную группу событий.

Обозначим через A_k событие, состоящее в том, что самолет обнаружен при условии,

что в I область направлены k вертолетов, $0 \leq k \leq n$. Тогда

$$P(A_k) = P(A_k | H_1)P(H_1) + P(A_k | H_2)P(H_2) = 0,6 P(A_k | H_1) + 0,4 P(A_k | H_2).$$

Теперь найдем $P(A_k | H_1)$. Самолет, лежащий в I области, должен быть обнаружен хотя бы одним из вылетевших в эту область k вертолетов, поэтому

$$P(A_k | H_1) = 1 - P(\bar{A}_k | H_1) = 1 - (1 - 0,7)^k.$$

Аналогично,

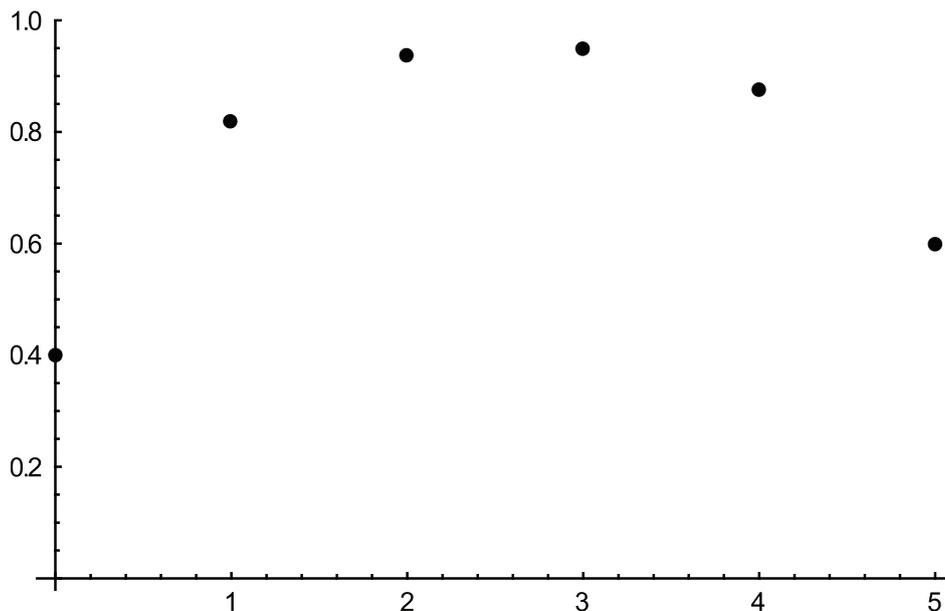
$$P(A_k | H_2) = 1 - P(\bar{A}_k | H_2) = 1 - (1 - 0,7)^{n-k}.$$

Подставив найденные значения в формулу полной вероятности, получим, что

$$P(A_k) = 0,6(1 - 0,3^k) + 0,4(1 - 0,3^{n-k}).$$

Для ответа на пункт а) задачи нужно найти максимум вероятности $P(A_k)$ по k . Начнем с того, что нарисуем график этих вероятностей при фиксированном значении n . Зададим функцию $PA[n, k]$ для вычисления вероятности $P(A_k)$ и вычислим ее значения при $k = 0, \dots, n$.

```
(*****)
(*Построение графика вероятностей для пункта а*)
PA[n_,k_]:=1-0.6 0.3^k-0.4 0.3^(n-k);
pk=Table[{k,PA[5,k]},{k,0,5}];
ListPlot[pk,PlotTheme->"Monochrome",AxesStyle->Thick]
(*Результат выполнения*)
```



Построение графика вероятностей для пункта а

Из графика видно, как ведут себя вероятности $P(A_k)$ при изменении k . Теперь найдем максимум аналитически. Если максимум $P(A_k)$ достигается при $k = K$ и $1 \leq K \leq n - 1$, то $P(A_K) \geq P(A_{K-1})$ и $P(A_K) \geq P(A_{K+1})$. Решив вместе два последних неравенства, найдем границы для K . Для этого воспользуемся встроенной функцией **Reduce** системы Wolfram Mathematica, которая предназна-

на для решения неравенств. Предварительно каждое из неравенств нужно упростить функцией **FullSimplify**, а также преобразовать полученный результат при помощи **Simplify**. Это связано с тем, что по умолчанию все алгебраические неравенства решаются над полем комплексных чисел, нам же нужны только натуральные значения переменной.

```
(*****)
(*Вычисление значения K для пункта а*)
Reduce[{FullSimplify[PA[n,k]-PA[n,k-1]]>=0,FullSimplify[PA[n,k]-PA[n,k+1]]>=0},k,Reals];
s=Simplify[%,Assumptions->{n∈Integers}]
(*Результат выполнения*)
-0.331614 + 0.5 n<=k<=0.668386 + 0.5 n
(*****)
```

Видим, что полученный отрезок имеет единичную длину, откуда следует, что в нем содержится 1 или 2 натуральных числа. Значит, K – это любая целая точка из указанного диапазона. Для иллюстрации полученного результата приведем таблицу, в которой вычислим границы интервалов и значение K (функция **kmax[n]** используется для вычисления значения K).

```
(*****)
(*Вычисление значения K для пункта а*)
kmax[n_]:=Floor[0.668386 + 0.5 n];
TableForm[Table[{n,s,kmax[n]},{n,5,10}],TableHeadings->{None,{«n»,«Интервал K»,«K»}}]
(*Результат выполнения*)
```

n	Интервал K	K
5	2.16839<=k<=3.16839	3
6	2.66839<=k<=3.66839	3
7	3.16839<=k<=4.16839	4
8	3.66839<=k<=4.66839	4
9	4.16839<=k<=5.16839	5
10	4.66839<=k<=5.66839	5

б) Вычислим значение n , при котором $P(A_K) = 0,95$. Для этого воспользуемся функцией **FindRoot**. В качестве начального приближения возьмем, например $n = 2$.

```
(*****)
(*Вычисление вероятности для пункта б*)
FindRoot[PA[n,kmax[n]]==0.95,{n,2}]
n1=Ceiling[n/.%]
(*Результат выполнения*)
{n->4.97532}
5
(*****)
```

Таким образом, оказывается, что достаточно 5 вертолетов.

Пример 4. Модуль 2. Случайные величины. Предельные теоремы.

Вариант типового домашнего задания

Случайная величина ξ имеет плотность распределения вероятностей $f(x) = Ax^2(1-x)$, $0 \leq x \leq 1$ Требуется:

- найти константу A и функцию распределения;
- построить графики плотности и функции распределения;
- найти моду, медиану, математическое ожидание и дисперсию;
- найти плотность распределения суммы двух независимых случайных величин с плотностью $f(x)$, построить график найденной плотности;
- пользуясь центральной предельной теоремой, оценить интервал, в котором будет находиться среднее арифметическое 100 значений случайной величины ξ с вероятностью не менее 0,95;
- смоделировать 20 выборок объема 100 из закона распределения случайной величины ξ и по ним оценить интервал из пункта д.

Рейтинг

По дисциплине «Теория вероятностей» студент, успешно выполнивший все контрольные мероприятия, может набрать от 60 до 100 рейтинговых баллов. На каждый из модулей приходится от 30 до 50 баллов.

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в форме распределенного экзамена, окончательная оценка складывается из баллов, набранных студентами в течение семестра в каждом из модулей.

Модуль считается освоенным, если студент выполнил все текущие контрольные мероприятия модуля, набрав по каждому из них не менее установленного минимального балла. При этом оценка за модуль равна сумме баллов за домашнее задание и рубежный контроль. Предусмотрены также премиальные баллы за активную работу на семинарах и выполнение тестовых заданий.

Рубежный контроль состоит их двух частей: сначала проводится контрольная работа в письменной форме по билетам, которые включают теоретические вопросы и задачи, затем ее защита в виде беседы с преподавателем. Все контрольные мероприятия в группах одной специальности проводятся в одни и те же сроки по установленным комплектам заданий и оцениваются по системе, одинаковой для всех групп.

Заключение

Дисциплина «Теория вероятностей», изучаемая в техническом вузе, должна иметь практическую направленность, отражающую не только инженерную специфику обучающихся, но и их специализацию. Этот курс требует специально предназначенного методического обеспечения, включающего наличие справочной литературы, методических пособий и указаний к решению задач, интерактивных учебников, различных иллюстраций выполнения домашних и лабораторных заданий с помощью компьютерной техники и прикладных математических пакетов. Необходимо проводить индивидуальные консультации студентов, добиваясь, чтобы изучаемый ими теоретический материал был творчески, а не механически реализован при решении практически важных технических задач. Представленные в статье результаты педагогических исследований по оптимизации структуры дисциплины «Теория вероятностей» в техниче-

ском университете, по наполнению фонда оценочных средств могут быть полезны при решении обозначенных выше проблем совершенствования учебного процесса.

Список литературы

1. Теория вероятностей: учебник для вузов / А.В. Печинкин, О.И. Тескин, Г.М. Цветкова [и др.]; ред. Зарубин В.С., Крищенко А.П. – 4-е изд., стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 455 с.
2. Меженная Н.М. Основы теории вероятностей и математической статистики / Н.М. Меженная. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 112 с.
3. Власова Е.А., Грибов А.Ф., Попов В.С., Латышев А.В. Принципы модульно-рейтинговой системы преподавания высшей математики / Е.А. Власова [и др.] // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика – математика. – 2013. – № 3. – С. 93–99.
4. Власова Е.А., Попов В.С., Латышев А.В. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Линейная алгебра» в техническом университете / Е.А. Власова, В.С. Попов, А.В. Латышев // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика – математика. – 2015. – № 3. – С. 69–85.
5. Ахметова Ф.Х., Ласковая Т.А., Чигирева О.Ю. Методика обработки результатов эксперимента с помощью системы Matlab в курсе «Математическая статистика» / Ф.Х. Ахметова, Т.А. Ласковая, О.Ю. Чигирева // Инженерный вестник. – 2016. – Т. 4. – С. 3.
6. Будовская Л.М., Тимонин В.И. Использование компьютерных технологий в преподавании математики / Л.М. Будовская, В.И. Тимонин // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – № 5 (17). – С. 4.
7. Ворожцов Е.В. Некоторые особенности применения системы Mathematica в научных исследованиях и образовательном процессе / Е.В. Ворожцов // Информатизация образования и науки. – 2012. – № 15. – С. 116–127.
8. Ихсанова Ф.А. Привлечение математического аппарата к решению прикладных задач с помощью компьютерной математической системы Mathematica / Ф.А. Ихсанова // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12–1. – С. 36–40.
9. Володичева М.И., Григорьев-Голубев В.В. Использование пакета Mathematica при изучении теории графов / М.И. Володичева, В.В. Григорьев-Голубев // Ученые записки ИСГЗ. – 2017. – № 1(15). – С. 129–135.
10. Чернова О.В., Ковалева Л.А., Тарасова О.А. Анализ современных компьютерных пакетов для преподавания математических дисциплин / О.В. Чернова, Л.А. Ковалева, О.А. Тарасова // Научный альманах. – 2016. – № 4–2 (апрель). – С. 317–320.
11. Wolfram Language & System. Documentation center [Электронный ресурс]. – URL: <http://reference.wolfram.com/language/?source=nav> (дата обращения: 04.10.2017).
12. Давыдов Е.Г. Решение математических задач с помощью программных пакетов Scientific WorkPlace, Scientific Notebook, Mathcad, Mathematica и Matlab / Е.Г. Давыдов. – М.: Либроком, 2012. – 246 с.
13. Новые информационные технологии / И.В. Абраменкова, А.А. Пеньков, Е.В. Петрова, А.А. Черничин; под ред. В.П. Дьяконова – М.: Солон-Пресс, 2005. – 640 с.
14. Дьяконов В.П. Mathematica 5.1/5.2/6.0. Программирование и математические вычисления / В.П. Дьяконов. – М.: ДКМ-Пресс, 2012. – 576 с.

УДК 372.8:378.14

МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ПЕРЕВОДУ И ЛИНГВИСТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ТЕКСТА В ВУЗЕ

¹Гацура Н.И., ²Долгова Т.В.

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского»,
Омск, e-mail: nagatsura@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,
Омск, e-mail: dolgova_nauka@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с преподаванием перевода и лингвистического анализа текста в профессионально-ориентированном вузе. Преподавание данной дисциплины рассматривается в рамках реализации компетентностного подхода, предполагающего поэтапное формирование знаний, умений и навыков, направленных на достижение адекватности и эквивалентности текста перевода; принципов построения текста на языке оригинала и перевода; редактирование текста перевода; работу с поисковыми и справочными системами. Достижение эффективных результатов обучения в рамках данной дисциплины обеспечивается постановкой преподавателем перед студентами определенных задач, направленных на адекватное понимание и передачу исходного текста, поиск имеющихся в родном языке средств для передачи как смыслового, так и эмотивного и прагматического содержания текста-оригинала и их пошагового осуществления. Компетенции, формирование которых предусмотрено рассматриваемой дисциплиной, рассматриваются в парадигме «знать, уметь, владеть», специфические знания, навыки и умения, составляющие их (компетенций) основу, приобретаются студентами в ходе освоения других дисциплин до начала работы над переводом текста. Целью данной статьи является отражение практических результатов освоения студентами преподаваемой дисциплины в плане содержания и предъявляемых к выпускнику профиля «Перевод и переводоведение» требований, а также обмен опытом по реализации методики, направленной на формирование компетенций выпускника в рамках дисциплины «Перевод и лингвистический анализ текста».

Ключевые слова: перевод и лингвистический анализ текста, компетентностный подход, знания, умения и навыки, методика реализации компетентностного подхода

METHODS TO IMPLEMENT THE COMPETENCY APPROACH TO TEACHING TRANSLATION AND LINGUISTIC ANALYSIS OF THE TEXT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

¹Gatsura N.I., ²Dolgova T.V.

¹Omsk F.M. Dostoevsky State University, Omsk, e-mail: nagatsura@mail.ru;

²Omsk State Technical University, Omsk, e-mail: dolgova_nauka@mail.ru

The article deals with the issues related to the teaching of translation and the linguistic analysis of the text in professional translation teaching. Teaching this discipline is viewed through implementing the competence approach, which involves the gradual formation of the knowledge and skills allowing for attaining the translation equivalency; source and target texts building principles, proofreading, the ways of working with search and reference systems. The effective learning outcomes within the framework of this discipline are achieved by the instructor's challenging the students with certain tasks aimed at an adequate understanding and translation of the source text, search for adequate means in the target language to convey the semantic, emotive and pragmatic content of the original. The competences are viewed as knowledge and skills acquired in the process of learning this particular and other translation disciplines. The purpose of this article is to reflect the practical outcome achieved by the students at the end of learning regarding the specific character of the discipline as to the content and graduation requirements pertaining to the field of Translation Studies, as well as the exchange of experience in implementing the methods to form the adequate competencies envisaged by «Translation and Linguistic Analysis of the Text».

Keywords: translation and linguistic analysis of the text, competence approach, knowledge, skills, methods, implementation of competence approach

Данная статья представляет собой результат эмпирического исследования, целью которого было установление эффективности применения методики реализации компетентностного подхода в рамках преподавания дисциплины «Перевод и лингвистический анализ текста» в профессионально-ориентированном вузе. Методика реализации компетентностного подхода предусматривает описание комплекса знаний, умений и навыков как содержания

общих, так и специфических для данной дисциплины компетенций; пошаговых инструкций и заданий для студентов; практических рекомендаций преподавателю по ведению занятий и осуществлению контроля; тщательно подобранного материала (оригинальных текстов) разного жанра, стиливой принадлежности, разной переводческой сложности. До начала реализации преподавания данной дисциплины в рамках компетентностного подхода авторы исследования

придерживались гипотезы о том, что анализ теоретической литературы по компетентностному подходу; следование требованиям федерального стандарта по лингвистике; заявленное далее содержание понимания формулировок компетенций; определенная поэтапная работа по формированию у студентов специфических знаний, умений и навыков на материале текстов разного формата, могут привести к эффективным результатам по освоению дисциплины в виде сформированных компетенций.

Актуальность данного исследования обусловлена рядом факторов: необходимость понимания сущности компетентностного подхода, который сводится не только к набору определенных умений и навыков в рамках одной дисциплины, а мыслится глобально; набор компетенций будущего специалиста рассматривается как его компетентность – результирующая освоение многих дисциплин, понимание взаимосвязи многих дисциплин, их содержания. Более того, в федеральном образовательном стандарте прописана лишь сама формулировка компетенции, что требует от преподавателя самостоятельного вывода о том, что будет входить в содержание этой формулировки, умения выстраивать самому образовательную траекторию.

Во время преподавания данной дисциплины в течение четырех учебных лет (2013–2017) в рамках компетентностного подхода авторами было проведено эмпирическое исследование эффективности применяемых на практике методов реализации дисциплины. Результаты, содержащие данные «на входе» (в начале изучения дисциплины) и на «выходе» (сдача экзамена), демонстрирующие качество выполненного перевода текста, представлены в данной статье. В ходе исследования применялись методы наблюдения, метод сопоставления, метод количественной обработки данных. Теоретическую базу исследования составили труды ученых как в области реализации компетентностного подхода, так и перевода, а также существующие нормативные документы: Приказ Минобрнауки России 1367 от 19.02.2013 [1], Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень высшего образования – бакалавриат, направление подготовки 45.03.02 Лингвистика) [2].

Компетентностному подходу в обучении посвящены работы следующих авторов: В.И. Байденко (2006), В.А. Богословский и др. (2007); Н.В. Борисова, В.Б. Кузов (2010); Н.Ф. Ефремова, В.Г. Казанович (2010); И.О. Ребрин (2012); М.Б. Челышкова (2012), В.И. Звонников (2012). В.И. Бай-

денко указывает на то, что компетенции по отношению к «знаниям», «умениям», «навыкам» носят интегральный характер; не противоположный им, а включающий в себя все их конструктивное содержание [3, с. 12]. О.И. Ребрин подчеркивает, что при реализации компетентностного подхода уровень освоения результатов дисциплины носит дифференцированный характер; предполагается наличие четких и ясных критериев оценивания, которые суммарно сводятся к оценке по составляющим ее компонентам и дают возможность студенту ясно понять, каких знаний, умений и навыков у него недостаточно [4, с. 22]. М.Б. Челышкова также рекомендует описывать компетенции в форме наблюдаемых признаков проявления. Эти описания позволяют конкретизировать целевые ориентиры и перевести их в плоскость измеряемых результатов обучения, они предоставляют практические ориентиры в работе преподавателей при формировании компетенций [5, с. 272]. Н.Ф. Ефремова, Е.Г. Казанович отмечают, что помимо индивидуальных оценок должна использоваться и групповая взаимооценка: рецензирование студентами работ друг друга, группами из студентов, преподавателей и работодателей и др. По итогам оценивания, как указывают авторы, следует проводить анализ достижений, подчеркивать как положительные, так и отрицательные индивидуальные и групповые результаты, обозначая пути дальнейшего развития [6, с. 20].

Профессиональная компетентность переводчика затронута в работах А.Д. Швейцера (1988), И.И. Халеевой (1989), В.А. Ивовенко (1992), В.Н. Комиссарова (1997), Л.К. Латышева и В.И. Проворотова (1999), Е.Р. Поршневой (2004), Т.Г. Пшенкиной (2004), М.И. Прозоровой (2004), Н.А. Ткаченко (2011), Н.Е. Королевой (2008), Н.Н. Гавриленко (2015). Н.Н. Гавриленко перечисляет ряд компетенций, которыми непременно должен обладать будущий переводчик, а именно: межкультурную коммуникативную компетентность, специальную (профессиональную компетенцию), социальную компетентность, личностную компетентность [7, с. 118–122].

Формирование переводческой компетенции в рамках изучаемой дисциплины осуществлялось на материале серии специально подобранных текстов, ранжированных по нескольким критериям: жанровой специфике (художественный, публицистический, мемуарный, эпистолярный); формам (поэзия и проза; авторская сказка и народная сказка) и лингвистическим явлениям. Анализ данных текстов сосредото-

чен на типе информации, преобладающей в них; средствах ее реализации; коммуникативной ситуации и отражении характерных жанровых и лингвистических особенностей каждого вида текста в переводе. Под методикой реализации компетентностного подхода в обучении понимается совокупность методов обучения и приемов обучения и контроля, направленных на формирование тех умений и навыков, которые составляют основу профессиональной деятельности лингвистов-переводчиков.

Преподавание данной дисциплины на факультете иностранных языков в Омском государственном университете им. Ф.М. Достоевского по профилю подготовки «Перевод и переводоведение» у бакалавров осуществляется в седьмом семестре. Учебная программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями действующего федерального стандарта для студентов бакалавриата по направлению «Лингвистика». Цель дисциплины – формирование у студентов профессиональных компетенций, направленных на лингвистический анализ и перевод текстов различной жанровой стилистики с опорой на теоретические знания курса «Переводоведение». Задачи дисциплины состоят в систематизации теоретических знаний о структуре текста/художественного текста, обучении студентов моделированию комплексного лингвистического анализа разножанровых текстов; закреплении умения проводить сравнительно-сопоставительный анализ исходного и целевого фрагмента произведения с точки зрения его перевода; расширении лингвокультурных знаний.

Данная дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций выпускника:

– ПК-7, предполагающая владение методикой предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания. Формирование данной компетенции включает в себя: умение выполнять предпереводческий анализ текста; отбирать и использовать языковые средства для продуцирования текста перевода; преодолевать переводческие трудности на всех уровнях, используя специальные приемы достижения эквивалентности; владеть приемами поиска и выбора переводческих соответствий; навыками применения при переводе специальных способов достижения эквивалентности; навыками редактирования переведенного текста [1].

– ПК-8, предполагающая владение методикой подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных

сетях. При освоении данной компетенции выпускник должен продемонстрировать умение корректно осуществлять запрос в поисковых системах; владение стратегиями работы с электронными и онлайн-ресурсами [1].

Перевод художественных текстов составляет большую часть отведенных на дисциплину часов. Студентам для перевода предлагаются тексты как разных авторов (классиков и современников), так и фрагменты текстов, акцентирующие различные аспекты: перевод описания внешности и манер; внутреннее состояние персонажа, его внутренняя речь; описание событий, описание внешней обстановки, фона и т.д. При работе над переводом художественного текста стараемся следовать следующим этапам по В.С. Виноградову:

1) восприятие студентами текста, подразумевающее выполнение операций анализа и синтеза;

2) осознание эстетической ценности художественного текста и характера воздействия на читателя или слушателя, понятийное и образное восприятие текста и воссоздание эмоционально-экспрессивной информации материальными единицами переводного языка;

3) обработка текста перевода (сравнение, сопоставление переводимых фраз, абзацев с оригиналом, шлифовка перевода [8, с. 32–33].

Обратимся непосредственно к работе над переводом текста в рамках учебных занятий. И.С. Алексеева указывает на то, что служит первоначальной базой (подготовительный этап) для формирования компетенции перевода художественных текстов, а именно: активное освоение различных типов текстов языка оригинала; умение анализировать готовые тексты и порождать свои в рамках таких дисциплин, преподаваемых в вузе, как «Аналитическое чтение» или «Филологический анализ», «Практика устной и письменной речи»). В качестве основного этапа исследователь рассматривает следующие шаги в рамках освоения дисциплин по переводу:

- 1) предпереводческий анализ;
- 2) аналитический вариативный поиск;
- 3) анализ результатов перевода.

Третим этапом является тренинговый – письменный перевод текста [9, с. 146–147].

В ходе освоения дисциплины на практике применяются различные приемы. На первых занятиях просим студентов перевести новый текст дома без предварительного анализа. Затем, на следующем занятии, на материале готовых переводов демонстрируем необходимость анализа и его ход, вы-

бираем удачные варианты перевода среди предложенных студентами, сопоставляем и комментируем их. В конце занятия формулируем и записываем устраивающий всех эталонный вариант перевода текста. Письменный перевод обязательно нужно записывать, так как только это формирует умения создавать единый текст, поэтому аналитические занятия всегда заканчиваются практикой – переводом исходного текста. На вводных занятиях студенты знакомятся с различными видами текста: художественный (поэтический и прозаический) текст, публицистический (редакторская колонка, публицистическое эссе, рекламный текст, выступление оратора) и сопоставляют их. Можно разделить студентов на группы или каждому из них дать определенный тип текста, ознакомившись с которым, они делают сообщение/анализ на занятии для других студентов. При переводе текста определенного жанра (сказка, ораторская речь, письмо) студентам до начала работы предлагаем моделирование аналогичного текста на родном языке, что позволяет сразу акцентировать внимание на жанровых особенностях и языковых способах выражения, обусловленных жанром. Выполнение студентами письменного перевода текста предполагает следующую методику работы:

1) обязательное прочтение всего текста до выполнения перевода;

2) предпереводческий анализ, предполагающий принятие во внимание внешних сведений о тексте и его внутренних характеристик.

До выполнения перевода студентам дается установка:

1) определить информационный состав текста;

2) сформулировать коммуникативное задание текста, чтобы определить доминанты перевода;

3) установить речевой жанр.

Так как единицей перевода является весь текст, то до начала выполнения перевода нужно ознакомиться со всем текстом, прочитав его не раз. Учитывая различные виды информации, студентам предлагаем различные тексты для тренировки адекватного перевода. Так как эмоциональная информация будет передаваться с помощью эмоционально окрашенной лексики и эмоционального синтаксиса, то можно предложить текст «Letter to her» из романа Н. Спаркса (Nicholas Sparks) «Тихая гавань» (Safe Haven). Этот отрывок используется как пример эпистолярного жанра; в нем представлены параллельные конструкции, эмотивная, оценочная лексика, повествование от первого лица, повелительное на-

клонение, разговорная лексика – все эти средства реализуют определенное прагматическое воздействие. Также в рамках эпистолярного жанра предполагается работа со следующими текстами: художественным De Profundis by O. Wilde и собственно эпистолярным: James Joyce's letters to his wife Nora Barnacle.

К текстам, содержащим приблизительно равные доли когнитивной и эмоциональной информации, относятся газетно-журнальные, мемуарные, траурные, рекламные, проповеди. Для тренировки перевода текстов данного вида студентам предлагаются мемуары Майкла Джексона (отрывок из книги «Лунная походка» (Moonwalk), содержащий фактическую информацию; разговорную оценочную лексику, передающую эмоции и впечатления; простые синтаксические конструкции, а также скрипт речи Стива Джобса, характеризующийся наличием лексических и синтаксических повторов; разговорной лексики; эмфатических конструкций; оценочной лексики; использованием стилистических приемов инверсии и метафоры. Сюда же можно отнести пример ораторской речи – скрипт речи Мартина Лютера Кинга «I Have A Dream».

В художественных текстах (художественная проза, поэзия, публицистика) доминирует эстетическая информация, тесно переплетающаяся с эмоциональной, что делает перевод художественных текстов особенно сложным. В качестве подобного рода текста предлагаются отрывки из художественно-публицистического эссе О. Хаксли, «Врата восприятия» (Doors of Perception). Затем переводы, выполненные студентами, сравниваются с официальным переводом.

Немаловажной по окончании перевода является и техническая работа (проверить текст на наличие технических ошибок и неточностей), которую студенты должны провести сами. Далее, уже без сопоставления с подлинником, оценивается единство стиля перевода, то есть выполняется редакторская правка. Переводчик занимается выбором/поиском соответствующих стилю подлинника лексики и стилистических фигур [10, с. 160]. Студентов стоит нацеливать на то, что необходимо обратить внимание на наличие мелких стилистических шероховатостей: слишком частый повтор одного и того же слова, неудачные сочетания прилагательных, рассогласование во временах, неправильное падежное согласование. Затем при обсуждении переводов текстов на занятии важно обсудить, что типично для данного текста и что не подходит.

Средства оформления эстетической информации в художественном тексте (эпи-

теты, метафоры, сравнения) передаются с учетом их структурных и семантических особенностей, их неизбитого характера. В качестве удачных текстов для перевода выразительных средств в художественном тексте выступают рассказ У. Фолкнера «Сухой сентябрь» и сказки О. Уальда («Великан-эгоист»). При переводе иронии важно понять принцип, на котором построена ирония в тексте-оригинале. Студентам для отработки перевода иронии предлагаются рассказы О'Коннора «The First Confession», Н. Munro «The Lumber Room», рассказы Вуди Аллена. Для отработки перевода различного рода повторов предлагаются тексты ораторских речей и рассказ С. Моэма «Счастливый человек» (S. Maugham «The Happy Man»). Акцентирование на передаче «говорящих» имен и топонимов с сохранением семантики «говорящего» имени и типичной для языка оригинала словообразовательной модели осуществляется на материале романа О. Хаксли «Дивный новый мир» (A. Huxley «Brave New World») и народной английской сказки «Mr. Vinegar». Для отработки перевода диалектизмов студентам предлагаются отрывок из новеллы Стейнбека «О мышах и людях» (Of Mice and Men). В качестве практики перевода безэквивалентной лексики (имена собственные, реалии, случайные лакуны) обучающимся предлагается письменный перевод нескольких отрывков (объемом 2–2,5 тыс. печатных знаков) из рассказа Shena Mackay «Heron Cottage» и отрывок из рассказа Дж. Джойса «Clay».

Для работы над передачей атмосферы, описания природы, пристального внимания к художественной детали и передачи этих составляющих художественного текста предлагается отрывок из рассказа Mark Haddon «The Pier Falls»; описаний природы и связанных с ней внутренних ощущений, переживаний человека – отрывок из рассказа Сары Холл «Then Later, His Ghost».

В отрывке из романа «Atonement» (Ch.12, автор Ian McEwan) дается описание ужина, атмосферы в доме и состояния персонажей, что при переводе предполагает наличие фоновых знаний об этикете, поведении в английских семьях, о культуре англичан, блюдах английской кухни, особенностях их подачи.

При работе с драматическими текстами используются отрывки из пьес Б. Шоу «The Heartbreak House», Агаты Кристи «Mousetrap».

Перевод поэзии является одним из самых сложных в силу необходимости соблюдать ритм, размер, рифму. Текст перевода должен оказывать тот же эстетич-

еский эффект на реципиента. При обсуждении переводов подобного рода студентам предлагается сопоставить оригинал и существующие версии переводов Соне-та 66 Шекспира.

