

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

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала top-technologies.ru/ru
Правила для авторов: top-technologies.ru/ru/rules/index
Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 70062

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,969.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,407.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных 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 – 10.12.2018
Дата выхода номера – 10.01.2019

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

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

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 22,88
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2018/11
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ <i>Алексамян Г.К., Кучер А.И., Щербаков И.Д., Щербакова М.В.</i>	163
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА R ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ <i>Алюнов Д.Ю., Мытникова Е.А., Мытников А.Н.</i>	168
К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ВЯЖУЩЕГО НА СВОЙСТВА НЕАВТОКЛАВНЫХ СИЛИКАТНЫХ КОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ <i>Володченко А.А., Лесовик В.С.</i>	173
ОЦЕНКА РИСКОВ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГАРАНТИЙНЫХ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ <i>Извеков Ю.А., Гугина Е.М., Анисимов А.Л., Шеметова В.В.</i>	179
УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ УДЕЛЬНОЙ РАБОТЫ РЕЗАНИЯ <i>Карпов А.В.</i>	183
СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ИССЛЕДОВАНИЯХ СЛОЖНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>Ковальчук Л.Б.</i>	188
СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА <i>Кучеренко Д.В.</i>	193
ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ УПАКОВОЧНОГО КАРТОНА <i>Мишурина О.А., Муллина Э.Р., Глазкова Я.В., Кузжугалдинова З.Б., Турлина А.А., Варнавский Д.А., Расторгуев А.Е.</i>	200
КЕРАМИЧЕСКИЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ (КЕРАМИЧЕСКИЙ ДОРОЖНЫЙ МАТЕРИАЛ) НА ОСНОВЕ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ <i>Монтаев С.А., Жарылганов С.М., Рыскалиев М.Ж.</i>	205
ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОДОРОДА ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ ДВУХ- И ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛОСКИХ ПЛАСТИН, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ <i>Поливанов А.А., Белов А.В., Неумоина Н.Г.</i>	210
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В СИНХРОННОЙ МАШИНЕ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ <i>Полищук В.И., Баратова К.В.</i>	216
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА И ТЕМПЕРАТУРОРАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛНОВОДОВ КВЧ-ДИАПАЗОНА <i>Трифанов В.И., Оборина Л.И., Суханова О.А., Мелкозеров М.Г., Трифанов И.В.</i>	222
МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ОЦЕНКИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ЗИМНЕМ БЕТОНИРОВАНИИ <i>Федоров В.И., Местников А.Е.</i>	227

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЖИДАЕМЫХ НАКОПЛЕННЫХ ЗАТРАТ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РЕГИОНАЛЬНО ОБОСОБЛЕННОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	
<i>Хамитов Р.Н., Вязигин В.Л., Ковалев В.З., Архипова О.В.</i>	232
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЖИГА МОЛИБДЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ДОЛОМИТОМ И МАГНЕЗИТОМ	
<i>Хомоксонова Д.П., Алексеева Е.Н., Будаева А.Д., Антропова И.Г.</i>	237
ПРИВОД РУЧНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА РАДИАЛЬНОЙ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТУРБИНОЙ	
<i>Хрунков С.Н., Кузнецов Ю.П., Орлов Ю.Ф., Ваганов А.Б., Апполонов Е.М., Ионов Б.П., Бажан П.И.</i>	243
К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА	
<i>Чернявина Л.А., Серебряков С.А., Обертас О.Г., Петухов В.В.</i>	248
ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ РВО- GEO_2 В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ	
<i>Эльберг М.С., Жереб В.П., Черняк М.Ю., Таскин В.Ю., Жижаев А.М., Оборин Л.А.</i>	253

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

КОММУНИКАТИВНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ПЕДАГОГА-МЕНЕДЖЕРА КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОСТИ ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Ашырбекова А.С.</i>	259
СИНТЕЗ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ В СТУДЕНЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ХИМИИ	
<i>Богословский С.Ю., Мешандин А.Г., Коваленко А.С.</i>	265
ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНЫЕ УЧЕНИЯ – ФОРМА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ	
<i>Большакова М.А., Штегман О.А., Бурмистров Ю.Н., Вятский И.Е., Попов А.А., Попова Е.А., Лисун И.И., Рахманов Р.М., Шведчикова З.К., Веселов О.Б., Большаков Н.А.</i>	270
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТВОРЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ В СИСТЕМЕ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
<i>Гильманишина С.И., Сагитова Р.Н., Халикова Ф.Д., Гильманишин И.Р.</i>	274
СТРУКТУРНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БАКАЛАВРОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ	
<i>Есин Р.В.</i>	279
АНАЛИЗ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНФОГРАФИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	
<i>Кийкова Е.В., Соболевская Е.Ю., Кийкова Д.А.</i>	284
ИНДУСТРИЯ 4.0 И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
<i>Китайгородский М.Д.</i>	290
РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ХОДЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТА АГРАРНОГО ПРОФИЛЯ	
<i>Коношина С.Н.</i>	295
СТРАТЕГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСКУРСИОННО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ШКОЛЬНИКОВ	
<i>Костина Н.П., Севрюкова А.А.</i>	301

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТИВОМ <i>Кубарова А.М., Николаева Л.В.</i>	307
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ» КАК ИННОВАЦИОННАЯ ФОРМА ПРИОБЩЕНИЯ СТУДЕНТОВ К НАУКЕ <i>Николаева Л.В.</i>	312
НАСТОЛЬНЫЕ НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ РУК <i>Сидорова Е.Э., Румянцева Л.Э.</i>	316
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ <i>Тимощук Н.А., Мякинкова С.Н.</i>	321
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ <i>Чарикова И.Н., Жаданов В.И., Манаева Н.Н.</i>	326
АКСИОЛОГИЧЕСКИЕ ДОМИНАНТЫ ГРАЖДАНСКО-ПРАВОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН <i>Янгирова В.М., Шамигулова О.А.</i>	333

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

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR THE FUNCTIONING OF MULTI-ANGLE ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY HARDWARE <i>Aleksanyan G.K., Kucher A.I., Shcherbakov I.D., Shcherbakova M.V.</i>	163
USE OF LANGUAGE R IN STATISTICAL ANALYSIS OF DATA <i>Alyunov D.Yu., Mytnikova E.A., Mytnikov A.N.</i>	168
TO THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF COMPLEX BINDER ON THE PROPERTIES OF NON-AUTOCLAVE SILICATE COMPOSITES WITH THE USING NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS <i>Volodchenko A.A., Lesovik V.S.</i>	173
RISK ASSESSMENT OF POTENTIALLY DANGEROUS METALLURGICAL OBJECTS OUTSIDE THE WARRANTY SERVICE LIFE IN QUALITY MANAGEMENT OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE <i>Izvekov Yu.A., Gugina E.M., Anisimov A.L., Shemetova V.V.</i>	179
THE EXPRESS-METHOD FOR DETERMINING THE MACHINABILITY OF STRUCTURAL MATERIALS USING THE INDICATOR OF SPECIFIC CUTTING WORK <i>Karpov A.V.</i>	183
SPECTRAL ANALYSIS IN STUDIES OF COMPLEX SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS <i>Kovalchuk L.B.</i>	188
THE STATE OF DEVELOPMENT OF STATE INFORMATION SYSTEMS OF ST. PETERSBURG <i>Kucherenko D.V.</i>	193
CHEMICAL MODELING OF HYDROPHOBIC PROPERTIES OF PACKAGING CARDBOARD SURFACE <i>Mishurina O.A., Mullina E.R., Glazkova Ya.V., Kuzhugaldinova Z.B., Turlina A.A., Varnavskiy D.A., Rastorguev A.E.</i>	200
ARTIFICIAL CERAMIC FILLER (CERAMIC ROAD MATERIAL) ON THE BASIS OF CLAY ROCKS OF WEST KAZAKHSTAN, MODIFIED WITH HARDENING ADDITIVE <i>Montaev S.A., Zharylgapov S.M., Ryskaliyev M.Zh.</i>	205
THE EFFECTS OF HYDROGEN'S HIGH PARAMETERS ON THE LONG-TERM STRENGTH OF THE TWO- AND THREE-LAYER FLAT LAMINAS WORKING UNDER CONDITIONS OF TEMPERATURE CREEP <i>Polivanov A.A., Belov A.V., Neumoina N.G.</i>	210
DAMAGES IDENTIFICATION IN A SYNCHRONOUS MACHINE ON THE BASIS OF DYNAMIC ARTIFICIAL NEURAL NETWORK <i>Polishchuk V.I., Baratova K.V.</i>	216
RESEARCH OF PROCESS PARAMETERS AND TEMPERATURE READING CHARACTERISTICS IN THE MANUFACTURE OF WAVEGUIDES OF EHF-BAND <i>Trifanov V.I., Oborina L.I., Sukhanova O.A., Melkozherov M.G., Trifanov I.V.</i>	222
MULTI-PARAMETER EQUATION OF ESTIMATION OF RELATIVE STRENGTH OF CONCRETE IN WINTER CONCRETING <i>Fedorov V.I., Mestnikov A.E.</i>	227
DETERMINATION OF EXPECTED ACCUMULATED COSTS FOR THE CREATION AND USE OF ELECTRICAL INSTALLATIONS <i>Khamitov R.N., Vyazigin V.L., Kovalev V.Z., Arkhipova O.V.</i>	232

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ROASTING OF MOLYBDENUM CONCENTRATE WITH DOLOMITE AND MAGNESITE	
<i>Khomoksonova D.P., Alekseeva E.N., Budaeva A.D., Antropova I.G.</i>	237
DRIVE HAND-HELD PNEUMATIC GRINDING MACHINE FOR SHIPBUILDING AND SHIP REPAIR BY TWO-STAGE RADIAL TURBINE	
<i>Khrunkov S.N., Kuznetsov Yu.P., Orlov Yu.F., Vaganov A.B., Appolonov E.M., Ionov B.P., Bazhan P.I.</i>	243
BY QUESTION OF FORMING LIGHT ENVIRONMENT OF VLADIVOSTOK CITY	
<i>Chernyavina L.A., Serebryakov S.A., Obertas O.G., Petukhov V.V.</i>	248
MODIFICATION OF THE STATE OF THE PBO-GEO ₂ SYSTEM IN CONDITIONS OF MECHANICAL ACTIVATION	
<i>Elberg M.S., Zhereb V.P., Chernyak M.Yu., Taskin V.Yu., Zhizhaev A.M., Oborin L.A.</i>	253
Pedagogical sciences (13.00.01, 13.00.02, 13.00.03, 13.00.04, 13.00.05, 13.00.08)	
COMMUNICATIVE COMPETENCE OF THE TEACHER-MANAGER AS A GUARANTEE OF THE SUCCESS OF ITS ACTIVITIES	
<i>Ashyrbekova A.S.</i>	259
SYNTHESIS OF HIGHLY DISPERSED CALCIUM CARBONATE IN THE STUDENT CHEMISTRY MANUAL	
<i>Bogoslovskiy S.Yu., Mechandin A.G., Kovalenko A.S.</i>	265
TACTICAL-SPECIAL EXERCISES – A FORM OF TRAINING FUTURE DOCTORS OF THE KRASNOYARSK TERRITORY IN THE SPECIALTY OF DISASTER MEDICINE	
<i>Bolshakova M.A., Shtegman O.A., Burmistrov Yu.N., Vyatskin I.E., Popov A.A., Popova E.A., Lisun I.I., Rakhmanov R.M., Shvedchikova Z.K., Veselov O.B., Bolshakov N.A.</i>	270
PEDAGOGICAL CONDITIONS OF CREATIVE INTEGRATION OF THEORY AND PRACTICE IN THE SYSTEM OF UNIVERSITY EDUCATION	
<i>Gilmanshina S.I., Sagitova R.N., Khalikova F.D., Gilmanshin I.R.</i>	274
STRUCTURAL AND CONTENT MODEL OF MATHEMATICAL COMPETENCE OF BACHELORS OF INFORMATION AND TECHNOLOGICAL DIRECTIONS OF PREPARATION	
<i>Esin R.V.</i>	279
ANALYSIS OF COLOR PERCEPTION OF STUDENTS TO DEVELOP EFFECTIVE INFOGRAPHICS APPLIED IN THE EDUCATIONAL PROCESS	
<i>Kiykova E.V., Sobolevskaya E.Yu., Kiykova D.A.</i>	284
INDUSTRY 4.0 AND ITS IMPACT ON TECHNOLOGICAL EDUCATION	
<i>Kitaygorodskiy M.D.</i>	290
THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC THINKING OF STUDENTS DURING THE EDUCATIONAL PROCESS AS THE FACTOR OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF A SPECIALIST AGRICULTURAL PROFILE	
<i>Konoshina S.N.</i>	295
STRATEGY OF DESIGNING EXCURSION-EDUCATIONAL ROUTE FOR SCHOOLCHILDREN	
<i>Kostina N.P., Sevryukova A.A.</i>	301
FORMATION OF ORGANIZATIONAL CULTURE AS A FACTOR EFFECTIVE MANAGEMENT OF THE COLLECTIVE	
<i>Kubarova A.M., Nikolaeva L.V.</i>	307
«INTERNATIONAL STUDENT SCIENTIFIC FORUM» AS AN INNOVATIVE FORM OF STUDENTS ACQUISITION TO SCIENCE	
<i>Nikolaeva L.V.</i>	312

NATIONAL BOARD GAMES AS A MEANS OF DEVELOPING FINE MOTOR SKILLS OF HANDS <i>Sidorova E.E., Rumyantseva L.E.</i>	316
PROFESSIONAL MOBILITY IN TECHNICAL SPECIALIST COMPETITIVENESS FORMING SYSTEM <i>Timoshchuk N.A., Myakinkova S.N.</i>	321
COURSE DESIGNING AS AN INSTRUMENT TO INCREASE TRAINING EFFICIENCY OF STUDENTS OF CONSTRUCTION ENGINEERING SPECIALTIES <i>Charikova I.N., Zhadanov V.I., Manaeva N.N.</i>	326
AXIOLOGICAL DOMINANTS OF CIVIL LEGAL EDUCATION AS A PEDAGOGICAL PHENOMENON <i>Yangirova V.M., Shamigulova O.A.</i>	333

УДК 004.021:519.688

АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Алексанян Г.К., Кучер А.И., Щербakov И.Д., Щербakova M.B.

Южно-российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, Новочеркасск, e-mail: graer@ya.ru

В работе рассмотрены основные принципы построения программного обеспечения блока измерения в составе аппаратно-программного комплекса многоугловой электроимпедансной томографии. Проанализированы представленные ранее программные решения. На основе проведенного анализа выдвинуты требования к алгоритмам функционирования основных компонентов аппаратной части системы трехмерной электроимпедансной томографии с учетом специфики их совместного использования. Разработаны и приведены структурные схемы как аппаратно-программного комплекса, так и блока измерения непосредственно. На основании выдвинутых требований и построенных структурных схем разработаны алгоритмы автоматического управления процессом получения измерительных данных методом многоугловой электроимпедансной томографии, дано их подробное описание. Представлены блок-схемы разработанных алгоритмов, которые охватывают весь спектр выполняемых операций: от выбора электродного пояса, переключения отдельных инжектирующих и измерительных каналов, управления параметрами инжектирующего тока до автоматического тестирования качества электрического контакта между выбранным электродом и поверхностью исследуемого объекта, подбора коэффициента усиления и вывода полученных измерительных данных на персональный компьютер для их последующего анализа и обработки. Применение разработанных алгоритмов позволит повысить функциональные возможности аппаратно-программного комплекса многоугловой электроимпедансной томографии, а также сократить сроки его проектирования и практической реализации.

Ключевые слова: трехмерная электроимпедансная томография, алгоритмы работы аппаратного обеспечения

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR THE FUNCTIONING OF MULTI-ANGLE ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY HARDWARE

Aleksanyan G.K., Kucher A.I., Shcherbakov I.D., Shcherbakova M.V.

South Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, e-mail: graer@ya.ru

The paper discusses the basic principles of building software of a measurement unit as part of a hardware-software complex of multi-view electrical impedance tomography. Analyzed previously presented software solutions. On the basis of the analysis made, requirements are put forward for the algorithms of the functioning of the main components of the hardware of the three-dimensional electrical impedance tomography system, taking into account the specifics of their joint use. The structural diagrams of the hardware-software complex and the measurement unit itself are developed and given. On the basis of the requirements put forward and the constructed structural diagrams, algorithms for automatic control of the process of obtaining measurement data by the method of multi-angle electrical impedance tomography have been developed, and their detailed description has been given. The flowcharts of the developed algorithms are presented, which cover the whole range of operations performed: from selecting the electrode belt, switching individual injection and measuring channels, controlling the parameters of the injection current, to automatically testing the quality of electrical contact between the selected electrode and the surface of the object under study, selecting the gain and output received measurement data on a personal computer for their subsequent analysis and processing. The application of the developed algorithms will allow to increase the functionality of the hardware-software complex of multi-angle electrical impedance tomography, as well as reduce the time of its design and practical implementation.

Keywords: three-dimensional electrical impedance tomography, hardware algorithms

Известны примеры разработки информационно-измерительных систем электроимпедансной томографии [1, 2] (ИИС ЭИТ), представляющих собой аппаратно-программный комплекс, состоящий из устройства, выполняющего функции автоматического получения измерительной информации и ее передачу, и персонального компьютера с установленным программным обеспечением, выполняющего функции приема, обработки, анализа, хранения и визуализации измерительных данных. В указанных примерах устройства, вы-

полняющие измерения в плоскости одного пояса пациента, реализуют метод двумерной ЭИТ. В данной статье рассмотрены вопросы построения алгоритмов функционирования аппаратной части ИИС ЭИТ, а именно устройства, позволяющего проводить измерения в нескольких плоскостях поясов пациента, то есть методом многоугловой электроимпедансной томографии (МРЭИТ) [3]. Концепция МРЭИТ заключается в возможности выбора отдельных томографических срезов, синтеза новых срезов в плоскостях, отличных от плоскостей

расположения электродных поясов, что явно отличает ее от традиционной двумерной ЭИТ. При этом стоит отметить и возрастающую сложность проектирования аппаратной и программной составляющих такой системы.

Представленные ранее разработки аппаратно-программных комплексов традиционной двумерной электроимпеданной томографии [4, 5] не соответствуют требованиям метода МРЭИТ в части поддержки проведения измерений посредством нескольких электродных поясов. В этой связи возникает необходимость разработки технических средств МРЭИТ.

Материалы и методы исследования

Структурная схема АПК ЭИТ представлена на рис. 1.

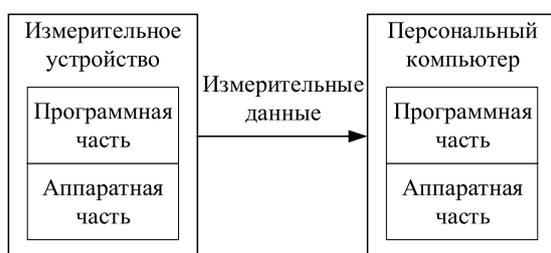


Рис. 1. Структурная схема АПК ЭИТ

Как можно видеть из представленной на рис. 1 схемы, и в персональном компьютере, и в измерительном устройстве работа аппаратного обеспечения

невозможна без программной части, задающей алгоритмы функционирования всего устройства. При этом построение программной части невозможно без учета специфики использования его аппаратных компонентов.

Разработанная структурная схема аппаратной части измерительного устройства (БИ) в составе АПК ЭИТ представлена на рис. 2.

Согласно представленной на рис. 2 структурной схеме, блок измерения включает в себя следующие компоненты:

- микропроцессор (МК) [6],
- источник инжектирующего тока (ИТ),
- усилитель измерительного канала (УИК),
- блок коммутации, состоящий из n блоков мультиплексов электродных поясов,
- блок питания (БП),
- блок электродов (БЭ), посредством которого устройство подключено к объекту исследования ИО.

Микропроцессор МК является центральным элементом БИ. С помощью МК осуществляется автоматическое переключение каналов измерения потенциалов на поверхности исследуемого объекта и инжектирования тока через него, задание параметров работы инжектирующей и измерительной схем на отдельных этапах работы АПК ЭИТ.

Источник тока ИТ под управлением МК позволяет динамически менять параметры инжектирующего тока.

Блоки мультиплексов электродных поясов (1.. n) выполняют функцию коммутации реализованных в АПК ЭИТ аналоговых каналов: инжектирующего тока, общей точки, дифференциальных измерительных каналов.

Схема блока УИК, представляющая собой программируемый усилитель, управляемый микропроцессором, позволяет автоматически изменять коэффициент усиления измерительного сигнала в зависимости от его амплитуды.