В рамках отведенного на освоение дисциплины времени пара занятий отводится на особенности перевода эпического жанра устного и письменного народного творчества (сказок). Студенты выполняют письменный перевод английской народной сказки «Mr. Vinegar» и перевод авторской сказки О. Уальда «The Nightingale and the Rose», «The Selfish Giant». После проверки и обсуждения полученных переводов рекомендуется последующее сравнение переводов с существующими официальными версиями. При выполнении перевода отрывка из гл. 12 романа Джоан Харрис «Голубоглазый мальчик» особое внимание уделяется передаче деталей обстановки и внутренних переживаний персонажа, культурным реалиям, особенностям блога как формы коммуникации.

На контрольный перевод (дифференцированный зачет) студентам предлагается отрывок из романа Graham Swift «About the Stars and the Sluice» объемом 2,5 тыс. знаков, время выполнения – 90 минут.

В качестве текущего и промежуточного оценивания обучающихся в рамках дисциплины выработаны следующие критерии:

Пороговый уровень формирования компетенций по дисциплине (оценка «удовлетворительно») предполагает, что обучающийся:

– **знает базовые** переводческие приемы достижения эквивалентности и адекватности; *основные* принципы создания текста на английском и русском языках; основы работы с переводческим программным обеспечением, текстовыми редакторами, поисковыми системами сети Интернет для решения переводческой задачи;

– **умеет** выделять основные характеристики текста, проводить минимальный предпереводческий анализ тех языковых единиц, неправильный перевод которых может привести к серьезным смысловым ошибкам; *в целом* понимает смысл исходного текста и способен передавать его содержание в создаваемом на русском языке тексте перевода;

– **владеет основными** умениями логически, стилистически, коммуникативно грамотно выстраивать текст перевода исходного иноязычного текста на русском языке, *базовыми* навыками редактирования.

Применяемые переводческие информации *не всегда обоснованы (не более чем в 30 % процентах* случаев демонстрирует

неспособность найти словарное или контекстуальное соответствие); *не может* применить способы перевода безэквивалентной лексики, демонстрирует *недостаток* фоновых знаний в решении переводческих проблем; *не всегда способен* его восполнить, опираясь на имеющиеся в распоряжении средства. В выполненном переводе допускаются наличие стилистических, пунктуационных и орфографических погрешностей (*в совокупности не более пяти*). При полном переводе текста оригинала допускает *смысловые ошибки (не более трех) или смысловые неточности (не более пяти)*.

Базовый уровень формирования компетенций по дисциплине (оценка «хорошо») предполагает, что обучающийся:

– **умеет грамотно** применять известные приемы лингвистического и переводческого анализа текста и *точно* воспроизводит смысловую, коммуникативную и жанрово-стилистическую специфику текста оригинала средствами родного языка;

– **владеет** достаточным для выполнения поставленной задачи количеством *существующих приемов* достижения адекватности и эквивалентности передачи содержания исходного текста; стилистической, орфографической и пунктуационной грамотностью в русском языке.

При оценке перевода на русский язык исходного текста оригинала учитывается, что в 80% и выше выполненный перевод отличает соблюдение норм эквивалентности и адекватности. В ряде случаев (*не более 10% текста*) допускается искажение смысла оригинала. При передаче содержания исходного англоязычного текста, его основных положений в виде реферата на русском языке допускает *3–4 смысловых неточности и не более двух смысловых ошибок*, в совокупности не более трех сти-

листических, пунктуационных и орфографических погрешностей.

Продвинутый уровень формирования компетенций по дисциплине (оценка «отлично») предполагает, что обучающийся:

– **умеет максимально эффективно** применять известные приемы лингвистического и переводческого анализа текста и *максимально точно* воспроизводит смысловую, коммуникативную и жанрово-стилистическую специфику текста оригинала средствами родного языка;

– **владеет всеми существующими приемами** достижения адекватности и эквивалентности передачи содержания исходного текста; стилистической, орфографической и пунктуационной грамотностью в русском языке. Допускается *не более чем в 5% текста* искажение смысла оригинала; при понимании исходного англоязычного текста и передаче его содержания при переводе подразумевается *отсутствие смысловых ошибок*, однако допускаются *1–2 смысловых неточности*.

В 95% случаев при выполнении перевода способен дифференцированно подходить и широко применять в зависимости от характера текста и информации в нем переводческие приемы, а также эффективно осуществлять поиск необходимой информации для снятия переводческих трудностей.

На протяжении четырех лет осуществления компетентного подхода при реализации дисциплины авторами была проведена оценка переводческих компетенций на «входе» (в начале изучения дисциплины) и на «выходе» (в конце освоения дисциплины). Обучающимся был предложен отрывок из рассказа В. Аллена «Случай с Кугельмассом». Результаты оценивания обучающихся на двух этапах обучения представлены ниже в табл. 1.

Таблица 1

Результаты владения переводческими компетенциями в начале и в конце освоения дисциплины

Учебный год	Кол-во испытуемых	Результаты переводческого эксперимента в начале преподавания дисциплины (кол-во, %)			Результаты по окончании курса (экзамен) (кол-во, %)		
		удовл.	хорошо	отлично	удовл.	хорошо	отлично
2013–2014	72	25 (34,7%)	36 (50%)	11 (15,3%)	5 (6,9%)	9 (12,5%)	58 (80,5%)
2014–2015	89	39 (43,8%)	31 (34,8%)	19 (21,4%)	8 (9%)	21 (23,6%)	60 (67,4%)
2015–2016	67	28 (41,8%)	28 (41,8%)	11 (16,4%)	7 (10,4%)	13 (19,4%)	47 (70,1%)
2016–2017	60	29 (48,3%)	24 (40%)	7 (11,7%)	3 (5%)	7 (11,7%)	50 (83,3%)

Таблица 2

Причины переводческих ошибок по результатам опроса студентов

Причины неудачных переводческих решений (на «входе»)	Статист. данные (%)	Причины неудачных переводческих решений (на «выходе»)	Статист. данные (%)
неучёт жанровой специфики текста, стилевой принадлежности текста, особенностей авторского стиля	25%	наличие стилистических шероховатостей в тексте перевода, отдельные нарушения стилистических и синтаксических норм языка перевода, нарушение норм сочетаемости в русском языке	68%
нарушение или невыполнение определенных этапов работы с текстом оригинала или текстом перевода (например, отсутствие редакторской правки как заключительного этапа работы над переводом)	18%	недостаточный запрос в поисковых и справочных системах при переводе культурологической и фактуальной информации	12%
наличие стилистических шероховатостей в тексте перевода, отдельные нарушения стилистических и синтаксических норм языка перевода	15%	нарушение или невыполнение определенных этапов работы с текстом оригинала или текстом перевода (например, отсутствие редакторской правки как заключительного этапа работы над переводом)	11%
недостаточный учет роли узкого и широкого текста при поиске переводческих соответствий, недостаток фоновых знаний	12%	недостаточный учет роли узкого и широкого текста при поиске переводческих соответствий, недостаток фоновых знаний	7%
некачественно проведенный предпереводческий анализ или его отсутствие	9%	смысловые неточности и ошибки как результат невнимательного прочтения текста, непонимание грамматических конструкций, неправильный выбор эквивалента	2%
смысловые неточности и ошибки как результат невнимательного прочтения текста, непонимание грамматических конструкций, неправильный выбор эквивалента	8%		
недостаточно четкое представление о критериях качества перевода – эквивалентности и адекватности	7%		
неумение корректно работать с электронными словарями, правильно осуществлять запрос в поисковых системах	6%		

Из табл. 1 наглядно видно, что процент сдающих контрольный перевод на «отлично» возрос в среднем в 5 раз (38 и 215 соответственно), а удовлетворительных оценок стало в среднем меньше в 6 раз (121 и 20 соответственно).

В конце освоения дисциплины (2015–2016 учебный год) обучающимся было предложено анкетирование, целью которого было установить, какие причины лежат в основе переводческих ошибок, неточностей и неудачных переводческих решений. Результаты анкетирования отражены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, по окончании освоения дисциплины качественно и количественно меняется соотношение причин переводческих неудач. На начальном этапе основными причинами являются: неучёт жанровой специфики и стилевой принад-

лежности текста (25%), нарушение или невыполнение этапов работы с текстом (18%), нарушение стилистических и синтаксических норм (15%), недостаточный учет узкого и широкого контекста, наличие фоновых знаний (12%); на заключительном этапе – нарушение стилистических и синтаксических норм языка перевода (68%); недостаточный запрос в поисковых и справочных системах (12%), невыполнение какого-то этапа работы с текстом по невнимательности (11%). Очевидно, что удалось нивелировать неучёт специфики жанра и стиля, продемонстрировать необходимость поэтапной работы с текстом. Сохранение процента ошибок, связанных с запросом соответствующей информации в поисковых системах, возможно, связано с невниманием и некачественным предпереводческим

анализом. Преобладание по окончании освоения дисциплины стилистических и синтаксических нарушений в языке перевода говорит о том, что остальные причины переводческих ошибок отошли на второй план, однако сказалось недостаточное владение родным языком, специфика его преподавания в средней и высшей школе.

Опираясь на полученные результаты, представленные выше в таблицах, мы можем сделать следующие выводы:

1. Формирование переводческих компетенций происходит постепенно и в ходе реализации нескольких дисциплин; на четвертом курсе при освоении дисциплины «Перевод и лингвистический анализ текста» происходит синтез уже имеющихся знаний, умений и навыков, а также приобретение новых, но в рамках выделенных для данной дисциплины компетенций.

2. Применяемая методика обучения переводу и лингвистическому анализу текста, основанная на текстах разных жанров, дифференцируемых переводческих трудностях, разнообразии лингвистических явлений и авторского стиля и направленная на формирование соответствующих переводческих компетенций, доказала свою эффективность.

3. Незначительный процент переводческих ошибок («неудач»), высокий процент оценок «отлично» (более 67%) и низкий процент оценок «удовлетворительно» (5%) в конце освоения дисциплины свидетельствует об эффективности применяемых методов обучения, так как переводческие неудачи связаны, скорее всего, с техническими факторами – невнимательностью студентов (отсутствие финального редактирования, сверки на наличие всех частей текста); недостаточно тщательным поиском культурологической и фактологической информации в поисковых системах, что в свою очередь оказывает влияние на качество перевода.

Описываемая в данной статье методика обучения не претендует на исчерпывающее освещение вопроса, однако вносит свой практический вклад в реализацию компетентностного подхода в обучении в вузах. Описанным выше образом осуществляется обучение переводу и лингвистическому анализу текста в вузе, где переводу как деятельности будущих специалистов отводится центральная роль, а умение анализировать и переводить различные роды текстов является неотъемлемой частью профессиональной подготовки переводчика.

Список литературы

1. Приказ Минобрнауки России 1367 от 19.02.2013 (зарегистрирован 24.02.2014) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.минобрнауки.рф/документы/5242> (дата обращения: 04.11.2017).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, уровень высшего образования – бакалавриат, направление подготовки 45.03.02 Лингвистика [Электронный ресурс]. – URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/450302_Lingvistika.pdf (дата обращения: 04.11.2017).
3. Байденко В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: методическое пособие. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 72 с.
4. Ребрин О.И. Использование результатов обучения при проектировании образовательных программ УрФУ / О.И. Ребрин. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. Екатеринбург: ООО «Издательский Дом «Ажур», 2012. – 24 с.
5. Чельшкова М.Б. Аттестация выпускников вузов в рамках компетентностного подхода // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2012. – № 6. – С. 270–273.
6. Ефремова Н.Ф., Казанович В.Г. Оценка качества подготовки обучающихся в рамках требований ФГОС ВПО: создание фондов оценочных средств для аттестации студентов вузов при реализации компетентностно-ориентированных ООП ВПО нового поколения: Установочные организационно-методические материалы тематического семинарского цикла. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 36 с.
7. Гавриленко Н.Н. Методика реализации компетентностного подхода при обучении переводу // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Серия Образование и педагогические науки. – Выпуск 14 (725). – М.: ФГБОУ ВПО МГЛУ, 2015. – С. 113–127.
8. Виноградов В.С. Введение в переводоведение (общие и лексические вопросы) / В.С. Виноградов. – М.: Издательство института общего среднего образования РАО, 2001. – 224 с.
9. Алексеева И.С. Профессиональное обучение переводчика: Учебное пособие по устному и письменному переводу для переводчиков и преподавателей / И.С. Алексеева. – СПб.: Издательство «Союз», 2001. – 288 с.
10. Landers, Clifford. Literary Translation: A Practical Guide. – Multilingual Matters. – 214 p.
11. Борисова Н.В., Кузов В.Б. Технологизация проектирования и методического обеспечения компетентностно-ориентированных учебных программ дисциплин / модулей, практик в составе ООП ВПО нового поколения»: Методические рекомендации для организаторов проектных работ и профессорско-преподавательских коллективов вузов. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 52 с.
12. Методические рекомендации по проектированию оценочных средств для реализации многоуровневых образовательных программ ВПО при компетентностном подходе / В.А. Богословский, Е.В. Караваева, Е.Н. Ковтун, О.П. Мелехова, С.Е. Родионова, В.А. Тарлыков, А.А. Шехонин. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 148 с.
13. Щирова И.А. Многомерность текста: понимание и интерпретация: Учебное пособие / И.А. Щирова, Е.А. Гончарова. – СПб.: ООО «Книжный Дом», 2007. – 472 с.
14. Lodge David. The Art of Fiction : illustrated from classic and modern texts. – London: Penguin Books, 1992. – 240 p.

УДК 378.147

СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА**Грибкова Г.И., Панова Н.Г., Умеркаева С.Ш.***ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва,
e-mail: galina2658@yandex.ru, panovaart@mail.ru, sofya333@yandex.ru*

В условиях формирования новой образовательной парадигмы возникает необходимость значительных изменений в сфере высшего образования. Важнейшей задачей образовательной политики государства на современном этапе является развитие системы партнерских отношений высших учебных заведений и учреждений культуры как одной из эффективных форм диверсификации высшего образования. Цель социально-культурного партнерства состоит в создании единого образовательного пространства, позволяющего сделать образование более доступным для потребителей услуг в учреждениях культуры, общего и дополнительного образования, а также решить проблемы инновационного развития всех сторон партнерства. В соответствии с этим повышается спрос на высокий уровень квалификации и компетентности бакалавров и магистров социально-культурной деятельности, способных к продуктивному профессиональному творчеству в условиях инновационной деятельности учреждений культуры и образования. В статье представлены выводы системного анализа феномена социально-культурного партнерства, его теоретико-методологических основ, рассматриваются технологии реализации социально-культурного партнерства кафедрой социально-культурной деятельности Института культуры и искусств ГАОУ ВО г. Москвы «Московский городской педагогический университет» в условиях диверсификации высшего образования. В частности, авторы приводят примеры социально-культурного партнерства вуза, музея и библиотеки из опыта реализации научно-исследовательского проекта «Социально-культурное партнерство как форма диверсификации высшего образования».

Ключевые слова: социальное партнерство, социально-культурное партнерство, образование, вуз, музей, библиотека, социально-культурная деятельность, профессиональная подготовка, компетенции, бакалавр, магистр

SOCIAL AND CULTURAL PARTNERSHIP IN THE SPHERE OF HIGHER EDUCATION: FROM THE EXPERIENCE OF THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY**Gribkova G.I., Panova N.G., Umerkaeva S.Sh.***Moscow City Pedagogical University, Moscow,
e-mail: galina2658@yandex.ru, panovaart@mail.ru, sofya333@yandex.ru*

In the conditions of formation of a new educational paradigm, there is a need for significant changes in the sphere of higher education. The most important task of the state educational policy at the present stage is the development of a system of partnerships between higher education institutions and cultural institutions as an effective form of diversifying higher education. The goal of the social and cultural partnership is to create a unified educational space that makes education more accessible to consumers of services in cultural institutions, general and additional education, and to solve the problems of innovative development of all aspects of the partnership. In accordance with this, the demand for a high level of qualification and competence of bachelors and masters of social and cultural activity, capable of productive professional creativity in the conditions of innovative activity of cultural and educational institutions, is increasing. The article presents the conclusions of the system analysis of the phenomenon of socio-cultural partnership, its theoretical and methodological foundations, considers the technologies for implementing social and cultural partnerships by the Department of Social and Cultural Activities of the Institute of Culture and Arts of the Moscow State Pedagogical University «Moscow City Pedagogical University» under the conditions of higher education diversification. In particular, the authors give examples of socio-cultural partnership of the university, museum and library from the experience of the implementation of the research project «Social and Cultural Partnership as a form of diversification of higher education».

Keywords: social partnership, social and cultural partnership, education, university, museum, library, social and cultural activities, vocational training, competences, bachelor, master

Социально-культурное развитие российского общества предъявляет новые требования к уровню профессиональной подготовки кадров для сферы культуры и искусства. В этой связи важной задачей высшего образования является создание оптимальных условий для профессионального развития будущих работников социально-культурной деятельности, в совершенстве владеющих современными технологиями производства и реализации культурных услуг.

Эффективность профессиональной подготовки в вузе во многом обеспечивается

партнерством образовательной организации с другими организациями, учреждениями, органами власти, общественными объединениями. Такое партнерство позволяет расширить образовательные возможности, интенсифицировать учебный процесс, создать условия для более результативного формирования профессиональных компетенций будущих специалистов [1]. Однако партнерство образовательной организации будет более продуктивным, если знать основные научные подходы к пониманию его сущности, технологии организации, соблю-

дать принципы, нормы и правила партнерства. С этой целью обратимся к понятию «партнерство», к его исходным теоретико-методологическим основам.

Термин «партнерство» происходит от слова «партнер» (фр. *partenaire* – участник), которое трактуется как «компаньон, товарищ в каком-нибудь деле» (Д.Н. Ушаков), «участник какой-нибудь совместной деятельности» (С.И. Ожегов).

Наибольшую разработку в научной литературе к настоящему времени получил феномен социального партнерства. Его методологической платформой являются идеи философов и социологов о необходимости общественного договора между людьми, их объединения для достижения совместных целей (Т. Гоббс, Ж.Ж. Руссо, И. Кант, К.А. де Сен-Симон, Г. Спенсер, Г. Лейбниц, Р. Оуэн, Ш. Фурье и др.); теории социального взаимодействия и социальной солидарности (П.Ж. Прудон, Э. Дюркгейм, М. Вебер, Т. Парсонс, Д. Белла, Р. Дарендорф, А. Турен и др.); концепции социального партнерства в «организациях труда», «производственных ассоциациях» (К. Маркс, Ф. Энгельс и др.) [2].

Система социального партнерства стала складываться со второй половины XIX века и первоначально затрагивала трудовую деятельность, была направлена на предотвращение возникновения споров и конфликтов в трудовых отношениях. Однако в настоящее время теория социального партнерства распространилась на другие сферы жизнедеятельности и охватывает различные уровни взаимодействия между социальными субъектами.

Эффективность социального партнерства зависит от соблюдения ряда принципов, среди которых: равноправие сторон; уважение и учет их интересов; заинтересованность сторон в участии в договорных отношениях; соблюдение ими трудового законодательства и иных нормативных правовых актов; добровольность принятия сторонами на себя обязательств по выполнению коллективных договоров, соглашений; ответственность за их невыполнение и др.

Исследователями отмечается, что социальное партнерство представляет собой взаимовыгодный процесс взаимодействия, оно направлено на обеспечение оптимального баланса интересов в реализации главных вопросов, реализуется на основе договоров и соглашений, взаимных разумных уступок, путем достижения компромисса, согласия. Тем не менее партнерство противопоставляется соглашательству, приспособленчеству, беспринципным уступкам одной из

сторон в пользу другой или пренебрежению интересов какой-либо из сторон [3, с. 7].

В сферу образования понятие «социальное партнерство» пришло в 1990-е гг. Первоначально с точки зрения социального партнерства в образовании анализировались правовые и экономические вопросы, связанные с взаимоотношением педагогического коллектива с работодателем, защитой прав и интересов педагогических работников, международным партнерством в образовании и т.д. В настоящее время социальное партнерство может быть связано с содержанием и сущностью образовательной деятельности, ее субъектами (обучающимися, родителями, педагогами), отражать взаимодействие образовательной организации с другими (внешними) структурами и организациями, рассматриваться как средство повышения качества образования [4, с. 11].

Социальному партнерству в образовании посвящены различные исследования, в каждом из которых рассматриваются его отдельные аспекты. В работах А.В. Корсунова, А.А. Муравьевой, Н.Г. Одинец, О.Н. Олейниковой, Г.В. Мухаметзяновой, Г.Л. Моржухиной, О.Д. Никольской изучается социальное партнерство в условиях образовательного пространства школы. Исследования А.В. Борилова, Д.В. Григорьева, О.Ю. Кожуровой, М.Н. Недвецкой затрагивают вопросы влияния структурных механизмов в моделях социального партнерства на обучающихся, учителей, родителей. Работа Е.Л. Лариной посвящена проблеме социального партнерства образовательных и досуговых учреждений по формированию экологической культуры молодежи [5]. В исследовании И.А. Сыромицкой выявляется роль социального партнерства как фактора профессиональной адаптации студента педагогического вуза. Социальное партнерство в условиях профильного обучения является предметом изучения в работах Б.В. Авво. Коллектив авторов (О.Г. Тринитатская, С.Ф. Хлебунова, Е.А. Чекунова, Н.Б. Рудь, О.Н. Тихонова) рассматривают социальное партнерство как технологию инновационного менеджмента в образовании.

Социальное партнерство в сфере высшего профессионального образования исследуется С.Д. Резником. По его мнению, активное взаимодействие различных социальных групп, имеющих собственные стратегические интересы в сфере образования, является одним из условий развития системы высшего профессионального образования. Эффективным механизмом такого взаимодействия, по мнению исследователя,

может стать система социального партнерства как действенного способа вовлечения в обсуждение и решение проблем развития образования заинтересованных субъектов, способных к достижению конструктивного долговременного соглашения и выработке единой образовательной политики [6, с. 22].

Институциональным и организационно-управленческим аспектам социального партнерства в сфере высшего профессионального образования России посвящена монография, подготовленная коллективом авторов ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». В данной работе представлен анализ состояния и тенденций развития социального партнерства в сфере высшего образования в РФ, его правовые основы; теоретико-методологические аспекты взаимодействия высших учебных заведений с социальными партнерами; практика интеграционных взаимодействий и развития партнерских отношений в среде высшего образования в России и за рубежом; пути повышения эффективности взаимодействия высших учебных заведений с социальными партнерами [7].

Анализ литературы показал, что единого мнения относительно сущности социального партнерства в образовании не существует. Однако наиболее распространенным является понимание социального партнерства как объединения усилий лиц или организаций для решения общих задач и для достижения значимой для всех цели в образовании.

Проблема социально-культурного партнерства еще не получила достаточной разработки в научной литературе. Тем не менее имеются диссертационные исследования, посвященные данному феномену. В работе Е.Н. Абузаровой социально-культурное партнерство рассматривается как фактор формирования имиджа учреждения дополнительного образования детей [8]. В исследовании И.М. Вилковой анализируется социально-культурное партнерство музея и школы в процессе формирования духовной культуры школьников. Взаимодействию культурно-досуговых учреждений и физкультурно-оздоровительных учреждений по формированию здорового образа жизни посвящена работа Д.Ю. Мемешкина.

Наибольший интерес для нас представляет работа И.М. Вилковой, в которой рассматривается сущность и специфика социально-культурного партнерства. По мнению автора, социально-культурное партнерство выполняет различные функции, среди которых можно выделить экономическую, политическую, нормотворческую, организационную, технологическую, ин-

формационную, регулятивную, защитную, охранительную, профилактическую. Основными принципами социально-культурного партнерства являются принципы демократизма, толерантного взаимодействия, педагогической рентабельности, культуросообразности, взаимодополняемости, принцип воздействия и направленности на формирование положительного общественного мнения об учреждении и партнерах. Особую роль, по мнению И.М. Вилковой, играет принцип социального воздействия, определяющий такой способ организации социально-культурного партнерства, при котором партнеры активно общаются друг с другом, между ними складываются благоприятные взаимоотношения, служащие условием и средством эффективности взаимодействия, творческого развития каждого, достижения совместной цели. При этом важно отметить, что при социально-культурном партнерстве именно культура детерминирует связи социальных партнеров, формирует нормы, образцы их поведения, определяет институциональные формы партнерства [9].

Таким образом, анализ литературы показал, что феномен социально-культурного партнерства в своих теоретических основаниях восходит к понятию «социальное партнерство» и представляет собой сложное, многоаспектное явление, основной целью которого является оптимизация структуры, состояния, деятельности всех участников путем достижения взаимного соглашения, компромисса, консенсуса на основе учета интересов и потребностей каждого партнера.

Развитие партнерских отношений между учреждениями высшего образования и культурными институциями является важным аспектом профессионально-практической подготовки бакалавров и магистров социально-культурной деятельности, позволяя осуществлять поиск эффективных практико-ориентированных технологий формирования профессиональных компетенций у обучающихся по направлению подготовки «Социально-культурная деятельность».

Важнейшим фактором повышения качества образования в сфере культуры и искусства является партнерство педагогического вуза, музея и библиотеки. Можно с уверенностью сказать, что в настоящее время учреждения музейного и библиотечного типа являются наиболее динамично развивающимися многофункциональными учреждениями культуры, в которых создаются условия для творческого и духовного самоопределения личности. Смена культурных и идеологических парадигм привела

к тому, что музеи и библиотеки стали рассматриваться как центры духовного и нравственного воспитания, формирования эстетических взглядов и убеждений, вкусов и идеалов общества.

Особенно актуально это в отношении молодежи, так как именно педагогически правильно организованная культурно-досуговая деятельность будет являться эффективным инструментом формирования нравственной устойчивости молодых людей, профилактики отрицательных тенденций в развитии их личности, позволит противостоять многим негативным влияниям окружающей среды. Досуговая деятельность содействует социально-культурной интеграции молодежи, приобретению социально важных качеств, опыта жизнедеятельности в социальной среде, развитию индивидуальных способностей и духовно-творческого потенциала [10].

Современное учреждение культуры представляет собой институцию, в деятельности которого органично сочетаются научные методы, средства художественного выражения и социокультурного воспитания. Стремясь соответствовать культурным и духовным потребностям современного человека, музеи и библиотеки пересматривают содержание работы. Так, например, в музеях, выставочных залах и картинных галереях регулярно проводятся анимационные программы для детей и молодежи. Функциональный подход к организации молодежной анимации в условиях просветительской и культурно-образовательной деятельности музея формирует у подрастающего поколения ценности социального взаимодействия и социокультурного творчества, предоставляя широкие возможности для самореализации личности.

Однако музей выступает не только центром духовного и нравственного воспитания общества, но и площадкой для трансляции социальной информации и опыта. С этой целью в практику музейной деятельности внедряются новые технологии, позволяющие поддерживать спрос на музейные услуги и содействовать выравниванию технологического уровня деятельности музеев разного типа. В этой же роли выступают и социально-культурные проекты, в ходе реализации которых не только отрабатываются новые формы и методы музейной работы, но и складывается контингент сотрудников, способных в дальнейшем обеспечить технологический прорыв в различных направлениях музейной деятельности.

Заметную роль в социокультурной адаптации населения играют учреждения библиотечного типа, они вносят важный

вклад в формирование единого культурного пространства, сохранение информационной целостности нашей страны, способствуя духовному росту и общему культурному развитию своих пользователей. В целом современные библиотеки развиваются как многофункциональные интеллектуальные и культурно-просветительские центры, активно осваивают информационно-коммуникационные технологии развития дистанционных услуг для населения.

Одним из ведущих направлений работы современных учреждений музейного и библиотечного типа становится культурно-образовательная деятельность, в рамках которой разрабатываются проекты и программы, ориентированные на разные группы граждан [11]. Образовательный потенциал музеев и библиотек позволяет инициировать новые культурные проекты, вовлекать новые аудитории в свою деятельность, активно применять интерактивные технологии, достижения музейной педагогики и библиотечные инновации в организации досуга населения.

В связи с вышеизложенным практическая подготовка бакалавров и магистров социально-культурной деятельности в условиях партнерства педагогического вуза, музея и библиотеки ориентирована на формирование у обучающихся опыта применения современных инновационных методов просветительской, образовательной, воспитательной, рекреационной работы с населением, опыта применения интерактивных технологий в организации содержательного досуга детей, подростков и взрослых, что отвечает потребностям столичной отрасли культуры в кадрах и социальному заказу со стороны общества на социокультурную сферу.

Примером социально-культурного партнерства в сфере высшего образования служит опыт работы Института культуры и искусств ГАОУ ВО МГПУ (ИКИ МГПУ). Мониторинг основных аспектов взаимодействия учреждений образования и культуры, а также комплексный анализ его результатов позволил коллективу кафедры социально-культурной деятельности ИКИ МГПУ оценить ключевые проблемы организации сетевого межведомственного взаимодействия; определить степень мотивации участников опроса к такому взаимодействию; выявить наиболее эффективные формы организации и содержание курсов и дисциплин для системы профессионального образования педагогических кадров в сфере формирования открытой образовательной среды; заложить информационную основу для создания новых образовательных продуктов и повыше-

ния качества методического сопровождения образовательных программ и проектов.

В результате проведенного исследования в 2012 г. на кафедре социально-культурной деятельности ИКИ МГПУ был разработан и в настоящее время реализуется научно-исследовательский проект «Социально-культурное партнерство как форма диверсификации высшего образования». В реализации проекта принимают участие учреждения музейного и библиотечного типа: ГБУК г. Москвы «Государственный музей А.С. Пушкина», ГБУК г. Москвы «Галерея Ильи Глазунова», ГБУК г. Москвы «Галерея искусств Зураба Церетели», ФГБУК «Российская государственная детская библиотека».

В процессе исследования были выявлены следующие направления реализации социально-культурного партнерства образовательных организаций и учреждений культуры на инновационной основе:

1. Научно-методологическое обоснование (разработка подходов, принципов, компонентов и функций; проведение мониторингового исследования; разработка диагностического инструментария; подготовка терминологического словаря).

2. Содержательное (разработка теоретической модели, магистерской программы; подготовка коллективной монографии, программы повышения квалификации для сотрудников учреждений культуры, общего и дополнительного образования, руководителей творческих коллективов).

3. Методическое (подготовка учебно-методического пособия, методических рекомендаций, Положения о конкурсе презентаций интерактивных проектов).

4. Технологическое (проведение мероприятий в форме конкурса презентаций интерактивных проектов в режиме интернет-ресурса, научно-методического семинара и научно-практической конференции).