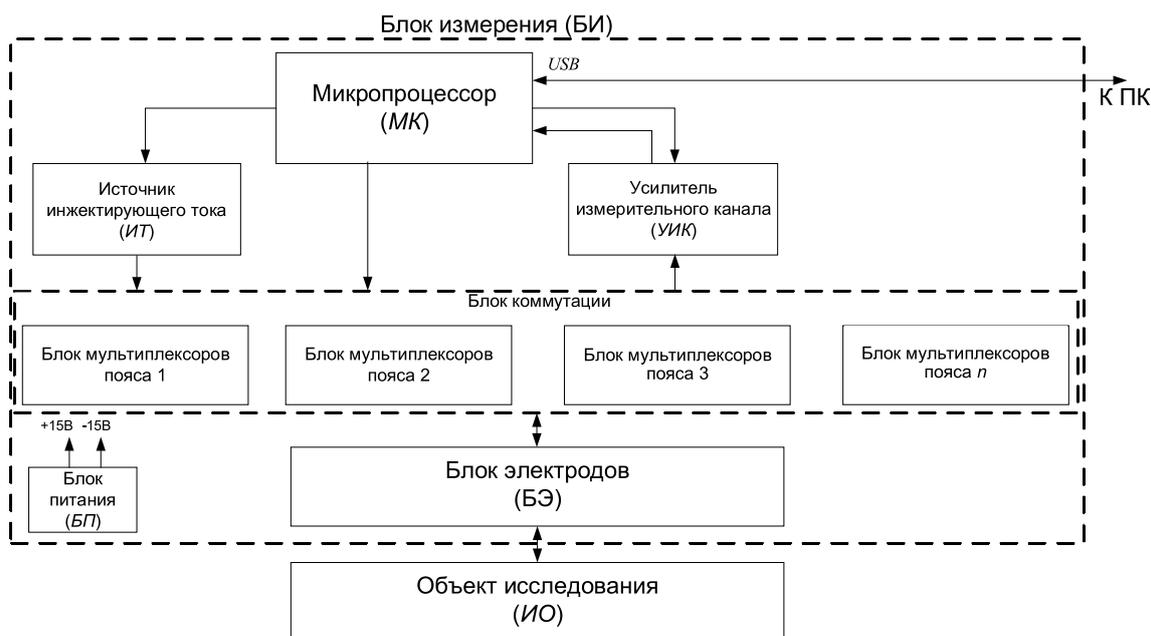


Рис. 2. Структурная схема измерительного устройства

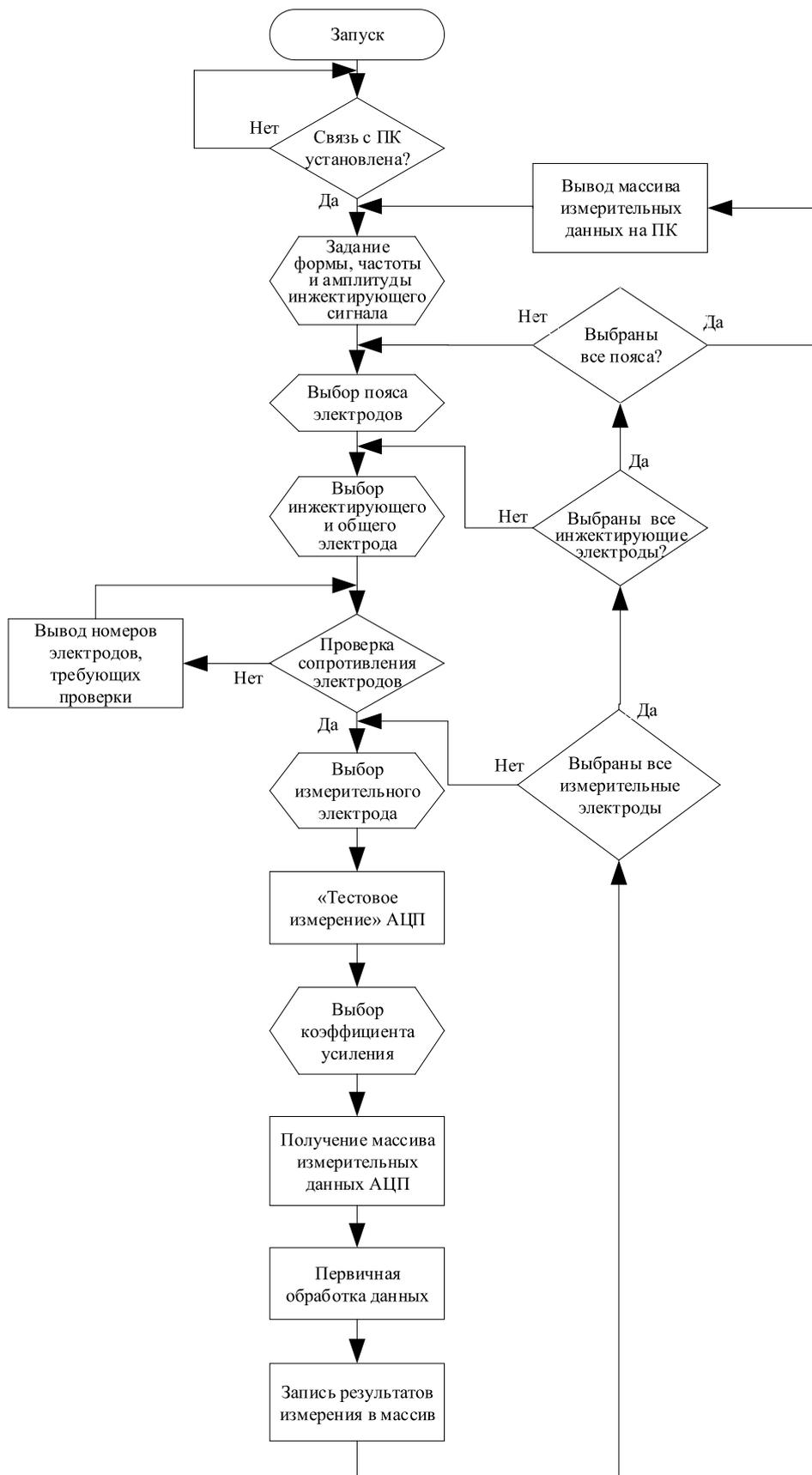


Рис. 3. Блок-схема общего алгоритма функционирования аппаратной части АПК ЭИТ

В работах [4–5] представлены разработанные ранее алгоритмы функционирования аппаратной части АПК ЭИТ, которые показали высокую эффективность для решения задач двухмерной ЭИТ. Однако учесть данные алгоритмы для реализации МРЭИТ не представляется возможным в связи с новыми техническими требованиями. Поэтому необходима разработка новых подходов и алгоритмов функционирования АПК для практической реализации метода МРЭИТ.

При этом разрабатываемый АПК ЭИТ должен иметь возможность управления процессом такого исследования, заключающуюся в возможности задания оператором автоматического режима работы комплекса с момента задания параметров исследования до получения конечного результата, который в каждом отдельном случае зависит от решаемых методом МРЭИТ задач.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе сформированных требований разработана блок-схема общего алгоритма функционирования аппаратной части АПК ЭИТ, которая представлена на рис. 3.

Согласно разработанному алгоритму, блок измерения работает следующим образом: МК проверяет наличие подключения к ПК, в случае его отсутствия МК переходит в режим ожидания. В случае успешного подключения к ПК МК ожидает ввода следующих параметров измерения: амплитуда, частота и форма инжектирующего тока, а также количество задействованных электродных поясов, подключенных к ИО.

После задания параметров исследования производится проверка наличия электрического контакта поверхности исследуемого объекта и каждого электрода в составе выбранных поясов. Проверка контакта осуществляется путем измерения сопротивления между двумя соседними электродами, путем подключения соответствующих каналов коммутаторов и аналого-цифрового преобразователя (АЦП [7]). В случае, если сопротивление между выбранными электродами превышает заданное значение, МК выводит сообщение с номерами электродов, на которых обнаружено нарушение контакта, и переходит в режим ожидания устранения выявленных нарушений и сигнала возможности продолжения измерения.

В случае успешного подключения всех электродов производится тестовое измерение, блок-схема алгоритма которого представлена на рис. 4.

В результате тестового измерения определяется коэффициент усиления УИК, соответствующий диапазону измеряемого напряжения. Затем выполняется процедура основного измерения с выбранным коэффициентом усиления с проверкой полученных измерительных данных на

соответствие выбранному коэффициенту усиления. В случае выхода значений измеренных величин напряжения за заданные пределы процедура повторяется. При успешном завершении процедуры измерения на основе выбора коэффициента усиления УИК производится первичная математическая обработка измерительных данных с учетом коэффициента передачи всей измерительной цепи и выбранного значения коэффициента усиления УИК.

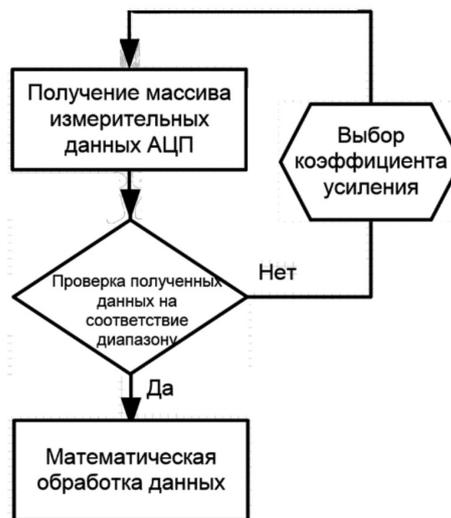


Рис. 4. Блок-схема алгоритма тестового измерения

В результате проведенного измерения и математической обработки измерительных данных производится запись в массив измерительных данных.

При завершении измерительных процедур во всех выбранных конфигурациях подключения инжектирующих и измерительных электродов, с помощью МК осуществляется выбор следующего электродного пояса и процедура повторяется заново. При достижении заданного числа электродных поясов МК завершает процедуру измерения и производит вывод полученных измерительных данных на ПК по линии *USB* [8], где производится их дальнейшая обработка. Производится очистка динамической памяти [9], выделенной под все массивы хранения измерительной информации, МК переходит в режим ожидания параметров следующего измерения.

Таким образом, в ходе работы реализовано автоматическое управление всем процессом получения измерительных данных методом МРЭИТ, а именно следующими процедурами:

- заданием параметров измерения;

- проверкой наличия электрического контакта выбранных электродов;
- переключения отдельных инжектирующих и измерительных каналов;
- управления параметрами инжектирующего тока;
- подбором коэффициента усиления;
- выводом полученных измерительных данных.

Выводы

В результате проведенных работ сформулированы требования к аппаратной части аппаратно-программного комплекса многокурсовой электроимпедансной томографии, разработана структурная схема измерительного устройства. На основе выдвинутых требований и структурных схем измерительного устройства разработан алгоритм общего функционирования аппаратной части комплекса, представлена блок-схема разработанного алгоритма.

Разработка позволяет реализовать автоматическое управление всеми процессами получения измерительных данных, от момента задания оператором параметров исследования до момента получения измерительных данных.

Работы выполняются в рамках гранта Президента Российской Федерации для

государственной поддержки молодых российских ученых МК-196.2017.8.

Список литературы

1. Пеккер Я.С., Бразовский К.С. Электроимпедансная томография. Томск: Изд-во НТЛ, 2004. 192 с.
2. Корженевский А.В. Электроимпедансная томография: исследования, медицинские приложения, коммерциализация // Альманах клинической медицины. 2006. № 12. С. 58.
3. Aleksanyan G., Shcherbakov I., Kucher A., Priyma M. Research of the conductivity of organic and inorganic media in multi-angle multi-frequency electrical impedance tomography. MATEC Web of Conferences. 2017. V. 132. DOI: 10.1051/mateconf/201713204008.
4. Алексанян Г.К., Кучер А.И., Демьянов В.В. Разработка общего алгоритма функционирования блока сбора и передачи данных для информационно-измерительной системы электроимпедансной томографии биологических объектов // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2016. № 11–1. С. 3–5.
5. Алексанян Г.К., Кучер А.И., Демьянов В.В. Алгоритм функционирования информационно-измерительной системы электроимпедансной томографии биологических объектов // Проблемы внедрения результатов инновационных разработок: сборник статей международной научно-практической конференции, 2016. С. 9–11.
6. Васильев А.Е. Микроконтроллеры: разработка встраиваемых приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. С. 6–8.
7. Fraden J. Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications. Springer, 2010. P. 5.
8. What is a Universal Serial Bus (USB)? // Techopedia.com [Электронный ресурс]. URL: <https://www.techopedia.com/definition/2320/universal-serial-bus-usb> (дата обращения: 19.11.2018).
9. Godse A.P., Godse D.A. Advanced C Programming. Technical Publications. 2008. P. 6–28.

УДК 004.43:004.942

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА R ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

Алюнов Д.Ю., Мытникова Е.А., Мытников А.Н.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, e-mail: aldmityr89@gmail.com

Статистическая обработка данных довольно прочно вошла в набор основных и базовых средств для анализа различных сигналов и последовательностей данных. Целью статьи является рассмотрение возможности использования скрытых марковских моделей при анализе цены финансовых инструментов и прогнозировании их движения цены. В статье представлен алгоритм оценки и анализа числовых последовательностей на основе скрытых марковских моделей, реализованный на языке R. В качестве данных для обработки были взяты котировки фьючерсов фондового рынка. В статье приведён математический аппарат, лежащий в основе алгоритма, а также представлена работа программы, написанной на языке C# и реализующей данный алгоритм. Работа системы предварительно была смоделирована и протестирована на языке R. Использование автоматизированных систем для анализа и предсказания значений биржевых котировок является актуальной современной задачей, интерес к которой возрастает с каждым годом. По итогам проведения исследования выявлены достоинства и недостатки разработанной программы, сделан вывод о целесообразности использования и доработки данного алгоритма для применения в торговых системах, а также сформулированы направления модернизации алгоритма и программы.

Ключевые слова: язык R, статистическая обработка данных, скрытые марковские модели, анализ данных

USE OF LANGUAGE R IN STATISTICAL ANALYSIS OF DATA

Alyunov D.Yu., Mytnikova E.A., Mytnikov A.N.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Chuvash State University by. I.N. Ulyanov», Cheboksary, e-mail: aldmityr89@gmail.com

Statistical data processing is quite firmly included in the set of basic and basic tools for analyzing various signals and data sequences. The purpose of the article is to consider the possibility of using hidden Markov models when analyzing the price of financial instruments and predicting their price movement. The article presents an algorithm for evaluating and analyzing numerical sequences based on hidden Markov models implemented in R. The data for processing were taken from stock market futures. The article presents the mathematical apparatus underlying the algorithm, and also presents the work of a program written in C# and implementing this algorithm. The system was previously simulated and tested in R. The use of automated systems for analyzing and predicting the values of stock quotes is an actual modern task, the interest in which increases with each year. According to the results of the study, the advantages and disadvantages of the developed program were identified, the conclusion was made about the expediency of using and refining this algorithm for use in trading systems, and the directions for modernization of the algorithm and program were formulated.

Keywords: R language, statistical data processing, hidden Markov models, data analysis

Методы оценивания параметров сигналов, числовых последовательностей и данных применяются в различных сферах деятельности: в распознавании речи, обработке технической информации, в анализе и предсказании значений биржевых котировок [1]. Существует множество прикладных пакетов для анализа больших данных: SPSS, Stadia, Matlab, Statistica, однако следует выделить пакет языка R – свободно распространяемый программный продукт с большим количеством пакетов и расширений, позволяющих существенно расширить область применения. В данной статье рассматривается применение пакетов языка R при анализе и предсказании значений биржевых котировок с использованием скрытых марковских моделей.

Цель исследования: рассмотрение возможности использования скрытых марковских моделей при анализе цены финансовых инструментов и прогнозировании движения цены.

Материалы и методы исследования

Скрытые марковские модели находят свое применение при разработке торговых рыночных моделей и стратегий [2]. При разработке торговых моделей необходимо выбрать какие-либо рыночные данные *data* и сгенерировать совокупность признаков *O*. В сфере фондовых рынков в качестве набора данных могут служить цены финансовых инструментов, а в качестве признаков могут выступать производные математические параметры, индикаторы технического анализа. Скрытая марковская модель определяет тот класс, который согласно методу максимального правдоподобия наиболее точно соответствует совокупности признаков *O*. Допустим, класс φ наиболее точно соответствует классу *data*, рассчитывается следующим образом:

$$\hat{\varphi} = \arg \max_{\varphi} P(\varphi | O) = \arg \max_{\varphi} \frac{P(O | \varphi)P(\varphi)}{P(O)} = \arg \max_{\varphi} P(O | \varphi)P(\varphi).$$

Вероятность $P(O)$ не влияет на итоговый результат, поскольку от нее не зависит вычисление максимума функции. Вероятность $P(O|\varphi)$ можно классифицировать таким образом, как вероятность принадлежности

совокупности признаков O классу $data$, $P(O|\Phi)$ определяется скрытыми состояниями марковской модели.

На рис. 1 изображена схема скрытой марковской модели, у которой пять состояний N ; $a_{i,j}$ обозначает вероятность перехода из одного состояния в другое; $b_j(O)$ – обозначает вероятность нахождения массива параметров O при нахождении в состоянии j (необходимо учитывать, что j не может равняться первому и последнему (пятому) состоянию).

Таким образом, вектор параметров марковской модели определяется как $\beta = [N, a_{i,j}, b_j]$. Здесь $O = [o_1, o_2, \dots, o_T]$ – совокупность признаков, являющихся параметрами наблюдения; $S = S [s_1, s_2, \dots, s_T]$ – полученная последовательность состояний системы. Совместная вероятность соответствия вектора O вектору S при параметрах β будет равна произведению вероятности перехода из одного состояния в последующее и вектора параметров, которые генерируются при данном состоянии:

$$P(O, S|\beta) = a_{s_0, s_1} \prod_{t=1}^T b_{s_t}(o_t) a_{s_t, s_{t+1}},$$

где s_0 и s_{T+1} являются начальными и конечными состояниями системы соответственно [3]. Совокупность состояний S является скрытой переменной, она нам не известна. Однако если вычислить сумму вероятностей по всем возможным состояниям, получим следующее выражение:

$$P(O|\beta) = \sum_S p(O, S|\beta).$$

Форвардный алгоритм рассчитывает полученную моделью вероятность данных по всем возможным состояниям. Вектор O описывается мультивариантным нормальным распределением. Для описания нормального распределения следует рассчитать, используя метод максимального правдоподобия, значения среднего распределения σ и ковариацию Cov вектора параметров. Чтобы рассчитать данные параметры для j -го состояния системы, применяется сегментация Витерби путем поиска жесткого соответствия вектора параметров, и состояний, которые генерировали данный вектор. Каждое состояние j генерирует наблюдения начиная с t_j :

$$\hat{\sigma}_j = \frac{1}{t_{j+1} - t_j} \sum_{t=t_j}^{t_{j+1}-1} O_t,$$

$$\widehat{Cov}_j = \frac{1}{t_{j+1} - t_j} \sum_{t=t_j}^{t_{j+1}-1} [(O_t - \hat{\sigma}_j)(O_t - \hat{\sigma}_j)^T].$$

С помощью форвардного метода эффективно рассчитывается функция $P(O|\beta)$, где самой форвардной переменной считается вероятность того, что модель сгенерирует наблюдения до времени t . В момент времени t состояние j будет определяться следующим образом:

$$\alpha_j(t) = p(o_1, o_2, \dots, o_T, s(t-1) = k,$$

$$s(t) = j|\beta) = \alpha_k(t-1) a_{kj} b_j(O_t) =$$

$$= \sum_{k=1}^N p(o_1, o_2, \dots, o_T, s(t-1) = k, s(t) = j|\beta)$$

и вычисляется рекурсивно через переменную в момент $t-1$ в состоянии k . Здесь: a_{kj} – вероятность перехода системы из k -го состояния в j -е состояние; $b_j(o_t)$ – вероятность генерации вектора o_t из состояния t . Схема алгоритма:

1. Инициализируем алгоритм: $\alpha_1(0) = 1, \alpha_j(0) = 0$ для $1 < j \leq N$ и $\alpha_j(t) = 0$ для $1 < t \leq T$.

2. Описание рекурсии: при $t = 1, 2, \dots, T$; при $j = 2, 3, \dots, N-1$; $\alpha_j(t) = b_j(o_t) \left[\sum_{k=1}^{N-1} \alpha_k(t-1) a_{kj} \right]$.

3. Поиск решения: $P(O|\beta) = \sum_{k=2}^{N-1} \alpha_k(T) a_{kN}$.

Метод Витерби предназначен для аппроксимации $P(O|\beta)$ вероятностью $\hat{P}(O|\beta)$, она рассчитывается по наиболее вероятной последовательности.

$$\hat{P}(O|\beta) = \max_S [p(O, S|\beta)],$$

где S – более вероятная последовательность состояний системы. Форвардная переменная рассчитывается данным способом:

$$\vartheta_j(t) = \max_{S^{t-1}} p(o_1, o_2, \dots, o_t, s(t) = j|\beta) =$$

$$= \max_i [\vartheta_i(t-1) a_{ij} b_j(o_t)],$$

где S^{t-1} будем называть наилучшим путем. Алгоритм будет следующим:

1. Инициализируется алгоритм: $\vartheta_1(0) = 1; \vartheta_j(0) = 0$ для $1 < j \leq N$ и $\sigma_1(t) = 0$ для $1 \leq t \leq T$.

2. Описание рекурсии: при $t = 1, 2, \dots, T$, $j = 2, 3, \dots, N-1$; $\vartheta_j(t) = \max_{1 \leq k < N} [\vartheta_k(t-1) a_{kj} b_j(o_t)]$; затем сохраняется предыдущее значение в переменной $\text{pred}(j, t) = k$.

3. Поиск решения: $P(O, S|\beta) = \max_{1 \leq k < N} \vartheta_k(T) a_{kN}$, предыдущее значение сохраняем $\text{pred}(N, T) = k$. Лучший путь ищется, следуя в обратном порядке по сохраненным значениям $\text{pred}(j, t)$.

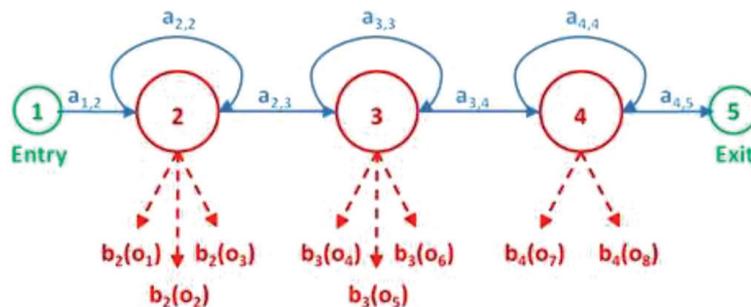


Рис. 1. Схема скрытой марковской модели

Напрямую вычисляя $P(O|\beta)$, можно прийти к ошибкам малой разрядности, возникающим из-за ограниченных вычислительных возможностей компьютера, поэтому рекомендуется рассчитывать натуральный логарифм $\log(P(O|\beta))$.

Режимы могут распознаваться с помощью марковской модели двумя способами. При первом способе используется одна модель, в которой каждое состояние соответствует режиму, в котором находится финансовый инструмент. Другой способ – строить несколько моделей, где каждая модель предназначена лишь для одного режима, и необходимо отобрать именно ту модель, чья генерация данных наиболее точно соответствует текущему состоянию рыночного инструмента.

Результаты исследования и их обсуждение

Приведенные алгоритмы для описания и применения модели Маркова при анализе данных, а также ее элементы реализуются в библиотеке языка R *RHmm* (*load.packages('RHmm')*) [4]. Тренд рыночного инструмента считаем двух видов: растущий и падающий. Модель обучается путем симулирования исходных данных посредством нормального распределения, в котором M – медиана, σ – среднее квадратичное отклонение распределения. Для этого генерируются 100 значений приращений цены финансового инструмента для растущего тренда $R(M.rost, \sigma.rost)$, 100 значений для нисходящего тренда $R(M.pad, \sigma.pad)$. Еще 100 значений сгенерированы для растущего тренда с другими значениями медианы и среднее квадратичного отклонения. Интервал между приращениями цены будем считать равным одному дню. Для примера ниже указана часть кода программы на языке R, которая осуществляет поиск режимов и определяет их вероятности: $z = c(rost, pad, rost, 2)$; $ResFit = HMMFit(z, nStates=2)$; $Viterbi = viterbi(ResFit, z)$; $Forward_Model = forwardBackward(ResFit, z)$.

На рис. 2 изображено моделирование работы алгоритма, основанного на первой модели. Для демонстрации работы программы мы обучаем модель на первых 300 отсчетах (днях), затем тестируем на следующих 300 отсчетах (днях). Для построения графика использовался пакет языка R «*quantmod*» [5].

Здесь: слева представлены заданные режимы (состояния), которые использовались для генерирования приращений цены, и вероятность того, что система находится в каком-либо из этих состояний (по горизонтальной оси отложены порядковые номера дней); справа представлены сгенерированные наблюдения (первые 300 значений предназначены для обучения системы, последние 300 для тестирования);

цена финансового инструмента, для того, чтобы визуально наблюдать вид тренда; изображены результаты работы программы. Красным цветом для удобства задается нисходящий тренд (на двух верхних графиках справа), зеленым цветом задается восходящий тренд (на двух верхних графиках справа). На нижнем графике представлено то, как программа определяет данные режимы согласно заданному алгоритму. После проведения тестирования на всей истории данного финансового инструмента с 1921 г. установлено, что погрешность определения алгоритмов границ режимов составляет не более 14,23 % по сравнению с шириной интервала. Аналогичные действия были выполнены при моделировании работы второго метода, в котором строятся несколько моделей, где каждая модель предназначена лишь для одного режима.

Протестируем работу алгоритма на примере графиков биржевых фьючерсов RTS-9.15. Для тестирования использовалась программа, написанная при помощи языка C#, с использованием библиотеки Accord.net. Количество входных биржевых «свечей» (временных интервалов) – изменяемый параметр, вторым параметром является горизонт прогноза. Временной интервал «свечи» зависит от данных, загруженных в текстовый документ. Программа рассчитывает вероятность верного предсказания в пределах указанного горизонта, прибыль в процентах, максимальную просадку.

Исходная последовательность цен делится в пропорции 70/30: первые 70 % значений используются для обучения модели, оставшиеся 30 % для проверки эффективности, проверки устойчивости оценивания модели и отсутствия подгонки. Результат представлен на рис. 3. В качестве анализируемого инструмента используется фьючерс RTS-9.15, временной интервал последовательности с 16 июня 2015 г. по 16 июля 2015 г., временной интервал «свечей» 5 мин.

Здесь: «train» – обучающая последовательность равная первым 70 % значениям; «out-of-sample» – тестовая выборка для проверки устойчивости алгоритма, последние 30 % значений; на графике изображены кумулятивные приращения цены фьючерса в зависимости от даты; горизонт прогноза установлен равным 3 «свечам», или 15 мин; вероятность прогноза на обучающей последовательности равна 50,79 %, при доходности в 26,86 %; вероятность прогноза на тестовой последовательности снизилась до 51,43 %, однако доходность составила порядка 30,45 %; максимальная просадка на тестовой последовательности составила порядка 6,96 %.

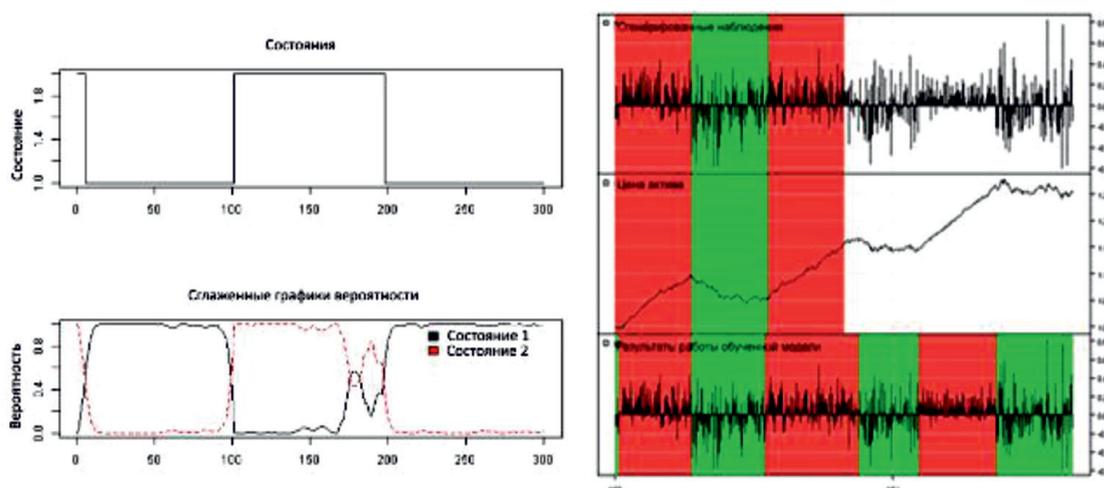


Рис. 2. Демонстрация работы алгоритма, основанного на построении одной модели

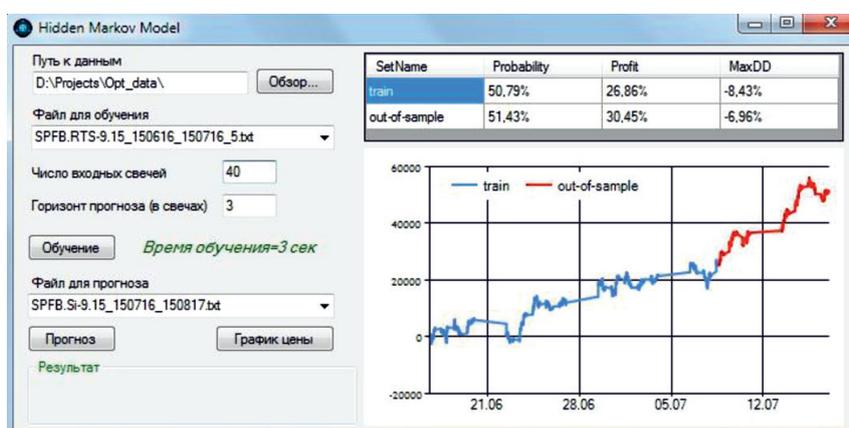


Рис. 3. Результат работы алгоритма при анализе фьючерса RTS-9.15

Результат тестирования программы на примере фьючерсов

Фьючерс	Начало временного интервала	Конец временного интервала	Вероятность прогноза, %	Доходность, %	Макс. просадка, %
RTS-9.15	16 июня 2015 г.	16 июля 2015 г.	51,43	30,45	6,96
RTS-9.15	17 июля 2015 г.	16 августа 2015 г.	48,95	30,98	11,45
Si-9.15	16 июня 2015 г.	16 июля 2015 г.	57,06	11,68	4,52
Si-9.15	17 июля 2015 г.	16 августа 2015 г.	54,17	20,58	17,95

Для проверки анализируются результаты алгоритма на следующем временном интервале с 17 июля 2015 г. по 16 августа 2015 г. без повторения процесса обучения, а также на ином финансовом инструменте, для примера используем фьючерс Si-9.15. Используемые фьючерсы являются самыми ликвидными на российском фондовом рынке FORTS, поэтому именно они были выбраны с целью минимизации случайной

компоненты и минимизации эффекта волатильности рынка. Модели тестируются на двух различных активах и на двух временных интервалах, имеют различные длительности трендов, чередования трендовых и флэтовых движений, на данных интервалах наблюдались все три возможных режима модели [6]. В таблице представлена оценка результатов работы модели в сравнении между двумя активами, каждый ак-

тив оценивался на двух временных интервалах после процесса обучения модели.

При тестировании скользящего окна модели (при каждом движении окна модель переучивается) для фьючерса Si-9.15 вероятность составила 51,21%, доходность составила 8,48%, максимальная просадка составила 6,38%, что говорит о снижении волатильности просадки.

Выводы

Внедрение в процесс торговли механизмов прогнозирования позволяет существенно улучшить качество прогнозов, а использование пакетов свободно распространяемого языка R позволит трейдерам самостоятельно дорабатывать алгоритм под собственные потребности. Были выявлены недостатки работы программы – диапазон применяемых параметров узок, при их изменении на 20–30% прогноз предсказания может привести к резкому снижению вероятности прогнозирования. Вероятность прогнозов на уровне 50–55% в условиях реальной торговли на фондовом рынке является ниже рекомендуемых 70% профессиональными трейдерами для ее применения из-за биржевых комиссий. С целью повышения устойчивости и эффективности алгоритма необходимо добавить параметры, не связанные с ценой, например биржевой «стакан заявок», значения объемов торгов, а также верно выбрать статистическое распределение. В исследовании использовалось нормальное распределение.

Достоинствами использования скрытых марковских процессов является высокая доходность и вероятность прогноза выше 50%, даже при использовании в качестве исходных данных только последовательности цен, следует добавить неценовые параметры в алгоритм. Об устойчивости модели

говорят близкие значения параметров при использовании алгоритма на разных временных интервалах и разных финансовых инструментах. При отдалении интервала применения алгоритма от обучающей последовательности снижается вероятность прогноза и увеличивается максимальная просадка. Использование скользящего окна показало снижение доходности, но большую стабильность и снижение рисков. Максимальная просадка снизилась практически в два раза до 6,38%, что существенно снижает риски потери средств трейдерами. Путем задания интервала прогнозирования и числа входных «свечей» находятся оптимальные параметры алгоритма с точки зрения качества прогнозирования и снижения рисков. Скрытые марковские модели проявили высокий потенциал для применения их в торговле на фондовых рынках, были показаны способы модернизации программы.

Список литературы

1. Алнонов Д.Ю. О методах оценивания параметров сигнала // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=16608> (дата обращения: 26.11.2018).
2. Погосян Э.А. Прогнозирование валютных курсов с использованием методов статистики // Научные записки молодых исследователей. 2015. № 1. С. 22–25.
3. Rabiner L.R. A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition. Proceedings of the IEEE. 1989. № 77 (2). P. 257–285.
4. Зарядов И.С. Введение в статистический пакет R: типы переменных, структуры данных, чтение и запись информации, графика. М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2010. 207 с.
5. Зарядов И.С. Статистический пакет R: теория вероятностей и математическая статистика. М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2010. 141 с.
6. Мытникова Е.А., Желтов В.П. Уточненный расчет надежности математической модели со встроенным контролем // Сборник трудов молодых ученых и специалистов. Чебоксары, 2007. С. 43.

УДК 691.316

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ВЯЖУЩЕГО НА СВОЙСТВА НЕАВТОКЛАВНЫХ СИЛИКАТНЫХ КОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

Володченко А.А., Лесовик В.С.

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Белгород, e-mail: volodchenko.aa@bstu.ru

В настоящее время среди применяемых стеновых материалов в строительстве широко распространены силикатные стеновые материалы, традиционная технология производства которых предусматривает использование вяжущего, получаемого совместным помолом негашеной извести и кремнеземистого компонента. Процесс синтеза гидросиликатов кальция в подобной системе протекает при высоких температурах и давлениях, что определяет высокую энергоёмкость производства. Так, одной из главных задач в настоящее время является уменьшение энергоёмкости производства строительных композитов различного функционального назначения за счет применения нетрадиционного, в том числе техногенного сырья. Особый интерес с этой точки зрения представляют нетрадиционные для стройиндустрии глинистые породы. Установлено, что применение комплексного вяжущего, включающего известь и портландцемент для производства неавтоклавных силикатных стеновых материалов на основе нетрадиционных глинистых пород, будет способствовать достижению необходимого уровня структурообразования и максимальных физико-механических свойств изделий не только при высоких давлениях и температуре, но и при температурах до 100 °С. Использование более высоких режимов давления прессования позволит получать изделия с пределом прочности при сжатии более 25 МПа. Благодаря гранулометрическому составу используемых пород, а также наличию тонкодисперсной глинистой составляющей достигается высокая прочность кирпича-сырца, что предопределяет выпуск высокоэффективных высокопустотных неавтоклавных силикатных стеновых изделий, отличающихся высокими теплотехническими и акустическими показателями.

Ключевые слова: неавтоклавные силикатные материалы, нетрадиционные глинистые породы, комплексное вяжущее, стеновые материалы

TO THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF COMPLEX BINDER ON THE PROPERTIES OF NON-AUTOCLAVE SILICATE COMPOSITES WITH THE USING NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS

Volodchenko A.A., Lesovik V.S.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod,
e-mail: volodchenko.aa@bstu.ru

Currently, silicate wall materials are widely used among wall materials used in construction, the traditional production technology of which involves the use of a binder, joint grinding of quicklime and a silica component. The synthesis of calcium hydrosilicates in such a system proceeds at high temperatures and pressures, which determines the high energy intensity of production. So one of the main tasks at present is to reduce the energy intensity of the production of building composites of various functional purposes through the use of unconventional, including man-made materials. Of particular interest from this point of view are non-traditional for the construction industry clay rocks. It has been established that the use of complex binder, including lime and Portland cement for the production of non-autoclaved silicate wall materials based on non-traditional clay rocks, will help to achieve the required level of structure formation and maximum physical and mechanical properties of products not only at high pressures and temperatures, but also at temperatures up to 100 °C. The use of higher modes of pressing pressure will allow to obtain products with a compressive strength of more than 25 MPa. Due to the granulometric composition of the rocks used, as well as the presence of a fine clay component, high strength of the raw brick is achieved, which predetermines the production of highly efficient high-hollow non-autoclaved silicate wall products with high thermal engineering and acoustic characteristics.

Keywords: non-autoclaved silicate materials, non-traditional clay rocks, complex binder, wall materials

В настоящее время среди применяемых стеновых материалов в строительстве одно из ведущих мест занимают автоклавные силикатные материалы, уступая только керамическим материалам и железобетону. В классической технологии силикатных материалов в качестве основного сырья используется кварцевый песок, однако процесс синтеза гидросиликатов кальция в подобной системе протекает при высоких температурах и давлениях [1], что опреде-

ляет высокую энергоёмкость производства. Так одной из главных задач в настоящее время является уменьшение энергоёмкости производства строительных композитов различного функционального назначения за счет применения нетрадиционного, в том числе техногенного сырья [2–4]. Исходя из анализа информации в области исследования сырьевых ресурсов для автоклавных материалов [5], были определены теоретические основы, а также их эксперименталь-

ное подтверждение о возможности синтеза прочного каркаса из новообразований [6] при получении неавтоклавных силикатных материалов с определенным набором свойств, за счет использования в сырьевой смеси нетрадиционных глинистых пород.

В классической технологии силикатных материалов, с использованием традиционного сырья, применяется заранее приготовленное вяжущее, получаемое помолом в определенном соотношении негашеной извести и кварцевого песка или другого кремнеземсодержащего сырья. Использование же комплексного вяжущего, включающего известь и портландцемент для производства неавтоклавных силикатных стеновых материалов на основе нетрадиционных глинистых пород, будет способствовать достижению необходимого уровня структурообразования и максимальных физико-механических свойств изделий не только при высоких давлениях и температуре, но и при температурах до 100 °С.

Для улучшения процессов структурообразования, а также формирования более высокоорганизованной микроструктуры композита, на различных размерных уровнях, проведены исследования с применением комплексного вяжущего на основе портландцемента и извести, а также вяжущего ВНВ-100.

Цель работы – исследование влияния комплексного вяжущего на свойства неавтоклавных силикатных композитов с использованием нетрадиционного сырья.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных компонентов, для получения неавтоклавных силикатных материалов использовались следующие сырьевые материалы:

- олово-элювиально-делювиальная глинистая порода четвертичного возраста региона Курской магнитной аномалии (КМА);
- портландцемент класса ЦЕМ I 42,5Н ГОСТ 31108-2003;
- вяжущее низкой водопотребности (ВНВ-100);
- известь молотая негашеная с активностью 76,4%;
- вода водопроводная.

Эксперимент проводили методом полусухого прессования, при удельном давлении прессования 20, 30 и 40 МПа. При изготовлении использовали сырьевую смесь, состоящую из вяжущего компонента и исходной олово-элювиально-делювиальной глинистой породы.

Формовочная влажность сырьевых смесей подбиралась исходя из конкретных составов. В качестве вяжущего использовался портландцемент класса ЦЕМ I 42,5Н и ВНВ-100, а также комплексное вяжущее, полученное с использованием извести и портландцемента. Все образцы подвергались гидротермальной обработке при температуре 80 ± 5 °С по режиму 1,5 ч + 9 ч + 1,5 ч. Определение физических и механических свойств образцов проводили согласно требованиям соответствующих нормативных документов.

Определение минералогического состава сырья и идентификацию продуктов реакции проводили методом рентгенофазового (РФА) и дифференциально-термического (ДТА) анализов. Микроструктурные особенности исходных компонентов, а также синтезированных новообразований изучали методом растрово-электронной микроскопии.

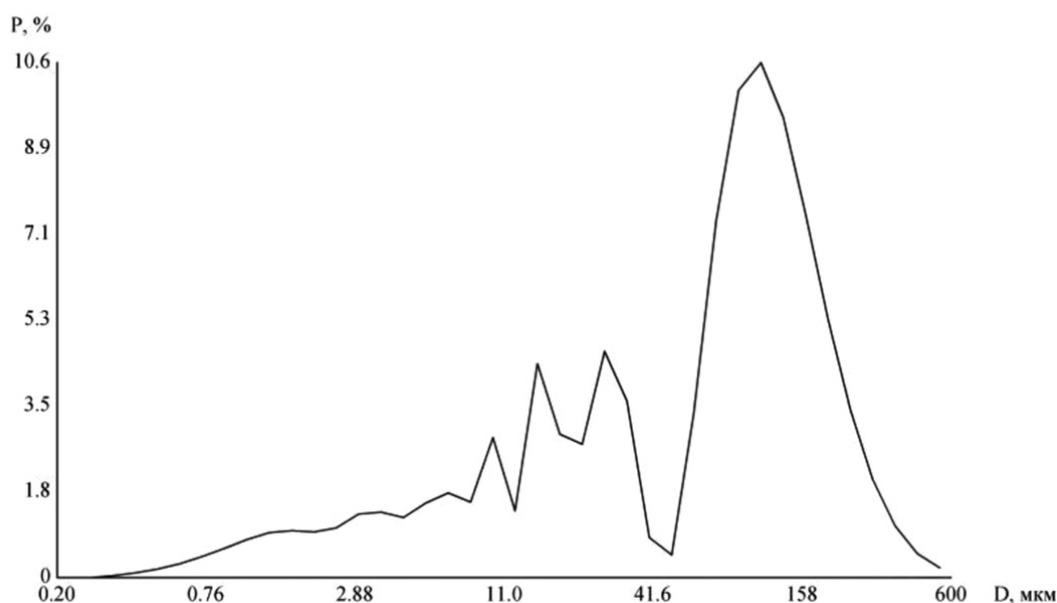


Рис. 1. Распределение частиц по размерам в глинистой породе

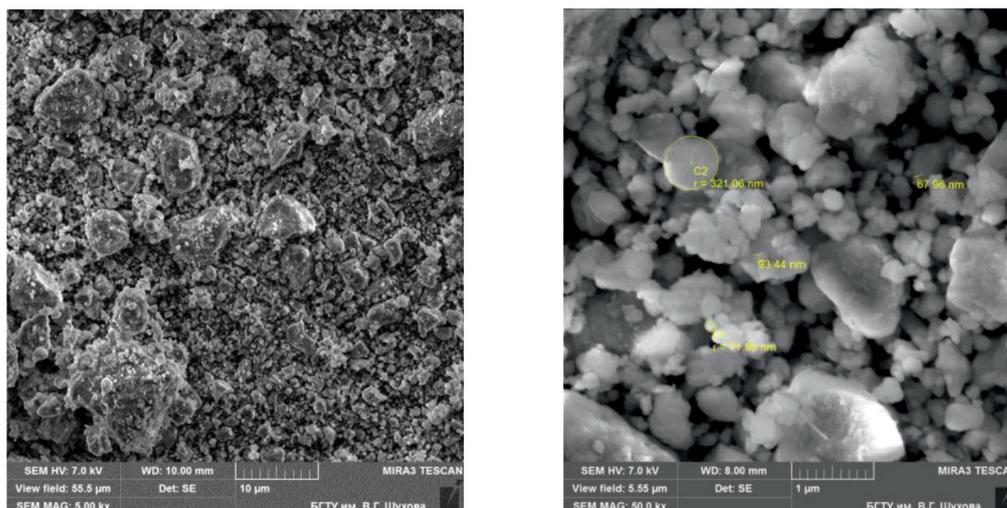


Рис. 2. Микроструктура глинистой породы

Результаты исследования и их обсуждение

Используемая в данной работе для исследований эолово-элювиально-делювиальная глинистая порода четвертичного возраста региона Курской магнитной аномалии (КМА) содержит в своем составе высокодисперсные составляющие такие как смешаннослойные глинистые минералы, тонкодисперсный кварц, а также рентгеноаморфную фазу и т.п.

Распределение частиц по размерам используемой глинистой породы определяли с помощью метода лазерной гранулометрии с помощью установки MicroSizer 201 (рис. 1).

В глинистой породе содержатся в основном частицы с размером от 11 до 160 мкм, причем в диапазоне от 0,7 до 50 мкм находится около 50% частиц составляющих глинистую породу. Также в породе присутствуют частицы с размером менее 100 нм (рис. 2).