Остановимся подробно на результатах реализации научно-исследовательского проекта «Социально-культурное партнерство как форма диверсификации высшего образования». Так, в рамках проекта 16 декабря 2014 г. на базе ГБУК г. Москвы «Галерея Ильи Глазунова» проводился Всероссийский научно-практический круглый стол «Социально-культурное партнерство музея и вуза как форма диверсификации высшего образования», в котором приняли участие сотрудники столичных учреждений культуры и ученые – представители научных школ в сфере социально-культурной деятельности из разных городов России: М.А. Ариарский, Н.Н. Ярошенко, Т.И. Балканова, Е.И. Григорьева и другие. Участ-

ники круглого стола обсудили следующие вопросы: интеграция образовательных, культурных и информационных ресурсов высших учебных заведений и учреждений культуры города Москвы как условие формирования единого культурно-образовательного пространства; формирование профессиональных компетенций студентов в условиях диверсификации высшего образования; модели диверсификации системы высшего образования в социально-культурной сфере; особенности внедрения интерактивных методов обучения в практику социокультурных учреждений; культуросохраняющие технологии социально-культурной деятельности как компонент системы патриотического воспитания молодежи; роль музеев в развитии культурно-познавательного туризма.

09 апреля 2016 г. на базе ИКИ МГПУ проводился Ежегодный научно-практический круглый стол «Актуальные проблемы культурной политики города Москвы». В его работе приняли участие сотрудники столичных музеев, библиотек, домов культуры, творческих центров и преподаватели кафедры социально-культурной деятельности ИКИ МГПУ. По материалам данного мероприятия издан сборник статей «Перспективы художественно-образовательного и социокультурного развития столичного мегаполиса».

В 2017 г. коллективом кафедры социально-культурной деятельности ИКИ МГПУ опубликована научная монография «Современные тенденции развития социально-культурной деятельности и художественного образования: теория и практика», где представлены результаты научных исследований преподавателей в сфере социально-культурной деятельности и художественного образования города Москвы и обобщение опыта профессиональной деятельности сотрудников музеев, библиотек и творческих центров; рассмотрены актуальные теоретические и практические вопросы формирования ценностных ориентаций у детей и молодежи средствами социально-культурной деятельности, определены условия и формы организации досуга разных групп населения в социокультурном пространстве мегаполиса.

Важным аспектом развития социально-культурного партнерства вуза, музея и библиотеки является практическая подготовка бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Социально-культурная деятельность». Рассмотрим опыт организации и проведения учебной и производственной практик студентов ИКИ МГПУ в ФГБУК «Российская государственная детская библи-

отека» (РГДБ), которая работает не только как организация, располагающая организованным фондом документов и книг, но и как культурно-просветительский центр для детей и их родителей. В РГДБ функционируют клубные формирования и студии для детей и подростков, проводятся выставки, литературные праздники, конкурсы, встречи с писателями, актерами и переводчиками, лекции, концерты, презентации книг, викторины, фестивали и многое другое.

В рамках учебной практики в РГДБ студенты знакомятся с технологией организации и проведения культурных мероприятий: литературно-музыкальных вечеров, выставок (тематических, персональных, посвященных знаменательным датам), художественных и фотографических выставок, круглых столов, творческих вечеров, презентаций книг. Данный вид практики углубляет и конкретизирует теоретические знания, полученные студентами в процессе освоения таких учебных дисциплин, как «Технологические основы социально-культурной деятельности», «Основы социально-культурного проектирования», «Сценарно-режиссерские основы», «Культуроохранные и культуротворческие технологии» и др. Особый интерес в процессе прохождения практики у студентов вызывают социально-культурные проекты, ежегодно реализуемые в РГДБ: Всероссийский фестиваль детской книги, проекты «Квест в библиотеке», «Зеленая библиотека», «Здравствуй, сосед!» и мн. др.

В рамках производственной практики студенты принимают непосредственное участие в культурно-просветительских мероприятиях, проводимых на площадке РГДБ: фестивалях, интерактивных занятиях и спектаклях, концертах, квестах, мастер-классах и проч. Подобный опыт формирует у студентов-практикантов навыки организации массовых и групповых форм культурно-досуговой деятельности в сочетании с традиционными и инновационными приемами продвижения чтения в детско-юношеской аудитории. Так, например, в процессе прохождения производственной практики в РГДБ студенты ИКИ МГПУ приняли активное участие в подготовке спектакля по мотивам сказки Р. Киплинга «Кошка, которая гуляла сама по себе», в разработке квеста «Сказки гор», в проведении эко-праздника «Робинзонада», в организации и проведении выставки «За цветами в зимний лес» и других культурно-досуговых мероприятиях.

Кроме того, сотрудничество РГДБ с общественными и культурными организациями, благотворительными фондами,

творческими коллективами, государственными и частными организациями формирует у студентов представление о государственно-частном партнерстве в сфере культуры.

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что в процессе прохождения практики в библиотеке у студентов формируются профессиональные компетенции организатора социально-культурной деятельности: развивается мотивация, обогащается научно-теоретическая база, приобретается практический опыт не только в различных видах культурной деятельности, но и в работе с детско-юношеской аудиторией.

Таким образом, социально-культурное партнерство вуза, музея и библиотеки позволяет не только выстраивать образовательный маршрут бакалавров и магистров с учетом практико-ориентированной направленности на будущую профессию, но и создавать условия для повышения квалификации сотрудников столичных учреждений культуры, функциональные обязанности которых сегодня выходят за рамки традиционной деятельности.

Профессионально-практическая подготовка студентов в условиях социально-культурного партнерства педагогического вуза, музея и библиотеки предполагает: проведение выездных практических занятий на базе учреждений музейного и библиотечного типа с целью вовлечения обучающихся в процесс социально-культурного творчества и рекреативно-развлекательного досуга, формирования навыков организации массовых, групповых и индивидуальных форм социально-культурной деятельности в соответствии с культурными потребностями разных групп населения; внедрение в практическую деятельность музеев и библиотек интерактивных анимационных программ, разработанных студентами-практикантами совместно с сотрудниками учреждений культуры с целью популяризации музейных и библиотечных услуг; участие студентов направления подготовки «Социально-культурная деятельность» в общегородских культурных акциях, проектах и фестивалях: «Ночь искусств», «Библионочь», «Ночь в музее», «Семейное путешествие. Всея семьей в музей!», «Московский культурный форум», «Интермузей» и др. с целью формирования проектного мышления как неотъемлемого компонента конкурентоспособной личности; проведение сотрудниками музеев и библиотек публичных лекций, научно-практических семинаров, вебинаров, мастер-классов, воркшопов с целью профессионального развития и роста обучающихся и мн. др. [12].

В заключение отметим, что социально-культурное партнерство является важным фактором повышения качества профессиональной подготовки бакалавров и магистров социально-культурной деятельности, так как существенно расширяет пространство образования и воспитания, формируя общекультурные и профессиональные компетенции обучающихся с целью подготовки их к будущей многофункциональной деятельности с учетом современных тенденций, связанных с поиском новых форм социально-культурного воспитания российского общества.

Реализуя спектр мероприятий на основе социально-культурного партнерства, вуз получает возможность оказывать существенное влияние на динамику и качество процесса трудоустройства своих выпускников. Это позволяет предоставлять на рынок труда конкурентоспособных, востребованных бакалавров и магистров для работы в учреждениях социально-культурной сферы и образования, а у работников учреждений культуры появляется возможность в процессе социального партнерства повышать свой профессиональный уровень, овладевать современными интерактивными технологиями в культурно-просветительной работе с населением.

Список литературы

1. Мангер Т.Э. Диверсификации системы непрерывного образования как научно-педагогическая проблема / Т.Э. Мангер, О.Б. Мурзина // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 9 (31). – С. 265–271.
2. Панова Н.Г. Феномен социально-культурного партнерства / Н.Г. Панова // 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 и др. / Под ред. Т.И. Баклановой. – М.: УЦ Перспектива. – 2016. – С. 6–23.
3. Стаурский С.С. Теоретические основы социально-культурного партнерства: монография / С.С. Стаурский, Е.С. Стаурский. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – 136 с.
4. Тринитатская О.Г. Социальное партнерство как технология инновационного менеджмента в образовании: из опыта работы стажировочной базовой площадки МБОУ гимназия № 117: учебное пособие / О.Г. Тринитатская, С.Ф. Хлебунова, Е.А. Чекунова, Н.Б. Рудь, О.Н. Тихонова. – Ростов н/Д.: Изд-во ГБОУ ДПО РО РИПК и ППРО, 2013. – 388 с.
5. Ларина Е.Л. Социальное партнерство образовательных и досуговых учреждений по формированию экологической культуры молодежи: монография / Е.Л. Ларина. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес – наука – общество», 2014. – 193 с.
6. Резник С.Д. Социальное партнерство в сфере высшего профессионального образования: опыт и проблемы регионального вуза: монография / С.Д. Резник, Н.А. Назарова; под общ. ред. С.Д. Резника. – Пенза: ПГУАС, 2010. – 196 с.
7. Социальное партнерство в сфере высшего профессионального образования России: институциональные и организационно-управленческие аспекты: монография / под общей ред. В.И. Гришина. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2013. – 240 с.
8. Абузярова Е.Н. Социально-культурное партнерство как фактор формирования имиджа учреждения дополнительного образования детей: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.05 / Абузярова Елена Николаевна. – Челябинск, 2009. – 206 с.
9. Вилкова И.М. Социально-культурное партнерство музея и школы как фактор формирования духовной культуры школьников: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.05 / Вилкова Ирина Михайловна. – Тамбов, 2008. – 174 с.
10. Панова Н.Г. Культурно-досуговая деятельность как средство формирования нравственного иммунитета молодежи / Н.Г. Панова // Общество и экономика в эпоху глобализации: сборник научных трудов по итогам научно-практической конференции. – М.: Буки-веди, 2016. – С. 36–40.
11. Грибкова Г.И. Технология проектирования в социально-культурной сфере / Г.И. Грибкова // Вестник экономической интеграции. – 2014. – № 3 (72). – С. 76–82.
12. Умеркаева С.Ш. Проектный подход к организации семейного досуга средствами культуры / С.Ш. Умеркаева, Д.А. Фомкин // Управление инновациями в современной науке: сборник статей Международной научно-практической конференции (15 октября 2015 г., г. Самара); в 2 ч. Ч. 1. – Уфа: АЭТЕРНА, 2015. – С. 229–234.

УДК 37.02

КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ АППАРАТ ТЕОРИИ ЗАДАЧНОГО ОБУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ДИДАКТИКЕ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ

Ильевич Т.П.

*ГОУ ВПО «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко», Тирасполь,
e-mail: astra7107@rambler.ru*

В статье рассматриваются методологические противоречия в области изучения феномена «познавательная задача», развитие которого во многом определяет возможности и перспективы использования задачного подхода в современной дидактике. Анализ многочисленных исследований показывает сложность и многомерность теории задачного обучения, технологии которой ориентированы на эффективную реализацию образовательных стандартов нового поколения. Интегрированные направления исследований в педагогической науке, обосновывающие теорию и технологию задачной организации обучения, опираются на работы в области нейрофизиологии, кибернетики, педагогической психологии («мыследеятельностная педагогика», конструктивная дидактика, дидактическая инженерия), что свидетельствует об эволюции дидактического концепта «учебная задача». Тенденции развития технологий задачного обучения в западной дидактике пресекаются с проблемным полем российской дидактики, в теории и практике которой возникает серия синонимичных понятий: проблемная, эвристическая, межпредметная, ситуационная задача, практико-ориентированное, компетентностно-ориентированное задание. Можно утверждать, что в современной дидактике сложились методологические противоречия между типологией и видологией познавательных задач, личностно-ориентированным и компетентностно-ориентированным задачным обучением, а также особенностями моделирования репродуктивного и продуктивного задачного конструкта в образовательной деятельности.

Ключевые слова: учебная задача, познавательная задача, проблемная задача, компетентностно-ориентированное задание, задачная технология, задачный конструкт

CATEGORIAL APPARATUS OF THE THEORY OF TASK TRAINING IN MODERN DIDACTICS: METHODOLOGICAL CONTRADICTIONS

Ilevich T.P.

Shevchenko State University of Pridnestrovie, Tiraspol, e-mail: astra7107@rambler.ru

The article deals with methodological contradictions in the field of studying the phenomenon of the «cognitive task», the development of which largely determines the possibilities and prospects for using the problem approach in modern didactics. The analysis of numerous studies shows the complexity and multidimensionality of the theory of task-based learning, the technologies of which are oriented toward the effective implementation of educational standards of a new generation. The integrated directions of research in pedagogical science, which justify the theory and technology of the task organization of training, are based on the work in the field of neurophysiology, cybernetics, pedagogical psychology («thought-activity pedagogy», constructive didactics, didactic engineering), which testifies to the evolution of the didactic concept «educational task». The tendencies in the development of technologies of problem-based learning in Western didactics are suppressed with the problem field of Russian didactics, in the theory and practice of which a series of synonymous concepts arise: a problematic, heuristic, inter-subject, situational tasks, a practice-oriented, competence-oriented tasks. It can be argued that in modern didactics there have been methodological contradictions between typology and theology of cognitive tasks, personality-oriented and competence-oriented task learning, as well as the features of modeling the reproductive and productive task construct in educational activities.

Keywords: educational task, cognitive task, problem task, competence-oriented task, task technology, task construct

Во второй половине XX века с развитием мирового педагогического опыта в области изучения и использования дидактических единиц содержания обучения обозначились методологические ориентиры в разработке понятийного аппарата задачной теории обучения. Задачная организация обучения как дидактическое явление рассматривалась в психолого-педагогических исследованиях Г.А. Балла, Б. Блума, А.В. Брушлинского, П.Я. Гальперина, В.И. Загвязинского, И.Я. Лернера, Д. Пойа и др. Значимость задачного подхода в обучении подчеркивается также А.И. Уманом и М.А. Федоро-

вой, которые отмечают, что учебная задача в форме учебного задания является сложным системным явлением, обеспечивающим переход от внешней (дидактической) стороны обучения к внутренней (личностной), тем самым пополняя индивидуально-личностный опыт обучаемого [1].

В ряде дидактических исследований выделилось несколько направлений развития методологии задачного обучения: таксономийный подход к разработке учебных задач (Б. Блум, П.Я. Гальперин, Д. Голоушова, Н.А. Глузман, М.В. Кларин, В.И. Ляудис, Д. Толлингерова, И.П. Пу-

нин, Н.С. Фролова), проблемно-задачное обучение (В.А. Андреев, В.В. Давыдов, В.И. Загвязинский, Л.В. Занков, Е.Н. Кабанова-Меллер, Д.Б. Эльконин), компетентностно-ориентированное моделирование дидактических единиц (Г.Д. Алексеева, Л.А. Алькова, Е.В. Быстрицкая, Э.Ф. Зеер, И.А. Котова, Т.Е. Матвеева, О.В. Реутова, О.А. Сорокина, А.В. Хуторской и др.).

Целью исследования было изучение категории «учебная задача» в современной дидактике, осмысление и анализ ее производных как противоречивой системы дидактических понятий, включенных в организационную структуру различных образовательных технологий.

В последнее десятилетие в работах западных исследователей (М. Биджет, А. Брутон, Д.Б. Уилсон, Г. Крукс, Дж. Мерфи, М. Робертсон, В. Томлинсон, Р. Эллис и др.) теория и практика задачной организации процесса обучения опирается на опыт применения лингвистических конструктов и использование обучающей технологии «нетрадиционных заданий без предварительного объяснения» (Task Based Learning and Teaching). В целом категория «учебное задание» (Learning Task) имеет множество трактовок, суть которых сводится к деятельности по достижению учебной цели, оснащенной актуальной информацией и инструментальными установками действий обучаемых, а также условиями обратной связи (Feed-back). Однако неоднозначность понятия познавательной задачи в ряде случаев определяется использованием технических и информационных ресурсов. Так, А. Шихаде и К. Комб отмечают, что информатизация современного образования побуждает использовать комплекс «новых» познавательных заданий в соответствии с формами обучения: модульное тестирование; долгосрочные учебные интернет-проекты; онлайн-тестирование с последующей комплексной оценкой результата и пр. Кроме того, анализ ряда зарубежных работ (Р. Эллис, Х. Чжао) показывает, что чаще используются не отдельные задания, а «задачный конструкт», рассматриваемый как система познавательных заданий, спроектированных на основе психолого-педагогических, дидактических, культурно-образовательных, социально-коммуникативных и информационно-технологических параметров учебного процесса [2].

В российской дидактике задачный подход сложился в результате интеграции исследований познавательных процессов личности обучаемого в области нейрофизиологии, кибернетики, педагогической психологии, частных методик, а в последнее

время – благодаря инновационным направлениям педагогики (мыследеятельностная педагогика М.В. Кларина, конструктивная педагогика В.А. Трайнева, дидактическая инженерия Н.К. Нуриева, «смыслодидактика» И.В. Абакумовой и др.).

В работах И.Р. Федоровой подробно рассмотрены историко-педагогические аспекты становления и развития теории учебных задач, выделены ее этапы и предпосылки категоризации основных дидактических концептов. Автор указывает, что понятие «учебная задача» было предложено Д.Б. Элькониним и стало использоваться в дидактике в 1960-х гг. как способ структурирования познавательной деятельности обучаемых и дидактический элемент развивающих технологий обучения. Дидактический концепт «учебная задача» также прошел этапы категориальной эволюции, преобразовавшись в систему типологий познавательных заданий (таксономийный подход), являясь при этом многофункциональным компонентом обучающей, учебной, творческой и управленческой деятельности в образовании [3].

Сегодня теория задачного обучения вышла за рамки обычных представлений о методическом применении в дидактике категории «задача». Так, обосновывая методологию и методику мыследеятельностной педагогики, М.В. Кларин в качестве инновационного видения предлагает новый образовательный подход – технологию метапредмета «Задача». Смысловое значение данной технологии заключается в самостоятельном поиске обучаемыми способов решения учебного задания на основе процессов «понимания, моделирования, выдвижения и реализации способа решения» любой учебно-познавательной задачи. Автор указывает, что базовые методические основания метапредмета «Задача» уже разработаны в рамках развивающего обучения на основе категории «учебная задача», при этом также могут быть заимствованы принципы и структура практического инструментария технологии проблемного обучения. В мыследеятельностной педагогике также вводится новый тип учебного задания – «учебная задача предельного типа», примером которой может служить «задача-инструкция», «проектная задача», «задание на построение невозможных миров» и пр. [4].

Именно по причине разнообразия методических подходов и психолого-педагогических обоснований, по мнению М.Р. Кудяева, М.Б. Богус и М.К. Кятовой, познавательная задача «как терминологическая единица дидактики и психологии» не

может сегодня получить четкого понятийного концепта. При этом авторы пытаются привести несколько трактовок дефиниции «познавательная задача», рассматривая ее как: систему, состоящую из обязательных компонентов (предмет задачи, требования задачи); особый вид задания, предлагаемого учащимся на основе определенного способа подачи; побуждение на основании некоторых данных и пр. Авторы рассматривают также несколько подходов к классификации познавательных задач, разделяя их на типы в соответствии: с этапами познавательного процесса; с видами познавательной деятельности обучаемых, а также выделяя свою типологию творческих задач (поисковые, проблемные, задачи на сенсорной и рациональной основе) [5].

Вместе с тем И.А. Ларионова рассматривает познавательную задачу через призму технологии решения учебных заданий, что позволяет автору определять ее как «совокупность образной, вербальной и аналитической информации, отражающей конкретный процесс, установление причин, хода или результата» познавательных усилий, значимых для обучаемого. При этом автор подчеркивает, что учебная задача позволяет человеку «вживаться» в проблемное познавательное пространство, способствуя субъективному открытию новых обобщенных знаний (теоретических и практических), что также является прерогативой проблемного обучения. В целом автор отмечает, что традиционные представления о задачах и задачном обучении содержат терминологическую путаницу и препятствуют профессиональному подходу к системному использованию преподавателями заданий задачного класса [6].

В связи с этим рассмотрим разновидности и производные категории «учебная задача», используемые для описания вариантов познавательных заданий, а также попытаемся уточнить сущностные характеристики современной интерпретации данной категории. Наиболее часто встречаемые в методологических и методических работах синонимичные варианты учебных задач следующие: проблемно-развивающая задача, межпредметная задача, ситуационная задача, практико-ориентированное задание, компетентностно-ориентированное задание и пр.

Задачный подход, обозначенный В.И. Загвязинским как «технология проблемно-задачного обучения», рассматривается как алгоритм действий, реализация которых приведет к «развивающему эффекту» [7]. Данный результат процедурно обеспечивается организацией аналитико-син-

тетической деятельности, которая включает построение учебного познания как системы задач и разработку предписаний для того, чтобы учащиеся осознали сущность проблемного задания, восприняли и применили рекомендуемые способы решения проблемы и сумели проанализировать результат. При этом, допускается в структурировании познавательного процесса использование репродуктивных заданий, считая их частью творческо-поисковых задач.

Однако В.В. Сериков, описывая дидактику И.Я. Лернера, отмечает, что предметное знание как один из компонентов содержания образования не может быть эталоном результата обучения, поскольку само по себе не является результативным действием, определяющим успешность какого-либо этапа процесса обучения. Кроме того, умело сконструированная познавательная задача способна создать многомерное пространство познания и усвоения «способов деятельности, творческого и эмоционального опыта» обучаемых [8]. Иными словами, знание само по себе бездейственно, если обучающийся на способен им воспользоваться в решении какой-либо проблемы. В данном случае именно познавательная задача является средством побуждения ученика воспользоваться необходимым знанием (актуализация знаниевого фундамента) и совершить познавательное действие. По нашему мнению, этот признак является основным в определении категории «учебная задача». Данный подход позволяет предположить, что вопросы-задания репродуктивного характера, которые обычно используют преподаватели в системе обратной связи, не могут быть отнесены к категории «учебная задача», поскольку не имеют отношения к познавательному развитию обучаемых, а лишь служат для тренировки памяти и повторения уже усвоенной информации. Однако, репродуктивное задание может быть структурным компонентом познавательной задачи.

Эту позицию также поддерживают Л.Н. Хуторская, А.В. Хуторской и А.Д. Король, представляя в своих работах варианты ограничения или отказа от репродуктивных заданий в современной организации обучения. Авторы отмечают, что прогрессирующее развитие объема и доступности образовательной информации обесценивает методическую систему знаниевого подхода, а репродуктивные задания создают тормозящий эффект, негативно отражающийся на результатах развивающего учения, тем более что с помощью поисковой системы web-среды обучаемый может самостоятельно, быстро найти и применить учебную инфор-

мацию для решения любых учебных задач. В подобных условиях, подчеркивают авторы, учить необходимо не знаниям и умениям, а творчеству. При этом предлагается интерактивная «технология диалогического взаимодействия» субъектов обучения, дидактической единицей которой является «вопрос», понимаемый и как отдельное задание для организации рефлексивно-ориентированной учебно-познавательной деятельности, и как компонент эвристического задания [9].

Проблема соотношения репродуктивного и продуктивного познания рассматривается также в ряде когнитивно-дидактических исследований (Л.В. Ахметова, Л.А. Краснова, И.М. Осмоловская, С.В. Сергеев, В.Э. Штейнберг), актуальность которых обусловлена тенденцией усложнения, многообразия и увеличения объема образовательной информации, расширением общего информационного пространства, что в свою очередь влияет на производительность когнитивных процессов человека. Подтверждая эти факты, И.М. Осмоловская и Л.А. Краснова, анализируя методологические возможности и перспективы педагогической когнитивистики, указывают, что обучаемый сегодня может рассматриваться как «познающая система, которая работает с определенным набором индивидуальных средств, увеличивающих и развивающих его когнитивные возможности» [10, с. 18]. Методико-дидактической миссией педагога при этом является оснащение обучаемого эвристическим и информационно-коммуникативным инструментарием, в систему использования которого могут быть включены различные виды познавательных заданий (например, когнитивные карты, кластеры актуальной информации, визуальные и смысловые конструкты).

Подобная интеграция личностной ориентации, информативной когнитивистики и современных технологий web-среды порождает межпредметный характер проектирования системы познавательных задач. В свою очередь характеристики межпредметности познавательных задач были обозначены в исследовании Н.С. Подходовой и С.В. Арановой, в котором авторы выделяют отдельный вид познавательного задания – межпредметную задачу, связывая ее существенные признаки с контекстуально-жизненной направленностью содержания усваиваемого обучаемым социально-культурного опыта [11].

Компетентностный подход в организации образовательного процесса, порождая новые формы моделирования дидактических единиц, по мнению ряда

авторов (О.А. Сорокина, И.А. Ларионова, Ю.А. Шукшина), способствовал созданию учебных задач практико-ориентированного класса. Под «практико-ориентированным учебным заданием» понимается познавательная задача, обладающая свойствами интерактивности, продуктивности, индивидуальной направленности, а также способствующая приобретению обучаемыми фундаментальных, переходных (*transferable skills*) и технических навыков, позволяющих трансформировать и адаптировать знания и умения в различных видах профессионального труда. Так, О.А. Сорокина выделяет требования, которым должны отвечать профессионально-ориентированные задания: содержательный и процедурный компоненты учебного задания комбинируются с компетенциями обязательных дисциплин вариативной части учебного плана образовательной программы высшего образования; содержательным компонентом учебного задания является профессиональная (производственная) ситуация, способствующая непрерывному личностно-профессиональному развитию бакалавра (активизация мотивационной, когнитивной, деятельностной и рефлексивной сфер личности) [12].

Близким к понятию «практико-ориентированная задача» является дидактический концепт «компетентностно-ориентированное задание», который нашел отражение в работах А.В. Брежнева, Ю.С. Думиникэ, Т.Е. Матвеева, А.Л. Сиротюк, М.В. Томакова и др. Исследования Н.М. Жуковой, П.Ф. Кубрушко и М.В. Шингаревой показывают, что компетентностно-ориентированная задача является сложноорганизованной системой, подчиненной функциям, структуре, технологиям, содержанию и мониторингу образовательного процесса. Данный тип учебно-познавательных задач является обобщенным и предполагает моделирование и апробацию педагогом системы заданий, ориентированных на освоение обучаемыми образовательных компетенций, при этом структура отдельного задания включает условие, требование и конструкт. Авторы особое значение придают принципам моделирования компетентностно-ориентированных задач, таким как бинарность, функциональная полнота, фундаментальность и профессиональная направленность содержания, непрерывность, дифференциация и интеграция [13].

Результаты исследования методологических проблем организации современного процесса обучения на основе задачного подхода позволили выявить несколько противоречий: расхождение методик при-

менения групповых и индивидуальных учебных задач; различие векторов личностно-ориентированных и компетентностно-ориентированных познавательных заданий; однотипность познавательных задач в дидактико-технологических конструктах (проектное, интерактивное, контекстное обучение), что нарушает принципы интегративности и межпредметности усваиваемого содержания образования; очевидным также является методологическое и методическое «столкновение» репродуктивного и эвристического подхода в обучении. Вместе с тем перспективной видится проблема изучения уровней взаимосвязи и «совместимости» однонаправленных педагогических технологий и новых типов познавательных задач, порождаемых тенденциями развития информационного образовательного пространства.

Список литературы

1. Уман А.И., Федорова М.А. Учебное задание как средство формирования учебной самостоятельной деятельности // Проблемы современного образования. – 2017. – № 2. – С. 104–110.
2. Ильевич Т.П. Методология современного задачного обучения в контексте логики образовательного процесса // Содержание и методы обновляющегося образования: развитие творческого наследия И.Я. Лернера: сборник науч. трудов Междунар. науч.-теор. конф. (Москва, 10–12 окт. 2017 г.) – М.: ИСРО РАО, 2017. – Т. 1. – С. 290–297.
3. Федорова И.Р. Историко-педагогический анализ становления теории учебных задач в 60–80 гг. XX в. (Общепедагогический аспект) // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. URL: <https://www.science-education.ru/pdf/2015/1/17898.pdf> (дата обращения: 28.05.2017).
4. Кларин М.В. Инструмент инновационного образования: организационно-деятельностная педагогика // Непрерывное образование: XXI век. 2016. – Вып. 1(13). URL: <http://i1121.petsu.ru/journal/article.php?id=3072> (дата обращения: 22.10.2017).
5. Кудяев М.Р. Развитие вербально-логического мышления обучаемых в процессе формирования когнитивного понимания текста (на материале гуманитарных дисциплин): монография / М.Р. Кудяев, М.Б. Богус, М.К. Кятова. – Майкоп: Изд-во АГУ, 2009. – 150 с.
6. Ларионова И.А. Социально-психологические задачи: структура и принципы их решения / И.А. Ларионова // Педагогическое образование России. – 2013. – № 3. – С. 146–152.
7. Загвязинский В.И. Теория обучения: современная интерпретация / В.И. Загвязинский. – М.: Академия, 2008. – 188 с.
8. Сериков В.В. Дидактика Лернера: идеи и их развития / В.В. Сериков // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2017. – Т.1, № 3(39). – С. 19–30.
9. Хуторская Л.Н., Хуторской А.В., Король А.Д. Вопрос как педагогическая категория // Вестник Института образования человека. – 2015. – №2. URL: <http://eidoss-institute.ru/journal/2015/200/> (дата обращения: 18.09.2017).
10. Осмоловская И.М., Краснова Л.А. Проблема междисциплинарности в исследованиях процесса обучения / И.М. Осмоловская, Л.А. Краснова // Образование и наука. – 2017. – Т. 1, № 7. – С. 9–24.
11. Подходова Н.С., Аранова С.В. Межпредметные задания. Матричный классификатор межпредметных заданий / Н.С. Подходова, С.В. Аранова // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2012. – № 6. – С. 143–153.
12. Сорокина О.А. Модель реализации профессионально-ориентированных проектных задач формирования инженерной компетентности будущих бакалавров // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. URL: <https://www.science-education.ru/article/view?id=25253> (дата обращения: 18.09.2017).
13. Жукова Н.М., Кубрушко П.Ф., Шингарева М.В. Механизм проектирования компетентностно-ориентированных задач по учебным дисциплинам и условия его реализации в вузах // Образование и наука. – 2015. – № 1 (1). – С. 68–79.

УДК 378.147:372.854

ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ В ВУЗЕ

¹Курдуманова О.И., ²Гринченко Е.Л.

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет»,
Омск, e-mail: kurdumanovao@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»,
Омск, e-mail: jeka_him@mail.ru

В статье актуализируется проблема формирования информационно-аналитических компетенций в процессе обучения химии в вузе. Научная новизна работы заключается в возможности формирования информационной компетенции у студентов в процессе изучения химии в медицинском вузе. В статье авторы представляют информационно-аналитические компетенции как часть предметных компетенций, описывают их содержание и выделяют три уровня сформированности: пороговый, продвинутый, высокий. Каждый уровень представлен мотивационно-ценностной составляющей, когнитивной и операционально-деятельностной. На основе ФГОС ВО для медицинских специальностей представлены возможные пути педагогического руководства формированием информационно-аналитических компетенций у студентов. Оценка достоверности представленных результатов подтверждается анализом оригинальных научных исследований по данной проблеме. Доказательством результативности является статистическая обработка результатов эксперимента с помощью многофункционального критерия Фишера.