Подобные глинистые породы, исходя из своего вещественного состава, мало пригодны в качестве сырья для получения традиционных строительных композитов, однако особый полиминеральный состав этих пород позволяет рассматривать их в качестве основного компонента при получении неавтоклавных силикатных материалов.

Задачей проведенных исследований являлись проектирование и оптимизация составов комплексного вяжущего и сырьевых смесей на основе природного нетрадиционного алюмосиликатного сырья, для достижения необходимого уровня структурообразования и максимальных физико-механических свойств материала.

Образцы неавтоклавных силикатных материалов, для проведения исследований, получали методом полусухого прессования на гидравлическом прессе ПГМ-100МГ4А, показатель давления прессования составил 20 МПа. На первом этапе в качестве вяжущего использовали портландцемент и вяжущее ВНВ-100. Количество используемого вяжущего в эксперименте составляло 10–16 мас.%. Исследования образцов на основе эолово-элювиальной-делювиальной глинистой породы показали, что с увеличением доли вяжущего в сырьевой смеси с 10 до 16% показатель предела прочности при сжатии образцов увеличивается с 14 МПа до 19 МПа (рис. 3).

Однако водостойкостью обладают образцы только при содержании вяжущего более 16%, коэффициент размягчения равен 0,7. Вероятно, свободной извести, содержащейся в применяемых вяжущих (портландцемент, ВНВ-100), недостаточно, чтобы связать свободные глинистые минералы, содержащиеся в породе. В связи с этим, для повышения водостойкости образцов, использовали комплексное вяжущее. Был изготовлен образец с содержанием портландцемента 12 мас.% в присутствии 5 мас.% извести. Испытания полученных образцов показали повышение коэффициента размягчения с 0,6 до 0,8 (табл. 1). Следовательно, для получения водостойких образцов необходимо присутствие извести в вяжущем или же использование большего количества портландцемента, что экономически нецелесообразно. Использование в качестве вяжущего ВНВ-100 приводит лишь к незначительному повышению предела прочности при сжатии.

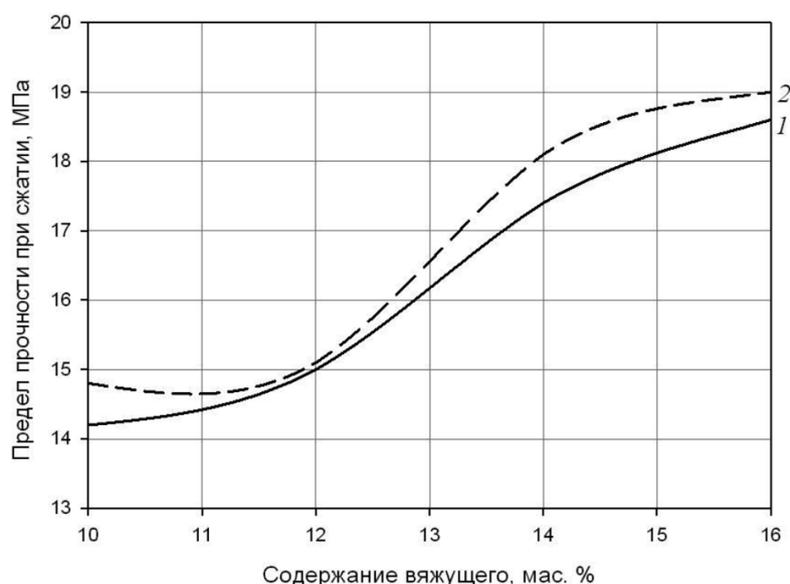


Рис. 3. Влияние содержания вяжущего на показатель предела прочности при сжатии, МПа: 1 – с использованием портландцемента; 2 – с использованием ВВВ-100

Таблица 1

Физико-механические свойства образцов

Эксплуатационные показатели	Содержание вяжущего от массы сухой смеси, %				
	10	12	14	16	12
С использованием ЦЕМ 1 42,5Н					Образец в присутствии 5 мас. % извести
Значение предела прочности при сжатии, МПа	14,2	15,1	17,3	18,5	17,8
Значение средней плотности, кг/м ³	1925	1930	1940	1960	1900
Значение коэффициента размягчения	0,525	0,576	0,455	0,7	0,8
Значение водопоглощения, мас. %	9,51	9,68	9,783	9,19	10,96
С использованием ВВВ 100					Образец в присутствии 5 мас. % извести
Значение предела прочности при сжатии, МПа	14,8	14,9	18,1	19	18,1
Значение средней плотности, кг/м ³	1920	1950	1955	1960	1960
Значение коэффициента размягчения	0,365	0,491	0,588	0,678	0,9
Значение водопоглощения, мас. %	9,836	9,986	8,563	9,053	10,23

С целью повышения эксплуатационных характеристик неавтоклавных силикатных материалов, было изучено влияние давления прессования на свойства образцов (табл. 2). Из полученных данных видно, что увеличение давления прессования образцов, с использованием в качестве вяжущего портландцемента приводит к повышению показателя предела прочности при сжатии до 20%, стоит отметить, что в образцах, в которых в качестве вяжущего используется только известь, этот показатель выше [7]. Вероятно, здесь большую роль играет гранулометрический состав поро-

ды: чем больше пелитовой и алевроитовой фракции, тем больше будет прочность конечного изделия, и использование в качестве вяжущего только извести позволяет сформировать лучшую структуру композита из формируемых кристаллических новообразований, особенно при более высоких давлениях прессования. Водостойкие образцы получились при содержании портландцемента 14 мас. % и выше. При давлении прессования 20 МПа эта цифра составляла 16 мас. %. Средняя плотность образцов изменилась незначительно и составила 1950–2000 кг/м³.

Таблица 2

Физико-механические свойства образцов в зависимости от давления прессования и содержания вяжущего

Эксплуатационные показатели	Содержание цемента от массы сухой смеси, мас. %			
	10	12	14	16
давление прессования 30 МПа				
Значение предела прочности при сжатии, МПа	15,5	16,6	17,1	18,2
Значение коэффициента размягчения	0,576	0,586	0,755	0,735
давление прессования 40 МПа				
Значение предела прочности при сжатии, МПа	16,6	18,2	20,9	26,5
Значение коэффициента размягчения	0,548	0,532	0,732	0,755

Таблица 3

Условия планирования двухфакторного эксперимента

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	+1	
CaO, %	x_1	4	8	12	4
Содержание цемента, %	x_2	4	10	16	6

Для целостной картины влияния содержания в комплексном вяжущем СаО и портландцемента на эксплуатационные свойства изделий, а также улучшения процессов формирования микроструктуры композита, были осуществлены исследования с применением методов математического планирования эксперимента. Условия планирования двухфакторного эксперимента приведены в табл. 3.

После обработки результатов определены уравнения регрессии предела прочности при сжатии и коэффициента размягчения полученных композитов, они имеют вид

$$R_{сж} = 15,07485 + 2,100421 \cdot x_1 + 4,35087 \cdot x_2 + 1,770607 \cdot x_1^2 + 0,2206078 \cdot x_2^2,$$

$$Kраз = 0,71029 + 0,058345 \cdot x_2 - 1,536703 \cdot 10^{-2} \cdot x_1^2 + 4,463291 \cdot 10^{-2} \cdot x_2^2.$$

Используя полученные уравнения регрессии, построены номограммы изменения эксплуатационных неавтоклавных силикатных композитов (рис. 4). Увеличение содержания портландцемента способствует повышению прочности с 10,3 МПа до 18 МПа, увеличение содержания извести повышает предел прочности при сжатии до 24 МПа. Однако увеличение доли извести не способствует большему повышению прочности, нежели увеличение содержания портландцемента.

Коэффициент размягчения образцов варьируется от 0,7 до 0,8. Здесь необходимо иметь в виду, что при количественном содержании извести в 5 мас. %, с целью получения хороших показателей водостойкости изделий, количество портландцемента должно составлять не менее 15 мас. %. В образцах, где в качестве вяжущего использовался только портландцемент (табл. 1, 2), водостойкостью обладали образцы при содержании вяжущего в количестве более 16 мас. %. Поэтому, когда ставится задача по использованию в качестве вяжущего вещества негашеной извести или специально подобранного комплексного вяжущего, необходимо исходить из необходимых показателей готовых изделий.

Исследование синтезируемых новообразований в образцах осуществляли методами рентгенофазового и термографического анализов. Исходя из данных анализов, в образцах присутствуют новообразования в виде низкоосновных гидросиликатов кальция тоберморитового типа. Стоит отметить, что гидросиликаты кальция формируются не только за счет взаимодействия извести и компонентами глинистой породы, а также за счет гидратации компонентов портландцемента. Формирование более высокоосновных гидросиликатов кальция предопределяет плотную структуру цементирующих соединений. Благодаря этому достигаются более высокие эксплуатационные характеристики на основе комплексного вяжущего.

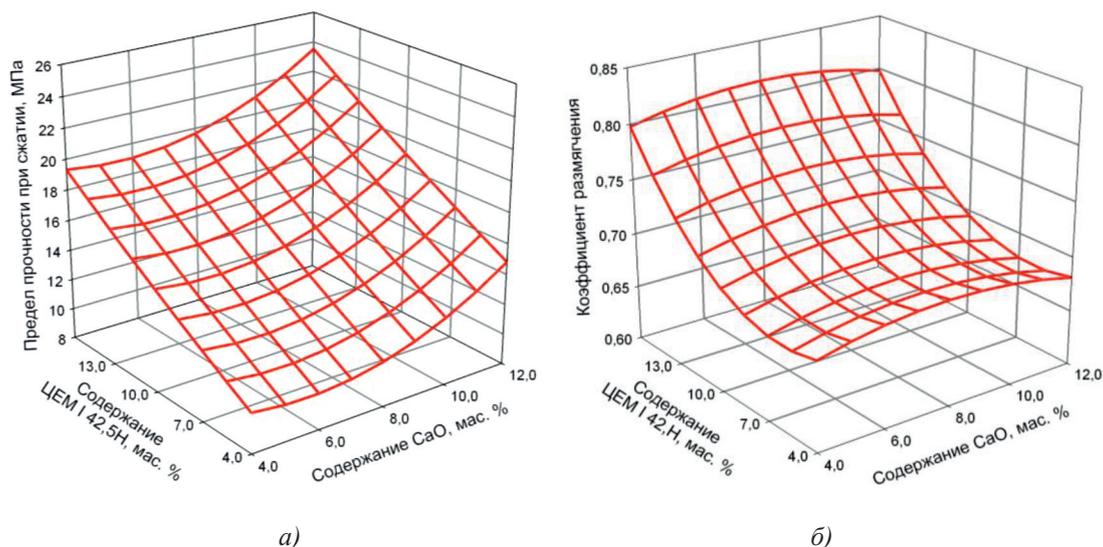


Рис. 4. Номограммы зависимости свойств от состава комплексного вяжущего: а) предела прочности при сжатии; б) коэффициента размягчения

Заключение

Таким образом, использование комплексного вяжущего, включающего известь и портландцемент, для производства неавтоклавных силикатных стеновых материалов на основе нетрадиционных глинистых пород будет способствовать оптимизации состава цементирующих соединений, формированию более подходящего соотношения между высококристаллизованной и гелевидной формой новообразований, что позволит получать неавтоклавные стеновые силикатные материалы более высокой прочности. Известь в комплексном вяжущем ускоряет процесс твердения, увеличивает прочность и устойчивость кристаллизационных структур в неавтоклавных силикатных композициях, содержащих цемент.

Повышение эксплуатационных показателей получаемых изделий на основе комплексного вяжущего возможно за счет применения более высоких режимов прессования, что позволит получать подобные изделия на нетрадиционном сырье с пределом прочности при сжатии более 25 МПа. Выбор состава комплексного вяжущего и режимов прессования будет зависеть от требуемых показателей изделий. Благодаря особому составу используемых пород возможен выпуск высокопустотных изделий, за счет высокой прочности кирпича-сырца, что невозможно на традиционном сырье в технологии силикатных материалов.

Источник финансирования: стипендия Президента РФ СП-3717.2018.1 на 2018–2019 гг. Программа развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы

1. Danielle Klimesch and Abhi Ray. Evaluation of phases in a hydrothermally treated CaO-SiO₂-H₂O system // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2002. № 70 (3). P. 995–1003. DOI: 10.1023/A:1022289111046.
2. Фролова М.А., Морозова М.В., Айзенштадт А.М., Тутьгин А.С. Алюмосиликатное вяжущее на основе сапонит содержащих отходов алмазодобывающей промышленности // Строительные материалы. 2017. № 7. С. 68–70.
3. Алфимова Н.И. Повышение эффективности стеновых камней за счет использования техногенного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 56–59.
4. Кара К.А. Композиционные вяжущие с использованием техногенного сырья: сб. материалов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 129–133.
5. Володченко А.Н., Строкова В.В. Разработка научных основ производства силикатных автоклавных материалов с использованием глинистого сырья // Строительные материалы. 2018. № 9. С. 25–31. DOI: 10.31659/0585 430X-2018-763-9-25-31.
6. Дроздук Т.А., Айзенштадт А.М., Фролова М.А., Носуля А.А. Оценка активности минерального связующего на основе сапонитсодержащего материала // Строительные материалы. 2016. № 9. С. 76–78.
7. Володченко А.А., Лесовик В.С., Чхин Сован. Повышение эксплуатационных характеристик стеновых материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 29–34.

УДК 006:62-19

ОЦЕНКА РИСКОВ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГАРАНТИЙНЫХ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Извеков Ю.А., Гугина Е.М., Анисимов А.Л., Шеметова В.В.

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

Приведена методика оценки качества потенциально опасных металлургических объектов, эксплуатируемых за пределами гарантийных сроков эксплуатации. Отмечены опасные факторы, влияющие на оборудование. Исходя из предположения, что вероятность безаварийной эксплуатации подчиняется экспоненциальному закону, а аварии являются довольно редкими событиями, принято решение об использовании известного подхода. Однако для оборудования металлургических предприятий это сделано впервые. Показан модельный пример для оценки качества группы мостовых металлургических кранов, который показывает достаточную работоспособность данной методики. На основании полученных расчетов дана количественная оценка качества объекта и его показателей – вероятности безаварийной эксплуатации, времени до первой аварии после истечения гарантийных сроков, условной плотности вероятности аварий. Предлагаемая методология позволяет прогнозировать динамику изменения рисков и качества потенциально опасных металлургических объектов, а значит, и управлять технологическими процессами, процессами снижения рисков. Предложенный метод расчета статистических и вероятностных характеристик безопасности эксплуатации и рисков оборудования позволяет при приемлемых допущениях решить задачу количественных оценок безопасности его эксплуатации. Примененный подход к потокам событий может быть расширен. Такая оценка качества сможет занять достойное место в современной эксплуатационной практике потенциально опасных металлургических объектов.

Ключевые слова: качество, потенциально опасный металлургический объект, вероятность безаварийной эксплуатации, риск, экспоненциальное распределение, гарантийные сроки

RISK ASSESSMENT OF POTENTIALLY DANGEROUS METALLURGICAL OBJECTS OUTSIDE THE WARRANTY SERVICE LIFE IN QUALITY MANAGEMENT OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

Izvekov Yu.A., Gugina E.M., Anisimov A.L., Shemetova V.V.

Magnitogorsk State Technical University of G.I. Nosov, Magnitogorsk, e-mail: yurij.izvekov@mail.ru

The technique of assessment of quality of potentially dangerous metallurgical objects operated outside warranty periods of operation is given. The dangerous factors influencing the equipment are noted. Proceeding from the assumption that the probability of accident-free operation submits to the exponential law, and accidents are quite rare events the decision on use of the known approach is made. However, for the equipment of the metallurgical enterprises it is made for the first time. The model example for assessment of quality of group of bridge metallurgical cranes which shows a sufficient rabotosposbnost of this technique is shown. On the basis of discharged a quantitative assessment of quality of an object and its indicators – probabilities of accident-free operation, time before the first accident after the expiration of warranty periods is given, to the conditional density of probability of accidents. The offered methodology allows to predict dynamics of change of risks and quality of potentially dangerous metallurgical objects, so and to operate technological processes, processes of decrease in risks. The offered method of calculation of statistical and probabilistic characteristics of safety of operation and risks of the equipment allows to solve a problem of quantitative estimates of safety of his operation at acceptable assumptions. The applied approach to streams of events can be expanded. Such assessment of quality will be able to take the worthy place in modern operational practice of potentially dangerous metallurgical objects.

Keywords: quality, potentially dangerous metallurgical subject, probability of accident-free operation, risk, exponential distribution, warranty periods

Анализ качества металлургических предприятий, их технических и механических систем позволяет использовать риск-анализ при разработке требований и оценке количественных характеристик рисков, при определении параметров их безопасности и надежности [1–3]. Подавляющее большинство таких металлургических объектов относятся к потенциально опасным. Медленная замена устаревшей, изношенной техники, эксплуатация за пределами гаран-

тийных сроков является серьезной проблемой оценки и обеспечения ее безаварийной работы. Процесс эксплуатации потенциально опасных металлургических объектов характеризуется целой совокупностью факторов. Здесь присутствуют: перемещение больших грузов, жидкий расплавленный металл, высокие температуры, широкий спектр частот колебаний – вибраций. Серьезной причиной изменения параметров опасных факторов являются старение, из-

нос, выработка ресурса, что снижает безопасность и повышает риски.

Поэтому, оценка качества потенциально опасных металлургических объектов, эксплуатирующихся за пределами гарантийных сроков, с позиций рисков аварий или, наоборот, их безаварийной работы представляет собой актуальную и важную проблему.

Все исходные опасные факторы, влияющие на оборудование, случайны, выходные обобщенные характеристики безопасности и риска целесообразно представлять в виде вероятностных величин. Таким образом, целью данной статьи является количественная оценка качества, его показателей рассматриваемых объектов, эксплуатируемых за пределами гарантии.

Материалы и методы исследования

Основным показателем качества из множества рассматриваемых будем считать вероятность безопасной эксплуатации за определенное время или весь срок эксплуатации $P_0(t), P_0(T_3)$ [4, 5].

Производными от этого показателя могут быть среднее время эксплуатации до первой аварии T_0 , число аварий за время t эксплуатации однотипного оборудования металлургических предприятий. В качестве такого оборудования будем рассматривать несущие конструкции металлургических мостовых кранов, работающих в тяжелых и сверхтяжелых режимах работы.

Вероятность отражает характеристику генеральной совокупности объектов, так как вероятность – это мера множества. С учетом неограниченного пополнения элементов металлургических предприятий можно рассматривать генеральные совокупности как бесконечные.

Будем рассматривать вероятность безопасной эксплуатации на интервале падения (уменьшения) на интервале (T_r, T_3) ; T_r – условный срок окончания гарантийного обслуживания однотипного оборудования; T_3 – весь срок эксплуатации.

Рассмотрим период падения вероятности на интервале после окончания срока гарантийного обслуживания. На этом интервале поток событий можно принять пуассоновским, так как возникновение двух и более аварий на бесконечно малом отрезке времени мала (свойство ординарности), а также практически отсутствует последствие (вероятность возникновения аварии на данном отрезке времени почти не зависит от числа и моментов появления аварий на других отрезках – отсутствие последствия), используем известный подход [1]:

$$P_x = \frac{a^x}{x!} e^{-a}, \quad x = 0, 1, 2, \dots; m_x = a; \sigma = \sqrt{a}, \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0(T_r, T_3) = \exp \left[-\int_{T_r}^{T_3} \lambda(\tau) d\tau \right]; \\ T_0 = \int_{T_r}^{T_3} P_0(t) dt, \end{array} \right. \quad (2)$$

где T_0 – среднее время эксплуатации до первой аварии; $\lambda(t)$ – переменная условная плотность вероятности аварии, при условии, что до этого момента авария не наступила. Иногда этот показатель называют интенсивностью потока событий.

Для проектных расчетов, то есть для прогноза, необходимо задать эту функцию на рассматриваемом интервале. Для этого по накопленному опыту эксплуатации подобного оборудования металлургических предприятий необходимо задать сам интервал и характер изменения этой плотности. Учитывая, что аварии – события редкие, соответственно интервалы должны быть значительными (порядка одного года).

Для того чтобы перейти к статистическому оцениванию, на каждом интервале можно считать $\lambda(T) = \lambda_i = \text{const}$. Необходимо решить две задачи.

Первая задача – состав генеральной совокупности. Полагаем, что такая совокупность бесконечная, так как количество оборудования на каждом металлургическом предприятии составляет порядка 1200 единиц (на примере Магнитогорского металлургического комбината) [3]. Необходимо отметить, что оборудование выпущено серийно, в разные годы и может отличаться друг от друга, представлено в одном или нескольких экземплярах. Все это накладывает различные ограничения на использование оценок при бесконечной генеральной совокупности.

Вторая задача – определение статистического плана испытаний.

Таким образом, $\lambda(t)$ – параметр экспоненциального закона распределения. Для него известны оценки максимального правдоподобия и законы распределения этих оценок, позволяющие найти доверительные интервалы [1].

Запишем простое выражение для расчета оценки

$$\hat{\lambda}_i = \frac{\hat{m}_i}{n_i * T_i}, \quad (3)$$

где \hat{m}_i – количество аварий за определенное время; n – количество единиц техники; T_i – интервал.

Это случайное число имеет закон распределения Пуассона, поэтому верхний односторонний доверительный предел может быть выражен через распределение χ^2 :

$$\hat{\lambda}_{ib} = \frac{1}{2n_i * T_i} \chi_{\gamma 1}^2 (2\hat{m}_i + 2), \quad (4)$$

так как квантили распределения Пуассона и квантили «хи-квадрат» связаны соотношением

$$a_\alpha(k) = \frac{1}{2} \chi_{1-\alpha}^2 (2k + 2). \quad (5)$$

Для случая отсутствия аварий двусторонний доверительный предел будет иметь вид

$$\hat{\lambda}_{in} = 0; \hat{\lambda}_{ib} \approx \frac{3,0}{n_i * T_i}.$$

Индекс «н» – нижний предел, индекс «в» – верхний предел.

Для экспоненциального закона, зная верхний доверительный интервал параметра $\hat{\lambda}_{ib}$, можно найти нижний доверительный предел P_{in} вероятности появления аварии на интервале T_p с той же доверительной вероятностью:

$$\hat{P}_{in}(T_i) = e^{-\hat{\lambda}_{ib} T_i}. \quad (6)$$

Заметим, что в силу нелинейности функции вероятности оценка максимального правдоподобия будет смещенной, однако на практике обеспечивается $p \geq 0,9$ и предыдущее выражение линеаризуется

$$\hat{P}(t) \approx 1 - \hat{\lambda}t. \tag{7}$$

Оценка вероятности безаварийной эксплуатации будет асимптотически почти несмещенной эффективной состоятельной.

Таким образом, получим для интервалов ряд оценок и доверительных пределов:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{P}_1(T_1) = e^{-\hat{\lambda}_1 T_1}; \hat{P}_{Н1}(T_1) = e^{-\hat{\lambda}_{В1} T_1}; \\ \hat{P}_2(T_2) = e^{-\hat{\lambda}_2 T_2}; \hat{P}_{Н2}(T_2) = e^{-\hat{\lambda}_{В2} T_2}; \\ \dots\dots\dots; \\ \hat{P}_i(T_i) = e^{-\hat{\lambda}_i T_i}; \hat{P}_{Hi}(T_i) = e^{-\hat{\lambda}_{Вi} T_i}; \\ \dots\dots\dots; \\ \hat{P}_k(T_k) = e^{-\hat{\lambda}_k T_k}; \hat{P}_{Hk}(T_k) = e^{-\hat{\lambda}_{Вk} T_k}. \end{array} \right. \tag{8}$$

Полагая независимость аварий на различных интервалах времени, можно записать выражение для оценки $\hat{P}(T_s - T_r)$ вероятности безаварийной работы всего оборудования:

$$\begin{aligned} \hat{P}(T_s - T_r) &= \hat{P}\left(\sum_{i=1}^k T_i\right) = \prod_{i=1}^k \hat{P}_i(T_i) = \\ &= \exp\left(-\sum_{i=1}^k \hat{\lambda}_i T_i\right) \approx 1 - \sum_{i=1}^k \hat{\lambda}_i T_i. \end{aligned} \tag{9}$$

Результаты исследования и их обсуждение

Приведем модельный пример. Исследуем металлургические мостовые краны, работающие в тяжелых и сверхтяжелых режимах, гарантийный срок эксплуатации которых составляет 15 лет [3, 5].

Между небольшими подъемами после технического обслуживания вероятности

безаварийной работы следует неуклонное падение и рост рисков аварий.

$$R(t) = [1 - P_o(t)]M(y). \tag{10}$$

R – риск оборудования; $M(y)$ – математическое ожидание ущерба.

$$P(t) = P_o \exp\left[-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau\right], \tag{11}$$

$$T_o = \int_0^\infty P(t) dt. \tag{12}$$

По опыту эксплуатации примем функцию интенсивности аварий линейной [1]:

$$\lambda(\tau) = 0,005 + 0,003\tau. \tag{13}$$

$$P(t) = 0,990 \exp\left[-\int_0^t (0,005 + 0,003\tau) d\tau\right], 0 \leq t \leq 5 \text{ (лет)}.$$

После интегрирования получим

$$P(t) = 0,990 \exp\left[-0,005t - \frac{0,003t^2}{2}\right].$$

Результаты приведены в таблице и на рис. 1, 2.

Вероятность безаварийной эксплуатации и качества оборудования за пределами гарантийных сроков эксплуатации

t	0	1	2	3	4	5
P(t)	0,992	0,986	0,976	0,964	0,949	0,932
R(t)	0,008	0,014	0,024	0,036	0,051	0,068
K(t)	125,00	69,31	42,11	27,88	19,72	14,68

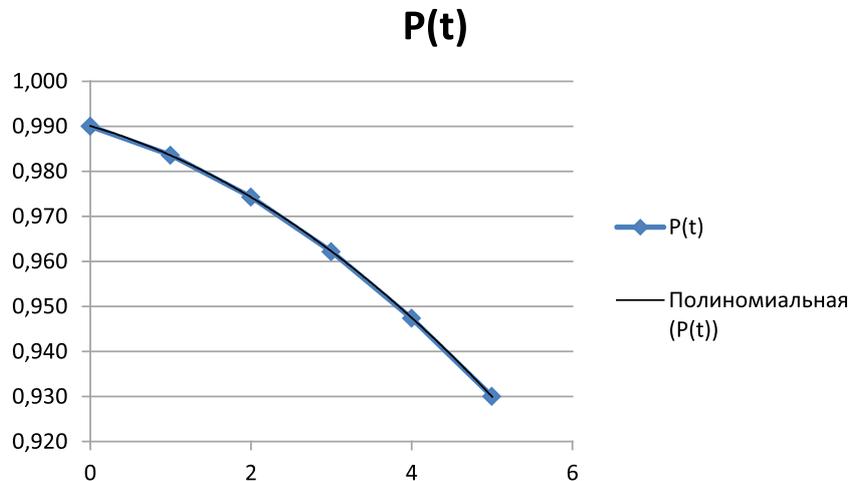


Рис. 1. Вероятность безаварийной эксплуатации за пределами гарантии

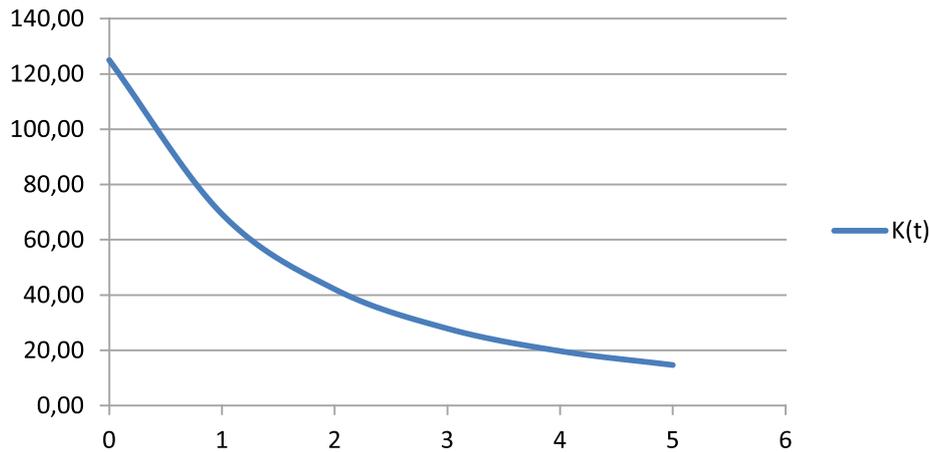


Рис. 2. Качество оборудования за пределами гарантии

Используя методику и расчеты, можем оценить аварийность за пределами гарантийных сроков эксплуатации.

Аппроксимируем $P(t) = 0,992 - 0,01204t$, t – годы.

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^5 (0,992 - 0,01204t) dt =$$

$$= (0,992t - 0,006t^2)_0^5 = 4,81 \text{ годы.}$$

Это позволяет количественно оценить качество эксплуатируемого оборудования. Так видно, что в относительных единицах качества ниже 20 единиц дальнейшая эксплуатация оборудования после гарантийных сроков эксплуатации нецелесообразна.

Выводы

В настоящее время обеспечение необходимого уровня качества различных сложных технических систем характеризуется системой международных стандартов ИСО 9000. Многогранное понятие качества таких объектов включает множество показателей, основные из которых: надежность, безопасность, долговечность и экономические характеристики. Эти показатели имеют важное значение для построения системы управления качеством металлургических предприятий. На сегодняшний день оценка качества таких технических систем с позиций безопасности и рисков недостаточна. Требования стандарта ИСО 9001:2015 напрямую указывают на расчет, применение и учет рисков, их нормирование.

В соответствии с этим предлагаемая методология позволяет прогнозировать динамику изменения рисков и качества потенциально опасных металлургических объектов – металлургических мостовых кранов,

а значит, и управлять технологическими процессами, процессами снижения рисков.

Для таких потенциально опасных металлургических объектов этот подход был применен впервые. Модельный пример показал его достаточную работоспособность.

Предложенный метод расчета статистических и вероятностных характеристик безопасности эксплуатации и рисков оборудования позволяет при приемлемых допущениях решить задачу количественных оценок безопасности его эксплуатации. Примененный подход к потокам событий может быть расширен. Так, можно отдельно оценить риски аварий от отдельных опасных факторов или систем и агрегатов, что будет способствовать более полному описанию потока аварий, а математический аппарат будет таким же.

Такая оценка качества может быть применена и к другим потенциально опасным объектам металлургических предприятий. В конечном итоге она может быть распространена и дополнена и на все металлургическое предприятие в целом.

Список литературы

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. В 4-х ч. // Ч. 1. Основы анализа и регулирования безопасности: Научн. руковод. К.В. Фролов. М.: МГФ «Знание», 2006. 640 с.
2. Belodedenko S.V., Bilichenko G.N. Quantitative risk analysis and mechanical systems safety. Metallurgical and Mining Industry. 2015. Т. 7. № 12. Р. 272–279.
3. Извеков Ю.А., Гугина Е.М. Расчетная модель потенциальных зон разрушения несущих конструкций металлургических кранов // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12–5 (66). С. 88–90.
4. Hammad D.B., Shafiq N., Nuruddin M.F. Criticality index of building systems using multi-criteria decision analysis technique. Matec web of conferences Ser. Building Surveying, Facilities Management and Engineering Conference, BSFMEC 2014. EDP Sciences. P. 01018. DOI: 10.1051/mateconf/20141501018.
5. Хроника аварий // Вестник промышленной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vestipb.ru/chronicle.html> (дата обращения: 13.11.2018).

УДК 621.9.014

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ УДЕЛЬНОЙ РАБОТЫ РЕЗАНИЯ

Карпов А.В.

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

Статья посвящена проблеме понимания и определения одного из важнейших технологических свойств конструкционных машиностроительных материалов – обрабатываемости резанием и установления на её основе рациональных технологических режимов обработки резанием с использованием показателя удельной работы резания. Классические методы определения обрабатываемости основаны на проведении длительных и дорогостоящих стойкостных испытаний, направленных на установление максимальной скорости резания соответствующего материала в эталонных условиях. На практике истинные значения коэффициентов обрабатываемости материалов могут существенно отличаться от табличных ввиду «разброса» физико-механических и теплофизических свойств между номинально однотипными заготовками внутри одной партии, либо между разными партиями заготовок, а зачастую значения этих свойств не гарантированы или вовсе не известны. В связи с этим для производства актуальны надёжные экспресс-методы определения обрабатываемости материала, позволяющие установить рациональные технологические режимы его механической обработки и геометрические параметры режущего инструмента. В статье на примере результатов экспериментального исследования обрабатываемости углеродистых и легированных конструкционных сталей группы ISO-P показано, что такие методы могут быть основаны на энергетических закономерностях процесса стружкообразования. Полученные в эталонных условиях испытаний коэффициенты обрабатываемости широко применяемых материалов отличаются от соответствующих справочных значений не более чем на 6–8%, что позволяет сделать вывод о получении корректного ускоренного метода определения истинной обрабатываемости конструкционных материалов в производственных условиях.

Ключевые слова: машиностроение, формообразование, конструкционные материалы, обрабатываемость резанием, обработка материалов резанием, режущий инструмент, технологические условия, режимы резания, энергетическая эффективность, энергетические затраты, энергоёмкость, удельная работа резания

THE EXPRESS-METHOD FOR DETERMINING THE MACHINABILITY OF STRUCTURAL MATERIALS USING THE INDICATOR OF SPECIFIC CUTTING WORK

Karpov A.V.

The Murom Institute (branch) of the Federal state budgetary educational institution of higher education «The Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs», Murom, e-mail: krash75@mail.ru

The article is devoted to the problem of understanding and determination of one of the most important technological properties of structural engineering materials – their workability by cutting (cutability) and rational technological conditions for cutting based on energy criteria of specific cutting work. Classical methods for determining cutability are based on long-term and expensive resistance tests aimed at establishing the maximum cutting speed of the structural material under reference conditions. In practice, the true values of the material cutability coefficients may differ significantly from the tabular ones due to the spread of properties between nominally similar billets within the batch or between batches of billets, and often the values of these properties are not guaranteed or are not known at all. In this regard, reliable express methods for determining the true cutability are relevant for the mechanical engineering, allowing to establish rational processing modes and geometric parameters of the cutting tools. On the example of ISO-P structural steel cutting the article shows that such methods can be based on the energy regularities of the chip formation process. The coefficients of machinability of widely used materials obtained in the standard test conditions differ from the corresponding reference values by no more than 6-8%, which allows us to conclude that the correct accelerated method for determining the true machinability of structural materials in production conditions is obtained.

Keywords: mechanical engineering, surface shaping, structural materials, workability by cutting, cutability, material cutting, cutting tool, technological conditions, cutting parameters, power efficiency, power expenses, power consumption, specific cutting work

Важной характеристикой современных конструкционных материалов является их обрабатываемость резанием, качественное и количественное определение которой в технологии машиностроения сопряжено с известными трудностями и допускает инвариантность подходов. Обрабатываемость,

в самом общем понимании, характеризует способность материала подвергаться резанию, т.е. глубокой пластической деформации и разрушению сплошности за счёт внедрения режущего клина; отделению стружки и формированию новой поверхности определённых форм, размеров, точности и качества.

В первом приближении об обрабатываемости судят по типу, форме, фрагментарности и транспортабельности стружки, образующейся при резании материала, либо по наличию или отсутствию наростов, трочин, сколов и иных дефектов лезвия эталонного инструмента, а также по достижимому качеству обработанной поверхности в эталонных условиях.

Количественно охарактеризовать обрабатываемость каким-то одним или несколькими показателями свойств материала (прочностью на растяжение и сдвиг, истинным пределом текучести, твёрдостью, относительным удлинением, относительным поперечным сужением, ударной вязкостью, удельной теплоёмкостью, теплопроводностью, температуропроводностью) невозможно, поскольку при обработке резанием они проявляют себя комплексно, в сложном и не до конца выясненном механизме взаимного влияния.

Приводимые в справочной литературе [1] значения коэффициентов обрабатываемости $K_{\text{обр}}$ различных материалов (будем называть их «справочными» или «табличными») получены по так называемому «классическому методу» – в результате длительных стойкостных испытаний, направленных на установление значения скорости резания v_{60} , м/мин, заданного материала, при которой эталонный резец в эталонных условиях имеет стойкость $T = 60$ мин, и соотношения этой скорости к скорости резания $v_{\text{эт},60}$, м/мин, эталонного материала (сталь 45, $\sigma_{\text{в}} = 650$ МПа, НВ 179) в тех же условиях.

Методика «классических» стойкостных испытаний регламентирована стандартом ISO 3685:1993 и применяется главным образом в отношении новых конструкционных материалов. Табличными значениями $K_{\text{обр}}$ пользуются в технологической практике машиностроительных предприятий для расчёта оптимальной скорости резания заготовок из соответствующего материала. Истинные же величины обрабатываемости так или иначе отличаются от справочных ввиду «разброса» физико-механических и теплофизических свойств материала среди разных заготовок внутри партии, либо между партиями заготовок. В единичном и ремонтном производстве зачастую значения свойств материала не гарантированы или вовсе не известны. К такому «разбросу» приводят, например, любые отклонения от номинальных технологических условий предшествующей формообразующей и термической обработки заготовок (литьё,ковка, горячая штамповка, сварка, резка, отжиг, нормализация, отпуск, старение, цементация), реальных условий их складирования

и хранения, другие случайные факторы. Поэтому использование табличных значений коэффициентов $K_{\text{обр}}$ неизбежно влечёт погрешность при назначении скорости резания и, как следствие, приводит к уменьшению фактической стойкости инструмента, либо наоборот – к недоиспользованию его ресурса и необоснованному снижению производительности [2].

Проведение длительных стойкостных испытаний для установления обрабатываемости материала из каждой партии заготовок в условиях предприятия трудно реализуемо и экономически нецелесообразно. На производстве важно иметь надёжные методы ускоренного определения обрабатываемости, позволяющие для конкретной заготовки или партии заготовок назначать или корректировать технологические режимы с позиций полноценного использования режущего инструмента, обеспечения максимальной производительности и качества обработки.

Цель исследования: на основе геометрических, кинематических, энергетических закономерностей процесса резания разработать и апробировать ускоренный метод определения обрабатываемости конструкционных материалов, который в силу своей надёжности и простоты был бы реализуем в производстве и использовался для обоснованного назначения (корректировки) технологических режимов обработки заготовок в условиях нестабильности или неизвестности истинных значений их физико-механических и теплофизических свойств.

Материалы и методы исследования

Ключевым вопросом является трактовка самого понятия обрабатываемости конструкционного материала, а вернее – наиболее корректное понимание этого термина с позиций закономерностей протекания процесса резания.

Табличные значения коэффициентов обрабатываемости $K_{\text{обр}}$ различных конструкционных материалов, имеющиеся в справочной литературе, получены экспериментальным путём с использованием эталонных токарных резцов. Указывается, что значения $K_{\text{обр}}$ могут применяться для расчёта оптимальной скорости резания не только при точении, но и при других видах обработки материала. Последнее утверждение сомнительно, поскольку в основе каждого вида обработки лежит тот или иной метод формообразования с присущими ему геометрическими, кинематическими, энергетическими закономерностями. Например, точение и сверление протекают по методу следа, в то время как большинство безвершинных инструментов формирует обработанную поверхность методом касания, а червячные фрезы, зуборезные долбки, гребёнки и резцы работают по методу огибания.

При проведении «классических» стойкостных испытаний на обрабатываемость того или иного материала устанавливали скорость резания, соответ-

ствующую 60-минутной стойкости эталонного резца, тогда как нормативный период экономической стойкости реальных лезвийных инструментов может существенно отличаться от 60 мин и зависит от типа производства, цели технологического перехода (черновой, получистовой, чистовой), наличия или отсутствия СОЖ, технических характеристик и возможностей оборудования.

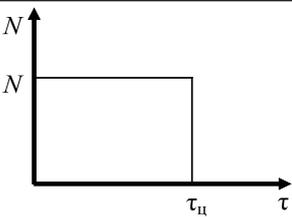
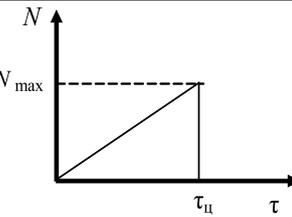
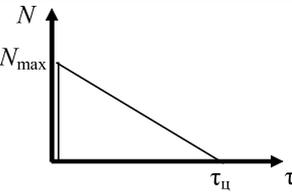
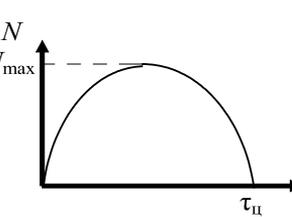
Таким образом, понятие обрабатываемости резанием не может трактоваться исключительно как постоянное свойство конструкционного материала в отрыве от конкретного вида и условий обработки. Обрабатываемость следует понимать комплексно – и как характеристику материала, зависящую от его свойств, и как характеристику технологического воздействия на материал. Однако это вовсе не означает, что величины $K_{ор}$ обязательно определять индивидуально для каждого вида обработки резанием, для чего понадобилось бы создавать и стандартизировать не только эталонные резцы, но и эталонные сверла, фрезы, протяжки, метчики и т.д., а сами испытания на обрабатываемость превратились бы в бессмысленную череду однотипных дорогостоящих экспериментов. Целесообразнее сформулировать качественный классификационный признак, в соответствии с которым

многообразие существующих видов обработки материалов лезвийными инструментами можно было бы разделить на некоторое число групп в зависимости от кинематики резания и геометрических особенностей контакта режущего лезвия с заготовкой.

Таким классификационным признаком может выступать закономерность изменения мощности резания N во времени рабочего хода инструмента τ [3]. Можно сформулировать, по крайней мере, четыре типовые схемы изменения мощности во времени $N = N(\tau)$ для известных видов обработки резанием (табл. 1). Если при определении обрабатываемости различных материалов количественные факторы процесса резания (глубину резания, скорость резания, скорость подачи, марку инструментального материала, геометрические параметры режущей части инструмента и др.) сделать одинаковыми (эталонными), то предложенные схемы изменения мощности во времени будут выступать в качестве характеристики вида обработки, влияющего на обрабатываемость в силу своих геометрических, кинематических и энергетических особенностей. Эти схемы были использованы нами при создании ускоренных методов определения обрабатываемости конструкционных углеродистых и легированных сталей.

Таблица 1

Схемы изменения мощности резания во времени

Закономерность изменения мощности резания	Типовая схема изменения мощности резания	Виды лезвийной обработки	Работа резания $A_{ц}$ за время $\tau_{ц}$ одного цикла изменения мощности
Мощность постоянна (установившийся режим)		Точение продольное цилиндрическое; сверление; строгание и долбление на станках с гидравлическим или реечным приводом; нарезание резьбы резцами	$A_{ц} = N \cdot \tau_{ц}$
Мощность монотонно возрастает до максимального значения N_{max} и интенсивно убывает		Точение торцовое от центра заготовки; осевая обработка отверстий; фрезерование против подачи; зубофрезерование дисковой фрезой	$A_{ц} = \frac{1}{2} \cdot N_{max} \cdot \tau_{ц} = N_{срц} \cdot \tau$
Мощность интенсивно возрастает до максимального значения N_{max} и монотонно убывает		Точение торцовое к центру заготовки; отрезка резцом; фрезерование по подаче	$A_{ц} = \frac{1}{2} \cdot N_{max} \cdot \tau_{ц} = N_{срц} \cdot \tau$
Мощность изменяется по параболическому графику		Строгание и долбление на станках с кулисным приводом; протягивание и прошивание; разрезание; фрезерование торцовое симметричное и асимметричное двустороннее; зубострогание; зубофрезерование пальцевой фрезой	$A_{ц} = \frac{2}{3} \cdot N_{max} \cdot \tau_{ц} = \frac{4}{3} \cdot N_{срц} \cdot \tau$

К известным экспресс-методам определения обрабатываемости относятся метод А.С. Кондратова, метод эквивалентной интенсивности износа, метод торцевой обточки или конического точения, однако все они, как и «классический», основаны на построении диаграммы «стойкость эталонного резца – скорость резания» [4]. Некоторые исследователи для количественной оценки обрабатываемости предлагают ограничиться простым измерением величины тангенциальной силы резания P_z , N , или мощности резания N , Вт. Однако сами по себе значения P_z и N недостаточно полно характеризуют процесс обработки, так как не учитывают закономерности своего изменения во времени и результат обработки – массу, объём снятой стружки или площадь обработанных поверхностей.