Ключевые слова: химические компетенции, информационно-аналитические компетенции, уровни сформированности, методические приемы формирования информационно-аналитических компетенций

POSSIBILITIES OF INFORMATION-ANALYTICAL COMPETENCIES FORMATION IN THE CHEMISTRY TEACHING IN THE INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

¹Kurdumanova O.I., ²Grinchenko E.L.

¹Omsk State Pedagogical University, Omsk, e-mail: kurdumanovao@mail.ru;

²Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: jeka_him@mail.ru

The article actualizes the problem of formation of information and analytical competencies in the process of teaching chemistry in the institutions of higher education. The scientific novelty of the work lies in the possibility of formation information competence among students during the process of studying chemistry in a medical institution. In the article the authors present information-analytical competences as part of subject competencies describe their content and distinguish three levels of formation: threshold, advanced, high. Each level is represented by a motivation-value component, cognitive and operational-activity. Based on the federal state educational standards of higher education for medical specialties the possible ways of pedagogical leadership in the formation of competencies among students are presented. The evaluation of the authenticity of the presented results is confirmed by an analysis of authentic scientific research on this issue. The proof of the effectiveness is the statistical processing of the experiment results using the multifunctional Fisher test.

Keywords: chemical competences, information and analytical competencies, levels of formation, methodical methods of forming information and analytical competences

Согласно федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования (ФГОС ВО) профессиональная компетентность выпускника вуза складывается из набора общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Совокупное содержание этих компетенций прописано в самих ФГОС ВО, но описание предметных компетенций в них отсутствует, в связи с чем кафедры, осуществляющие подготовку студентов, самостоятельно определяют перечень компетенций, формирование которых возможно средствами конкретной дисциплины.

Вопросы развития и формирования химических компетенций и компетентностей,

а также химическая подготовка в медицинских вузах в разные годы рассматривались учеными И.П. Агафоновой, О.В. Балачевской, П.С. Беловым, Н.И. Комаровой, Т.Н. Литвиновой, А.В. Новиковой, Т.Н. Поповой, Т.А. Уваровой, В.Х. Усмановой, М.М. Шалашовой и др.

Под *химической компетенцией* мы понимаем способность реализации обучающимися различных знаний, умений и навыков в области химии и применение этих знаний на практике и в дальнейшем образовании [1].

Материалы и методы исследования

На основе анализа нормативных документов мы выделили перечень компетен-

ций, формирование которых возможно при обучении химии. Сравнительный анализ содержания этих компетенций позволяет отметить, что часть из них включает в себя элементы коммуникативных компетенций, другая часть – информационных, третья часть – исследовательских компетенций [2].

Информационно-аналитические компетенции – умения получения и переработки информации, включающие анализ, структурирование, синтез, интерпретацию химических знаний. К ним можно отнести умения находить профессионально «окрашенную» химическую информацию в различных источниках; умение структурировать текст; знание, понимание, применение химической терминологии для анализа окружающих нас явлений; умение интерпретировать структурные формулы химических соединений; на основе анализа умение прогнозировать риск воздействия на человека и окружающую среду химических веществ [1].

Каждая компетенция, с точки зрения А.В. Хуторского, может рассматриваться как единство когнитивной, операционально-технологической и личностной составляющих [3]. Мы, в свою очередь, в информационно-аналитических компетенциях выделяем:

– *мотивационно-ценностную* (личностную) составляющую (уровень готовности студентов к обучению химии, осознание и постановка цели деятельности);

– *когнитивную составляющую* (набор химических знаний, необходимых для формирования предметных компетенций);

– *операционально-деятельностную* составляющую (определяется выбором той или иной последовательности интеллектуальных операций, наличием предметных умений);

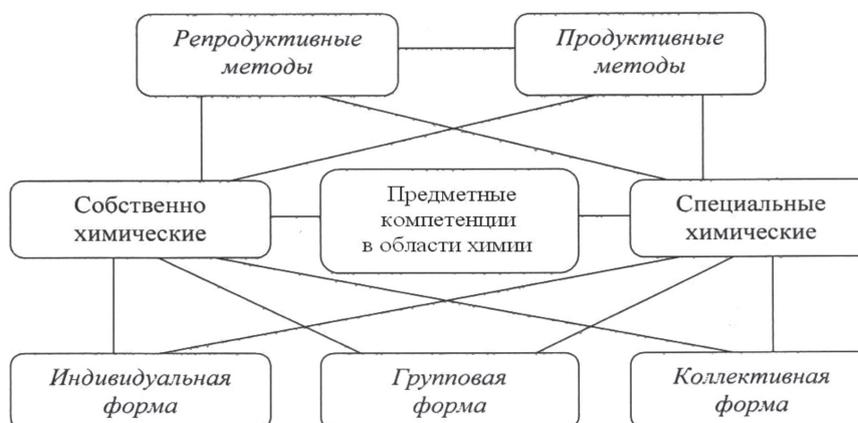
Все перечисленные компоненты являются самостоятельными, хотя каждый дополняет друг друга и формирует целостный процесс формирования и развития информационно-аналитических компетенций.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из требований к компетентному подходу, формирование компетенций наиболее эффективно осуществляется в процессе самообразовательной деятельности. П.И. Пидкасистый самостоятельное приобретение знаний из литературы, средств массовой коммуникации и окружающей жизни рассматривает как самообразование [4, с. 723].

Поскольку химические компетенции мы рассматриваем как результат совокупного применения образовательных технологий, методов, форм обучения химическим дисциплинам, то наиболее значимой является деятельностная составляющая, которая может проявляться при максимальной самостоятельности студентов. В процессе формирования информационно-аналитических компетенций при обучении химии мы учитываем личностный, социальный и познавательный опыт студентов медицинского вуза, помогаем выстроить свою образовательную траекторию, в которой первокурсники могут применять различные модели поведения в данной предметной области. Таким образом, компетентный подход неразделимо связан с системно-деятельностным и личностно-ориентированным подходами.

Взаимосвязь форм и методов обучения, способствующих формированию информационно-аналитических компетенций в области химии, показана на рисунке.



Взаимосвязь методов и форм обучения, способствующих формированию химических компетенций

Таблица 1

Виды самостоятельной работы по химии в процессе формирования информационно-аналитических компетенций

Методы	Формы	Виды занятий
репродуктивные	Индивидуальные	– химический диктант – составление тезауруса
	Групповые	– химическое лото – обзорный семинар
	Коллективные	– викторина – фронтальная беседа
продуктивные	Индивидуальные	– подготовка к лекции – индивидуальное домашнее задание – создание стенгазеты – решение ситуационных и контекстных задач – самоанализ
	Групповые	– семинар с использованием групповой работы – семинар-исследование – создание стенгазеты – исследовательский проект – взаимонализ
	Коллективные	– семинар-диспут – семинар – «деловая игра» – конференция

Одним из педагогических условий формирования информационно-аналитических компетенций будущего врача при обучении химии является правильно организованная самостоятельная работа студентов.

Ввиду различий индивидуальных способностей и предметной подготовленности студентов в самообразовательной деятельности целесообразно выделять репродуктивный и продуктивный методы.

В этом случае необходимо руководствоваться основными видами субъект-субъектного взаимодействия, выделенными Г.Н. Сериковым [5].

Первый вид характеризуется алгоритмическим предписанием преподавателем действий студентов, деятельность студентов в этом случае репродуктивная, но не пассивная, так как связана с добросовестным выполнением инструкций преподавателя. Второй вид связан с введением альтернативного инструктирования, возможные пути решения студенты выбирают сами, деятельность студентов репродуктивная с элементами продуктивной. Третий вид характеризуется тем, что преподаватель ставит перед студентами различные задачи и предлагает инструкции для поиска возможных путей решения. Четвертый вид отличается тем, что студенты самостоятельно выбирают способы выполнения полученных заданий, преподавателю отводится роль консультанта. Пятый вид субъект-субъектного взаимодействия характеризуется собствен-

но самообразовательной деятельностью студентов. Последние три вида взаимодействия преподавателя и студента связаны с продуктивной деятельностью студентов.

В педагогическом взаимодействии субъектов образования, педагогов и студентов, должны создаваться условия для развития учебно-профессиональной мотивации, придания обучению характера сотрудничества и на этой основе достижения целей и задач образования.

В результате детального анализа особенностей формирования компетенций было выяснено, что внешняя организация самостоятельной работы не требует принципиально новых изменений, а внутренняя претерпевает значительную модернизацию.

Виды самостоятельной работы по химии в процессе формирования информационно-аналитических компетенций представлены нами в табл. 1. Опираясь на классификацию И.М. Чередова, мы выделяем индивидуальную, групповую и коллективную формы самообразовательной деятельности, внутри каждой формы необходимо представить аудиторные и внеаудиторные задания. Методы обучения соответствуют репродуктивному и продуктивному уровням. В основе лежит познавательная деятельность студентов, классификация которой представлена И.Я. Лернером и М.Н. Скаткиным [2]. Из таблицы видно, что индивидуальные, групповые и коллективные формы могут быть как репродуктивными, так и продуктивными.

Для нас было важно выделить и описать уровни химических компетенций, которых может достигнуть студент медицинского вуза, таким образом, определив критериальную основу химических компетенций. Под уровнем компетенции мы, вслед за Т.М. Балыхиной, понимаем качественные состояния, выделяемые и сопоставляемые по критерию качества имеющихся у субъекта знаний, умений, развивающихся способностей [6]. Исходя из содержания компетенций и требований образовательных программ по дисциплинам «Химия» и «Биоорганическая химия», мы выделили три уровня сформированности химических компетенций: пороговый, продвинутый и высокий.

Исследование эффективности экспериментальной работы по формированию у студентов медицинского вуза химических компетенций в процессе самостоятельной работы проводилось на базе кафедры химии ОмГМУ.

Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась с помощью многофункционального критерия Фишера (φ). Его формула выглядит следующим образом:

$$\varphi^*_{\text{эмп}} = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}},$$

где φ_1, φ_2 – величина центрального угла в радианах, определяется по таблице; n_1, n_2 – число испытуемых в выборках [7].

Очевидно, что успешное решение проблемы формирования химических компетенций студентов медицинского вуза в процессе самостоятельной работы зависит от адекватного выбора оценочных средств применительно к каждой составляющей и выявления ее исходного уровня.

Для диагностики мотивационно-ценностной составляющей мы использовали две методики: анкетирование «Ценностные ориентации» М. Рокича (в модификации Б.С. Круглова) и тест «Мотивация учения студентов вуза» С.А. Пакулиной, М.В. Овчинникова [8].

В ходе педагогического эксперимента прослеживалась положительная динамика изменения отношения к ценностям, релевантным химическим компетенциям студентов медицинского вуза. Очевидно изменение отношения к представленным ценностям в сторону роста их значимости для респондентов.

Результаты диагностики внешней и внутренней мотивации учения у первокурсников ОмГМУ показывают уменьшение доли студентов, имеющих очень высокий и высокий уровни внешней по отношению

к результатам диагностики внутренней мотивации. Процент студентов с умеренным уровнем внешней мотивации, наоборот, выше данных по внутренней мотивации. Суммарное значение внутренней мотивации по всем уровням у студентов представлено в 70,5% на начальном и в 81,8% на конечном этапах. Суммарное значение внешней мотивации по всем уровням у студентов представлено в 58,4% на начальном и в 73,1% на конечном этапах.

Полученные данные позволяют утверждать, что для большинства студентов медицинского вуза ведущими мотивами учения являются внутренние мотивы: потребность получать знания, интеллектуальное удовлетворение, стремление к саморазвитию.

Доминирование внутренней мотивации свидетельствует о том, что студенты готовы к осознанному процессу познания, проявляют активность, их достижения в учебной деятельности могут быть весьма успешными при правильной организации учебного процесса.

Для оценки когнитивной составляющей в соответствии с таксономией Б. Блума, нами был разработан опросник «Определение уровня сформированности когнитивной составляющей химических компетенций». Опросник содержит 20 вопросов открытого типа по общей и биоорганической химии, направленных на определение как собственно химических, так и специальных химических знаний и умений. Кроме того, проводился текущий контроль знаний в виде итоговых контрольных работ по основным темам дисциплин. Контрольные работы были составлены также в соответствии с таксономией Б. Блума; в каждой 1 часть – тестовые вопросы на знание и понимание, 2 часть – расчетные задачи на применение.

Критерием оценивания является количество правильно выполненных заданий в %, расчет проводился в соответствии с методикой В.П. Беспалько:

$$K_a = \frac{n}{N},$$

где K_a – коэффициент усвоения учебного материала, n – количество верно выполненных заданий, N – общее количество заданий.

Положительная динамика изменения уровня усвоения учебного материала подтверждается статистической обработкой данных с помощью многофункционального критерия Фишера на начальном и конечном этапах педагогического эксперимента. Эмпирические значения $\varphi^*_{\text{эмп}}$, приведенные в табл. 2, больше критического значения $\varphi^*_{\text{кр}} = 1,64$, следовательно, результаты диагностики статистически достоверны.

Таблица 2

Результаты диагностики составляющих химических компетенций

Критерий Фишера по составляющим химических компетенций	Уровни			
	высокий	продвинутый	пороговый	низкий
$\varphi_{\text{эмп}}^*$, мотивационно-ценностная	среднее значение 3,69			
$\varphi_{\text{эмп}}^*$, когнитивная	2,73	6,14	5,88	4,03
$\varphi_{\text{эмп}}^*$, операционально-деятельностная	2,92	4,69	4,51	4,16

Для определения степени сформированности у студентов *операционально-деятельностной составляющей* химических компетенций в процессе самостоятельной работы по химии мы использовали метод наблюдения и анализ студенческих работ, который проводился по методике А.В. Усовой и представляет собой вычисление коэффициента полноты выполняемых операций:

$$K_{\text{пво}} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{n * N},$$

где n – число операций, выполненных i -м студентом, n_i – число выполненных операций, N – количество студентов.

Полученные данные были статистически обработаны. Результаты показали, что эмпирические значения $\varphi_{\text{эмп}}^*$ отличаются от критического значения $\varphi_{\text{кр}}^* = 1,64$, что позволяет нам отклонить нулевую гипотезу и выбрать альтернативную. Данные педагогического исследования можно считать статистически достоверными.

Обобщение результатов диагностики составляющих химических компетенций представлено в табл. 2.

Проведенный педагогический эксперимент показывает эффективность предлагаемой методики формирования химических компетенций, заключающийся в системном характере с использованием элементов самообразовательной деятельности. Положительная динамика результатов свидетельствует о правильно выбранных методах и формах

формирования химических компетенций, в том числе и информационно-аналитических. Проведенная статистическая обработка результатов доказательно подтверждает достоверность полученных результатов.

Список литературы

1. Гринченко Е.Л. Теоретические аспекты формирования и развития предметных компетенций у студентов в процессе самообразовательной деятельности по химии в медицинском вузе // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3–1. – С. 116–121.
2. Курдуманова О.И., Гринченко Е.Л. Возможности формирования химических компетенций у студентов в условиях медицинского вуза // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12–2. – С. 341–346.
3. Хуторской А.В. Ключевые компетенции. Технологии конструирования / А.В. Хуторской // Народное образование. – 2008. – № 5. – С. 55–61.
4. Психология и педагогика: учебник для бакалавров / под ред. П.И. Пидкасистого. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2015. – 724 с.
5. Сериков Г.Н. Главные условия и ведущие средства самообразования студентов / Под ред. Г.Н. Серикова // Вопросы взаимосвязи образования и самообразования студентов: Тематический сборник научных трудов. – Челябинск: Изд-во ЧПИ, 1987. – 149 с.
6. Балыхина Т.М. Содержание и структура профессиональной компетенции филолога: Методологические проблемы обучения русскому языку: дис. ... докт. пед. наук / Т.М. Балыхина. – М., 2000. – 475 с.
7. Шелонцев В.А. Анализ результатов педагогического эксперимента: Учебное издание / В.А. Шелонцев, Л.Н. Шелонцева, И.П. Ольхович. – Омск: ООО Гуманит. центр «Альфа и Омега», 2008. – 32 с.
8. Калягин В.А. Логопсихология: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / В.А. Калягин, Т.С. Овчинникова. – М.: Академия, 2008. – 320 с.

УДК 378.1:004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА

Лаврентьев С.Ю., Крылов Д.А.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, e-mail: lavrsu@mail.ru

В статье представлена классификация технологий дистанционного, электронного и смешанного обучения, которые могут быть реализованы в электронной образовательной среде вуза. Цель исследования – обосновать и аргументировать своевременность и значимость использования потенциала электронной образовательной среды в контексте повышения сформированности уровня конкурентоспособности студента современного вуза. На основании изучения мнения работодателей, оценок направлений и темпов развития рынка труда выявлен перечень профессионально важных качеств конкурентоспособного выпускника высшей школы. Результаты проведенного анализа научных работ, статистическая оценка результатов анкетного опроса студентов и преподавателей ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» позволили обозначить перспективные направления эффективного формирования конкурентоспособности учащихся в электронной образовательной среде. Исходя из опыта создания и применения средств удаленного взаимодействия субъектов учебного процесса, предложен набор синхронных, асинхронных и смешанных систем электронного обучения. Приведены особенности некоторых интерактивных элементов, учет которых, при проектировании электронных учебных курсов в электронной среде университета, направлен на повышение уровня сформированности профессиональной конкурентоспособности выпускника вуза.

Ключевые слова: студент, вуз, конкурентоспособность, электронная среда, образовательная среда

THE ELECTRONIC TECHNOLOGIES USE IN THE HIGHER EDUCATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Lavrentev S.Yu., Krylov D.A.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Mari State University»,
Yoshkar-Ola, e-mail: lavrsu@mail.ru*

The article presents substantial aspects the student's competitiveness formation in the electronic educational environment of the university. The purpose of the study is to substantiate and substantiate the timeliness and significance of using the potential of the electronic educational environment in the context of increasing the level of competitiveness of a student at a modern university. Based on the study of the opinion of employers, assessments of the directions and rates of development of the labor market, a list of professionally important qualities of a competitive graduate of higher education was revealed. The results of the analysis of scientific works, the statistical evaluation of the results of a questionnaire survey of students and teachers of the FSBEI HE «Mari State University», made it possible to identify promising areas for the effective formation of the competitiveness of students in the electronic educational environment. Proceeding from the experience of creation and application of means of remote interaction of the subjects of the educational process, a set of synchronous, asynchronous and mixed e-learning systems is proposed. The notions «educational environment» and «e-learning» are clarified, diversified e-learning systems are considered, features of their application are revealed.

Keywords: student, higher education, competitiveness, electronic environment, educational environment

Модернизация российского образования, реализующаяся на основе цифровых технологий, поставила перед обществом ряд проблем, среди которых одной из важнейших является обеспечение конкурентоспособности выпускника вуза на рынке труда. Усиление конкуренции на внутрироссийском и на международном рынке предъявляет все более высокие требования к личности выпускника вуза, совершенствованию его профессиональных качеств и саморазвитию. Удовлетворение запросов государства и общества к уровню конкурентоспособности выпускника современного университета возможно в условиях непрерывного образования, реализация которого предполагает пересмотр целей, задач, содержания, организационных форм, методов и средств повышения эффективности образовательной среды вуза.

В концепции развития образования до 2020 г., в частности, указывается, что необходимость применения информационно-коммуникационных технологий, создание целостной электронной образовательной среды, является одним решающих факторов повышения качества образования, а значит, и конкурентоспособности студента вуза [1].

На основании изучения мнения исследователей [2–4], анализа государственной политики в сфере образования [1] можно выделить следующий перечень качеств конкурентоспособного выпускника современного вуза по направлениям подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование» и 04.03.04 «Профессиональное обучение»:

– способность самостоятельного поиска, анализа и эффективного применения необходимой в профессиональной деятельности информации;

– высокое качество и надежность сформированных знаний, умений, компетенций; мотивация к саморазвитию;

– дисциплинированность и пунктуальность;

– высокая профессиональная квалификация, кругозор в своей и смежных сферах профессиональной деятельности;

– владение современными информационно-коммуникационными технологиями (согласно индексу развития информационно-коммуникационных технологий, являющегося одним из важных показателей экономической и социальной конкурентоспособности государства, Россия занимает 45 место) и т.д. [5].

Цель исследования

Обосновать и аргументировать своевременность и значимость использования потенциала электронной образовательной среды в контексте повышения сформированности уровня конкурентоспособности студента современного вуза.

Материалы и методы исследования

В процессе работы для решения поставленной цели использован комплекс взаимосвязанных и взаимодополняемых методов исследования. Осуществлен анализ нормативной и психолого-педагогической литературы; обобщен педагогический опыт; проведены беседы и тестирование; изучены продукты деятельности обучающихся; применены экспертная оценка, моделирование, наблюдение, качественный и количественный анализ фактического материала.

Всего опытно-экспериментальной работой в течение двух лет было охвачено 143 студента очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование» и 04.03.04 «Профессиональное обучение» ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Результаты исследования и их обсуждение

Решением проблемы формирования конкурентоспособности выпускника вуза, адекватной запросам работодателей, является применение в учебной среде современных средств электронных технологий. Создание целостной электронной образовательной среды предполагает использование новых подходов к формированию конкурентоспособного студента, ориентированных на реализацию Федеральных государственных образовательных стандартов, формирования компетенций, потребностей в саморазвитии на основе построения индивидуального образова-

тельного маршрута учащегося. Формирование конкурентоспособности студента в образовательной среде на основе электронных технологий обладает потенциалом к решению этих задач. Однако потенциал последнего требует адаптации к существующему процессу профессиональной подготовки студентов в образовательной среде современного вуза. Проблема эффективности электронных технологий в учебном процессе при формировании конкурентоспособности студентов в силу своей сложности и многогранности в полной мере еще не нашла своего решения.

В 2016–2017 гг. на базе ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» проведено исследование, целью которого было изучение степени эффективности использования электронных технологий при формировании конкурентоспособности студентов в учебной среде университета, представлений о тенденциях развития цифровых образовательных ресурсов и т.д. Анкетный опрос, который проводился при помощи функционирующей в учебном процессе системы LMS Moodle (система управления обучением модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды), свидетельствует о необходимости наряду с традиционными использовать преимущества информационных технологий формирования конкурентоспособности (более 80 % студентов), а более 65 % респондентов для повышения профессионального мастерства отметили практическую полезность педагогического взаимодействия с преподавателем при помощи электронных компьютерных технологий. Также результаты исследования показали, что более 58 % профессорско-преподавательского состава, являясь активными пользователями электронных библиотек, в своей научно-исследовательской и учебной деятельности обращаются к информационным образовательным ресурсам и более 74 % опрошенных регулярно используют в своей работе компьютерную технику. Более половины участников опроса (53 % преподавателей) отметили, что для продуктивной реализации образовательных программ и эффективного управления формированием конкурентоспособности студентов вуза необходима систематизация имеющихся накопленных информационных ресурсов в единую электронную образовательную среду.

Для выявления возможностей эффективного формирования конкурентоспособности студентов проанализируем особенности электронной образовательной среды современного вуза. В научных работах, посвя-

ценных разработке понятийного аппарата информатизации образования, в последние годы широко обсуждаются такие термины, как «информационное пространство», «образовательная среда», «электронная образовательная среда», «образовательное пространство». Анализ психолого-педагогической литературы показывает, что понятие электронная образовательная среда имеет большой семантический потенциал и является чрезвычайно многогранным по содержанию входящих в него компонентов. Многие исследователи связывают его с понятием электронного образовательного пространства.

В тезаурусе «Новые ценности образования» под образовательным пространством понимается «существующее в социуме «место», где субъективно задаются множества отношений и связей, где осуществляются специальные деятельности различных систем (государственных, общественных и смешанных) по развитию индивида и его социализации» [6].

Особенности реализации образовательного потенциала электронных технологий, моделирование и функционирование виртуальной среды вуза рассмотрены в научных работах российских авторов Я.А. Ваграменко, И.Г. Захаровой, О.А. Козлова, Т.А. Лавиной, И.В. Роберт, И.Д. Рудинского и др. В работах создателей теории развивающего обучения В.В. Давыдова, В.И. Панова, В.В. Рубцова, Д.Б. Эльконина проблеме исследования образовательной среды уделялось большое внимание. Практические проблемы различных аспектов технологии обучения и воспитания в вариативных образовательных средах были всесторонне изучены А.А. Андреевым, С.Л. Атанасяном, М.И. Башмаковым, Р.Ю. Гурниковской, М.В. Клариним, Л.Г. Титаревым, В.А. Ясвиним и др.

Под *образовательной средой* будем понимать совокупность условий, образовательных технологий, учебных взаимодействий между преподавателями и учащимися, способствующих формированию и развитию конкурентоспособности студентов вуза.

Анализ публикаций позволяет очертить терминологический ряд понятий, затрагивающих область электронной образовательной среды: виртуальная образовательная, информационная среда, сетевое, образование, электронное, дистанционное, открытое обучение и т.д. [7, 8].

В современной литературе активно дискутируются вопросы соотношения понятий «электронное обучение» и «дистанционное обучение». Зачастую многие авторы склон-

ны интерпретировать их как тождественные, рассматривая e-learning в качестве новой эволюционно-усложненной ступени образования дистанционного. Учитывая выводы, изложенные в ходе образовательного дискурса, междисциплинарного представления о взаимодействии дистанционного и электронного обучения, мы разделяем эти два понятия: дистанционное обучение может существовать без электронного обучения и электронное обучение не следует сводить к обучению дистанционному. Дистанционное и электронное обучение имеют много общего, тем не менее словами-синонимами их назвать нельзя. Вариативные формы дистанционного обучения существуют уже несколько десятилетий, тогда как обучение электронное является относительно новым феноменом, опирающимся главным образом на инновации в области компьютерных и веб-технологий.

И.Б. Государев предлагает сместить фокус с субъект-объектных коннотаций термина «обучение» и основываться на оригинальной трактовке термина learning, который главным образом отождествляется с самостоятельной деятельностью, а также повышением собственной квалификации в электронной среде. Электронным обучением И.Б. Государев называет «всякую деятельность учения и преподавания, все процессы обучения, подготовки или консультирования, а также формирования и развития опыта и компетенций, разворачивающиеся в какой-либо электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС)» [3, с. 730].

На основании анализа научных литературных источников по проблеме исследования *электронное обучение* (e-learning) мы детерминируем как обучение с использованием вариативных электронных средств от мультимедиа технологий до средств сотовой связи и сети Интернет.

Исходя из опыта создания и применения средств удаленного взаимодействия субъектов учебного процесса, необходимых для формирования конкурентоспособности студентов в учебной среде ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», может быть предложен набор синхронных, асинхронных и смешанных методов электронного обучения. К перспективным системам синхронного электронного взаимодействия удаленных пользователей, в образовательной среде вуза можно отнести следующие:

– онлайн-видеолекция (происходящий в режиме реального времени видеодialog преподавателя и студента и осуществляемый посредством систем видеоконференции, трансляции веблекций);

– интерактивная видеолекция с синхронной демонстрацией слайдов обеспечивает возможность удаленного взаимодействия преподавателя и студентов;

– семинарское занятие с использованием онлайн-технологий в режиме реального времени (чат, аудиоконференция, видеоконференция);

– консультация, проводимая преподавателем учебной дисциплины с использованием программы обмена мгновенными сообщениями при рассмотрении наиболее значимых и сложных проблемных ситуаций;

– учебное чат-занятие – текстовое или голосовое общение преподавателя и студентов с использованием веб-технологий, которые проводятся синхронно (индивидуально или в составе группы, участники которой имеют одновременный доступ к чату);

– вебинар (от англ. «webinar», сокр. от «Web-based seminar») – онлайн-конференция, проведение которой со стороны преподавателя лимитировано односторонней зрительно-звуковой связью (ведущий веб-конференции осуществляет комментирование отображаемой на экране информации).

Кроме систем синхронного обучения, формирование конкурентоспособности студента вуза возможно и с использованием асинхронных систем одновременного участия обучаемых и преподавателя:

– видеолекция в записи (офлайн-видеолекция) – это лекция, сопровождаемая мультимедиафайлами, записанная и распространяемая на различных видеоносителях, посредством цифровых интерфейсов в виде потока или файлов.

– мультимедиалекция – созданное на базе мультимедиасредств структурированное учебное пособие, текстовый материал которого позволяет студенту выбрать индивидуальную траекторию изучения материала благодаря использованию средств самопроверки, позволяющих студенту оценить уровень усвоения лекции.

– консультации, которые проводятся преподавателем курса с помощью электронной почты.

Поиск наиболее эффективных путей интеграции традиционно сложившихся очных и заочных форм обучения в режиме онлайн, формирование конкурентоспособности студентов в образовательной среде современного вуза наиболее плодотворно может быть реализовано с использованием методов смешанного обучения (от англ. «blended learning»).

Во всех случаях смешанное обучение можно представить тремя основными компонентами:

1. Компонент традиционного прямого личного взаимодействия участников образовательного процесса.

2. Компонент интерактивного взаимодействия, опосредованный компьютерными телекоммуникационными технологиями и электронными информационно-образовательными ресурсами.

3. Компонент самообразования [4].

Смешанное обучение (blended learning) предусматривает такую систему организации учебного процесса, который включает совокупность различных событийно-ориентированных методов управления формированием конкурентоспособности студента: индивидуальное аудиторное обучение (face-to-face learning), дистанционное обучение (distance learning), обучение онлайн (синхронное дистанционное обучение). В этом случае организация учебного процесса основана на интерактивном взаимодействии студентов друг с другом, обучающей машиной и преподавателем, когда самостоятельно изученный материал обобщается, анализируется и используется для решения поставленных задач.

Повышение уровня сформированности профессиональной конкурентоспособности выпускника осуществлялось в электронной среде университета на базе системы управления обучением модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды (LMS Moodle), используемой для проектирования вариативных учебных курсов удаленного доступа.

Проектирование каждого электронного учебного курса осуществлялось с учетом особенностей представленных в нем интерактивных элементов:

– лекция (представлена в виде последовательности комбинированно построенных страниц электронного курса со встроенными вопросами нескольких типов, правильность ответа на которые непосредственно связана с условными переходами между страницами контента);

– тест (позволяет формулировать задания различного типа: множественный выбор, верно/неверно, на соответствие, краткий ответ, числовой и т.д.);

– глоссарий (сформирован в алфавитном порядке, с гиперссылками из разделов курса, обеспечивает определение основных понятий, обогащая при этом словарный запас студента);

– чат (позволяет в режиме реального времени организовать консультирование студентов по наиболее сложным вопросам выполнения проектов).

Функциональное содержание системы дополнено набором блоков: поиск по форумам, последние новости, предстоящие со-

бытия, последние действия. В соответствии с рабочей программой дисциплины системный продукт дает возможность разрабатывать дистанционные электронные учебные курсы, объединяющие как необходимые обучающие материалы, так и вспомогательные, контролирующие элементы, методические рекомендации для преподавателей и студентов [9].

Заключение

Таким образом, стремительный рост количества и разнообразия электронных ресурсов привел к возникновению довольно устойчивых веб-феноменов, которые могут довольно успешно быть использованы в учебной среде при формировании конкурентоспособности студента вуза. Результаты исследования показали, что использование электронных технологий в учебной среде при формировании конкурентоспособности студента вуза позволяет выделить две составляющих: технологической, обеспечивающей доступ к информационным ресурсам среды их хранение и коммуникацию субъектов учебного процесса, а также образовательного контента, учебных материалов в электронных форматах представления.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ. Проект: «Педагогическое сопровождение формирования профессиональной конкурентоспособности студентов вуза в образовательном пространстве Республики Марий Эл» № 16-16-12005.

Список литературы

1. Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 годы. Распоряжение правительства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 2765-р. // сайт Минобрнауки России. – URL: <http://минобрнауки.рф/документы/4952> (дата обращения: 03.10.2017).
2. Лаврентьев С.Ю. Развитие конкурентоспособности будущего специалиста: соотношение личностного и профессионального / С.Ю. Лаврентьев // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3–1. – С. 157–161.
3. Государев И.Б. Межпарадигмально-семиотическая концепция электронных информационно-образовательных сред // Образовательные технологии и общество. – 2015. – № 4. – С. 730–737.
4. Allison Bailey, Christine Barton & Katie Mullen. The Five Faces of Online Education: What Students and Parents Want, BCG report, June 2014. URL: http://k12accountability.org/resources/Online-Education/Five_Faces_Online_Education_Jun_2014_tcm80-163892.pdf.
5. Рейтинг стран мира по уровню развития информационно-коммуникационных технологий [Электронный ресурс]. – URL: <http://gtmarket.ru/ratings/ict-development-index/ict-development-index-info>.
6. Образовательное пространство [Электронный ресурс]. Новые ценности образования. URL: <http://www.values-edu.ru/wp-content/uploads/2011/04/thesaurus-1995-01.pdf>.
7. Захарова И.Г. Формирование информационной образовательной среды высшего учебного заведения: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. – Тюмень, 2003. – 44 с.
8. Сергеев А.Г. Введение в электронное обучение: монография / А.Г. Сергеев, И.Е. Жигалов, В.В. Баландина; Владим. гос ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 182 с.
9. Шурыгин В.Ю. Реализация смешанного обучения физике средствами LMS Moodle / В.Ю. Шурыгин, Ф.М. Сабирова // АНИ: педагогика и психология. – 2016. – Т. 5, № 4(17). – С. 289–293.

УДК 378.12:371.13

ДИАГНОСТИКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Логина С.Л.

ФГАОУ «Российский государственный профессионально-педагогический университет»,
Екатеринбург, e-mail: loginsvet1@rambler.ru

Статья посвящена рассмотрению актуальности механизма оценки методической компетентности преподавателя вуза в условиях компетентного подхода в российской системе образования. Рассматривается вопрос о профессиональной компетентности, в частности методической компетентности, которая выступает показателем эффективности педагогической деятельности. На основе анализа имеющихся определений дано авторское определение «методическая компетентность преподавателя вуза». Особое внимание уделяется структуре методической компетентности как базовой составляющей профессионализма педагога высшей школы. Раскрыто структурное содержание формирования методической компетентности, которая формируется на основе сформированных уровней следующих методических компетенций: дидактической, научной, организационной, социально-психологической, инструментальной. Раскрывается содержание каждой методической компетенции. Выявлены уровни сформированности методических компетенций: репродуктивный (низкий), эвристический (средний), креативный (высокий). Представлена авторская разработка механизма диагностики методической компетентности. В конце статьи дано обоснование практической значимости предложенной методики оценки сформированности методической компетентности преподавателя вуза.

Ключевые слова: компетентностный подход, компетенция, методическая компетентность преподавателя вуза, уровень сформированности, бланк оценки методической компетенции

DIAGNOSTICS OF LEVEL OF FORMATION OF METHODOLOGICAL COMPETENCE OF TEACHER OF HIGH SCHOOL

Loginova S.L.

National research Russian state vocational pedagogical University, Ekaterinburg,
e-mail: loginsvet1@rambler.ru

The article is devoted to consideration of the relevance evaluation mechanism methodical competence of teacher in the conditions of the competent approach in the Russian system of education. Examines the issue of professional competence, in particular methodological competence, which serves as an index of efficiency of pedagogical activity. Based on the analysis of existing definitions, the author gives the definition of «methodical competence of teacher of high school». Special attention is paid to the structure of methodical competence as a basic component of professionalism of the teacher of higher school. Solved the structural content of the formation of methodical competence, which is formed based on the generated levels following methodological competency: didactic, scientific, organizational, social-psychological, tool. The content of each methodological competence. Identified levels of formation of methodical competence: reproductive (low), heuristics (medium), creative (high). Presents the author's development of a mechanism for diagnostic and methodical competence. At the end of the article the substantiation of the practical significance of the proposed method of evaluation of formation methodical competence of the teacher of the University.

Keywords: competence approach, competence, methodical competence of teacher of higher education institution, level of development, the form of assessment of methodological competence

Глобализация в сфере образования привела к очередному этапу модернизации высшей школы в России. Инновационные процессы в российской системе высшего образования связаны не только с появлением новых федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС ВО), но и с внедрением многоступенчатой подготовки специалистов.

Переход к новым образовательным стандартам, их постоянное обновление, а главное, многоуровневая подготовка обучающихся неизбежно повлекли за собой изменения в структуре и содержании вузовского образования. При этом ступенчатая система образования внесла ряд особенностей в процесс обучения. Во-первых, в новых условиях результаты обучения

предполагается описывать с помощью компетенций. Компетентностный подход является стратегически концептуальным для ФГОС, целеполагающей парадигмой образования, поэтому компетентность является одной из главных характеристик оценки уровня профессионализма как «выпускающегося» специалиста, так и специалиста, осуществляющего трудовую деятельность (преподавателя) [1, с. 2]. Компетентностная модель отражает требования как к квалификации специалиста в области непосредственной профессиональной деятельности, так и междисциплинарные требования в виде универсальных компетенций [2, с. 3]. Во-вторых, внедрение этих новшеств неизбежно повлекло за собой ряд существенных противоречий. С одной стороны,

компетенция – это одна из целей образования, с другой стороны, в педагогической практике до сих пор нет единого мнения по определению понятия «компетенция», а значит, возникает неопределённость этих целей [3, с. 7].

А. Стув (A. Stouf) и ее соавторы считают, что «дать единственно правильную трактовку понятия “компетенция” невозможно, потому что понятия такого рода являются символическими образами и в отличие от аналоговых образов не могут быть соотнесены с реально существующими объектами» [4, с. 9307]. Существует мнение, что директивное насаждение понятия «компетенция» в категориальном и методологическом аппарате нашей педагогики в наблюдаемых сегодня масштабах и смыслах непродуктивно, а возможно, даже вредно [5, с. 28]. Такая же история с определением «компетентность». Само понятие «компетентность» имеет множество определений из-за различий научных подходов: личностно-деятельностного, системного, контекстного, компетентностного [3, с. 11].

Но основная проблема компетентностного подхода, с нашей точки зрения, заключается в том, что в практике образовательной среды существует тенденция перемещать внимание на вопрос «как научить и какие компетенции должны быть у студентов», а вопрос «какими компетенциями должен обладать преподаватель» остается открытым.

Еще одна проблема связана с созданием самих компетенций как у студентов, так и у преподавателей. Формирование компетенций у обучающихся не может быть связано лишь с освоением теоретических курсов, которые предлагаются студенту в лекционной (аудиторной) форме. Как правило, компетенции вырабатываются сочетанием различных форм обучения: работа на практических и семинарских занятиях, решение практических задач и проблемных ситуаций, выполнение курсовых работ и выпускной квалификационной работы, написание научных статей, рефератов и эссе, выступление на конференциях и т.д. [6, с. 4]. Эффективность применяемых педагогических технологий, реализация которых формирует компетенции обучающихся, во многом зависит от методической деятельности профессорско-преподавательского состава вуза. Методическая деятельность, интегрируя теоретические знания и практический опыт образовательной (учебной) деятельности, результат которой выражается появлением новых методик обучения, учебной литературы, определяет содержание образования

и позволяет реализовать различные технологии обучения [7, с. 84]. Методическая деятельность – это вид профессиональной деятельности педагога по проектированию, разработке и конструированию, исследованию средств обучения, позволяющих осуществлять регуляцию обучающей и учебной деятельности по отдельному предмету или циклу учебных дисциплин [8, с. 211].

На наш взгляд, методическая деятельность преподавателя – это одно из направлений его профессионально-педагогической деятельности, обусловленное личностными качествами и опытом преподавателя, отражающее уровень его готовности к внедрению инновационных педагогических технологий и реализующееся через создание методического продукта, создающего предпосылки и условия для осуществления образовательного процесса. Именно через методическую деятельность преподаватель осознает ценности, структуру, содержание образовательного процесса и определяет цели деятельности студентов в ходе обучения.

Анализ образовательного процесса в современных вузах позволил выявить существенное противоречие: сложившаяся система методической деятельности не соответствует требованиям образования в высшей школе в условиях многоуровневой подготовки студентов, так как методическая компетентность преподавателей вуза недостаточно развита. Вот почему одним из ключевых моментов реализации реформ высшего образования России должно стать повышение методической компетентности преподавателей российских вузов (особенно непедагогических образовательных учреждений). Назрела необходимость решения данных проблем, о чем свидетельствуют исследования в области управления, психологии, педагогики среднего и высшего профессионального образования [9, с. 9306; 10, с. 110; 11, с. 37; 12, с. 34].

В практике высшей школы система повышения профессиональной квалификации преподавателей предполагает повышение не только педагогического мастерства. Автоматически развиваются (а в некоторых случаях только начинают формироваться!) методические знания. Система объективной оценки эффективности методической деятельности преподавателя вуза отсутствует. А значит, нет ответа на вопрос – насколько существующая практика методической деятельности преподавателей вузов отвечает потребностям современного образования в процессе внедрения инновационных методик преподавания, необходимых для реализации реформ высшей школы?

В рамках данной статьи предлагается применить компетентностный подход к оценке методической деятельности преподавателя вуза, увидеть важность и необходимость диагностики уровня сформированности методической компетентности.

Теоретический анализ научной литературы по проблемам развития высшего образования, профессионально-педагогической деятельности преподавателя вуза показывает, что на сегодняшний день нет единого мнения относительно толкования понятий «методическая компетентность» и «методическая компетенция преподавателя вуза». Общность имеющихся определений заключается в том, что все исследователи определяют компетенцию как объективное условие, заданное требованием, совокупность полномочий, прав и обязанностей, обобщенный способ действий, обеспечивающий эффективное решение поставленных задач, а компетентность – как интегральную характеристику субъекта, сложившуюся на данный момент систему установок, внутренние новообразования человека, позволяющие ему реализовать компетенции [2, с. 3; 13, с. 245]. Французский исследователь J. Cardinet утверждает, что компетенция – результат формирования на обобщенном уровне, при участии нескольких способностей, в одной ситуации. Любой человек может самостоятельно формировать свою компетентность, исходя из определенной совокупности ресурсов. Внутренние ресурсы состоят из умений, то есть интеллектуальных возможностей индивидуума; практических умений, то есть возможностей осуществления деятельности практического характера; индивидуальных качеств – суммы особенных качеств индивидуума; мотивации – фактора, заставляющего индивидуума действовать и преследовать определенные цели. Внутренние ресурсы включают знания, умения, способности, навыки и ценностные отношения [14, с. 105]. По мнению И.А. Зимней, компетентность – это прижизненно формируемое, этно-социокультурно обусловленное, актуализируемое в деятельности, во взаимодействии с другими людьми, основанное на знаниях, интеллектуально и личностно обусловленное интегративное личностное качество человека, которое, развиваясь в образовательном процессе, становится его результатом [2, с. 4].

Методическая компетентность преподавателя вуза – совокупность теоретических и практических умений, навыков, формирующих способность преподавателя

изыскивать, применять, создавать различные педагогические формы, методы, технологии обучения для формирования общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций обучающихся [8, с. 824]. Компетентность не есть компетенция [2, с. 5], она проявляется в их интегративном сочетании. При этом компетентность, как собственно личностное образование педагога, формируется на основе сформированных компетенций. По нашему мнению, основой формирования, появления и проявления методической компетентности педагога вуза является совокупность сформированных компетенций: дидактической, организационной, научной, социально-психологической, инструментальной.

Дидактическая компетенция – совокупность знаний базовых основ (законов) педагогики; методов и технологий обучения; механизма и принципов организации образовательного процесса; различных форм, методов и приемов педагогической деятельности с учетом своих (преподавательских) педагогических способностей; специфики преподаваемой дисциплины и контингента обучаемых. Данная компетенция обеспечивает высокий уровень оказания образовательных услуг.

Организационная компетенция отражает способность преподавателя организовать собственную педагогическую деятельность, самостоятельную работу обучающихся и образовательный процесс как процесс взаимодействия преподавателя и студента, основанный на знаниях основ менеджмента и делового общения.

Научная компетенция характеризует способность и готовность преподавателя к осуществлению научной деятельности; к активизации студентов в процессе выполнения ими научных работ; понимание и готовность внедрения инновационных технологий в образовательный процесс; знание современных тенденций развития науки в предметной области и в области педагогики; умение писать научные работы (статьи, тезисы, доклады и т.д.), наличие навыков публикации научных работ; владение научным письменным стилем, технологиями публичных выступлений.

Социально-психологическая компетенция основана на знаниях основ мотивации, психологии, законов социального общения, умении поддерживать активные и разнообразные творческие контакты по вопросам профессиональной и педагогической деятельности. Данная компетенция обеспечивает эффективное взаимодействие субъектов образовательного процесса.

Инструментальная компетенция характеризует сформированные навыки преподавателя в области использования современных технических средств обучения; знание программных продуктов, используемых в учебном процессе, умение составлять и использовать нормативные документы.

Методической компетентности как структуре, базирующейся на сформированных компетенциях, свойственны количественные и качественные изменения, процессы поэтапного развития и торможения. Любое изменение структуры (количественное или качественное), по сравнению с исходным положением, состоянием, определяет уровень развития этого явления, а значит, можно говорить об уровнях развития методической компетентности. Исследование работ, посвященных данной теме, показало, что традиционно анализируются уровни сформированности компетентности в целом. В данной статье предлагается рассмотреть сформированность методической компетентности по отдельным ее функциональным составляющим – по компетенциям, на основе условно принятых трех уровней: репродуктивный (низкий), эвристический (средний), креативный (высокий). Эмпирически выделенные уровни развития каждой компетенции в своей совокупности заложены в основание диагностики уровня сформированности методической компетентности.

Основную трудность в исследовании сформированности методической компетентности и ее основных структурных компонентов составляют измерение и оценка их состояния. В частности, диагностика уровня развития методических компетенций преподавателя вуза имеет важное значение для разработки технологий формирования методической компетентности, а также является необходимым условием выяснения степени эффективности методической деятельности. Анализ существующих методик, определяющих развитие компетентности профессорско-преподавательского состава вуза, показал, что они направлены больше на выявление уровня знаний в предметной области, чем на определение сформированности методической компетентности. Кроме этого, существенным недостатком анализируемых методик является то, что они главным образом ориентируются на использование метода опроса через анкетирование. Этот метод субъективен и снижает достоверность результатов, так как ответы зависят от самих респондентов (преподавателей), а также высока вероятность «приукрашивания» или занижения результатов своей методической деятельности.

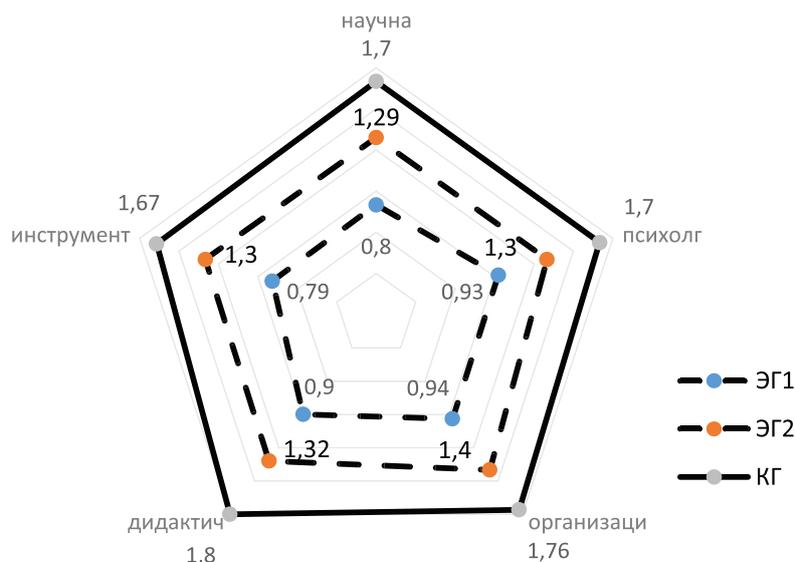
Для диагностики уровня сформированности компетенций преподавателя вуза был разработан диагностический инструментарий «Бланк оценивания уровня сформированности методических компетенций». Используя данный бланк в качестве рабочего инструментария для оценивания или измерения степени сформированности конкретной компетенции, заведующий кафедрой, специалист (методист) или преподаватель вуза, выбранный в качестве эксперта, имеет возможность фиксировать проявление показателя по шкале от 0 до 2 баллов. Величина индикатора в 0 баллов означает наименьшую степень проявления показателя, 2 балла – это наивысшая степень показателя. Далее рассчитывается средний показатель уровня сформированности каждой компетенции как средняя арифметическая, определенная делением полученной суммы баллов по каждой компетенции на количество критериев. Величина от 0 до 1 балла – уровень сформированности репродуктивный (низкий) – компетенция не сформирована, от 1 до 1,5 – уровень сформированности эвристический (средний) – компетенция частично сформирована, значение от 1,5 до 2 баллов предполагает креативный уровень, что означает полную сформированность анализируемой компетенции.

На основе итоговой суммарной оценки по всем компетенциям (предполагается, что оценка в 0 баллов невозможна, а максимальное значение 10 баллов) делается одно из следующих заключений об уровне сформированности методической компетентности педагога высшей школы:

1. От 1 до 3 балла – репродуктивный (низкий) уровень. Преподаватель минимально соответствует должности преподавателя и нуждается либо в дальнейшем развитии методической компетентности, в первую очередь тех компетенций, которые получили наиболее низкие средние оценки, либо в смене профессии.

2. От 4 до 7 балла – эвристический уровень (средний), означает, что преподаватель вуза в целом соответствует занимаемой должности при условии совершенствования недостаточно развитых компетенций методической компетентности и возможности повышения уровня методической компетентности.

3. Средняя итоговая оценка от 8 до 10 – креативный уровень (высокий) – эталонный уровень развития методической компетентности. Преподаватель полностью соответствует занимаемой должности и может участвовать в экспертизе оценки методической компетентности других преподавателей.



Результаты уровней сформированности методических компетенций

В качестве испытуемых выступал профессионально-педагогический состав Российского профессионально-педагогического университета, в общем количестве 167 чел. Использовались констатирующий и сравнительный эксперименты. Констатирующий состоял в изучении мониторинговых показателей, взаимосвязей внутри группы и взаимосвязи между группами (между группами компетенций). В ходе констатирующего этапа эксперимента и на основе разработанной методики оценки методической компетентности смогли опытным путем определить уровень сформированности отдельной компетенции каждого преподавателя. Средний балл по каждой компетенции определялся от деления суммы баллов на их количество. Общая средняя оценка компетентности представлялась как средняя арифметическая по всем пяти вышеописанным компетенциям. Каждый испытуемый оценивался одним экспертом, в качестве которых выступали заведующие кафедрами, имеющие большой педагогический стаж и добившиеся успехов в научной и профессиональной деятельности.

Исходя из определённого уровня конкретной компетенции, сформировались три группы преподавателей, преподаватели с низким уровнем сформированных компетенций, преподаватели со средним уровнем сформированных компетенций и группа с высоким уровнем сформированных компетенций (рисунок).

Таким образом, данная диагностика методической компетентности позволила выявить «проблемные места» в осуществлении

методической деятельности преподавателя. На основе определения уровня сформированности каждой выделенной компетенции методической компетентности возможно построение индивидуальной «траектории» повышения профессионализма педагога, а именно повышение уровня методической компетентности как одной из качественных характеристик результативности методической деятельности преподавателя вуза. Диагностика позволит определить не только уровень сформированности методической компетентности преподавателя вуза, но и уровень профессионализма педагога при его аттестации.

Список литературы

1. Загвязинский В.И. О компетентностном подходе и его роли в совершенствовании высшего образования. Докл. на ученом совете Тюменского гос. ун-та. – 2010. URL: <http://www.utmn.ru/docs/2010/2241.doc> (дата обращения: 10.10.2017).
2. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата современного образования // Научно-методический электронный журнал «Эйдос». – 2006. URL: <http://www.eidos.ru/jurnal/2006/0505.htm> (дата обращения: 15.10.2017).
3. Печников А.Н. О едином подходе к трактовке компетенций в сфере социального управления и образования / А.Н. Печников // Образование и наука. – 2016. – № 2. – С. 4–18.
4. Stoof A. Что есть компетенция? Конструктивистский подход как выход из замешательства. пер. с англ. Е. Орел. Open University Of the Netherlands, 2007. URL: <http://hr-portal.ru/article/chto-est-kompetenciya-konstruktivistskiy-podhod-kak-vyhod-iz-zameshatelstva>.
5. Чапаев Н. Реализация деятельностного принципа в методической концепции / Н.Е. Эргановой // Образование и наука. – 2016. – № 7. – С. 26–39.
6. Игропуло И.О. О структуре методической компетентности преподавателя вуза при переходе к образователь-

ным стандартам нового поколения // Вестник СевКавГТУ: электронный научный журнал. – 2012 [Электронный ресурс]. – URL: <http://gisap.eu/ru/node/11894> (дата обращения: 16.10.2017).

7. Эрганова Н.Е. Феномен методической деятельности в условиях становления и развития технологий обучения // Повышение академического уровня учебных заведений на основе новых образовательных технологий. Сборник тезисов. – Екатеринбург: Издательство УГППУ, 1998. – С. 83–86.

8. Соловова Н.В. Управление методической деятельности в условиях реализации инновационных методических задач: дис.. докт. пед. наук. – Самара. Самарский государственный университет, 2012. – 530 с.

9. Дорожкин Е.М. Формирование профессиональных компетенций конкурентоспособных бакалавров машиностроительного профиля. Dorozhkin, E.M. Professional Competencies Development of Competitive Bachelors in Machine Engineering / E.M. Dorozhkin, O.V. Tarasyuk, E.A. Sinkina, E.M. Deryabina, V.S. Sisimbaeva // International

Journal of Environmental and Science Education. – 2016. – V. 11. – № (16). – P. 9300–9312. URL: <http://www.ijese.net/makale/1165>.

10. Зеер Э.Ф. Реализация компетентного подхода в профессиональном образовании. – Екатеринбург: Издательство Рос. гос. профессионально-педагогического университета, 2007. – 128 с.

11. Хуторской А.В. Компетентный подход в обучении. – М.: Издательство «Эйдос», 2013. – 73 с.

12. Щедровицкий Г.П. Компетенции и компетентность // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 8. – С. 36–41.

13. Непочатых Е.Е. Развитие представлений о понятиях «компетенция» и «компетентность» // Научные ведомости. – 2013. – № 20. – С. 244–249.

14. Cardinet (Jean). Evaluation scolaire et mesure. Cardinet (Jean). Evaluation scolaire et pratique. Cardinet (Jean). Pour apprecier le travail des eleves [compte rendu]. Maccario Bernard. Revue francaise de pedagogie Annee. – 1987. – Vol. 81, № 1. – P. 103–108.

УДК 378.147:372.854:61

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ В ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Мендубаева З.А., Макарова О.А., Уварова Т.А.

ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, e-mail: Zalihamenduba@mail.ru

В рамках данного исследования рассматриваются некоторые пути реализации междисциплинарных связей в общепрофессиональной подготовке студентов медицинского вуза. Междисциплинарность обуславливает соответствие образовательных стандартов современным требованиям и обеспечивает их системность и целостность. В связи с этим, исходя из принципа междисциплинарности, возникает необходимость усиления внимания именно к общепрофессиональным дисциплинам, обеспечивающим базовую инвариантную подготовку для освоения различных специальных дисциплин. В статье предлагаются протоколы согласования рабочих программ разных дисциплин, реализация которых в учебном процессе способствует развитию у студентов понимания целостного функционирования живого организма в процессе взаимодействия с окружающей средой, закономерностей протекания процессов в нем и применения междисциплинарных знаний и умений в освоении специальных дисциплин, а также в практической медицинской деятельности.

Ключевые слова: междисциплинарные связи, общепрофессиональная подготовка, протоколы согласования

IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY RELATIONSHIPS OF CHEMICAL IN TRAINING OF MEDICAL STUDENTS

Mendubaeva Z.A., Makarova O.A., Uvarova T.A.

Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: Zalihamenduba@mail.ru

In this study discusses some ways of implementing interdisciplinary connections in General professional training of medical students. Interdisciplinarity leads to the conformity of educational standards to modern requirements and ensures their consistency and integrity. In this regard, based on the principle of interdisciplinarity, there is a need for increased attention to General professional disciplines, providing basic invariant preparation for the development of different special disciplines. The article offers protocols coordination of work programs of different disciplines, the implementation of which in educational process contribute to the development of students' understanding of the integrated functioning of a living organism in interaction with the environment, regularities of processes in it and the multidisciplinary knowledge and skills in the development of special disciplines and in practical medical activities.

Keywords: interdisciplinary communication, professional training, protocols, approvals

Одной из острых национальных проблем является повышение уровня высшего профессионального образования. Среди основных ориентиров в движении в этом направлении можно назвать эффективное соотношение дисциплин разных направлений и циклов (естественнонаучных, социально-экономических, специальных блоков дисциплин, гуманитарных, математических, общепрофессиональных) в их системной целостности и др.

Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования нового поколения отражает тенденции развития мировой культуры в целом и высшего профессионального образования в частности. В свою очередь федеральные государственные образовательные стандарты являются основой для проектирования основных образовательных программ. При этом в качестве ведущих, определяющих характер будущих образовательных программ выступают принципы: реализации гуманитарных технологий, междисципли-

нарности, кредитно-зачетной системы, модульности [1].

В данной работе более подробно остановимся на принципе междисциплинарности. Междисциплинарность обуславливает соответствие образовательных стандартов современным требованиям и обеспечивает их системность и целостность. Если у выпускника вуза не сформированы междисциплинарные умения, то он не может считаться полноценным специалистом, так как даже обладая хорошими знаниями по отдельным дисциплинам, он не сможет для решения возникающих перед ним задач привлечь знания из остальных курсов. Предлагаемые решения будут неправильными или односторонними из-за разрозненности имеющихся знаний, не обеспечивающих наличия у него полноценных компетенций.

Некоторые пути решения данной проблемы предлагаются в современных исследованиях. Например, в качестве инструмента формирования междисциплинарных связей И.Д. Котляров видит интегральные

электронные учебные комплексы, которые, по мнению автора, должны готовиться на уровне Министерства образования и науки, а вузы могут надстраивать их в виде модулей, основная задача которых – формирование междисциплинарных связей. Интегральный электронный учебный комплекс рассматривается как учебник нового типа, содержащий федеральный, отраслевой и вузовский компоненты с единым глоссарием, комплектом учебных материалов (рабочая программа, учебное пособие, методические указания, междисциплинарные задания, примеры пробных тестов) [2].

Федеральные государственные образовательные стандарты предусматривают освоение студентами комплексных общекультурных и профессиональных компетенций на основе междисциплинарных связей, отражающих комплексное понимание задач, возникающих в сфере их профессиональной деятельности.

Модульное построение образовательных программ на основе данных стандартов способствует реализации принципа междисциплинарности и отвечает тенденциям развития высшего образования в мире [3, 4].

В современных условиях развития высшего профессионального образования недостаточно эффективными оказались традиционно сложившиеся подходы к общепрофессиональной подготовке будущих медиков. Некоторая обособленность общепрофессиональных дисциплин друг от друга, слабые взаимосвязи со специальными дисциплинами, ориентация на конкретные профессиональные умения и навыки являются характерными чертами традиционного процесса общепрофессиональной подготовки. В связи с этим исходя из принципа междисциплинарности, возникает необходимость усиления внимания именно к общепрофессиональным дисциплинам, обеспечивающим базовую инвариантную подготовку для освоения различных специальных дисциплин.

Перспективы развития содержания высшего профессионального образования, связанные с принципами построения стандартов третьего поколения, позволяют рассматривать общепрофессиональную подготовку как основу профессиональной компетентности студентов.

Овладение знаниями общепрофессиональной направленности, необходимыми для освоения специальных знаний по профессии, является интегративной целью общепрофессиональной подготовки студентов медицинского вуза.

Общепрофессиональный цикл медицинского вуза состоит из двух направлений: первый – гуманитарный, социальный

и экономический (философия, биоэтика, история отечества, история медицины, правоведение, экономика, иностранный язык, латинский язык, психология и педагогика); второй – математический, естественнонаучный (физика, математика, медицинская информатика, химия, биохимия, биология, анатомия, топографическая анатомия и оперативная хирургия, гистология, эмбриология, цитология, нормальная физиология, микробиология, вирусология, иммунология, фармакология, патофизиология, клиническая патофизиология).

Особенностью изучения предметов общепрофессионального цикла в медицинских вузах является акцентирование внимания студентов на таких позициях, как понимание целостного функционирования живого организма в процессе взаимодействия с окружающей средой, закономерностях протекания процессов в нем и применения этих знаний и умений в освоении специальных дисциплин, а также в практической медицинской деятельности.