Для наиболее полной оценки обрабатываемости нами предлагается показатель удельной работы резания e , Дж/мм³, включающий в себя большее число технологических параметров и равный отношению работы $A_{рез}$, Дж, совершаемой эталонным режущим инструментом, к результату выполнения этой работы – объёму стружки V , мм³, за время рабочего хода:

$$e = \frac{A_{рез}}{V} = \frac{60 \cdot N}{\Pi}, \quad (1)$$

где Π – производительность стружкообразования (минутный съём), мм³/мин.

Формула (1) позволяет рассчитать удельную работу резания при постоянстве мощности резания во времени (табл. 1, схема 1). Если учитывать фактор нестабильности мощности резания и её закономерного изменения $N(\tau)$ по одной из предложенных типовых схем (таблица 1, схемы 2-4), то расчётное выражение удельной работы резания приобретает вид

$$e = \frac{n_{ц} \cdot A_{ц}}{V} = \frac{60 \cdot n_{ц} \cdot \int_0^{\tau_{ц}} N(\tau) d\tau}{V} = \frac{60 \cdot n_{ц} \cdot k_N \cdot N_{max} \cdot \tau_{ц}}{V} = \frac{60 \cdot k_N \cdot N_{max}}{\Pi}, \quad (2)$$

где $n_{ц}$ – число циклов изменения мощности за время рабочего хода; $A_{ц}$ – работа, совершаемая эталонным инструментом за время $\tau_{ц}$, мин, одного цикла полного изменения мощности $N(\tau)$; k_N – коэффициент аппроксимации, позволяющий рассчитать величину $A_{ц}$ как площадь под графиком $N = N(\tau)$ для соответствующей

типовой схемы изменения мощности (табл. 1); N_{max} – максимальное значение мощности резания за один цикл её изменения, Вт.

Удельная работа резания e , Дж/мм³, представляет собой количество энергии, затрачиваемой режущим клином на пластическое деформирование срезаемого слоя и отделение в виде стружки единицы объёма материала. В случае стабилизации режимов обработки (эталонные условия испытаний) удельная работа резания может рассматриваться как энергетический показатель обрабатываемости, учитывающий физико-механические и теплофизические свойства материала (комплексно они характеризуются значением мощности резания N), а также результат обработки (производительность Π) и характерные особенности процесса резания (соответствующая схема изменения мощности во времени и коэффициент аппроксимации k_N). Чем меньше величина удельной работы резания в эталонных условиях, тем лучшей обрабатываемостью обладает материал. Как и в случае «классических» стойкостных испытаний, представляется целесообразным соотносить значение удельной работы резания e , Дж/мм³, испытуемого материала к удельной работе резания $e_{эт}$, Дж/мм³, материала, принятого за эталон (сталь 45, $\sigma_b = 650$ МПа, НВ 179):

$$K_{обр} = \frac{e_{эт}}{e}. \quad (3)$$

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования обрабатываемости материалов с использованием показателя удельной работы резания были осуществлены применительно к полуставочному точению заготовок из шести марок углеродистых и легированных конструкционных сталей группы ISO-P (табл. 2). Эталонным инструментом являлся резец с пластиной сплава СТ15М (Т15К6), передний угол $\gamma = +5^\circ$, задний угол $\alpha = 10^\circ$, углы в плане $\phi = \phi_1 = 45^\circ$, угол наклона кромки $\lambda = +6^\circ$, радиус при вершине $r = 0,8$ мм. Величина мощности резания N , Вт, фиксировалась анализатором электропотребления AR.5M и промышленным ваттметром. Методика испытаний более подробно описана в [5].

Таблица 2

Результаты определения коэффициентов обрабатываемости $K_{обр}$ конструкционных сталей с использованием показателя удельной работы резания

Марка стали	Состояние материала	Механические свойства материала образца		Удельная работа резания e , Дж/мм ³	Коэффициенты обрабатываемости $K_{обр}$, полученные	
		Твёрдость НВ	Прочность σ_b , МПа		по «классическому» методу испытаний [1, 2]	по ускоренному методу испытаний (формула (4))
45	Горячекатаный	170–179	650	1,87	1,00	1,00
60	Нормализованный	235–241	690	2,53	0,70	0,74
20Л	Отливка	120–126	420	1,13	1,50	1,65
35Х	Горячекатаный	163	620	1,46	1,20	1,28
30ХГСА	Закалка, отпуск	225–229	720	2,92	0,70	0,64
35ХМА	Закалка, отпуск	245	810	2,15	0,80	0,87

Значения коэффициентов обрабатываемости указанных в табл. 2 сталей группы ISO-P, полученные по ускоренному методу испытаний с использованием показателя удельной работы резания, отличаются от значений, приводимых в справочной литературе и полученных в результате других экспериментальных исследований [6], не более чем на 6–8%.

Заключение

Использование показателя и уточнённой методики определения удельной работы резания (формула (2)) позволило разработать ускоренный метод установления обрабатываемости резанием, дающий для конструкционных сталей группы ISO-P устойчивую сходимость со справочными значениями. В условиях «разброса» или неизвестности реальных значений физико-механических свойств обрабатываемых материалов предложенный метод позволяет избежать проведения трудоёмких стойкостных испытаний, что делает его пригодным для производственных условий. Установление действительного значения коэффициента обрабатываемости материала открывает возможность назначать или обоснованно корректировать технологические режимы обработки (в первую очередь скорость резания) конкретной заготовки, либо партии однотипных заготовок (поковки, отливки, проката), обеспечивая наиболее полное использование ресурса режущего инструмента.

Определение величины удельной работы резания через показатели мощности и минутного съёма стружки на современных станках с ЧПУ или обрабатывающих центрах возможно осуществлять непосредственно в ходе выполнения операции – в те-

чение времени рабочего хода инструмента. Это открывает возможность отслеживать текущее состояние заготовки с учётом изменчивости её физико-механических свойств, осуществлять адаптивное управление технологическими режимами обработки по каналам обратной связи с целью поддержания рациональных условий резания, соответствующих текущему значению обрабатываемости.

Возможность применения ускоренного метода определения обрабатываемости на основе показателя удельной работы резания в отношении других групп конструкционных материалов (коррозионно-стойких сталей ISO-M, чугунов ISO-K, цветных сплавов ISO-N, жаропрочных сплавов ISO-S, материалов высокой твёрдости ISO-H, композиционных материалов ISO-O) требует дополнительной верификации.

Список литературы

1. Ординарцев И.А., Филиппов Г.В., Шевченко А.Н. Справочник инструментальщика. Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1987. 846 с.
2. Даниленко Б.Д., Тивирев Е.Г. Оценка обрабатываемости резанием конструкционных материалов // Инженерный вестник. 2015. № 7. С. 14–18.
3. Карпов А.В. Показатели энергетической эффективности процесса резания // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2012. № 1. С. 51–59.
4. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов. М.: Машиностроение, 2012. 304 с.
5. Карпов А.В. Определение обрабатываемости резанием конструкционных машиностроительных материалов на основе энергетических закономерностей стружкообразования // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=13311> (дата обращения: 06.12.2018).
6. Пикалов Я.Ю., Пикалов Ю.А., Усов Д.А. Обрабатываемость конструкционных материалов и сравнительный анализ фрезерного инструмента // Вестник машиностроения. 2012. № 12. С. 73–78.

УДК [004.9+543.42]:332.012.2

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ИССЛЕДОВАНИЯХ СЛОЖНЫХ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ****Ковальчук Л.Б.***Читинский институт Байкальского государственного университета, Чита,
e-mail: kovalchuklb@mail.ru*

Обосновывается возможность использования метода спектрального анализа в исследованиях социально-экономических систем. Выдвигается предположение о том, что спектральный анализ позволяет получить представление о взаимодействии и взаимозависимости отдельных элементов социально-экономической системы. Аналитическая оценка возможностей спектрального анализа для выявления трансформаций социально-экономической системы и выработки стратегий управлений трансформациями. Исследование социально-экономической системы проводится с позиций процессного подхода, который ориентирован на результат. При этом выделение отдельных процессов и групп основывается на положениях гомеостатики, которая рассматривает развитие системы как результат взаимодействия противоположных по характеру и целям элементов системы. Процессы, которые в настоящем исследовании рассматриваются в качестве структурных компонентов системы, могут, с позиции автора, формировать блага, необходимые для нормальной жизнедеятельности населения, и барьеры, мешающие росту благосостояния населения и развитию социально-экономической системы. Взаимодействие процессов, имеющих противоположный характер, основано на перераспределении ресурсов входа между отдельными процессами. Спектральный анализ, основанный на дискретном преобразовании Фурье, позволяет выявить циклические компоненты во взаимодействии процессов, протекающих в социально-экономической системе, оценить их значимость для устойчивого развития системы в контексте сохранения складывающихся трендов. Возможность использования спектрального анализа в исследованиях социально-экономических систем показана на статистических данных о результативности экономических процессов, протекающих в Забайкальском крае. Применение спектрального анализа позволило выявить в структуре экономической системы Забайкальского края группы взаимосвязанных процессов, формирующих негативные тренды. Частотные характеристики данных процессов позволили сделать вывод о наличии в региональной системе признаков дегенеративных трансформаций.

Ключевые слова: социально-экономические системы, спектр, гармоника, амплитуда, фаза, акquisитивный процесс, диссипативный процесс

SPECTRAL ANALYSIS IN STUDIES OF COMPLEX SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS**Kovalchuk L.B.***Chita Institute of Baikal State University, Chita, e-mail: kovalchuklb@mail.ru*

The article justifies the possibility to use spectral analysis in studies of socio-economic systems. It is suggested that spectral analysis is the method that provides information about interactions and interdependence of structural elements of the socio-economic system. Analytical assessment of the possibilities of spectral analysis to identify the transformations of the socio-economic system and to make up adequate strategies to cope with these transformations. The study of the socio-economic system is carried out on the basis of the process approach that focuses on results. In this case, the selection of individual processes and their groups is based on homeostatics, which considers the development of the system as the result of the interaction of elements of the system that are opposite in their character and objectives. The processes that in this study are considered as structural elements of the system, from the author's point of view can form some benefits necessary for the normal functioning of the population, and at the same time may create certain barriers hurting well-being of the population and the development of the socio-economic system. The interactions of the processes of the opposite character are based on the redistribution of input resources. Spectral analysis based on the discrete Fourier transform allowed us to find out some cyclical components in the interaction of processes occurring in the socio-economic system, to evaluate their significance for the stable development of the system in the context of preserving the existing trends. The possibility of using spectral analysis in studies of socio-economic system is shown on the statistical data of economic processes occurring in Trans-Baikal region. The use of spectral analysis made it possible to identify a group of interrelated processes that form negative trends in the development of the economic system of Trans-Baikal region. The frequency characteristics of these processes led to the conclusion that there were signs of negative transformations in the regional system.

Keywords: socio-economic systems, spectrum, harmonic, amplitude, phase, acquisition process, dissipative process

Множество подходов к исследованию социально-экономических систем, таких как федеральный округ, регион, муниципальное образование, доказывает сложность и нерешенность проблемы оценки их состояния и определения перспектив развития. Ключевым аспектом проблемы исследования социально-экономических систем (СЭС) является выбор адекватного метода. В практической сфере наиболее

распространёнными методами исследования являются методы статистического, сравнительного, корреляционного анализа [1]. При этом, рассматривая СЭС как динамическую систему, оценки, как правило, строятся на исследовании отдельных количественных характеристик динамических рядов, таких как средний уровень развития, темпы роста, прирост и т.п. [2]. Совершенно очевидно, что сложный многоаспектный

организм СЭС не поддаётся аналитической оценке, основанной на формальных подходах, и требует более сложных комплексных процедур [3].

Цель исследования: оценить возможность использования спектрального анализа в исследованиях структуры и динамического состояния социально-экономических структур, обосновать использование результатов, полученных методом спектрального анализа, при разработке стратегий развития социально-экономических систем.

Материалы и методы исследования

Важным моментом, определяющим выбор метода исследования СЭС, является представление исследователя о её внутренней структуре и составе образующих СЭС элементов [4]. Разделяя научную идеологию гомеостатики, представим СЭС как совокупность аквизитивных и диссипативных процессов, общим результатом которых является развитие или деградация СЭС [5]. Возможность выделения в структуре СЭС аквизитивных и диссипативных процессов связана с тем, что в процессе функционирования СЭС происходит, с одной стороны, удовлетворение потребностей населения в форме создания определённых благ, с другой, создание препятствий для удовлетворения потребностей в форме вреда и негативных последствий для системы. Процессы, результатами которых являются блага, названы нами аквизитивными процессами. Процессы, наносящие СЭС вред, названы диссипативными. Оценка состояния СЭС при процессном подходе осуществляется по показателям результативности аквизитивных и диссипативных процессов, образующих совокупную результативность системы. Важно отметить при этом, что аквизитивные и диссипативные процессы связаны общими входами и выходами. Одна часть ресурсов СЭС, поступающая в процессор аквизитивных процессов, трансформируется в блага, а другая часть рассеивается через процессор диссипативных процессов и приносит системе вред или ущерб. Каждому аквизитивному процессу соответствует, как минимум один диссипативный процесс, таким образом, вред можно рассматривать как побочный эффект аквизитивных процессов. Активность процессов, как аквизитивных, так и диссипативных, отражается в динамике их результативности. Активность процессов обуславливает перераспределение ресурсов между аквизитивными диссипативными процессами. Перераспределение ресурсов вызывает усиление одних и ослабление других процессов, обуславливая, таким образом, формирование позитивных или негативных трендов. В этой связи представляется чрезвычайно важным, с точки зрения эффективного управления СЭС, исследовать динамику результативности аквизитивных и диссипативных процессов [6].

В целях оценки динамики процессов, протекающих в СЭС, с нашей точки зрения, весьма эффективно может использоваться спектральный анализ. Спектральный анализ доказал свою эффективность в исследованиях состава и структуры материальных объектов, основанных на изучении спектров электромагнитного излучения, акустических волн и других видов спектров, характеризующих взаимодействие материи с излучением [7]. Преимуществом спек-

трального анализа является его высокая достоверность, информативность, возможность автоматизации. Преимущества и возможности спектрального анализа обуславливают его привлекательность в исследованиях СЭС. В настоящий момент наиболее известные научные разработки по использованию спектрального анализа в экономике относятся к середине прошлого века и являются результатом работы исследовательской группы Принстонского университета в составе К. Гренджера, М. Хатанако, Венцель [8]. В представленных работах была предпринята попытка обосновать возможность применения спектрального анализа к рыночным временным рядам.

Проблема использования спектрального анализа в исследованиях СЭС в данный момент находится в стадии проработки. Существенный вклад в решение данной проблемы внёс Н.Б. Кобелев, специализирующийся на использовании динамических моделей социально-экономических систем с применением спектрального анализа [9]. Исследованием циклов развития СЭС на примере сельского хозяйства успешно занимается группа исследователей: В.С. Важенина, Е.А. Пахомова, Д.А. Писарева [10]. Выявление ими цикличности в развитии сельского хозяйства основано на использовании расширенного алгоритма анализа временных рядов для выделения наиболее значимых гармоник и разработки специального алгоритма в программном пакете Wolfram Mathematica 10.

Практические аспекты использования спектрального анализа, включающие выделение циклических компонент, прогнозирование нестационарных временных рядов, освещаются в работах В.А. Губанова [11].

Следует отметить, что наиболее популярным направлением разработок приложений в области спектрального анализа в настоящий момент является прогнозирование экономических и конъюнктурных циклов [12].

Используя аналогию с быстро изменяемыми процессами в физике или химии, считаем, что методы спектрального анализа можно использовать в исследованиях СЭС для выявления циклических компонент, определения трендов, оценки их устойчивости.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования динамики результативности аквизитивных и диссипативных процессов, протекающих в региональных СЭС Забайкальского края, Иркутской области, Республики Бурятия, проводились на основе принятых статистических показателей, характеризующих различные виды экономической деятельности в период с 2002 по 2017 г., приведённых, в целях достижения сопоставимости разноразмерных данных, к единой балльной шкале оценок от 1 до 10. На выбранном горизонте исследования (16 лет) анализировалась динамика изменения статистических показателей, характеризующих результативность видов деятельности, представленных в указанных СЭС. В частности, изучалась динамика изменения таких показателей, как объёмы добычи полезных ископаемых, производства электроэнергии, продукции обрабатываю-

щих отраслей, объёмы оптовой и розничной торговли и других показателей, характеризующих присутствующие в СЭС экономические процессы. Анализ показывает наличие заметных флуктуаций, формируемых пиками и спадами результативности. При этом анализ динамики временных рядов не позволяет судить о природе флуктуаций и факторах, которые её обуславливают. При этом логично предположить, что результативность процессов, протекающих в СЭС, во многом зависит от факторов внутренней среды, включающих качество и количество ресурсов входа, технологий их переработки, а также разнообразия внешних факторов (социально-экономической, политико-правовой, социально-культурной среды).

Особенностью процессов, протекающих в СЭС, является то, что за каждым из них стоит «владелец», организующий поступление ресурсов в процессор и обеспечивающий использование необходимых технологий их переработки, и «клиент», который, являясь «заказчиком» процесса, определяет его специфику. При этом, как показывают исследования, результативность процессов постоянно изменяется. С течением времени изменения результативности процессов во всех сферах СЭС накапливаются и вызывают прогресс или регресс системы на определённом этапе её развития. Чередуя периоды прогрессивного развития с периодами спада принято считать циклами. В целях определения направлений развития СЭС представляется важным установить причины и факторы проявления цикличности в динамике результативности процессов.

Возможности более глубокого анализа результативности процессов открывает спектральный анализ, основу которого составляет математический инструмент теории Фурье [13]. Преобразование Фурье позволяет представить исходную непериодическую функцию результативности любого регионального процесса произвольной формы в виде совокупности синусоид (или косинусид). При этом каждую синусоиду или синусоидальную волну можно описывать отдельно друг от друга, характеризуя её амплитуду, частоту, фазу. В контексте настоящего исследования результативность процессов, представленная сложной функцией, которую невозможно описать аналитически, в результате преобразования Фурье раскладывается на совокупность более простых функций, называемых гармониками [14]. Таким образом, результативность любого процесса, протекающего в СЭС в определённый временной период, может быть представлена её эквивалентом в частотной области.

Совокупность синусоидальных волн, характеризующих частотные компоненты результативности процессов, будем считать спектром результативности. Вычисление частотного спектра результативности региональных процессов на основе преобразования Фурье можно осуществить на основе уравнения, имеющего следующий вид:

$$X(m) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \left[\cos\left(\frac{2\pi km}{N}\right) + i \sin\left(2\frac{2\pi km}{N}\right) \right],$$

где $X(m)$ – m -й компонент ДПФ;
 $x(k)$ – k -й компонент входной последовательности временного ряда;
 m – индекс ДПФ в частотной области;
 N – длина входной последовательности;
 k – индекс компонента входной последовательности;

i – мнимая единица, равная $\sqrt{-1}$.

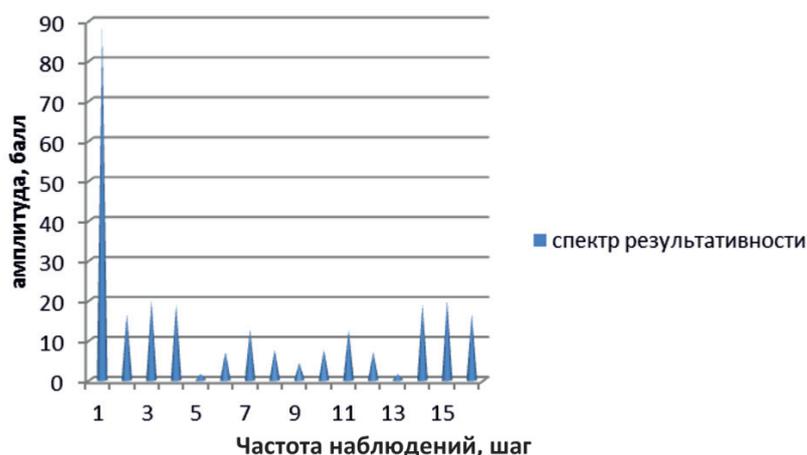
Результатом преобразования Фурье является совокупность комплексных чисел.

Используя представленную формулу, преобразуем временной ряд показателей результативности аквизитивного процесса «Производство товаров обрабатывающих отраслей промышленности в Забайкальском крае» в виде спектра результативности (таблица).

Спектр результативности аквизитивного процесса «Производство товаров обрабатывающей промышленности в Забайкальском крае»

Частота наблюдений, шаг	Результативность, балл	Амплитудно-частотный спектр, балл
1	5,1	88
2	10	16
3	9,7	19
4	8,6	18
5	4,8	1
6	0	7
7	6,2	12
8	5,7	7
9	7,9	4
10	9	7
11	0	12
12	1,1	7
13	2,4	1
14	4	18
15	5,8	19
16	7,8	16

Визуализация спектра результативности представлена на рисунке. На горизонтальной оси представлена частота наблюдений с шагом 1/16. На вертикальной оси отражается амплитуда изменений спектральных волн.