Исследование роли и места дисциплин общепрофессионального цикла в системе медицинского образования показывает, что дисциплины общепрофессионального уровня для медицинских вузов несут серьезную общеобразовательную нагрузку, служат теоретической базой для изучения специальных дисциплин и в значительной степени обеспечивают профессиональную подготовку. Основными идеями курсов общепрофессиональной подготовки в медицинском вузе, отражающими сущность междисциплинарных связей, мы считаем идеи преемственности и непрерывности, интегративности и фундаментальности общепрофессионального и медицинского образования.

Общепрофессиональная подготовка формирует ядро профессионального образования, является основой профессиональной компетентности, обеспечивая преемственность подготовки по вертикали (довузовской, общепрофессиональной и специальной) и по горизонтали (социально-гуманитарной, естественнонаучной, математической), расширяя возможности междисциплинарной интеграции, являясь предпосылкой успешной адаптации в изучении дисциплин специального профиля (Т.Л. Камоза) [5].

Отношения между общепрофессиональной и специальной подготовкой студентов не должны привести к абсолютизации одной в ущерб другой, так как это может создать как опасность функциональной неграмотности и дефицита высококвалифицированных кадров, так и привести к ограниченности в профессиональном плане

выпускника в рамках одной профессии, исполняющего только заранее определенный набор функций. Вместо противопоставления общепрофессиональной и специальной подготовки, необходима их взаимодополняемость и дифференциация.

Таким образом, реализация принципа междисциплинарности в общепрофессиональной подготовке может существенно повысить эффективность и качество высшего профессионального образования.

В федеральных государственных образовательных стандартах, отражающих современные парадигмы высшего медицинского образования, в обозначенных новых задачах дальнейшего развития особое внимание уделено общепрофессиональной подготовке:

- усиление интегративности и фундаментальности, отражающих системный характер раскрытия теоретического материала с выделением инвариантной и вариативной части и его ведущую роль;

- усиление связи теоретических знаний с жизнью и медициной, т.е. практической направленности;

- единство и взаимопроникновение содержания дисциплин общепрофессионального и профессионального уровней и междисциплинарное проникновение дисциплин из разных циклов;

- повышение мотивации к изучению предметов общепрофессионального цикла, усиление мотивационно-ценностного отношения к восприятию естественнонаучных знаний в медицинском вузе не только как лично значимых для будущей профессии, но и как необходимого элемента общей культуры.

В конкретных образовательных программах для студентов медицинских вузов, подчиненных общей цели и направленных на достижение единых общих результатов и состоящих из отдельных модулей, определены протоколы согласования рабочих программ разных дисциплин (табл. 1).

Рассмотрим на конкретном примере возможность реализации междисциплинарных связей. Дисциплина «Общая химия», тема занятия «Энергетика химических процессов. Биоэнергетика». Один из вопросов изучаемой темы – стационарное состояние организма и механизмы его поддержания, теорема Пригожина. Содержание вопроса взаимосвязано с темой «Биология развития организмов» рассматриваемой в рамках дисциплины «Биология». Теорема Пригожина связана с изменением энтропии при различных физиологических процессах. Также изменение энтропии наблюдается на определенных этапах развития живого организма.

Таблица 1

Протокол согласования дисциплин

Разделы по химии и биологии	Разделы по гистологии
Живая клетка как открытая система	Основы молекулярной биологии. Строение клетки
Биологическая роль растворимости веществ. Диффузия веществ через мембраны. Активный транспорт	Строение и проницаемость мембран. Диффузия веществ через мембраны
Обмен кальция и фосфора в организме	Костные ткани. Состав и значение основного вещества
Образование энергии при гидролизе АТФ	Мышечные ткани. Гистофизиология мышечных сокращений
Роль ионов натрия и калия в формировании разности потенциалов на клеточных мембранах	Нервная ткань
Роль ионов железа в функционировании эритроцитов	Кровь. Форменные элементы
Состав и роль биожидкостей в транспорте веществ. Концентрационный гомеостаз	Кровь. Плазма крови и ее значение
Физическая химия поверхностных явлений	Дыхательная система. Роль сурфактанта в функционировании альвеол
Галогены – составная часть зубной эмали	Гистофизиология зубов
Роль pH желудочного сока в деятельности ферментов	Пищеварительная система. Гистофизиология слизистой оболочки желудка
Осмотическое давление биологических жидкостей. Роль электролитов в поддержании гомеостаза в организме	Мочевыделительная система, реабсорбция веществ в почечных канальцах
Биологические провинции и их роль в эндемических заболеваниях	Гистофизиология щитовидной железы

При изучении темы «Энергетика химических процессов. Биоэнергетика» актуализировались следующие биологические понятия: онтогенез, биогеоценоз, популяция, гомеостаз и др. Биологические процессы безусловно связаны с термодинамикой. Одним из термодинамических параметров является энтропия. Обучающимся предлагается заполнить таблицу в которой они должны отметить возрастание или понижение энтропийного фактора (табл. 2). Возможно использование интернет-ресурсов при выполнении данного задания.

Таблица 2
Изменение энтропии процессов

Физиологические процессы	ΔS
1. Деструкция ВМВ	
2. Фотосинтез	
3. Дыхание	
4. Диссимиляция	
5. Злокачественная опухоль	
6. Регенерация поврежденных тканей	
7. Реконвалесценция	

На занятии перед обучающимися ставится задача о применимости теоремы Пригожина к биологическим процессам на различных этапах развития организма. На этом этапе занятия рассматриваются следующие вопросы:

1. Характеристика стадий эмбрионального развития.
2. Характеристика стадий постэмбрионального развития.
3. Структура биоценоза.

В качестве итога по данной теме обучающимся предлагается заполнить таблицу (табл. 3).

Таблица 3
Применение теоремы Пригожина

Развитие живых организмов	Теорема Пригожина
Онтогенез: I. Эмбриональное развитие; II. Постэмбриональное развитие: – раннее развитие – позднее развитие	
Биоценоз	
Популяция	

Таким образом, мы попытались сформировать знания об энергетике химических процессов на основе биологических понятий, показать обучающимся тесную взаимосвязь химии и биологии как будущим выпускникам медицинского университета [6].

В основу разработки содержания медицинского образования должны быть положены следующие принципы:

- универсальность – полнота набора естественнонаучных дисциплин, обеспечивающих общепрофессиональную подготовку в единстве с профессиональной и специализированной образовательной программами;
- интегрированность – междисциплинарная кооперация учебных предметов естественнонаучного цикла, как составляющих общепрофессиональной подготовки;
- фундаментальность – научная основательность;
- вариативность – гибкое сочетание обязательных базовых курсов и дополнительных дисциплин по выбору [7].

Специфические особенности профессиональной подготовки студентов медицинского вуза на современном этапе развития образования заключаются в готовности использовать естественнонаучные знания для решения проблем в реальных ситуациях с помощью научных методов, основанных на наблюдениях и экспериментах, что составляет базовую часть общей профессиональной компетентности врача; выявлении естественнонаучной сущности проблем здоровья человека и использовании для их решения соответствующих естественнонаучных знаний; в необходимости системного подхода к подготовке медиков начиная от довузовского этапа, обеспечивающего не только системность и научность общехимических и общебиологических знаний, но и интерес к медицинской профессии (старшие классы общеобразовательной школы, профильные медико-биологические классы и др.), и базового этапа (младшие курсы вуза), обеспечивающего формирование естественнонаучной грамотности будущего врача, и продолжая интегративным этапом, реализующим интеграцию естественнонаучных и медицинских знаний, обеспечивающих способность к продуктивному решению профессиональных задач на основе системных естественнонаучных и медицинских знаний и личностно-профессиональной компетентности врача (данная специфика отвечает современным требованиям здравоохранения, где одной из главных компонентов системы рассматривается непрерывное медицинское образование); во включенности обучения в профессиональную деятельность, связанную с ответственностью за здоровье пациента как субъекта педагогического процесса, решением учебных задач в ситуациях реальной врачебной практики, групповым

способом профессиональной деятельности в условиях личной ответственности за пациента, необходимостью следования принципам медицинской этики; в осуществлении системного подхода к анализу медицинской информации на основе теоретических знаний и общепрофессиональных компетенций; в освоении современных теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания современных средств профессиональной деятельности, практическому использованию результатов естественнонаучных и медико-биологических исследований.

Таким образом, повышение качества общепрофессиональной подготовки будущих врачей должно соответствовать современным целям высшего медицинского образования, где происходит изменение содержания и структуры профессиональной подготовки студента медицинского вуза, которое заключается в преодолении его ограниченной общепрофессиональной и профессиональной компетентности, связанной с формированием знаний и умений по отдельным дисциплинам учебного плана; в интеграции разделов общепрофессиональных и специальных дисциплин, как

в теоретической, так и в практической части, позволяющей видеть особенности будущей профессии в целостности и логический взаимозависимости.

Список литературы

1. Ананченкова П.И. Проблемы развития профессионального образования в России в современных кризисных условиях // Вестник университета. – 2009. – № 24. – С. 7–10.
2. Котляров И.Д. Инструмент формирования межпредметных связей // Высшее образование в России. – 2012. – № 8. – С. 131–135.
3. Концептуальные основы междисциплинарной стратегии обучения в магистратуре современного университета: Научно-методические материалы / Н.В. Чекалева, Ю.Б. Дроботенко, Н.А. Дука, Н.С. Макарова, С.В. Никитина, Г.П. Сеницына; Под общей редакцией Н.В. Чекалевой. – СПб., 2008. – 320 с.
4. Литвинова Т.Н., Быков И.М., Волкова Н.К. Межпредметная интеграция химических дисциплин в медицинском вузе // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 2. – С. 50–51.
5. Камоза Т.Л. Концепция общепрофессиональной подготовки бакалавра: дис. ... докт. пед. наук. – Чита, 2010. – 393 с.
6. Уварова Т.А. Химическая подготовка студентов медицинского вуза на основе биофилософского подхода: дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2013. – 244 с.
7. Мендубаева З.А. Современная учебная книга в системе учебно-методического комплекса общепрофессиональной подготовки студентов вуза: дис. ... канд. пед. наук. – Чита, 2013. – 217 с.

УДК 37.041

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ К САМОМЕНЕДЖМЕНТУ В ПРОЦЕССЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КАК СИСТЕМНОЙ МОДЕЛИ

^{1,2}Сморгунова М.А.

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Саратов;

²ТАПОУ СО «Вольский педагогический колледж им. Ф.И. Панферова», Вольск,
e-mail: mariya_smorgunova@mail.ru

В работе представлена авторская модель подготовки обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы. Определены структурно и содержательно взаимосвязанные блоки модели, обладающие системными связями, направленными на формирование готовности к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы: мотивационно-целевой, содержательный, процессуально-деятельностный, результативный и блок организационно-педагогических условий. Каждый компонент модели представлен содержательно. В мотивационно-целевом блоке раскрыты цели, задачи. Содержательный блок представлен программами спецкурсов по самоменеджменту и рабочими программами ряда учебных дисциплин, включающими самостоятельные работы. Процессуально-деятельностный блок содержит формы, методы, технологии самоменеджмента и типы самостоятельных работ. Автором раскрыты практики самоменеджмента: практика выбора, практика расширения возможностей, практика регулирования и анализа собственного времени и образовательного пространства, соотношенные с методами соответствующей подготовки. Результативный блок представлен критериями и показателями готовности обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы, благодаря которым можно определить результат. В блоке организационно-педагогических условий выделено положительное отношение обучающихся к самоменеджменту; понимание преподавателями важности самоменеджмента; специально организованное педагогическое сопровождение, представлена методологическая основа подготовки: принципы и подходы.

Ключевые слова: самоменеджмент, модель подготовки, менеджмент, самостоятельная работа, организация подготовки к самоменеджменту, организационно-педагогические условия, самоконтроль

TRAINING STUDENTS TO SELF-MANAGEMENT IN THE PROCESS OF INDEPENDENT WORK AS THE SYSTEM MODEL

^{1,2}Smorgunova M.A.

¹Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov;

²Wolski education College F.I. Panferova, Wolsk, e-mail: mariya_smorgunova@mail.ru

The article presents the author's model of training students to self-management in the process of organization of independent work. Defined structure and content are interrelated blocks of the model with systemic relations aimed at formation of readiness for self-management in the process of organization of independent work: motivational-target, substantial, procedural and activity, and block effective organizational and pedagogical conditions. Each component of the model are meaningful. In motivational target unit disclosed goals, objectives. A meaningful unit represented by the programs of special courses on self-management and work programmes of a number of disciplines, including independent work, training. Procedural and activity unit contains forms, methods, technologies of self-management and types of independent work. The author reveals practices of self-management: practice choice, practice empowerment, management and analysis of own time and learning space mapped to the corresponding methods of training. Effective unit presents criteria and indicators of readiness of students to self-management in the process of organization of independent work, through which you can determine the result. In the block of organizational and pedagogical conditions is allocated a positive attitude of students to self-management; understanding by teachers of the importance of self-management; specialized pedagogical support, presents the methodological basis of preparation: principles and approaches.

Keywords: self-management, model training, management, independent work, organization of preparation for self-management, organizational and pedagogical conditions, self-control

Разработка модели подготовки обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы является необходимым системообразующим компонентом деятельности преподавателя. Данная проблема рассматривается в контексте интегративно-компонентного подхода с учетом того факта, что наполнение структуры модели имеет свои особенности в различных педагогических

условиях. Авторская модель содержит пять блоков, структурно и содержательно взаимосвязанных, обладающих системными связями, направленными на формирование готовности к самообразованию, что в нашем случае будет обеспечиваться через подготовку обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы. Данная модель представлена на рис. 1.

МОТИВАЦИОННО-ЦЕЛЕВОЙ БЛОК	
Цель: формирование самосамнеджджента обучающихся в процессе организации самостоятельной работы	
Задачи:	
развивать мотивацию и овладеть знаниями	о реконструировать опыт
целенаправленность на самоменеджджент	и необходимыми самосамнеджджента на основе рефлексии
СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ БЛОК	
Программа спецкурса «Самосамнеджджент: слагаемые успеха», ШПО для преподавателей «Самосамнеджджент»	
Отбор и систематизация содержания задания для самостоятельной работы в рамках учебных программ дисциплин: «Педагогика», «Психология», «Менеджджент».	
Виды подготовки: методологическая, теоретическая, методическая, практическая, технологическая, технологическая	
ПРОЦЕССУАЛЬНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ БЛОК	
Этапы: репродуктивный, реконструктивный, креативный	
Дидактическое обеспечение актуализации самосамнеджджента в процессе организации самостоятельной работы	
Формы	Методы
индивидуальная словесные (рассказ, лекции, беседы и др.); коллективная; наглядные (предметы, явления, группывая практические (практика выбора; практика расширения возможностей; практика регулирования и анализа собственного времени и образовательного пространства)	«SWOT-анализ», «Рефрейминг», «Хронометраж», «Дневник времени», «Альпы», «Парето», «SMART», аутогенная тренировка, «Помидор», «Метод Эйзенхауэра», «АТВ-анализ», GTD «Кайрос», «Автофокус», «Анализ текущей ситуации»
Типы работ:	воспроизводящие по образцу; реконструктивно-вариативные; эвристические; творческие
Средства: вербальные, визуальные, ТСО, современные информационные средства	
РЕЗУЛЬТАТИВНЫЙ БЛОК	
Критерии и показатели уровня готовности обучающихся к самосамнедждженту	
Мотивационно-прогностический	Когнитивно-действенный
умение развивать мотивацию самосамнеджджента; умение ставить цели и планировать действия по овладению самосамнеджджентом	умение анализировать и систематизировать знания о самосамнедждженте; умение решать задачи самосамнеджджента, приобретать опыт его осуществления
Рефлексивно-результативный	
умение осуществлять рефлексию успешности самосамнеджджента; умение оценивать собственные резервы самосамнеджджента и проводить реконструкцию накопленного опыта	
Результат: повышение уровня готовности обучающихся к самосамнедждженту: элементарный, достаточный и продвинутый	
Методологическая основа:	
Подходы: системный; личностный; культурологический; деятельностный	
Принципы: единства теории и практики; личное стимулирование; учет индивидуальных возможностей обучающихся	
Блок организационно-педагогических условий:	
Положительное отношение обучающихся к самосамнедждженту; понимание преподавателями важности самосамнеджджента; специально организованное педагогическое сопровождение	

Рис. 1. Модель подготовки обучающихся к самосамнедждженту в процессе организации самостоятельной работы

Первым структурным компонентом является мотивационно-целевой блок, основная функция которого – планирование результата организуемого процесса. Он включает разработку целевых установок: развивать у обучающихся мотивацию и целенаправленность на самоменеджмент, овладеть знаниями о самоменеджменте и необходимыми действиями по его осуществлению, актуализировать действия рефлексии и контроля в самоменеджменте [1].

Содержательный блок модели предполагает смысловое наполнение содержанием подготовки обучающихся, а также ее видов. Методологический вид подготовки заключается в освоении системы методов, приемов познания, самоменеджмента и преобразования действительности в соответствии с ее законами, принципами и др. Теоретическая подготовка включает овладение обучающимися основными знаниями о самоменеджменте. Проявляется она, как считают В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов, в конструктивных и гностических умениях [2, с. 40], через которые определяется и оценивается степень готовности к самоменеджменту. Методическая подготовка характеризуется знаниями принципов, содержания, правил, фактов, способов обучения. Практическая подготовка включает в себя личностно-профессиональные качества, способы реализации методологических, теоретических и методических познаний, тесно взаимосвязанных между собой и взаимообусловленных, комплекс умений и навыков организаторского, коммуникативного и исследовательского типа. При этом, как считают ученые Г.К. Парина, В.Н. Саяпин, «ЗУНы несут самостоятельное значение, они тесно сопряжены между собой, так как знания не существуют вне умений и навыков и наоборот, умение не может быть ни освоено, ни реализовано без опоры на знание» [3, с. 18]. Технологическая подготовка заключается в алгоритмичности конструирования самоменеджмента, определяющегося целями проектирования всего процесса самостоятельной работы, выбора технологий реализации самоменеджмента, дидактических средств проверки и оценивания текущих и итоговых результатов и коррекции деятельности.

Важным компонентом авторской модели является процессуально-деятельностный, состоящий из трех этапов, соотносящихся с различными типами самостоятельных работ и их содержанием: репродуктивный, реконструктивный, креативный [4].

В контексте разработанной модели основным фактором взаимодействия субъектов образовательного процесса и индивидуаль-

ного саморазвития обучающихся являются методы: словесные, наглядные и практические. Новизна работы заключается в том, что в практических методах определены новые практики самоменеджмента, ведущие к достижению успеха, активному включению в особую рода деятельность – самоменеджмент: практика выбора, практика расширения возможностей, практика регулирования и анализа собственного времени и образовательного пространства. Они тесно сопряжены с самостоятельной и разноаспектной апробацией обучающимся самоменеджмента: алгоритмом его осуществления; различными технологиями, средствами и формами организации. Из этого следует, что практики самоменеджмента – это эффективный путь решения наиболее острых коллизий современного образования, определяющего личность-субъектноориентированной моделью субъект-субъектных отношений, предусматривающих равноправное взаимодействие всех субъектов образовательного процесса и гибкую индивидуализацию, проявляющуюся в самоуправлении собственной деятельностью. Результат – готовность и способность действовать в нашем случае в процессе организации самостоятельной работы на основе приобретенного опыта самоменеджмента и соответствующих умений.

Практика выбора, которая предоставляя возможность свободной избирательности в процессе освоения обучающимся самоменеджмента, с одной стороны, способствует реализации запросов индивида (при этом образование становится в полной мере личностноориентированным), с другой – создает потенциал для самовоспитания ответственности у студентов в научной и рациональной организации труда. Практика расширения возможностей – практика развития способности выделять необходимые и достаточные условия осуществления самоменеджмента при организации самостоятельной работы. Практика регулирования и анализа собственного времени и образовательного пространства способствует самоорганизации и самоуправлению личности, формированию самоуправленческой дисциплины.

Результат подготовки в рамках результативного компонента модели трактуется рядом ученых как готовность [5]. Рассмотрение этого понятия в психолого-педагогическом аспекте рассматривается в контексте приобретения определенных знаний, умений, навыков, опыта, мотивов, настроенности совершать действия, что в нашем случае обеспечивается через подготовку к самоменеджменту в ходе организации самостоятельной работы [6]. Под готовностью понимают активно-действенное со-

стояние личности, установку на определенное поведение, мобилизованность сил для выполнения задачи [7, с.16]. Таким образом, специальная подготовка создает необходимые предпосылки для результативного выполнения любой деятельности. На практике это прослеживается в настрое личности обучающегося на определенное поведение, на совершение действий, обязательных для достижения поставленной цели; в формировании материальной базы для выполнения задачи, в создании возможностей для достижения цели, в устранении недостатка информации, выполнении заданий, проведении тренировок, оценки возможных вариантов развития событий и т.п. С началом практических действий обучающийся должен уметь внимательно следить за изменением ситуации, оценивать адекватность своих действий сообразно выбранному критерию, стремиться выбрать оптимальные условия и средства, ведущие к достижению цели.

Таким образом, формирование готовности в контексте деятельности отправной точкой имеет определение цели на основе потребностей, мотивов и способностей, или осмысления личностью поставленной перед ним задачи. После этого появляется проблема разработки плана, модели, схемы для последовательных деятельностных комбинаций. Далее наступает этап практической реализации сформировавшейся готовности через конкретные операции с использованием набора ресурсов и способов деятельности. Человек подвергает анализу собственные действия, соотносит промежуточные результаты с спланированной целью, вносит поправки. Определяющим по влиянию на задачи оказывается доминирующий мотив, который обеспечивает пролонгированность процесса и вектор активности. Как результат – готовность обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы. Учитывая позиции целостного подхода к деятельности, мы рассматриваем три взаимосвязанных критерия оценки готовности, наполненных качественными характеристиками и показателями: мотивационно-прогностический, когнитивно-действенный, рефлексивно-результативный [8].

Мотивационно-прогностический компонент готовности к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы рассматривается нами в контексте положительного отношения к данному процессу, устойчивого познавательного интереса, самоосмысления идеи самоменеджмента и желания применять его для получения и дальнейшего совершенствования знаний или профессиональных компетенций. Этот

компонент выражен осмысленным отношением обучающегося к самоменеджменту, поскольку поведение и деятельность побуждаются и регулируются именно мотивационной основой личности. Когнитивно-действенный компонент представляет собой набор знаний обучающегося о сущности самоменеджмента в процессе организации самостоятельной работы, особенностях его применения и связан, прежде всего, с определением последовательности деятельности и поиском соответствующих им практик и методов самоменеджмента. В первую очередь здесь важно активизировать внутренние ресурсы личности, направленные на решение задач самоменеджмента.

Рефлексивно-результативный компонент предполагает рефлексию через самоконтроль и самооценку. Она выступает как уникальный механизм понимания каждым себя и своего места в мире, обнаружения значащих ориентиров и коррекции принятых решений, реорганизации собственного опыта. Самоконтроль – сложная форма поведения, изначально связанная с возможностью посмотреть на себя извне, сформировать, с точки зрения других, «Я – образ» и адаптироваться к предполагаемым действиям. С одной стороны, самоконтроль не может осуществляться без наличия того, что собственно контролируется, а с другой – в его составе обязательно должен присутствовать образец того, что должно быть. Субъект (обучающийся) наблюдает и подвергает рефлексии личную деятельность с позиции достижения поставленных целей и объективно оценивает ее результативность. Самооценка понимается как результат рефлексии, позволяющий судить о наличии или отсутствии накопленного опыта самоменеджмента и корректировать его в дальнейшем.

На основании вышеобозначенных положений выработаны показатели и уровни рассматриваемого процесса: элементарный, достаточный и продвинутый. Показатели готовности определены через умения, которые необходимы для реализации функций самоменеджмента.

Для успешной реализации авторской модели разработаны организационно-педагогические условия, которые рассматриваются как совокупность мер, направленных на качественное совершенствование педагогического процесса:

- положительное отношение обучающихся к самоменеджменту;
- понимание преподавателями важности самоменеджмента;
- специально организованное педагогическое сопровождение [9].



Рис. 2. Сравнительный результат уровней готовности обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы

Апробация модели осуществлялась на базе ГАПОУ СО «Вольский педагогический колледж им. Ф.И. Панферова» с 2013 по 2017 гг. По завершении результативного блока показатели количественной оценки уровня готовности обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы составили К (э) – 97,5 и К (к) – 57,1. В экспериментальной группе уровень возрос на 49,5 единицы, а в контрольной лишь на 7,9 единицы. Процентное соотношение показывает, что в экспериментальной группе 70% респондентов имеют желание и достаточные умения по получению необходимых знаний по самоменеджменту и принимают самостоятельное решение по их использованию в процессе организации самостоятельных работ. 72% обучающихся экспериментальной группы согласны с утверждением «цели служат человеку критерием оценки затрат энергии, времени и средств» и планируют собственную деятельность, 78% респондентов анализируют знания о самоменеджменте и применяют их, используя в своей практической деятельности предложенные методы, 79% респондентов могут правильно оценить собственные резервы самоменеджмента. В контрольной группе все вышеперечисленные показатели почти не изменились.

Сравнительный результат уровней готовности обучающихся к самоменеджменту в процессе организации самостоятельной работы представлен в гистограмме в процентном соотношении.

Таким образом, экспериментально доказано, что процесс организации самостоятельной работы на основе авторской модели подготовки обучающихся к само-

менеджменту способствует значительному повышению уровня готовности к нему, что подтверждено количественным анализом полученных данных в контрольной и экспериментальной группах. Авторская модель представляет собой завершённый, системно организованный цикл, результатом которого является сформированность опыта и готовности обучающихся к данному процессу.

Список литературы

1. Ломакина Т.Ю., Сергеева М.Г. Педагогические технологии в профессиональных учебных заведениях / Т.Ю. Ломакина, М.Г. Сергеева. – М.: Наука, 2008. – 331 с.
2. Сластенин В.А. Педагогика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов. – 6-е изд. – М.: «Академия», 2013. – 496 с.
3. Парнинова Г.К., Саяпин В.Н. Некоторые проблемы формирования готовности студентов педуза к развитию познавательных интересов учащихся / Г.К. Парнинова, В.Н. Саяпин. – Саратов: Изд-во Саратовского педагогического института, 1999. – 216 с.
4. Педагогика / П.И. Пидкасистый, В.А. Мижериков, Т.А. Юзефович; под ред. П.И. Пидкасистого. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 624 с.
5. Ибрагимов Т.И. Анализ содержания понятия «готовность к профессионально-педагогическому действию» в современном психолого-педагогическом знании / Т.И. Ибрагимов // Вестник Костромского государственного университета. – 2009. – № 5. – С. 371–373.
6. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – СПб.: Питер, 2013. – 712 с.
7. Стенякова Н.Е. Готовность будущих педагогов к профессиональной деятельности как психолого-педагогическая проблема / Н.Е. Стенякова // Вестник Пензенского государственного университета. – 2013. – № 4. – С. 15–17.
8. Филиппов А.В. Педагогическая система формирования готовности студентов к вокально-педагогической деятельности: дис. ... канд. пед. наук [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dissercat.com/content/pedagogicheskaya-sistema-formirovaniya-gotovnosti-studentov-k-vokalno-pedagogicheskoy-deyateli> (дата обращения: 11.10.17).
9. Мухров И.С. Условия формирования профессиональной компетентности молодых квалифицированных рабочих в системе начального профессионального образования // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6195> (дата обращения: 07.10.2017).

УДК 796.42/.015.52/.012.2

МЕТОДИКА СОПРЯЖЕНИЯ КООРДИНАЦИОННОЙ И КОНДИЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БЕГЕ НА КОРОТКИЕ ДИСТАНЦИИ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ

Табакон А.И., Коновалов В.Н., Руденко И.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск,
e-mail: taba4og@mail.ru

Целью исследования явилось экспериментальное обоснование методики сопряжения координационной и кондиционной подготовки легкоатлетов, специализирующихся в беге на короткие дистанции, с использованием упражнений на неустойчивых поверхностях, «дорожке скорости и координации» в различных структурных образованиях подготовительного периода. Использовались следующие методы: анализ научно-методической литературы, педагогическое наблюдение, компьютерная стабилметрия, педагогическое тестирование, педагогический эксперимент, математико-статистическая обработка данных. Предложена классификация нетрадиционных тренировочных средств, разработаны комплексы упражнений с указанием последовательности применения в тренировочном процессе, определен рациональный объем нагрузок различной направленности, их сочетание и соотношение в отдельном занятии, микро- и мезоциклах подготовительного периода. Проведенное исследование позволило заключить, что сопряжение координационной и кондиционной подготовки у спринтеров первого-второго разряда в подготовительном периоде следует осуществлять по трем направлениям: координационные способности – силовые способности, координационные способности – выносливость. Выделены три уровня сопряжения: I – в отдельном тренировочном занятии между нагрузкой основной и дополнительной части занятия, представленной упражнениями на неустойчивой опоре, «дорожке скорости и координации»; II – между нагрузками тренировочных занятий в микроцикле; III уровень – между тренировочными нагрузками разнонаправленных микроциклов в мезоцикле подготовительного периода. Применение в подготовке легкоатлетов разработанной методики тренировки привело к достоверному повышению координационных, силовых, скоростных, статокINETических показателей по сравнению со спринтерами, занимающимися по общепринятым методикам подготовки.

Ключевые слова: координационная подготовка, кондиционная подготовка, упражнения на неустойчивых поверхностях, упражнения на «дорожке скорости и координации», сопряженный метод, легкоатлеты

CONJUGATE METHODS OF COORDINATION AND CONDITIONING TRAINING ATHLETES SPECIALIZING IN SPRINT USING NONTRADITIONAL TRAINING TOOLS

Tabakov A.I., Konovalov V.N., Rudenko I.V.

Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: taba4og@mail.ru

Research objective was experimental grounding of a conjugate methods of coordination and conditioning training athletes specializing in sprint using using exercises on unstable surfaces, the drill ladder in various structural formations of the preparatory period. The following methods were used: analysis of scientific and methodical literature, pedagogical observation, computer stabilometrics, pedagogical testing, pedagogical experiment, mathematic-statistical data processing. Nontraditional training means classification is offered, exercises' sets with the sequence of application in training process are developed, the rational volume of loadings of various orientation, their combination and a ratio in a separate training, micro and mesocycles of the preparatory period is determined. The research has allowed to conclude that conjugate of coordination and standard preparation at sprinters of the first or second category in the preparatory period should be carried out in three directions: coordination abilities – power abilities, coordination abilities – speed abilities, coordination abilities – endurance. Three levels of conjugate are allocated: the Ist – in a separate training between loading of the main and additional part of training presented by exercises on an unstable surface, a drill ladder; the IInd – between loadings of trainings in a microcycle; The IIIrd level – between training loads of multidirectional microcycles in a mesocycle of the preparatory period. Application in training of athletes of the developed training technique has led to reliable increase of coordination, power, speed, the statokinetic indicators in comparison with the sprinters who are engaged by the standard preparation techniques.

Keywords: coordination training, conditioning training, exercises on unstable surfaces, exercises on the drill ladder, conjugate method, athletes

Тренировочный процесс в любом виде спорта состоит из различных видов подготовки, доля каждой из которых зависит от специфики спортивной деятельности, этапа подготовки, тренерского подхода и др. На практике возникает вопрос распределения объемов работы по каждому

направлению и способов их сочетания в едином тренировочном процессе легкоатлетов. В ряде работ [1–6] представлена информация относительно организации координационной подготовки юных легкоатлетов. Исследователи указывают на недостаточный уровень подготовленно-

сти специалистов, работающих с юными легкоатлетами, по вопросам координационной подготовки [1], а также на нехватку исследований, касающихся развития координационных способностей в подготовительном периоде легкоатлетов отдельных специализаций [2]. В связи с этим проблема сопряжения координационной и кондиционной подготовки у легкоатлетов различных специализаций и квалификаций является актуальной.

Цель исследования – обосновать методику сопряжения координационной и кондиционной подготовки легкоатлетов, специализирующихся в беге на короткие дистанции, с использованием упражнений на неустойчивых поверхностях, «дорожке скорости и координации» в одном тренировочном занятии, микроциклах, мезоциклах подготовительного периода.

Методы исследования: анализ научно-методической литературы, педагогическое наблюдение, компьютерная стабилометрия, педагогическое тестирование, педагогический эксперимент, математико-статистическая обработка данных. Анализ статистического материала проводился на базе программ SPSS Statistics 17.0, Microsoft Excel 2013. Проверка полученных данных с помощью критерия Колмогорова-Смирнова подтвердила, что рассматриваемые показатели распределены по нормальному закону, в связи с чем для проверки гипотезы о равенстве средних значений показателей использовался t-критерий Стьюдента для связанных и независимых выборок. Различия считались достоверными при 5 % уровне значимости. Вычисление темпов прироста проводилось по формуле С. Броуди.

Эксперимент проводился в подготовительном периоде с участием легкоатлетов ($n = 8$) и легкоатлеток ($n = 8$), специализация – бег на короткие дистанции, квалификация – первый-второй спортивный разряд, возраст $20,4 \pm 0,6$ лет и $20,1 \pm 0,9$ лет соответственно. В контрольные группы вошли бегуны ($n = 8$) и бегуньи ($n = 8$) на короткие дистанции с квалификацией от второго до первого спортивного разряда, возраст $20,0 \pm 0,5$ лет и $18,6 \pm 0,3$ лет соответственно. Длительность эксперимента составила два месяца.

Результаты исследования и их обсуждение

В практике подготовки легкоатлетов, специализирующихся в беге на короткие дистанции, сложился устоявшийся набор средств, направленных на повышение физической подготовленности: бег в различ-

ных зонах интенсивности, упражнения с отягощениями, прыжковые и метательные упражнения и другие виды деятельности. Однако для бегунов второго и первого спортивного разрядов увлечение в тренировочном процессе программами подготовки квалифицированных бегунов на короткие дистанции не обеспечит должного формирования двигательного аппарата (мышц, связок, суставов) и физических способностей к условиям целенаправленной деятельности в спринтерском беге [7].

В связи с этим особую ценность для подготовки данного контингента спортсменов приобретают нетрадиционные тренировочные средства, такие как упражнения на нестабильной опоре, «дорожке скорости и координации» [8], выполняемые в подготовительном периоде годичного макроцикла, где сопряженное совершенствование кондиционных и координационных способностей не требует повышения объемов нагрузок различной направленности: силовой, скоростной и на выносливость. Упражнения на неустойчивой поверхности способствуют большему рекрутированию двигательных единиц мышечных групп, обеспечивающих поддержание баланса [9, 10]; оказывают более мощное воздействие на сенсорные системы организма, в частности проприоцептивную систему [11, 12]; совершенствуют статокINETическую устойчивость. Изменение пространственных, временных, силовых, темпо-ритмовых характеристик движения на «дорожке скорости и координации» направлено на повышение двигательных способностей: скоростных, скоростно-силовых, координационных способностей, силовой и скоростной выносливости. Возможности вариации условий упражнений позволяют моделировать высокую степень мышечного напряжения, достигаемую при выполнении специфических упражнений.

Для успешной реализации методики сопряжения координационной и кондиционной подготовки с применением нетрадиционных тренировочных средств необходимо соблюдение следующих условий. Во-первых, определить место ее применения в мезоциклах, микроциклах и отдельном тренировочном занятии. Предполагается, что данные упражнения целесообразнее применять в мезоциклах специально-подготовительного этапа подготовительного периода два-три раза в недельном микроцикле после основной специализированной части тренировочного занятия без повышения общего объема

занятий. Объем нагрузки дополнительной части относительно всего занятия в отдельных микроциклах должен определяться исходя из типа и задач микроцикла. На протяжении всего этапа подготовки комплексное формирование физической подготовленности бегунов осуществляется при помощи сочетаний сопряжения: координационных способностей – силовых способностей; координационных способностей – выносливости в начале этапа; координационных способностей – скоростных способностей к его окончанию.

Во-вторых, планирование нагрузок с использованием нетрадиционных средств подготовки предполагает учет направленности нагрузок по основной тренировочной программе в отдельном мезоцикле, микроцикле, тренировочном занятии, которые должны иметь преемственность нагрузок и обеспечивать положительный перенос тренировочных эффектов [13, 14]. Допустимое сочетание нагрузок дополнительной части занятия способствует усилению тренировочного эффекта основной (при однонаправленном воздействии) и не приводит к отрицательному взаимодействию срочных тренировочных эффектов (при сочетании нагрузок различной направленности). Таким образом, сопряжение нагрузок и соответствующих тренировочных эффектов должно осуществляться на трех уровнях:

I уровень – в отдельном тренировочном занятии между:

а) тренировочной нагрузкой основной части занятия и дополнительной с упражнениями на неустойчивой опоре;

б) тренировочной нагрузкой основной части и дополнительной с упражнениями на «дорожке скорости и координации»;

в) тренировочной нагрузкой основной и дополнительной (упражнения на неустойчивой опоре и «дорожке») частей занятия;

II уровень – между тренировочными нагрузками занятий в микроцикле;

III уровень – между тренировочными нагрузками разнонаправленных микроциклов в мезоцикле подготовительного периода.

При сопряжении тренировочной нагрузки основной части занятия и дополнительной с включением упражнений на нестабильной опоре, «дорожке скорости и координации» авторами определены оптимальные параметры нагрузки для различных микроциклов подготовительного периода. При выполнении упражнений на неустойчивой поверхности и «дорожке

скорости и координации» положительное взаимодействие срочных тренировочных эффектов может достигаться за счет сочетания нагрузок соответственно гликолитической анаэробной и алактатной анаэробной направленностей, что позволит повысить мощность и емкость креатинфосфатной системы энергообеспечения и гликолитическую мощность у легкоатлетов. В общеподготовительном мезоцикле предусмотрено выполнение упражнений на «дорожке» длительностью от 3 до 5 секунд; в полуспециальном мезоцикле тренировочная нагрузка предусматривала совершенствование емкости алактатной анаэробной системы за счет увеличения длительности упражнений до 7–10 секунд и количества повторений, серий.

Сопряжение тренировочных нагрузок на втором уровне осуществлялось в рамках представленных типов микроциклов: тягивающего, ординарного, ударного, восстановительного, подводящего.

С целью повышения скоростных и скоростно-силовых способностей спринтеров от общеподготовительного к полуспециальному мезоциклу объем нагрузки на «дорожке» постепенно приближается к величине нагрузки на неустойчивой опоре. На наш взгляд, положительный кумулятивный эффект обеспечивается за счет рациональной последовательности тренировочных нагрузок дополнительной и основной частей при двух тренировочных занятиях тягивающего, восстановительного, подводящего микроциклов с тенденцией повышения объема тренировочных нагрузок ординарных и ударных микроциклов при трех тренировочных занятиях (табл. 1).

Разработанная методика была использована в практике бегунов и бегуний на короткие дистанции первого-второго разряда в подготовительном периоде. Основными средствами подготовки спринтеров для совершенствования скоростных способностей являлись бег на отрезках длиной до 100 м, скоростной выносливости – бег на отрезках от 100 до 400 м, собственно-силовых способностей – работа с отягощениями средними весами, скоростно-силовых способностей – прыжки и метания, силовой выносливости – работа с отягощениями малыми весами, выносливости – бег в аэробном режиме. Помимо этого, в экспериментальной группе применялись нетрадиционные тренировочные средства: упражнения на нестабильной опоре, «дорожке скорости и координации» в дополнительной части занятия (табл. 1).

Таблица 1
Сопряжение нагрузок основной и дополнительной частей тренировочного занятия у легкоатлетов в подготовительном периоде

№	Дни микроцикла								Направленность микроцикла	Объем нагр. доп. части от-носит. времени занятия (%)
	1	2	3	4	5	6	7			
1	С	СкВ КС-С (100%)	В	в.м., от-дых	СкВ КС-С (70%), КС-СВ (30%)	В	в.м., от-дых	В	в.м., от-дых	30–35
2	СС КС-С (60%), КС-СС (40%)	СкВ	СВ КС-ЛМВ (60%), КС-СВ (40%)	В, в.м.	Ск КС-С (60%), КС-СкВ (40%)	СВ	в.м., от-дых	СВ	в.м., от-дых	40–45
3	С	СкВ	Ск КС-С (60%), КС-СкВ (40%)	В, в.м.	СкВ	Ск	в.м., от-дых	СВ	в.м., от-дых	50–55
4	Т, Ск	СкВ КС-С (60%), КС-СкВ (40%)	В	в.м., от-дых	СкВ КС-СкВ (100%)	В	в.м., от-дых	СВ	в.м., от-дых	30–35
5	Т, Ск	СкВ	С КС-ЛМВ (55%), КС-СкВ (45%)	В, в.м.	СкВ	С	в.м., от-дых	С	в.м., от-дых	45–50
6	С	Ск	СС КС-С (55%), КС-СС (45%)	В, в.м.	СкВ	С	в.м., от-дых	С	в.м., от-дых	45–50
7	СС КС-ЛМВ (50%), КС-СкВ (50%)	Ск	С КС-С (50%), КС-СкВ (50%)	В, в.м.	СкВ	СВ КС-ЛМВ (50%), КС-СкВ (50%)	в.м., от-дых	СВ	в.м., от-дых	55–60
8	Т, СС КС-С (55%), КС-СкВ (45%)	Ск	С	в.м., от-дых	Ск КС-СкВ (100%)	С	в.м., от-дых	В	в.м., от-дых	35–40

Примечание. Цветом отмечена нагрузка дополнительной части занятия: сверху ячейки – направленность упражнений на неустойчивой опоре, внизу ячейки – направленность упражнений на «дорожке скорости и координации», в % – соотношение объемов работы на неустойчивой поверхности и «дорожке скорости и координации» в тренировочном занятии. Основные обозначения: КС – координационные способности; С – собственно-силовые способности; ЛМВ – локальная мышечная выносливость; Ск – скоростные способности; СС – скоростно-силовые способности; ССкВ – скоростная выносливость; СВ – силовая выносливость; В – выносливость; Т – техническая тренировка; в.м. – восстановительные мероприятия.

Использование предложенной методики выразилось в повышении показателей ста-токинетической устойчивости и результатов педагогических тестов. По результатам стабилотрии у спринтеров-мужчин в КГ выявлено достоверное повышение площади статокинезиограммы в пробе с закрытыми глазами ($p \leq 0,05$) (табл. 2). В ЭГ у мужчин выявлено достоверное уменьшение значений длины статокинезиограммы и скорости перемещения центра давления в пробах с открытыми (ОГ) и закрытыми (ЗГ) глазами, площади статокинезиограммы в пробе с ОГ, коэффициента Ромберга ($p \leq 0,05$) (табл. 2). Значения коэффициента Ромберга в ЭГ указывают на значительное влияние проприоцептивной системы в поддержании вертикального положения тела. При этом до эксперимента рассматриваемые параметры в КГ и ЭГ достоверно не отличались, после экспериментального периода в контрольной группе значения площади статокинезиограммы в пробе с ЗГ достоверно увеличились по сравнению с экспериментальной группой.

В КГ у женщин достоверных изменений не установлено (табл. 3). В ЭГ у женщин зафиксировано уменьшение значений длины статокинезиограммы и скорости перемещения центра давления в пробах с ОГ и ЗГ ($p \leq 0,05$). Стоит отметить, что до эксперимента легкоатлетки из КГ имели достоверно меньшие значения площади статокинезиограммы в пробе с ОГ по отношению к ЭГ ($p \leq 0,05$). Однако после экспериментального периода достоверных различий между группами не установлено.

Данные факты свидетельствуют о повышении статокинетической устойчивости в экспериментальных группах легкоатлетов, использующих методику сопряжения координационной и кондиционной подготовки, по сравнению с контрольными группами. Мы полагаем, что положительная динамика статокинетических показателей в ЭГ достигнута за счет целенаправленного совершенствования проприоцептивной системы и повышения силового потенциала мышц, обеспечивающих поддержание равновесия.

Таблица 2

Статокинетические показатели у бегунов на короткие дистанции

Показатели		КГ		ЭГ	
		До эксперимента, $X \pm m$	После эксперимента, $X \pm m$	До эксперимента, $X \pm m$	После эксперимента, $X \pm m$
L, мм	ОГ	403,8 ± 54,3	426,8 ± 58,6	436,5* ± 35,8	347,3* ± 17,6
	ЗГ	567,3 ± 97,1	584,2 ± 113,4	541,9* ± 62,0	428,1* ± 45,4
S, мм ²	ОГ	123,7 ± 32,1	247,7 ± 85,7	184,0* ± 40,8	108,6* ± 20,0
	ЗГ	153,1* ± 26,0	234,1* ± 53,7	234,2 ± 73,8	99,4 ± 18,9
V, мм/с	ОГ	7,91 ± 1,06	8,36 ± 1,15	8,55* ± 0,70	6,81* ± 0,34
	ЗГ	11,12 ± 1,90	11,45 ± 2,22	10,62* ± 1,21	8,39* ± 0,89
КР, %		157,0 ± 33,4	128,9 ± 22,5	128,4* ± 22,0	98,9* ± 18,2

Примечание. Условные обозначения: L – длина статокинезиограммы, S – площадь ста-токинезиограммы, V – скорость перемещения центра давления, ОГ – открытые глаза, ЗГ – закрытые глаза, КР – коэффициент Ромберга; * – достоверность различий ($p \leq 0,05$).

Таблица 3

Статокинетические показатели у бегуний на короткие дистанции

Показатели		КГ		ЭГ	
		До эксперимента, $X \pm m$	После эксперимента, $X \pm m$	До эксперимента, $X \pm m$	После эксперимента, $X \pm m$
L, мм	ОГ	346,8 ± 19,8	359,1 ± 26,1	396,0* ± 24,2	310,4* ± 17,2
	ЗГ	464,3 ± 32,2	414,8 ± 23,2	490,5* ± 37,1	367,3* ± 26,0
S, мм ²	ОГ	135,8 ± 16,2	126,2 ± 13,5	264,9 ± 53,8	188,0 ± 48,6
	ЗГ	139,3 ± 23,9	127,8 ± 17,4	274,5 ± 72,1	175,9 ± 49,9
V, мм/с	ОГ	6,80 ± 0,39	7,04 ± 0,51	7,76* ± 0,48	6,08* ± 0,34
	ЗГ	9,10 ± 0,63	8,13 ± 0,45	9,61* ± 0,73	7,20* ± 0,51
КР, %		105,9 ± 16,4	110,0 ± 20,8	112,3 ± 18,3	111,6 ± 21,3

Примечание. * – достоверность различий ($p \leq 0,05$).

Оценка скоростных, скоростно-силовых и координационных способностей осуществлялась с помощью педагогических тестов, в том числе и с усложненной координационной структурой [15]. Результаты тестирований до эксперимента достоверно не отличались между контрольными и экспериментальными группами среди мужчин и женщин ($p > 0,05$). Установлено, что у мужчин КГ достоверное повышение результатов произошло только в одном тесте: метании ядра назад через голову ($p \leq 0,05$). В метании ядра вперед, прыжках в длину спиной вперед и с поворотом через правое плечо отмечена отрицательная тенденция ($p > 0,05$) (табл. 4).

В ЭГ у мужчин отмечается достоверное повышение результатов в шести тестах из девяти: прыжках в длину с места, спиной вперед и с поворотом на 180 градусов через ле-

вое плечо, беге на 30 метров со старта и с ходу ($p \leq 0,05$), что указывает на повышение силового и скоростного потенциала, отдельных проявлений координационных способностей (табл. 4). При этом после экспериментального периода в ЭГ у мужчин достоверно увеличились результаты в прыжке в длину спиной вперед по отношению к КГ ($p \leq 0,05$).

В КГ у женщин достоверные приросты были выявлены в метании ядра назад через голову, беге на 30 м со старта ($p \leq 0,05$) (табл. 5). При этом в результатах трех прыжковых тестов отмечен регресс: прыжок в длину спиной вперед, прыжок в длину с поворотом на 180 градусов через правое плечо, тройной прыжок с места ($p > 0,05$). В ЭГ у женщин в семи из девяти проведенных тестов установлено достоверное повышение результатов с приростом от 1,0% до 6,3% ($p \leq 0,05$) (табл. 5).

Таблица 4

Результаты педагогических тестов у бегунов на короткие дистанции

Тесты		КГ			ЭГ		
		«До», X ± m	«После», X ± m	Δ, %	«До», X ± m	«После», X ± m	Δ, %
Прыжки в длину, см	с места	272,9 ± 6,3	278,8 ± 6,5	2,1	275,8* ± 4,7	281,4* ± 4,1	2,0
	спиной вперед	185,9 ± 8,8	180,0 ± 9,7	-3,2	191,5* ± 7,4	208,0* ± 8,9	8,3
	с поворотом на 180° через правое плечо	236,6 ± 6,6	232,4 ± 9,6	-1,8	230,1 ± 6,7	236,4 ± 8,1	2,7
	с поворотом на 180° через левое плечо	231,4 ± 7,9	233,8 ± 8,2	1,0	227,4* ± 5,6	239,6* ± 8,0	5,2
	тройной с места	793,9 ± 13,3	801,9 ± 12,5	1,0	800,4 ± 8,6	811,1 ± 9,4	1,3
Метание ядра, м	вперед снизу	15,1 ± 0,5	14,9 ± 0,5	-1,1	15,8 ± 0,7	16,0 ± 0,7	1,2
	назад через голову	15,2* ± 0,4	16,0* ± 0,5	4,7	16,2* ± 0,8	16,5* ± 0,8	1,5
Бег на 30 м, м/с	со старта	7,29 ± 0,03	7,30 ± 0,04	0,0	7,27* ± 0,06	7,35* ± 0,08	1,1
	с ходу	8,87 ± 0,12	8,89 ± 0,15	0,3	8,91* ± 0,07	9,06* ± 0,09	1,8

Примечание. * – достоверность различий ($p \leq 0,05$).

Таблица 5

Результаты педагогических тестов у бегуний на короткие дистанции

Тесты		КГ			ЭГ		
		«До», X ± m	«После», X ± m	Δ, %	«До», X ± m	«После», X ± m	Δ, %
Прыжки в длину, см	с места	216,8 ± 2,1	217,0 ± 2,7	0,1	214,4* ± 2,5	228,4* ± 3,2	6,3
	спиной вперед	135,5 ± 6,9	129,5 ± 7,2	-4,5	136,3* ± 5,9	143,6* ± 7,5	5,3
	с поворотом на 180° через правое плечо	174,9 ± 6,7	167,3 ± 4,0	-4,5	179,9* ± 6,5	188,1* ± 6,3	4,5
	с поворотом на 180° через левое плечо	171,1 ± 8,3	174,4 ± 6,8	1,9	176,1* ± 7,0	185,5* ± 7,2	5,2
	тройной с места	633,5 ± 13,0	630,9 ± 16,1	-0,4	638,5 ± 10,9	650,4 ± 12,2	1,8
Метание ядра, м	вперед снизу	10,2 ± 0,3	10,5 ± 0,4	2,7	10,0 ± 0,4	10,2 ± 0,3	1,1
	назад через голову	9,9* ± 0,6	10,4* ± 0,6	4,5	9,3* ± 0,4	9,7* ± 0,4	3,9
Бег на 30 м, м/с	со старта	6,44* ± 0,07	6,49* ± 0,08	0,8	6,38* ± 0,06	6,44* ± 0,05	1,0
	с ходу	7,58 ± 0,10	7,65 ± 0,10	0,9	7,55* ± 0,09	7,69* ± 0,06	1,8

Примечание. * – достоверность различий ($p \leq 0,05$).

Таким образом, результаты педагогических и стабилметрических тестирований свидетельствуют об эффективности методики сопряжения координационной и кондиционной подготовки с использованием упражнений на неустойчивых поверхностях и «дорожке скорости и координации» по сравнению с традиционной методикой тренировки легкоатлетов.

Выводы

1. Сопряжение координационной и кондиционной подготовки у спринтеров первого второго спортивного разрядов следует реализовывать в подготовительном периоде тренировочного процесса по трем направлениям: координационные способности – силовые способности, координационные способности – скоростные способности, координационные способности – выносливость. Для достижения положительных срочного, отставленного и кумулятивного эффектов необходимо осуществлять сопряжение тренировочных нагрузок на трех уровнях: первый – в отдельном тренировочном занятии между нагрузкой основной и дополнительной части занятия, представленной упражнениями на неустойчивой опоре, «дорожке скорости и координации»; второй – между нагрузками тренировочных занятий в микроцикле; третий – между тренировочными нагрузками разнонаправленных микроциклов в мезоцикле подготовительного периода.

2. Использование спринтерами экспериментальных групп в практике разработанной методики сопряжения координационной и кондиционной подготовки позволило бегунам ЭГ достигнуть повышения результатов в шести тестах из девяти ($p \leq 0,05$), в ЭГ у женщин в семи тестах ($p \leq 0,05$). В экспериментальных группах также выявлено повышение статокINETической устойчивости. В группах бегунов и бегуний на короткие дистанции, занимающихся по общепринятой методике подготовки, повышение результатов отмечено только в одном и двух тестах соответственно ($p \leq 0,05$).

Список литературы

1. Гладышев Д.А. Основные положения координационной тренировки в процессе многолетней подготовки юных легкоатлетов / Д.А. Гладышев, А.В. Вишняков // Культура физическая и здоровье. – 2015. – № 1 (52). – С. 44–47.
2. Губа В.П. К проблеме развития специфических координационных способностей у юных легкоатлетов 15–13 лет специализирующихся в беге на выносливость / В.П. Губа, В.В. Коновалов // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 1. – С. 45–47.
3. Коновалов В.В. Педагогическая технология развития специфических координационных способностей у юных легкоатлетов 13–15 лет, специализирующихся в беге на средние дистанции: автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.В. Коновалов. – Тула, 1992. – 22 с.
4. Коновалов В.В. Содержание технической подготовки и сопряженного развития специальных координационных способностей юных легкоатлетов 13–15 лет, специализирующихся в беге на средние дистанции / В.В. Коновалов // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 1. – С. 61–63.
5. Марков К.К. Оценка психомоторных характеристик двигательной деятельности юных спортсменов в прыжках в высоту и повышение эффективности их тренировочного процесса / К.К. Марков, О.О. Николаева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–11. – С. 2473–2477.
6. Морозов А.П. Особенности построения комплексного тренировочного занятия на этапе начальной подготовки в легкой атлетике / А.П. Морозов, Н.А. Семенов, А.А. Доценко // Национальная ассоциация ученых. – 2015. – № 9 (14). – С. 49–50.
7. Семенов В.Г. Теоретико-методические основы одновременной адаптации двигательного аппарата спортсмена к циклическим локомоциям максимальной мощности: дис. д-ра пед. наук в форме науч. доклада / В. Г. Семенов. – М.: РГАФК, 1997. – 73 с.
8. Табаков А.И. Выполнение упражнений координационной и кондиционной направленности сопряженным методом в подготовке легкоатлетов / А.И. Табаков, В.Н. Коновалов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=26563> (дата обращения: 14.07.2017).
9. Дегтярева Д.И. Современные фитнес-программы: тенденции и перспективы российской фитнес-индустрии / Д.И. Дегтярева, Е.В. Турчина // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2015. – № 3 (13). – С. 91–95.
10. Сохиб Б.М.А.М. Физическая реабилитация при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника, осложненном нестабильностью сегментов и протрузиями межпозвоночных дисков / Б.М.А.М. Сохиб // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2013. – № 11. – С. 85–93.
11. Загородный Г.М. Механотерапия как аспект комплексной коррекции постуральных нарушений при травмах у спортсменов / Г.М. Загородный, Г.В. Попова, О.В. Петрова // Прикладная спортивная наука. – 2015. – № 2. – С. 96–101.
12. Валеев Н.М. Проприоцептивная тренировка в процессе физической реабилитации футболистов после артроскопической аутопластики передней крестообразной связки / Н.М. Валеев, М.И. Гершбург, Н.Л. Иванова, Х. Мохаммед // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – № 5. – С. 26–32.
13. Волков Н.И., Карасев А.В., Хосни М. Теория и практика интервальной тренировки в спорте. – М.: Военная академия им. Ф.Э. Дзержинского, 1995. – 196 с.
14. Юшко Б.Н. Системно-структурный метод планирования годичной подготовки бегунов на короткие дистанции / Б.Н. Юшко // Мат-лы семинара по спринтерскому и барьерному бегу (Москва, 14–17 мая 2001 г.). – М.: Терра-Спорт. – 2001. – С. 54–56.
15. Табаков А.И. Использование прыжковых упражнений в качестве тестов для оценки координационных способностей легкоатлетов / А.И. Табаков, В.Н. Коновалов // Наука сегодня: теория и практика: материалы междунауч.-практ. конф. (Вологда, 24 авг. 2016 г.). – Вологда: ООО «Маркер», 2016. – С. 112–115.

УДК 372.854:004.94

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ УЧЕБНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ «ПОЛУЧЕНИЕ, СОБИРАНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ ГАЗОВ»

Хасанова С.Л., Файзуллина Н.Р., Симонова И.А.

*ФГБОУ ВО Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
Стерлитамак, e-mail: hasanovasl@rambler.ru*

Виртуальные лаборатории и программные системы моделирования являются действенным инструментом для вовлечения учащихся в активную образовательную среду. Применение виртуальной лаборатории позволяет сделать процесс обучения индивидуальным, компенсирует нехватку оборудования и реактивов, экономит время на исследование реакций, повышает мотивационную составляющую процесса образования, помогает учащимся освоить навыки проведения химических экспериментов. Раздел химии «Свойства металлов и неметаллов и их соединений» наглядно демонстрирует актуальность и востребованность замены реального эксперимента на виртуальный демонстрационный опыт. Моделирование на компьютере позволяет воспроизвести тончайшие детали, которые могут ускользнуть или остаться незамеченными при проведении реального эксперимента, позволяет изменять временные рамки, менять параметры и условия проведения опыта в широких пределах, а также моделировать ситуации, недоступные в реальном эксперименте. Данная статья описывает структуру разработанных виртуальных лабораторий по химии «Получение, соби́рание и распознавание газов» и «Качественные реакции на ионы». Раскрываются назначение и цели каждого из реализованных в ней экспериментов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, виртуальная лаборатория, демонстрационный опыт, интерактивность, мультимедийный контент

A COMPUTER MODEL OF THE ACADEMIC CHEMICAL LABORATORY «RECEIVING, COLLECTION AND DETECTION OF GASES»

Khasanova S.L., Fayzullina N.R., Simonova I.A.

Of the Sterlitamak branch of Bashkir State University, Sterlitamak, e-mail: hasanovasl@rambler.ru

Virtual laboratories and software modeling systems are an effective tool for involving students in an active educational environment. The use of a virtual laboratory makes it possible to make the learning process individual, compensates for the shortage of equipment and reagents, saves time for investigating reactions, raises the motivational component of the education process, helps students learn the skills of conducting chemical experiments. The section of chemistry «Properties of metals and nonmetals and their compounds» clearly demonstrates the relevance and relevance of replacing a real experiment with a virtual demonstration experience. Simulation on the computer allows you to reproduce the finest details that can slip away or remain unnoticed during a real experiment, allows you to change the time frame, change the parameters and conditions of the experiment in a wide range, and simulate situations that are not available in a real experiment. This article describes the structure of the developed virtual laboratories in chemistry «Obtaining, collecting and recognizing gases» and «Qualitative reactions to ions». The purpose and goals of each experiment realized in it are disclosed.

Keywords: computer simulation, virtual laboratory, demonstration experience, interactivity, multimedia content

Модернизация общеобразовательных учреждений, связанная с переходом на профильное обучение, требует от преподавателя высокого уровня теоретических знаний, подкрепляемых использованием различных методик и технологий обучения. В условиях вариативности и различных уровней химического образования умение применять инновационные технологии поможет учителю добиваться высокого качества обучения. К новейшим технологиям обучения можно отнести использование компьютеров и телекоммуникаций. Они способствуют рациональному проектированию учебного процесса и эффективной реализации намеченных целей и задач образовательного процесса [1].

Образовательная среда с активными методами обучения значительно повышает мотивацию учащихся к учебному процессу, является важным элементом в успешном

развитии стратегии внедрения электронных образовательных ресурсов. Программные приложения для таких продуктов основаны на моделировании и использовании понятного и ёмкого мультимедийного контента [2, с. 21]. Компьютерное моделирование позволяет получать в динамике предельно понятные и информативные иллюстрации опасных или многоступенчатых химических реакций, воспроизвести их тонкие детали, которые могут ускользнуть при проведении реального эксперимента, позволяет изменять временные рамки, изменять параметры и условия проведения опыта в широких пределах, а также воспроизводить ситуации, недоступные в реальных условиях.

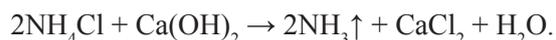
Выполнение лабораторных работ в классах с углубленным изучением химии – необходимый элемент для осуществления химического образования на высшем уровне.