Спектр результативности процесса «Производство товаров обрабатывающих отраслей промышленности Забайкальского края»

Оценка спектра представленного процесса демонстрирует наличие четырёх основных гармоник в его результативности. Продолжительность каждой фазы составляет 4 года. Наибольшей амплитудой отличается первая гармоника. Данная гармоника является существенной с точки зрения начала процесса и может рассматриваться в качестве некоторого «переходного режима», который следует за внешним воздействием и после которого устанавливается свойственное данному процессу функционирование. Из таких соображений полагаем возможным сделать вывод о влиянии внешних факторов, которые следует элиминировать в оценке тенденций изменения результативности исследуемого процесса.

В целом амплитуда составляющих гармоник представленного спектра является относительно плавной, что, на наш взгляд, позволяет сделать вывод об устойчивом характере изменения результативности. Амплитуда составляющих гармоник подтверждает оценку результативности процесса, достигающую среднего уровня, полученную с помощью метода нечеткого логического вывода. Фазовые изменения, по нашему мнению, демонстрируют наличие ограничений, связанных с количеством и качеством входных ресурсов. Таким образом, спектральный анализ результативности процесса «Производство товаров обрабатывающих отраслей промышленности Забайкальского края» позволяет сделать вывод не только о циклическом характере данного процесса, но и об отсутствии признаков трансформации в направлении его развития, об устойчиво сохраняющемся среднем уровне результативности процесса. При этом выявленная устойчивость сви-

детельствует о перманентном влиянии на результативность факторов внутренней среды, к числу которых, по нашему мнению, следует отнести в первую очередь количество и качество входных ресурсов и технологии их переработки, которые обуславливают возможность диссипации ресурсов входа. Оценка изменений результативности процессов может оказаться неполной без анализа его взаимосвязей с другими процессами, обуславливающими диссипацию входных ресурсов. В целях обнаружения таких взаимосвязей необходимо осуществить анализ кросс-спектра двух процессов. При этом вычисление кросс-спектра позволяет установить не только рассеивание ресурсов (через процессор диссипативных процессов), но и их перераспределение между аквизитивными процессами разных отраслей, сфер, регионов. Решение поставленной задачи возможно на основе когерентного анализа, которым может быть дополнен спектральный анализ результативности социально-экономических процессов.

В целом, в целях исследования результативности процессов, протекающих в СЭС, предлагаем использовать следующий алгоритм:

1. Формирование динамических рядов статистических показателей результативности социально-экономических процессов.
2. Приведение статистических данных в сопоставимый вид методом линейного нормирования.
3. Преобразование временного ряда в сумму гармонических функций, представленных комплексными числами.
4. Вычисление амплитудного спектра.
5. Визуализация полученных данных на графике спектрограммы.

Выводы

Применение спектрального анализа в исследованиях процессов сложных социально-экономических систем представляется актуальным методом исследования в связи с развитием системного анализа, методологии исследования сложных систем, появлением современных технических разработок инструментальных средств исследования сложных систем. Использование методов, в основе которых заложен математический базис, позволяет не только значительно повысить достоверность и надёжность результатов исследования, но и, опираясь на предложенный алгоритм, осуществить эксперимент в целях проверки результатов анализа и разработки прогноза циклических изменений результативности. При этом спектральный анализ может быть дополнен анализом когерентности процессов, позволяющим определить характер взаимосвязей и взаимозависимостей между элементами СЭС. Исследования показывают, что такие взаимосвязи могут существенно ослабить или увеличить результативность процессов, притекающих в социально-экономической системе, обеспечив её движение в направлении прогресса или регресса. Представление о характере и направлениях взаимосвязей между процессами, протекающими в социально-экономической системе, полученные на основе методов спектрального анализа, позволяют формировать стратегии её развития и моделировать сценарии трансформации региональных процессов.

Апробация предложенного алгоритма осуществлялась на данных о результативности процессов, протекающих в региональных системах Байкальского региона.

Список литературы

1. Аббакумов В.Л. Бизнес-анализ информации. М.: Экономика, 2009. 374 с.
2. Сизова Т.М. Статистика: учебное пособие. СПб.: СПб НИУ ИТМО, 2013. 176 с.
3. Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Проблемы методологии системного анализа. М.: Наука, 1970. 456 с.
4. Зарнадзе А.А. О взаимосвязи ноосферной идеологии и гомеостатических методов управления // Управленческие науки. 2016. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vzaimosvyazi-noosfernoy-ideologii-i-gomeostaticheskikh-metodov-upravleniya> (дата обращения: 16.11.2018).
5. Ковальчук Л.Б. Типологизация региональных процессов // Известия ИГЭА. 2011. № 3 (77). С. 90–92.
6. Ковальчук Л.Б. Процессная модель региональной социально-экономической системы. Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2014. 148 с.
7. Любомудров А.А. Метод спектрального анализа // Вестник РУДН. Серия: Математика, информатика, физика. 2010. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-spektralnogo-analiza> (дата обращения: 16.11.2018).
8. Granger C.W. J. Spectral analysis of economic time series. Princeton: Princeton University Press, 1964. P. 203–219.
9. Таранова И.В. Особенности применения экономико-математических и эконометрических методов в экономических исследованиях // УЭК. 2011. № 36 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-ekonomiko-matematicheskikh-i-ekonomicheskikh-metodov-v-ekonomicheskikh-issledovaniyah-1> (дата обращения: 16.11.2018).
10. Важенина В.С., Пахомова Е.А., Писарева Д.А. Применение гармонического и спектрального анализа для выявления основных циклов развития социально-экономической системы (на примере сельского хозяйства) Национальные интересы: приоритеты и безопасность // Финансы и кредит. 2016. Т. 12. № 11. С. 4–14.
11. Губанов В.А. Оценка и прогноз конъюнктурных циклов в трендах экономических временных рядов // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2006. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-prognoz-konyunktturnykh-tsiklov-v-trendah-ekonomicheskikh-vremennyh-ryadov> (дата обращения: 01.10.2018).
12. Ситникова А.Ю. Метод спектрального анализа для выявления циклов экономической конъюнктуры // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2009. № 9 (59). С. 107–112.
13. Кривошеев В.И., Лупов С.Ю. О некоторых возможностях и проблемах современного цифрового спектрального анализа // Вестник ННГУ. 2011. № 5–3 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotorykh-vozmozhnostyakh-i-problemah-sovremennogo-tsifrovogo-spektralnogo-analiza> (дата обращения: 16.11.2018).
14. Лещенко Е.Е. Применение анализа временных рядов в стратегии инвестора и торговой системе трейдера // Финансы и кредит. 2008. № 27 (315) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-analiza-vremennyh-ryadov-v-strategii-investora-i-torgovoy-sistemy-treydera> (дата обращения: 16.11.2018).

УДК 004.031.2:62(470.23-25)

СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**Кучеренко Д.В.***Северо-Западный институт РАНХиГС, Санкт-Петербург, e-mail: kucherenko.dmitry@gmail.com*

В данной статье рассмотрено текущее состояние развития государственных информационных систем в Санкт-Петербурге, как в современном, динамично развивающемся мегаполисе, который проводит активную работу по автоматизации деятельности исполнительных органов государственной власти за счет создания новых, а также развития уже существующих государственных информационных систем. В работе представлены результаты анализа выборки государственных информационных систем, подтверждающие, что созданные в различное время на региональном уровне системы в каждом своём случае имеют не только разные цели, задачи и назначение, но также различные технические и проектные решения (различную архитектуру, объем функциональных компонентов, системы управления базами данных, общее программное обеспечение, и т.д.), имеют свои индивидуальные справочники, классификаторы, а межсистемное взаимодействие носит частный характер. На основании результатов сформулирована потребность в наличии системы управления развитием региональной информационно-телекоммуникационной архитектуры органов власти и основные решаемые системой задачи (переход на отечественное программное обеспечение, регламентация межсистемного взаимодействия, закрепление основных архитектурных принципов создания и развития государственных информационных систем, осуществление планирования и контроля исполнения работ по информатизации).

Ключевые слова: электронное правительство, государственные информационные системы, региональная информатизация, планирование ИТ архитектуры, кластерный анализ, граф взаимодействия систем

THE STATE OF DEVELOPMENT OF STATE INFORMATION SYSTEMS OF ST. PETERSBURG**Kucherenko D.V.***North-West Institute Russian Academy of National Economy and Public Administration, Saint-Petersburg, e-mail: kucherenko.dmitry@gmail.com*

This article describes the current state of development of state information systems in St. Petersburg, as in a modern, dynamically developing metropolis, which is actively working to automate the activities of executive bodies of state power by creating new, as well as developing already existing state information systems. The paper presents the results of the analysis of the sample of state information systems, confirming that the systems created at different times at the regional level in each case have not only different goals, tasks and purposes, but also various technical and design solutions (different architecture, volume of functional components, database management systems, general software, etc.), have their own individual directories, classifiers, intersystem interaction is private. Based on the results, the need for a development management system for the regional information and telecommunications architecture of the authorities and the main tasks solved by the system (transition to domestic software, regulation of intersystem interaction, consolidation of the main architectural principles of creation and development of state information systems, planning and monitoring).

Keywords: e-government, state information systems, regional IT architecture, IT architecture planning, cluster analysis, graph of interaction of systems

В Санкт-Петербурге, как в современном, динамично развивающемся мегаполисе, ведется активная работа по автоматизации деятельности исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга (далее – ИОГВ) за счет создания новых, а также развития уже существующих государственных информационных систем (далее – ГИС).

Существуют различные ГИС по уровню интеграции процессов, отраслевой специфике, типу решаемых задач.

Только в Санкт-Петербурге, как в субъекте Российской Федерации функционирует 89 ГИС [1], на сопровождение и развитие которых ежегодно из регионального бюджета выделяется более 1,1 млрд руб. и 1,4 млрд руб. соответственно [2].

В то же время для субъектов Российской Федерации отсутствуют единые требования

к планированию работ по развитию ГИС, что делает актуальным анализ текущего состояния региональной информатизации для дальнейшей разработки подходов к планированию данных работ (выбор технических решений, целесообразность, приоритетность, трудоемкость автоматизации и т.д.).

С целью обеспечения ведения реестра государственных информационных систем Санкт-Петербурга, обеспечение создания, эксплуатации и развития государственных информационных систем Санкт-Петербурга, а также учета результатов интеллектуальной деятельности и объектов интеллектуальной собственности создана и функционирует Государственная информационная система Санкт-Петербурга «Реестр государственных информационных систем Санкт-Петербурга» [1].



Рис. 1. Распределение ГИС по вводу в эксплуатацию

Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 16.08.2010 № 1101 «О мерах по реализации Закона Санкт-Петербурга «О государственных информационных системах Санкт-Петербурга» определен состав сведений, подлежащий ежегодной актуализации и в том числе доступной пользователям в открытом доступе [3].

Цель исследования состоит в обосновании потребности в организации системы управления развитием региональной информационно-телекоммуникационной архитектуры органов власти (в данном случае под системой подразумевается совокупность приемов, методов, технологий организации работы по планированию, проведению и контролю работ в сфере региональной информатизации).

Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа состояния развития ГИС, определения их программного обеспечения, межсистемного взаимодействия была сделана выборка, в которую попали 80 ГИС (прошедших ежегодную актуализацию сведений).

На рис. 1 представлено распределение ГИС по году ввода в эксплуатацию. Активный ввод в эксплуатацию новых систем приходится на период 2003–2011 гг., что свидетельствует об активном процессе информатизации и развития электронного правительства. В данный период создавались основополагающие системы, связанные с внутренней автоматизацией ИОГВ, обеспечением безопасности жизнедеятельности, а также автоматизацией процессов взаимодействия ИОГВ с гражданами.

На рис. 2 и 3 отображено пропорциональное деление систем по типу архитекту-

ры и типу используемых клиентских рабочих мест.

Большинство систем (более 59%) имеют клиент-серверную архитектуру, что, например, в случае перебазирувания ГИС с собственных вычислительных мощностей на мощности Регионального распределенного центра обработки данных не вызовет серьезных трудностей, чего нельзя сказать о системах с иным типом архитектуры, когда, например, сервера размещены в районных отделениях ИОГВ и требуют собственной службы обслуживания.

Также использование приложений, обеспечивающих расширенную функциональность независимо от центрального сервера («толстый клиент») свидетельствует о том, что для ряда систем процессы централизованного обновления/модификаций пользовательских интерфейсов имеют свои специфические особенности (28%), и в ряде случаев вызывают дополнительные неудобства как для пользователей (необходимость ожидания загрузки новой версии приложения), так и для системных администраторов (нагрузка на локальную сеть, контроль обновлений у всех пользователей и т.д.).

ГИС состоят из функциональных подсистем, которые в свою очередь делятся на комплексы задач, на базе которых проводится автоматизация действий сотрудников ИОГВ, в том числе обеспечивается межведомственное электронное взаимодействие (информационный обмен с другими ИОГВ и организациями) [1]. На рис. 4 представлено распределение ГИС по количеству подсистем (на оси абсцисс указано количество подсистем, а по оси ординат – количество ГИС, содержащих такое количество подсистем). Исходя из результатов визуализации, не ме-

нее 5 ГИС имеют более 21 подсистемы каждая. Сопровождение и развитие таких систем с широкими функциональными возможностями требует определенного организационного

(планирование работ, заключение государственных контрактов, контроль исполнения и т.д.) и технического (вычислительные мощности, их обслуживание и т.д.) обеспечения.

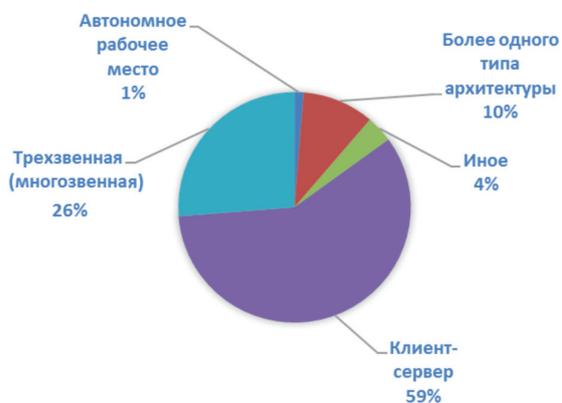


Рис. 2. Тип архитектуры ГИС

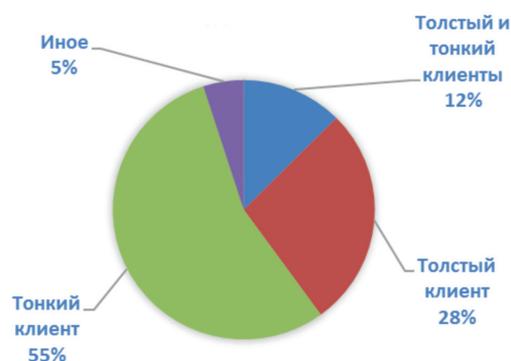


Рис. 3. Тип используемого клиента

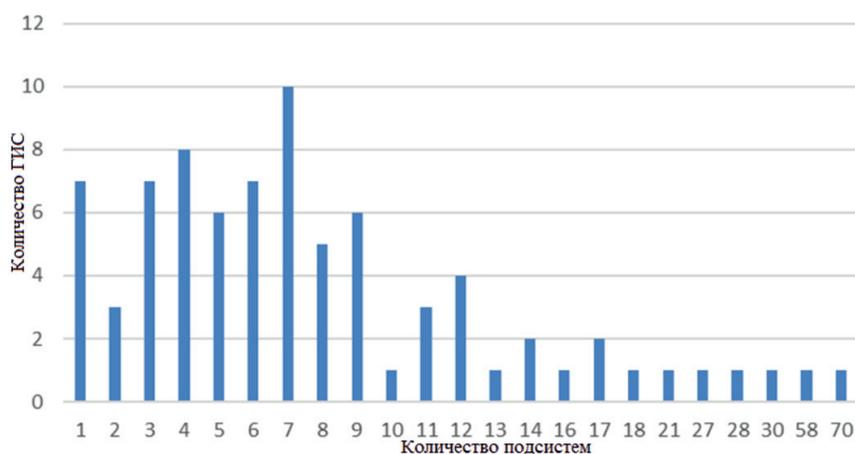


Рис. 4. Количество подсистем в ГИС

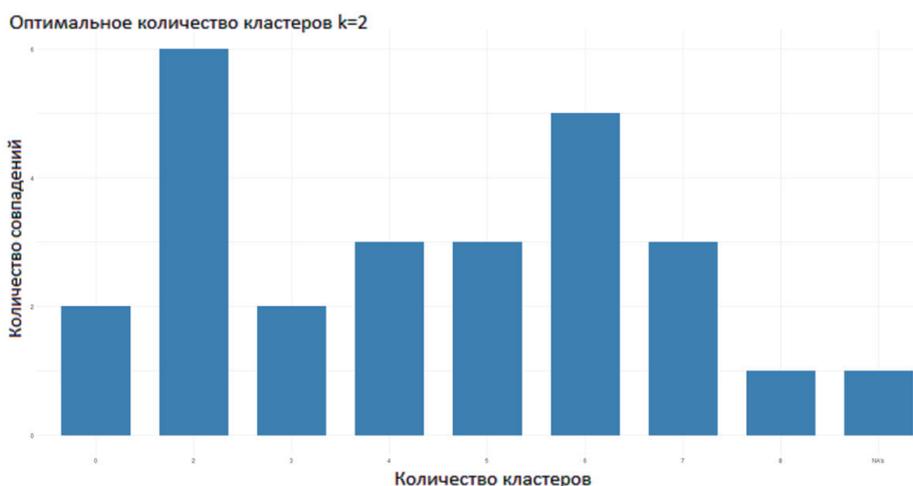


Рис. 5. Гистограмма рекомендуемого числа кластеров ГИС

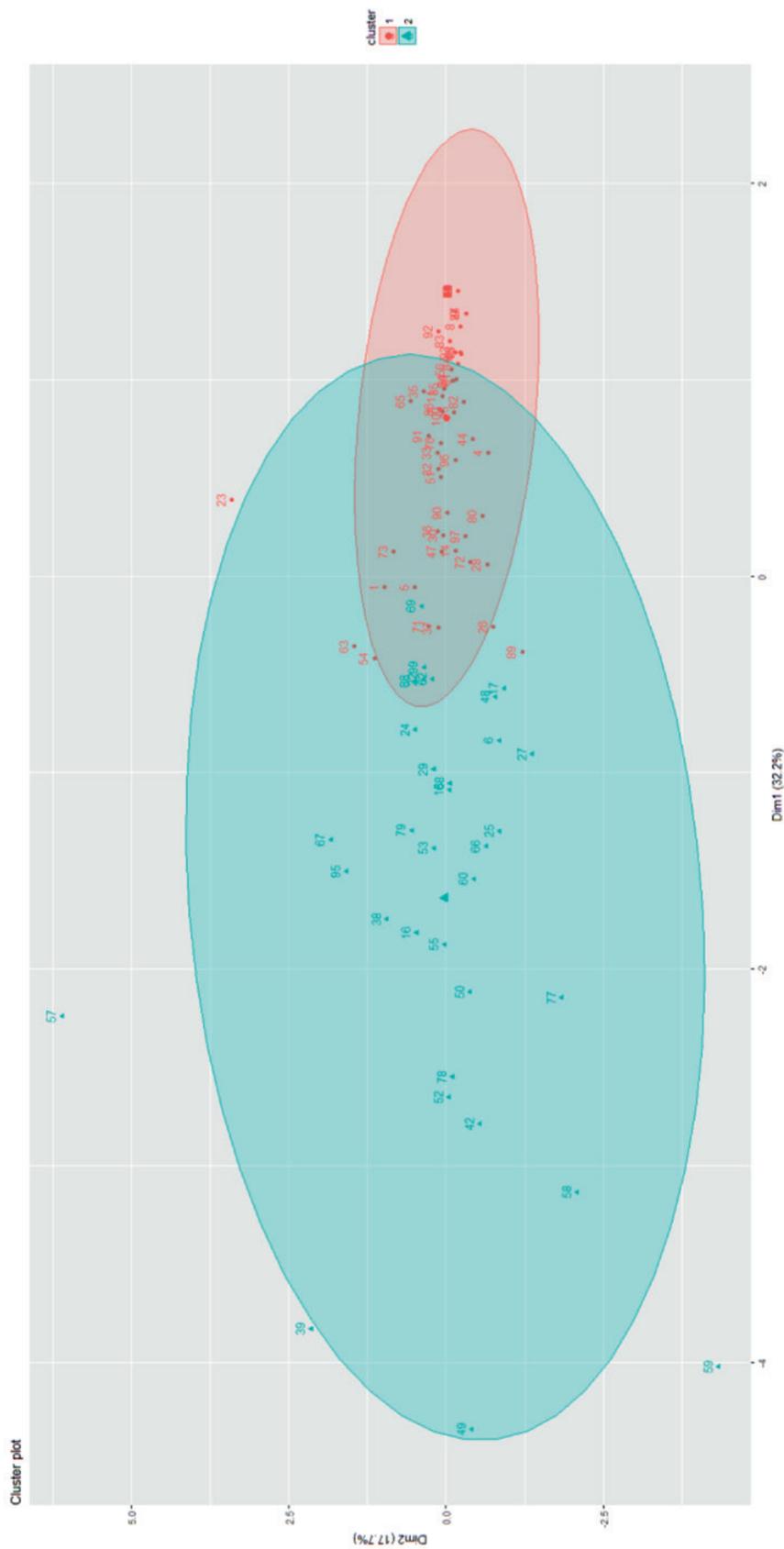


Рис. 6. Визуализация решения задачи кластерного анализа

Общее количество подсистем в выборке из 80 ГИС составило 735 подсистем.

Для оценки систем по количеству структурных элементов, взаимодействию, используемым классификаторам воспользуемся кластерным анализом [4]. Из ранее сделанной выборки (80 ГИС из Реестра ГИС) исключим 5 наиболее крупных систем, таких как Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город», Территориальная отраслевая региональная информационная система, Комплексная автоматизированная информационная система каталогизации ресурсов образования, Система классификаторов Санкт-Петербурга, Государственная информационная система Санкт-Петербурга «Региональный фрагмент единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения».

На рис. 5 представлена гистограмма рекомендуемого числа кластеров (использовались четыре показателя ГИС: количество подсистем, количество комплексов задач, количество связей, количество классификаторов. Данные из Реестра ГИС [1]). Несмотря на то, что, судя по гистограмме, разброс рекомендуемого числа кластеров велик (от 0 до 8), мода приходится на 2 кластера.