Для проведения экспериментов с химическими соединениями нужна хорошо оборудованная исследовательская площадка, полный комплект химреактивов, подведённые коммуникации, однако обеспечение системы образования всем перечнем необходимых расходников для проведения химического эксперимента всегда было недостаточным [3, с. 71]. В реалиях постепенного перехода на профильное обучение, а также смещение акцента на местное самоуправление проблемы финансового обеспечения образования, в том числе и новых учебных планов по химии в профильных классах разработаны слабо. Поэтому нужно активно внедрять современные информационные технологии и максимально широко использовать технологию компьютерного обучения [4, с. 664].

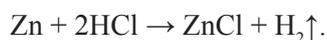
Разработанная компьютерная модель учебной химической лаборатории «Получение, соби́рание и распознавание газов» создана для учащихся девятых классов общеобразовательной школы в качестве учебно-методической поддержки раздела «Свойства металлов и неметаллов и их соединений». Методология разработки аналогична работе [5].

Данная виртуальная лаборатория состоит из восьми проектов, один из которых является управленческим, а оставшиеся семь содержат виртуальные химические эксперименты:

1. Химический эксперимент «Аммиак» предназначен для получения, соби́рания и распознавания аммиака при нагревании смеси соли хлорида аммония и гидроксида кальция:



2. Химический эксперимент «Водород» предназначен для получения, соби́рания и распознавания водорода в лабораторных условиях при взаимодействии цинка и соляной кислоты:



3. Химический эксперимент «Кислород» предназначен для получения, соби́рания и распознавания кислорода при нагревании кристаллического перманганата калия:



4. Химический эксперимент «Углекислый газ» предназначен для получения, соби́рания и распознавания углекислого газа при взаимодействии разбавленной соляной кислоты и карбоната кальция (мрамора):



Схема виртуальной лаборатории представлена на рис. 1.

На главной странице приложения расположены три интерактивные кнопки, позволяющие перейти к определенному этапу проведения лабораторной работы: изучение теоретического материала, просмотр виртуального химического эксперимента, проверка полученных знаний с помощью встроенной системы тестов. Интерактивный переход реализован средствами программирования на языке программирования ActionScript:

```
stop();
k1.onRelease = function():Void {
    gotoAndPlay(«Теория», 1);
};
k2.onRelease = function():Void {
    gotoAndPlay(«Demonstr_opt», 1);
};
k3.onRelease = function():Void {
    gotoAndPlay(«Test», 1);
};
```

Рассмотрим все этапы проведения лабораторной работы на примере химического эксперимента «Кислород».

Перед просмотром способа получения, соби́рания и распознавания кислорода на начальной странице (рис. 2) располагается лабораторная установка, формулируется постановка задачи с полными названиями используемых веществ и примечанием.

Нажав на кнопку «Просмотр», учащийся переходит непосредственно к просмотру демонстрации, которая моделирует процесс получения кислорода.

Работа кнопки осуществляется следующим кодом:

```
stop();
k1.onRelease = function():Void {
    loadMovie(«Кислород.swf», «»);
};
```

По окончании просмотра на экран выводится уравнение реакции получения кислорода в условиях лаборатории при нагревании кристаллического перманганата калия, условно показывающее запись химической реакции демонстрационного опыта. Поднесением тлеющей лучинки к пробирке с собранным в ней газом распознается кислород.

Далее можно перейти к построению математической модели. Она содержит необходимые формулы для расчетов, молярные массы веществ, молярный объем полученного газа при нормальных условиях и позволяет самостоятельно выбирать параметры производимых реакций, используя специализированное поле ввода, и рассчитывать объем кислорода с помощью

интерактивной кнопки, функции которой реализованы программным кодом:

```
on(release) {
    var n1, M1: Number;
    M1=158;
    n1 = Number(m1.text);
    mOs.text = String((n1*22.4)/(2*M1));
}
```

Компьютерные модели химических экспериментов «Аммиак», «Водород» и «Углекислый газ» имеют аналогичную структуру.

Методическая часть проекта содержит теоретический и тестовый материал.

Теория включает основные определения, необходимые для обнаружения того или иного газа и для понимания происходящего на экране при моделировании и просмотре демонстрационного опыта.

Тестовые задания (рис. 3) позволяют учащимся проверить полученные знания после проведения виртуальных химических экспериментов и ознакомления с теорией.

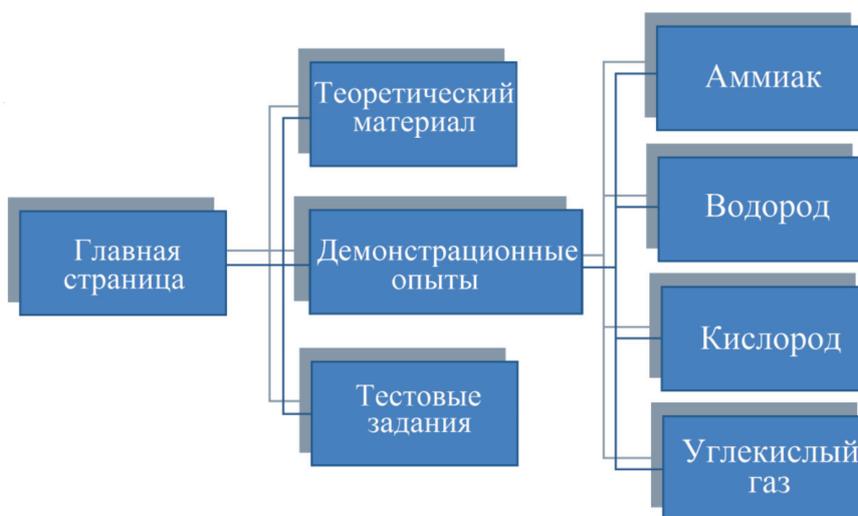


Рис. 1. Схема виртуальной лаборатории



Рис. 2. Начальная страница виртуального химического эксперимента «Кислород»



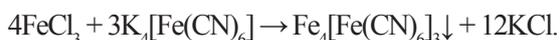
Рис. 3. Страница прохождения тестовых заданий

Тест работает с помощью кода:

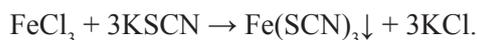
```
var test=0;
b1.onPress = function() {
  if (o1.selected == true) {
    test++; }
  _root.nextFrame();
  rezultat.text=test; o1.selected=false;
}
```

При изучении раздела «Свойства металлов и неметаллов и их соединений» важной является тема «Качественные реакции на ионы». По этой теме авторами создана интерактивная лаборатория, имеющая аналогичную структурную реализацию и содержащая следующие демонстрационные опыты:

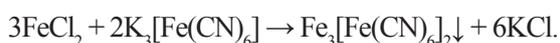
1. «Качественная реакция на Fe^{3+} » с желтой кровяной солью – предназначена для определения в растворе ионов железа (III) с помощью качественной реакции:



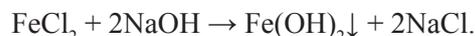
2. «Качественная реакция на Fe^{3+} » с роданидом калия – предназначена для определения в растворе ионов железа (III) с помощью качественной реакции:



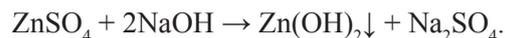
3. «Качественная реакция на Fe^{2+} » с красной кровяной солью – предназначена для определения в растворе ионов железа (II) с помощью качественной реакции (рис. 4):



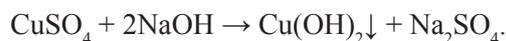
4. «Качественная реакция на Fe^{2+} » с щелочью – предназначена для определения в растворе ионов железа (II) с помощью качественной реакции:



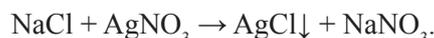
5. «Качественная реакция на Zn^{2+} » – предназначена для определения в растворе ионов цинка с помощью качественной реакции (рис. 5):



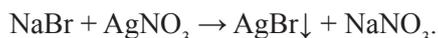
6. «Качественная реакция на Cu^{2+} » – предназначена для определения в растворе ионов меди с помощью качественной реакции:



7. «Качественная реакция на Cl^- » – предназначена для определения в растворе ионов хлора с помощью качественной реакции:



8. «Качественная реакция на Br^- » – предназначена для определения в растворе ионов брома с помощью качественной реакции:



9. «Качественная реакция на SO_4^{2-} » – предназначена для определения в растворе сульфат-ионов с помощью качественной реакции:

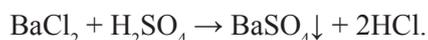




Рис. 4. Демонстрационный опыт «Качественная реакция на Fe^{2+} » с красной кровяной солью



Рис. 5. Демонстрационный опыт «Качественная реакция на Zn^{2+} »

Таким образом, использование созданных виртуальных лабораторий в образовательном процессе школы приведет к повышению качества усвоения знаний и овладению соответствующими умениями и навыками, внесет определенные особенности в учебный процесс. Еще одним преимуществом моделируемого образова-

тельного эксперимента является то, что ученики могут повторять его неограниченное количество раз, при этом не затрачивая никаких химических реактивов, что способствует упрочнению и углублению знаний.

Проект выполнен при финансовой поддержке Стерлитамакского филиала

БашГУ В17-79 «Разработка виртуальных учебных лабораторий и экспериментальных установок для средней общеобразовательной школы».

Список литературы

1. Алексеева Н.П. Компьютерная поддержка экспериментальной части химии, в условиях профильного обучения в сельской школе // Фестиваль «Открытый урок»: Химия [Электронный ресурс]. – URL: <http://festival.1september.ru/articles/314133/> (дата обращения: 15.10.2017).

2. Нечитайлова Е.В. Информационные технологии на уроках химии: учебно-методическое пособие / Е.В. Нечи-

тайлова. – Ростов-н/Д.: Изд-во Ростовского обл. ИПК и ПРО, 2010. – 103 с.

3. Саданова Б.М. Применение возможностей виртуальных лабораторий в учебном процессе технического вуза / Б.М. Саданова, А.В. Олейникова, И.В. Альберти, Е.А. Одицова, Е.Н. Плеханова // Молодой ученый. – 2016. – № 4. – С. 71–74.

4. Мироненко О.В. Использование современных информационных технологий в образовательном процессе / О.В. Мироненко // Молодой ученый. – 2015. – № 13. – С. 664–668.

5. Хасанова С.Л. Компьютерная модель виртуальной биологической лаборатории по разделу «Цитология» / С.Л. Хасанова, И.А. Симонова // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9–1. – С. 89–92.

УДК 378.14

ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМНОГО ТИПА В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА

Хроменков П.А.

ГОУ ВО Московской области «Московский государственный областной университет», Москва, e-mail: pahrom2011@yandex.ru

В статье рассматривается функциональная характеристика структурных компонентов информационно-коммуникационной технологии системного типа, обеспечивающей интеграцию содержания высшего педагогического образования и интегративное формирование профессионально-педагогической компетентности студентов путем построения образовательного процесса в педагогическом вузе на основе межнаучной коммуникации. Доказывается возможность эффективного применения данного типа образовательной технологии в реализации компетентного подхода в системе профессионально-педагогической подготовки студентов путем экспертной разработки базы межнаучных данных о человеке и ее использования в формировании межнаучных знаний, универсальных учебно-познавательных действий, метаязыковой культуры и в освоении обобщенных учебных компетенций. Достоверность и объективность теоретически обоснованных предположений о результатах применения образовательной технологии системного типа в педагогическом вузе подтверждаются данными опытно-экспериментальной проверки, свидетельствующими о достигаемом с ее помощью высоком качестве сформированного педагогического профессионализма студентов.

Ключевые слова: интеграция содержания высшего педагогического образования, интегративная образовательная технология, качество профессиональной подготовки студентов педвуза, компетентный подход к образованию, межнаучная коммуникация, профессионально-педагогическая компетентность студента

USING EDUCATIONAL TECHNOLOGY OF SYSTEM TYPE IN THE FORMATION OF UNIVERSITY STUDENTS' PROFESSIONAL AND PEDAGOGICAL COMPETENCY

Khromenkov P.A.

Moscow State Regional University, Moscow, e-mail: pahrom2011@yandex.ru

The article researches the functional characteristics of structural components of system type informational and communication technology that enables the integration of higher pedagogical education content and integrative formation of students' professional and pedagogical competency through building the educational process in the teacher training university on the basis of interscientific communication. It proves that it is possible to use effectively this type of educational technology in the implementation of competency approach in the system of students' professional and pedagogical training through the expert development of the interscientific database on human, its application in forming interscientific knowledge, universal learning and cognitive activities, metalanguage culture and mastering generalized learning competencies. The trustworthiness and the objectiveness of the theoretically grounded presumptions about the results of application of a system type educational technology at a pedagogical university are proved by the results of experimental checking that shows the high quality of students' professional skills gained with its help.

Keywords: integration of content of higher pedagogical education, integrative educational technology, the quality of professional training of pedagogical university students, competency approach to education, interscientific communication, professional and pedagogical competency of a student

Ключевой задачей в системе высшего педагогического образования, как отмечают В.П. Симонов [1], В.Д. Шадриков [2] и многие другие авторы, является повышение качества профессиональной подготовки студентов как меры соответствия их образовательных достижений требованиям государственного образовательного стандарта. Решение этой задачи с учетом культурной, научной и образовательной коммуникаций в образовательном пространстве вуза, региона, страны и на международном уровне, интеграции отечественной системы образования в евразийское и мировое образовательные пространства должно основываться на внедрении в образовательную

практику инновационных подходов. Наиболее востребованным из них, как известно, в экспертных сообществах педагогами теоретиками и практиками признан компетентный подход, вопреки существующей некоторой недооценке его дидактических особенностей и возможностей реализации в силу сложившихся профессиональных стереотипов в деятельности как вузовских преподавателей, так и школьных учителей. Вместе с тем исследования вопросов теории и практики реализации компетентного подхода в вузе и школе А.В. Хуторского [3], Г.П. Новиковой [4; с. 30–36], П.А. Хроменкова [5, с. 107–111] и других ученых, выполненные за последние годы в отечествен-

ной педагогике, позволяют сделать выводы о том, что профессионально-педагогическая компетентность представляет собой обобщенное понятие и является интегративным качеством личности педагога, которое, по нашему глубокому убеждению, может быть сформировано на интегративной основе.

Результаты проведенного нами теоретического исследования данной проблемы и практика обучения студентов бакалавриата показывают, что освоение совокупности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных учебных компетенций в условиях межнаучной коммуникации без использования в образовательном процессе многосторонних межнаучных связей педагогики с другими науками о человеке невозможно, так как фрагментарное применение односторонних и незначительных в объеме междисциплинарных связей приводит в основном к расширению и незначительному обобщению и развитию познавательного опыта студентов. При этом не возникает действенный всесторонний механизм межзнанийного взаимодействия, не обеспечивается интеграция содержания педагогического образования и интегративное формирование профессионально-педагогической компетентности. Иначе говоря, качество педагогического образования на межнаучной основе возможно при использовании потенциала межнаучной коммуникации в системе наук о человеке, прежде всего за счет интеграции его содержания.

Межнаучную коммуникацию в педагогическом образовании мы понимаем как совокупность познавательного, коммуникационного и информационного процессов, обеспечивающих многосторонний поиск, многократный обмен разносторонней информацией о человеке, многомерное измерение и формирование межнаучной информации в открытой автоматизированной информационно-поисковой системе, структурными элементами которой выступают субъекты образовательного процесса, база межнаучных данных о человеке, отобранные науки о человеке, научные тексты и документы, механизм перевода формирующейся межнаучной информации на научный и учебный языки педагогики. Таким образом, индикатором межнаучной коммуникации в образовательном процессе выступают экспертно обоснованные межнаучные связи педагогики, отобранные по целям их использования, направленности, функциям, структуре, содержанию, семантике, дидактическому объему, времени действия, числу взаимодействующих источников формируемой межнаучной информации и характеру межнаучного взаимодействия. Под интегра-

цией содержания педагогического образования на межнаучной основе мы понимаем оптимальный способ его построения с учетом действующего государственного образовательного стандарта с помощью базовых дидактических конструкций межнаучной направленности, обеспечивающих межзнанийное взаимодействие и интеграцию собственно педагогических и всесторонних знаний о человеке, овладение языком педагогики и взаимодействующих с ней наук, постепенное овладение метаязыком, обобщенными учебно-познавательными действиями и учебными профессионально-педагогическими компетенциями. В качестве базовых межнаучных конструкций в содержании педагогического образования мы рассматриваем возраст, основные периоды жизнедеятельности, филогенез, факторы, условия и показатели развития школьника. Они в свою очередь дифференцируются на интегрированные учебные элементы в соответствии с заданными учебными профессионально-педагогическими компетенциями.

Для осуществления названных задач нами была разработана и апробирована интегративная образовательная технология. Сравнительный анализ разработанных в педагогике высшей школы различных моделей и типов образовательных технологий, непосредственное авторское участие в разработке инновационных образовательных технологий в лаборатории Московского государственного областного университета (1999–2008 гг.) показывают, что рассматриваемой интегративной технологии присущи признаки технологии системного типа, которая, на наш взгляд, недостаточно используется в образовательной практике педагогических вузов.

Исследованные В.В. Гузеевым теоретические основы построения «интегральной» образовательной технологии, систематизирующей содержательную и процессуальную стороны предметноцентрированного образовательного процесса [3], опытно-экспериментальные данные, полученные им в результате апробации и внедрения данной технологии, позволяют сделать вывод о возможности ее дальнейшего совершенствования в условиях межнаучной коммуникации и перспективности использования в высшем педагогическом образовании.

Практика обучения студентов показала, что с помощью разработанной нами технологии достигается возможность использования системы межнаучных связей педагогики, обеспечивающей целостность усвоения содержания педагогического образования, обогащение и развитие собственно педагогических знаний на основе

выработки профессиональных межнаучных знаний об изучаемых педагогических явлениях, процессах, системах и теориях. Это происходит благодаря освоению на элементарном уровне языков взаимодействующих с педагогикой наук о человеке и выработке метаязыка, обобщенных учебно-познавательных действий студентов.

Однако использование междисциплинарных и межнаучных связей педагогики в образовательном процессе с целью выработки профессионально-педагогической компетентности студентов требует уточнения структуры и обоснования функциональных характеристик образовательной технологии системного типа в условиях межнаучной коммуникации.

На основе результатов исследования С.А. Бородачева о применении в электронном образовательном пространстве педагогического вуза коммуникационной технологии обучения [6], с учетом выявленных В.В. Гузевым особенностей построения и использования «интегральной» образовательной технологии в предметноцентрированном образовательном пространстве [7], полифункциональных характеристик современных образовательных технологий, предложенных в классификации Г.К. Селевко [8], и технологии развития профессиональной компетентности в самоорганизации учебно-познавательной деятельности студентов, разработанной коллективом авторов под руководством Н.В. Бордовской [9, с. 278–290], интегративную образовательную технологию как технологию системного типа в условиях межнаучной коммуникации мы определяем в виде многокомпонентной и полифункциональной дидактической системы. Она включает три базовых компонента.

Первый компонент представляет собой органично связанные предметную (дисциплинарную) и межнаучную составляющие образовательного процесса (цель и задачи обучения соответствуют заданным учебным профессионально-педагогическим компетенциям; содержание педагогического образования представлено в соответствии с действующим государственным образовательным стандартом экспертно разработанной системой дидактических конструкций межнаучной направленности, воплощающих множество изучаемых студентами учебных дисциплин и межнаучных связей педагогики с другими науками о человеке).

Второй компонент выполняет функцию информационно-технического обеспечения образовательного процесса (учебно-познавательная предметная и потенциальная межнаучная информация заложены в экс-

пертно разработанной базе межнаучных данных о человеке, используемой в образовательном процессе в автоматизированном режиме посредством информационного запроса и последующего поиска студентами необходимой межнаучной информации).

Третий компонент охватывает программно-методическое обеспечение образовательного процесса (решение системы учебных и критериальных собственно педагогических задач и задач с межнаучным содержанием осуществляется путем последовательного использования информационного, операционного и проверочного массивов данных наук о человеке с помощью современных информационно-коммуникационных средств и методов обучения).

Результаты исследования показали, что интегративное формирование профессионально-педагогической компетентности студентов посредством образовательной технологии системного типа, разработанной на межнаучной основе, достигается за счет реализации присущих ей проблемно-ориентирующей, личностно-ориентирующей, коммуникационной (наряду с коммуникативной), систематизирующей, интегративной и развивающей функций.

Выявленные нами возможности использования рассматриваемой образовательной технологии системного типа в формировании профессионально-педагогической компетентности и его результаты представим в табл. 1–2. Следует отметить, что постановка и решение системы представленных в табл. 1 образовательных задач обеспечивают выработку профессионально-педагогической готовности и образовательных способностей студентов посредством поэтапного использования образовательной технологии системного типа.

Первый этап предполагает самооценку студентами первичного опыта усвоения всесторонних знаний о человеке, необходимых для последовательного освоения заданных общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных учебных компетенций путем постановки элементарных комплексных профессионально-педагогических задач, направленных на выявление дефицита межнаучных знаний в их познавательном опыте.

Второй этап предусматривает развитие первичных информационно-познавательных потребностей, аналитико-синтетических и коммуникационных способностей студентов в процессе многократного поиска, сравнительного анализа, многомерного измерения, обобщения и выработки межнаучной информации об изучаемых педагогических фактах, явлениях, процессах, системах, тео-

риях, постепенное овладение учебным языком педагогики и языками других наук о человеке с учетом когнитивного стиля, темпа освоения комплексной рабочей программы при выполнении ими информационных запросов в процессе решения междисциплинарных задач и простейших педагогических задач с межнаучным содержанием.

На третьем этапе происходит закрепление в сознании студентов сформированного механизма межзнаниевого взаимодействия собственно педагогических и всесторонних знаний о человеке, выработка системы органично связанных межнаучных знаний, обобщенных учебно-познавательных умений при решении серий разноуровневых педагогических задач с межнаучным содержанием.

Четвертый этап характеризуется формированием и развитием метаязыка, усвоением собственно педагогического и межнаучного тезауруса, выработкой метапредметных знаний и универсальных учебно-познавательных действий, развитием способностей к решению комплексных профессионально-педагогических задач и потребностей в совершенствовании познавательного опыта в условиях межнаучной коммуникации.

Для успешной реализации технологии системного типа в организации образовательного процесса на междисциплинарной и межнаучной основах, бесспорно, очень важна роль экспертов (преподавателей и специалистов). Их основные профессиональные задачи отражены в табл. 2.

Эти задачи состоят в ресурсном обеспечении, организации и сопровождении учебно-познавательной деятельности студентов, прогнозировании и достижении промежуточных и итоговых результатов обучения в условиях междисциплинарного и межнаучного взаимодействия. Первой задачей является системный анализ целей и содержания высшего педагогического образования в свете действующего государственного образовательного стандарта и экспертное обоснование в нем органично связанных межнаучных дидактических конструкций в соответствии с заданными общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными учебными компетенциями.

Второй задачей, во многом предопределяющей успешность решения рассматриваемой проблемы, выступает создание качественного образовательного ресурса, ядром которого является база межнаучных данных о человеке, разрабатываемая в соответствии с системой отобранных экспертами взаимодействующих с педагогикой учебных дисциплин и наук о человеке и обоснованными межнаучными дидактическими конструкциями в содержании педагогического образования. В ее разработке принимают участие ведущие преподаватели гуманитарных кафедр, ученые, представляющие науки о человеке, и специалисты, сопровождающие информационное обслуживание студентов в локальной автоматизированной вузовской информационно-поисковой системе.

Таблица 1

Поэтапная реализация образовательного потенциала технологии системного типа в формировании профессионально-педагогической компетенции в условиях межнаучной коммуникации

Функции образовательной технологии системного типа	Решаемые образовательные задачи	Результаты их решения
проблемно-ориентирующая	решение предметных учебных проблем и задач, сочетающееся с решением проблем и задач с межнаучным содержанием	овладение методами решения комплексных профессионально-педагогических проблем и задач
личностно-ориентирующая	учет индивидуальных особенностей	развитие когнитивных способностей
коммуникационная	развитие информационных потребностей и коммуникативных способностей	овладение языком педагогики и языками наук о человеке
систематизирующая	формирование системы собственно педагогических, профессионально значимых межнаучных знаний и универсальных учебно-познавательных действий	выработка целостного межнаучного знания о педагогических фактах, явлениях, процессах, системах и теориях
интегративная	развитие синтетических способностей, выработка целостных метапредметных профессионально-педагогических знаний, умений и навыков	овладение механизмом межзнаниевого взаимодействия, обобщенными умениями и метаязыком
развивающая	развитие познавательного опыта и образовательных способностей	формирование потребности в непрерывном совершенствовании познавательного опыта на межнаучной основе

Таблица 2

Построение образовательного процесса с помощью технологии системного типа в условиях межнаучной коммуникации

Компоненты формируемой учебно-познавательной деятельности студентов	Профессиональные задачи экспертов
программно-целевой	задание системы общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных учебных компетенций, разработка комплексной рабочей программы по дисциплине «Педагогика» и смежных с нею дисциплин
содержательный	конструирование системы предметных знаний, умений, навыков и профессионально значимых межнаучных знаний, обобщенных, универсальных (метапредметных) учебно-познавательных действий
мотивационно-стимулирующий	обеспечение гарантированного поиска межнаучной информации в базе межнаучных данных и других поисковых системах для успешного решения междисциплинарных учебных проблем и задач с учетом индивидуальных особенностей студентов
диагностический	разработка и постановка системы учебных и критериальных задач на возможных дидактических уровнях усвоения содержания педагогического образования с учетом исходного уровня обученности и когнитивного стиля студентов
операционно-деятельностный	методическое сопровождение решения системы учебных собственно педагогических задач и задач с межнаучным содержанием посредством использования студентами информационного и операционного массивов в базе межнаучных данных о человеке
оценочно-измерительный	оценка и измерение степени усвоения студентами собственно педагогических знаний, умений и навыков, профессионально значимых межнаучных знаний, овладения универсальными учебно-познавательными действиями и метаязыком
результативный	итоговая оценка сформированной профессиональной готовности и образовательных способностей студентов при решении критериальных задач посредством использования ими проверочного массива в базе межнаучных данных о человеке

В качестве третьей профессиональной задачи мы рассматриваем экспертную разработку комплексной рабочей программы, включающей, наряду с целями и задачами обучения, интегративно формируемую образовательную готовность студентов к ее освоению путем конструирования системы взаимодействующих собственно педагогических и всесторонних предметных знаний о человеке, обобщенных умений, профессионально значимых межнаучных знаний, универсальных (метапредметных) учебно-познавательных действий.

Решающей задачей является четвертая задача, направленная на экспертную разработку системы собственно педагогических предметных учебных и критериальных задач и органично связанных с нею серий учебных и критериальных разноуровневых педагогических задач с межнаучным содержанием с учетом когнитивного стиля, уровней освоения рабочей программы и индивидуальных особенностей студентов.

К пятой задаче в соответствии с этапами реализации образовательной технологии системного типа мы относим моделирование возможных промежуточных и прогнозирование конечных результатов ее использования в формировании профес-

сионально-педагогической компетентности студентов.

Необходимость разработки и целесообразность применения образовательной технологии системного типа в интегративном формировании профессионально-педагогической компетентности подтверждают результаты выполненной нами опытно-экспериментальной работы со студентами бакалавриата Московского государственного областного университета (2009–2013 гг.) разных профилей подготовки по направлению «Педагогическое образование». Критериями их оценки явились готовность студентов к организации целостного управляемого образовательного процесса в школе и их образовательные способности, а основными показателями – соответственно объем сформированных целостных профессионально значимых знаний, умения проводить сравнительный межнаучный анализ, способность осуществлять перенос знаний и межзнаниевое взаимодействие, синтезировать собственно педагогические знания и знания из системы экспертно отобранных наук о человеке, владение межнаучной терминологией и метаязыком, обобщенными учебно-познавательными действиями.

Дидактическим средством оценки результатов обучения студентов в процессе использования образовательной технологии системного типа нами была определена система разработанных разноуровневых критериальных педагогических задач с межнаучным содержанием. С этой целью применялись методы экспертной оценки динамики и итоговых результатов обучения, многократного поэтапного тестирования, отсроченного контроля, индуктивный метод и методы математической статистики. Приведем примеры итоговых результатов в процентах от общего числа респондентов, обучавшихся в контрольных и экспериментальных группах соответственно, по таким показателям, как сформированность межнаучных знаний о функционировании личностных систем (61,3%; 84,7%) и жизнеобеспечивающих систем школьников – (36,8%; 89,4%); владение обобщенными (52,1%; 89,5%) и метапредметными (18,9%; 78,3%) учебно-познавательными действиями; владение языком педагогики (69%; 95,2%) и элементарное владение языками наук о человеке (13,3%; 89,9%); владение метаязыком (9,6%; 64,3%); наличие способностей к обобщению (51,4%; 88,5%) и синтезу (10,2%; 74,4%) профессионально значимой учебно-познавательной информации.

Таким образом, использование технологии системного типа в учебно-познавательной деятельности студентов педагогического вуза позволяет, во-первых, реализовать образовательный потенциал множественных многосторонних связей

педагогике с другими учебными дисциплинами и науками о человеке в интеграции педагогического образования и, во-вторых, эффективно сформировать на этой основе их профессионально-педагогическую компетентность.

Список литературы

1. Симонов В.П. Оценка качества в образовании : монография. – М.: Изд-во МГОУ, 2007. – 129 с.
2. Шадриков В.Д. Качество педагогического образования: учебное пособие / В.Д. Шадриков. – М.: Логос, 2012. – 200 с.
3. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении: научно-методическое пособие / А.В. Хуторской. – М.: Изд-во «Эйдос»; изд-во Института образования человека, 2013. – 73 с.
4. Новикова Г.П. Профессионально-педагогическая подготовка к инновационной деятельности в вузе с ориентацией на компетентностный подход / Г.П. Новикова // Профессионализм педагога: сущность, содержание, перспективы развития: науч. труды Междунар. науч. конф. (Москва, 17–18 марта 2016 г.) в 2 ч. Часть 1. – М.: МАНПО, 2016. – С. 30–36.
5. Хроменков П.А. Профессионально-педагогическая компетентность выпускников вуза: состояние и пути развития / П.А. Хроменков // Science and Education: materials of the X international research and practice conference, Munich, December 9th – 10th, 2015, vol. II / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany, 2015. – P. 107–111.
6. Бородачев С.А. Обучение коммуникационным технологиям в электронном образовательном пространстве педагогического вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 2010. – 23 с.
7. Гузев В.В. Системные основания интегральной образовательной технологии: дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1998. – 390 с.
8. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: учебное пособие / Г.К. Селевко. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
9. Современные образовательные технологии: учебное пособие / Под ред. Н.В. Бордовской. – 3-е изд., стер. – М.: КноРус, 2016. – 432 с.