Для дальнейшей интерпретации результатов осуществим визуализацию результата кластеризации. На рис. 6 эллипсы представлены вокруг каждого кластера.

В результате кластерного анализа были выделены два класса систем

Первый класс – Малые системы.

Второй класс – Средние системы.

И отдельно пять систем: Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город», Территориальная отраслевая региональная информационная система, Комплексная автоматизированная информационная система каталогизации ресурсов образования, Система классификаторов Санкт-Петербурга, Государственная информационная система Санкт-Петербурга «Региональный фрагмент единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» [1].

Для первого класса систем дисперсия малая. Они похожи друг на друга по своим характеристикам.

Анализ систем по стеку используемых технических решений на примере используемых систем управления базами данных (далее – СУБД) также свидетельствует, что региональная ИТ архитектура неоднородна, применяются различные технические решения. Более 50% используемых СУБД не относятся к свободно распространяемому программному обеспечению (далее – СПО). Однако провести оперативный переход на СПО без последствий для конечных пользователей не всегда представляется

возможным, переход на другие СУБД или платформы требует поэтапного перехода, который может занимать до нескольких лет. На рис. 7 отображено распределение ГИС по типу используемых СУБД.

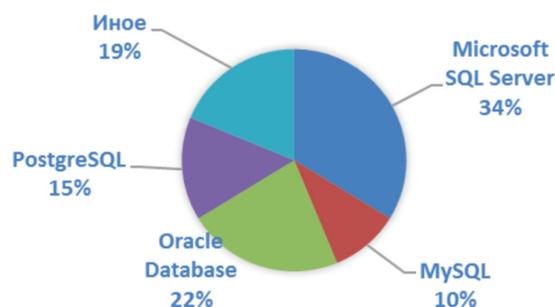


Рис. 7. Используемые СУБД

Для организации предоставления государственных услуг и выполнения государственных функций требуется постоянный информационный обмен между различными ИОГВ, для чего реализуется межведомственное электронное взаимодействие на базе ГИС. Для оценки организованного межсистемного информационного обмена и интеграций на рис. 8 представлен граф взаимодействия ГИС между собой.

В представленной сети вершины обозначают региональные ГИС (уникальные реестровые номера), ребра-связи между ними (информационный обмен).

Рассмотрев граф взаимодействия ГИС, были выявлены вершины с высоким уровнем централизации. Так, самым большим коэффициентом степенной центральности обладают ГИС под номером 1786, 1783, 2694.

1786 – Государственная информационная система «Региональная система межведомственного электронного взаимодействия» (РСМЭВ). Система используется для стандартизированной передачи данных между системами и представляет собой шину данных, чем и обусловлено большое количество межсистемных интеграций и, соответственно, высокий коэффициент степенной центральности ($C = 0,658$).

1783 – Межведомственная автоматизированная информационная система предоставления государственных и муниципальных услуг в электронном виде (МАИС ЭГУ). В данной системе автоматизирован прием пакетов документов по различным государственным услугам через сеть многофункциональных центров, а также через электронный портал. Передача пакетов документов в ИОГВ в электронном виде требует наличия информационного обмена между ГИС, чем

и обусловлен высокий коэффициент степенной центральности ($C = 0,543$).

2694 – Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город» (АПК БГ). Представляет собой совокупность автоматизированных систем, обрабатывающих и хранящих информацию, связанную с обеспечением безопасности жизнедеятельности (видеонаблюдение, контроль передвижения автотранспорта, вызовы в диспетчерские службы и т.д.). Высокий коэффициент степенной центральности ($C = 0,466$) обусловлен необходимостью получения актуальных и оперативных сведений из информационных систем других ИОГВ.

Выводы

Результаты рассмотрения выборки ГИС показывают, что созданные в различное время на региональном уровне системы в каждом своём случае имеют не только разные цели, задачи и назначение (по данным Реестра ГИС), но также различные технические и проектные решения (различную архитектуру, объем функциональных компонентов, СУБД, общее программное

обеспечение, и т.д.), имеют свои индивидуальные справочники, классификаторы (по данным Реестра ГИС).

Межсистемное взаимодействие в большинстве случаев носит частный характер (только 46 ГИС из выборки по данным реестра ГИС интегрированы или имеют информационный обмен хотя бы с одной ГИС), построенный граф взаимодействия систем свидетельствует только о наличии трех крупных инфраструктурных систем с большим количеством интеграций.

В соответствии с национальными целями и стратегическими задачами развития Российской Федерации на период до 2024 г. определен ряд целей в сфере информатизации, таких как внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сферах государственного управления и оказания государственных услуг, использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями [6]. Таким образом, государство указало на важность дальнейшей автоматизации деятельности органов власти посредством отечественных разработок.

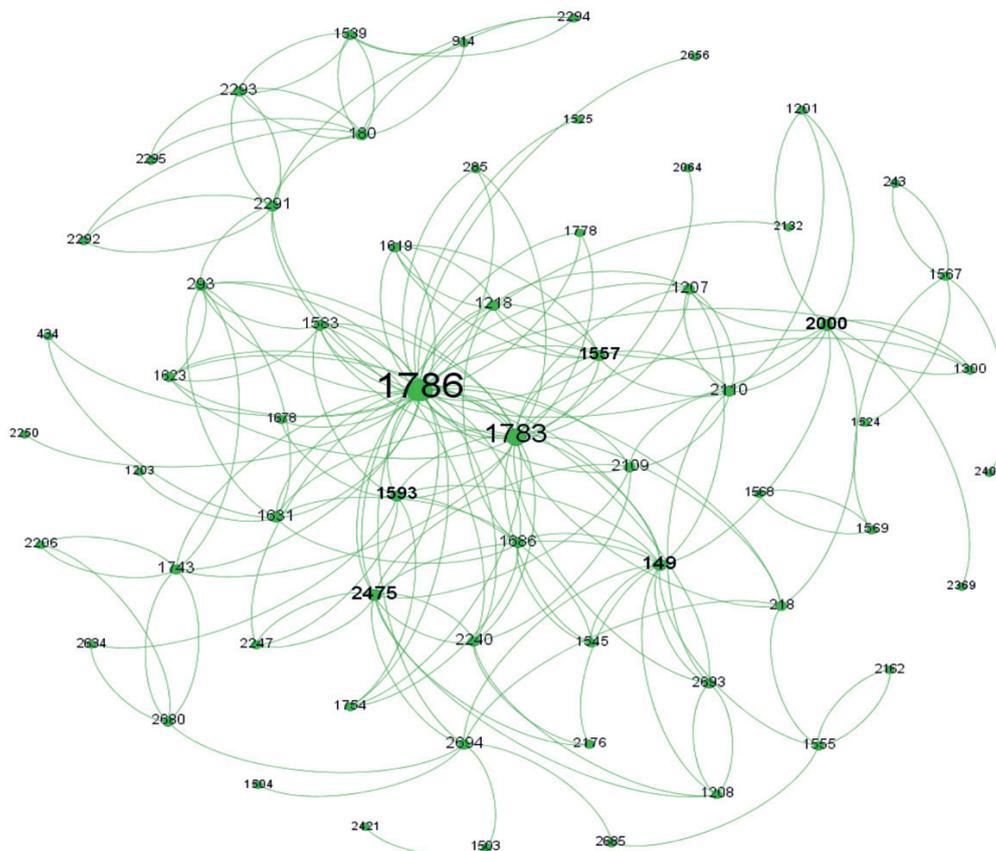


Рис. 8. Граф взаимодействия ГИС

Ввиду вышесказанного актуальным становится вопрос наличия соответствующей системы управления развитием региональной информационно-телекоммуникационной архитектуры органов власти.

Наличие системы управления развитием региональной ИТ архитектуры органов власти должно решать задачи, связанные с переходом на отечественное программное обеспечение (требования к общему программному обеспечению, базам данных и т.д.), регламентацией межсистемного взаимодействия как региональных ГИС между собой, так и с федеральными ГИС, закреплять основные архитектурные принципы создания и развития ГИС и их обеспечения, осуществлять планирование (целесообразность, приоритетность включения в план автоматизации ИОГВ) и контроль исполнения работ по информатизации.

Решение такой задачи требует дальнейших исследований данной области и проработки вопроса внедрения системы управления развитием городской ИТ архитектуры которая будет основана на наборе принципов и подходов к проектированию систем (Digital Transformation Framework). Региональная стратегия цифровизации ИОГВ должна закреплять сформулированные в рамках системы требования к инфраструктурным ГИС для всех региональных ИОГВ и работающих с ИОГВ ИТ-компаний. Также при обеспечении процесса планирования вышеуказанных работ с целью повышения

эффективности расходования бюджетных средств необходимо использовать методы планирования трудозатрат на развитие и сопровождение ГИС [5].

Список литературы

1. Комитет по информатизации и связи. Реестр государственных информационных систем Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr-gis.spb.ru/> (дата обращения: 24.10.2018).
2. Закон Санкт-Петербурга от 29.11.2017 № 801-131 «О бюджете Санкт-Петербурга на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.spb.ru/law?d&nd=555858071> (дата обращения: 24.10.2018).
3. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 16.08.2010 № 1101 «О мерах по реализации Закона Санкт-Петербурга «О государственных информационных системах Санкт-Петербурга» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/891835441> (дата обращения: 24.10.2018).
4. Кластерный анализ // Электронный учебник по статистике StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stcluan.html> (дата обращения: 24.10.2018).
5. Наумов В.Н., Кучеренко Д.В. Планирование трудозатрат на создание и развитие государственных информационных систем и их функциональных программных комплексов // Научно-практический журнал «Управленческое консультирование», июнь, 2017. СПб.: Северо-Западный институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 2017. 206 с.
6. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf> (дата обращения: 24.10.2018).

УДК 676.014:676.017

ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ УПАКОВОЧНОГО КАРТОНА

Мишурина О.А., Муллина Э.Р., Глазкова Я.В., Кузжугалдинова З.Б.,
Турлина А.А., Варнавский Д.А., Расторгуев А.Е.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск,
e-mail: olegro74@mail.ru*

В работе представлены результаты исследования влияния полиионных гидрофобизаторов на прочностные и влагопрочностные свойства образцов упаковочного картона, полученных с использованием волокон вторичной целлюлозы. Рассмотрен механизм и эффективность действия различных по природе упрочняющих, гидрофобизирующих веществ. В первом случае процесс гидрофобизации и упрочнения протекал с применением модифицированной канифоли, во втором случае – с использованием суспендированных крахмальных продуктов катионной модификации. Представлен анализ влияния химической природы гидрофобизирующих материалов на эффективность упрочнения и гидрофобности картона. Установлено влияние температурного режима процесса проклейки и упрочнения картона при использовании канифоли и модифицированных форм крахмала в качестве гидрофобных модуляторов. Установлено влияние pH раствора на химизм протекания процесса гидрофобизации и делигнификации волокон вторичной целлюлозы. Обоснована целесообразность проведения процесса делигнификации волокна, исходя из химического состава макулатурной массы. В работе представлены результаты исследования электрокинетического заряда поверхности волокон целлюлозы (макулатура) и частиц дисперсии крахмала в различных диапазонах pH. Представлены выводы о нейтрализации поверхностного заряда целлюлозы, в случае использования катионного крахмала в различных диапазонах pH дисперсной системы. Представлены выводы о влиянии состава и химической природы гидрофобизатора на эффективность проклейки и упрочнения упаковочного картона, полученного с использованием макулатурного сырья.

Ключевые слова: гидрофобизация, крахмал, катионирование, целлюлоза, свойства, качество

CHEMICAL MODELING OF HYDROPHOBIC PROPERTIES OF PACKAGING CARDBOARD SURFACE

Mishurina O.A., Mullina E.R., Glazkova Ya.V., Kuzhugaldinova Z.B.,
Turlina A.A., Varnavskiy D.A., Rastorguev A.E.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: olegro74@mail.ru

The paper presents the results of the study of the effect of polyionic hydrophobizers on the strength and moisture-resistance properties of packaging cardboard samples obtained using recycled cellulose fibers. The mechanism and efficiency of action of strengthening, hydrophobic substances of different nature are considered. In the first case, the process of hydrophobization and hardening proceeded with the use of modified rosin, in the second case – the use of suspended starch products of cationic modification. The analysis of the influence of the chemical nature of hydrophobic materials on the effectiveness of hardening and hydrophobicity of cardboard is presented. The influence of the temperature regime of the process of gluing and hardening cardboard using rosin and modified forms of starch as hydrophobic modulators. The influence of solution pH on the chemistry of the process water repellency treatment and delignification of secondary fibers of cellulose. The expediency of the fiber delignification process based on the chemical composition of the waste mass is substantiated. The paper presents the results of the study of electro kinetic charge of the surface of cellulose fibers (waste paper) and starch dispersion particles in different pH ranges. The conclusions about the neutralization of the surface charge of cellulose, in the case of cationic starch in different pH ranges of the dispersed system. Conclusions about the influence of the composition and chemical nature of the water repellent on the efficiency of sizing and hardening of the packaging cardboard obtained using recycled materials are presented.

Keywords: hydrophobization, starch, cation exchange, cellulose, property, quality

Картон является наиболее востребованным материалом в производстве тары и упаковки. Российский рынок производства и переработки бумаги и картонов интенсивно развивается. Основная масса тароупаковочных видов картона производится с использованием значительной доли вторичного сырья. В отличие от целлюлозных материалов, изготовленных преимущественно из первичных волокон, данный вид картонов, наряду со снижением себестоимости продукции, имеет ряд существенных недостатков – снижение

прочностных и влагопрочностных показателей. В связи с этим актуальным является вопрос химического моделирования сорбционных свойств поверхности тароупаковочных видов картона с целью его гидрофобизации и упрочнения.

Усиление прочности и гидрофобности поверхности картона достигается путем введения в целлюлозную массу на стадии формирования листа различных видов химических веществ, которые сообщают ей необходимую гидрофобность и прочность. Применение химических вспомогательных

веществ для улучшения бумагообразующих свойств вторичных волокон, по экономическим причинам особенно актуально для российской бумажной промышленности. Поэтому модификация сорбционных свойств целлюлозной поверхности путем химического моделирования составов вводимых гидрофобизирующих веществ существенным образом позволит повысить качество тароупаковочного картона, изготовленного из 80–100%-ной макулатуры [1–3].

На практике для решения поставленных задач помимо использования проклеивающих химических веществ, таких как канифоль и ее модификации, широко используются связующие проклеивающие вещества, введение которых приводит к усилению силы связи между волокнами и повышению показателей прочности бумаги (картона), за счет склеивания волокон между собой. Кроме того, связующие вещества улучшают эффективность взаимодействия частиц канифоли между собой, а также с целлюлозой, делая ее более надежной и стабильной.

Связующие материалы могут вводиться как непосредственно в целлюлозную массу, так и наноситься на поверхность бумаги или картона. Проклейка в массе гораздо проще и не требует установки дополнительного оборудования для сушки, однако расход при этом проклеивающего компонента будет больше, так как часть его теряется с водой.

На сегодняшний день широко применение находят следующие связующие вещества: крахмал различной модификации и синтетические полимеры [1, 3, 4]. При этом следует отметить, что доля последних, в сравнительной оценке эффективности и себестоимости весьма незначительна. Поэтому в современных условиях крахмал различного природного происхождения и его многочисленные модифицированные продукты были и остаются самыми востребованными химическими компонентами, используемыми для усиления прочности и гидрофобности упаковочных видов бумаг и картонов. В технологии производства упаковочного картона из макулатуры содержание крахмала в композиции превосходит любое из применяемых в настоящее время химических веществ [5–7].

Основное направление применения крахмальных продуктов – это упрочнение бумаги и картона (в большей части поверхностной прочности). Применение модифицированных крахмалов дает дополнительный эффект, связанный с повышением удержания ими мелкого волокна, наполнителя, оптически отбеливающих и проклеивающих веществ. Одновременно повышаются практически все прочностные

характеристики картона: сопротивление разрыву, продавливанию, излому, истиранию. Усиливается жесткость, упругость и его белизна [8, 9].

Таким образом, модифицированные крахмальные продукты позволяют создавать новые высокоэффективные целлюлозные композиты с заданным балансом прочностных и гидрофобных свойств.

Цель работы – экспериментальные исследования, направленные на химическое моделирование гидрофобизирующих составов, обеспечивающих упрочнение и низкое водопоглощение упаковочного картона, при использовании в качестве основного волокнистого полуфабриката волокон вторичной целлюлозы.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования: волокна вторичной целлюлозы, полученные путем переработки образцов картона и гофрокартона. В качестве наполнителя использовали каолин. Процесс упрочнения и гидрофобизации целлюлозной массы проводили различными химическими составами: в *первом случае* использовали модифицированный канифольный клей, во *втором случае* – суспендированные крахмальные продукты катионной модификации, которые представляют собой дисперсный раствор хлорида фениламмония, катион которого, за счет образования связи по донорно-акцепторному механизму, имеет ярко выраженный положительный заряд (со степенью замещения от 0,035 до 0,05).

Во всех вариантах химические добавки вводили в целлюлозу-основу на стадии размола волокнистой суспензии в различных массовых соотношениях. Об эффективности упрочнения и гидрофобизации картона судили по следующим показателям: степень проклейки, влагопрочность, капиллярная впитываемость, предел прочности при разрыве, разрушающее усилие.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время процесс гидрофобизации и упрочнения целлюлозных материалов (проклейка в массе) имеет два альтернативных направления развития – проклейка в кислой среде, которая осуществляется при отливе бумаги (картона) в интервале pH от 4,5 до 6,5, и проклейка в нейтральной среде или слабощелочной среде, проводимая в диапазоне pH от 6,5 до 8,5. При проведении процесса гидрофобизации в кислой среде в большинстве случаев используется канифольный клей в различных модификациях. В случае проклейки в нейтральной или слабощелочной среде наибольшее применение находят катионные модификации крахмала [8, 10].

Важным фактором, влияющим на эффективность усиления прочностных и гидрофобных свойств картона, является пока-

затель рН, определяющий как химический состав формирующейся клеевой дисперсии, так и заряд поверхности дисперсных частиц [9]. Для моделирования рН среды водного раствора, при введении канифоли, использовали сернокислый алюминий, являющийся основным реагентом, формирующим заданный диапазон рН волокнистой массы, а также основным участником в цепи физико-химических процессов, протекающих по схеме: целлюлоза – проклеивающий компонент – сернокислый алюминий. В случае использования дисперсии катионного крахмала для формирования рН среды использовали 1%-ный растворы серной кислоты и гидроксида натрия.

При рассмотрении механизма гидрофобизации макулатурной массы в расчет брали тот факт, что в технологии производства тарного картона и гофрокартона используется большое количество крахмала, изначальное наличие которого может существенно коррелировать эффективность последующей гидрофобизации волокон вторичной целлюлозы. Так, в каждом готовом картоне может содержаться от 3 до 60 г модифицированного крахмала. Электрокинетический заряд поверхности волокон целлюлозы имеет решающее значение в формировании гидрофобных свойств поверхности готовых целлюлозных материалов. В связи с этим в работе были проведены исследования электроповерхностных свойств волокон вторичной целлюлозы. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Экспериментальные исследования процесса упрочнения и гидрофобизации волокон макулатурной массы канифольным клеем показали, что в диапазоне рН от 6,0 и выше формируется клеевая дисперсия, частицы которой имеют низкий положительный заряд, при этом показатели гидрофобности картона значительно снижаются. При дальнейшем смещении диапазона рН раствора в кислую область, значение положительного заряда дисперсной фазы возрастает, что приводит к увеличению прочностных и гидрофобных показателей картона. Отмечено, что при значениях рН от 4,0 до 4,5 частицы клеевой дисперсии на основе канифоли имеют максимальные значения положительного заряда, что обуславливает максимальный эффект про-

клейки целлюлозной массы. При дальнейшем усилении кислотности раствора (ниже значений рН = 4,0) эффективность проклейки целлюлозы резко падает. Этот факт может объясняться тем, что в данном случае основным компонентом клеевого осадка будут свободные смоляные кислоты, которые неэффективны для усиления гидрофобности и прочности целлюлозных волокон [11].

В работе, в случае использования катионно-модифицированных дисперсий крахмала, были проведены исследования влияния рН среды на электрокинетический заряд дисперсных частиц крахмала. Полученные результаты исследований представлены в табл. 2.

Полученные результаты позволяют утверждать, что положительные значения заряда частиц катионного крахмала (в диапазоне рН от 6,0 до 8,0) будут полностью скомпенсированы отрицательными значениями ξ -потенциала волокон вторичной целлюлозы (степень помола составила 16,5°ШР). Таким образом, можно утверждать, что в указанном диапазоне рН обеспечивается возможность интенсивного электростатического взаимодействия частиц крахмала с целлюлозным волокном.

Эффективность гидрофобизирующих и связующих свойств крахмала тесно связана с температурным режимом, при котором начинается процесс его клейстеризации [12]. Максимальная температура, после которой крахмальные зерна набухают и дисперсия превращается в золь с клейкими и связующими свойствами, является температурой его клейстеризации, зависящей от происхождения крахмала. Лучшими пленкообразующими свойствами обладают катионно-модифицированные крахмалы, у которых в наибольшей степени подавлена ретроградация (агрегация амилозной фракции). В процессе исследования было отмечено, что процесс клейстеризации используемого крахмала наблюдается по достижении 68 °С.

Специалисты, занимающиеся производством катионно-модифицированных крахмалов (со степенью замещения от 0,03 до 0,17), считают, что выбор крахмала должен осуществляться на основании конечных требований к готовой продукции (табл. 3).

Таблица 1

Изменение электрокинетического заряда поверхности волокон вторичной целлюлозы

Электрокинетический заряд поверхности волокон (ξ -потенциал), мВ	рН волокнистой массы				
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
	-0,2	-9,6	-18	-26	-39

Таблица 2

Изменение электрокинетического заряда поверхности
клеевых частиц катионного крахмала

Электрокинетический заряд поверхности частиц катионного крахмала (ξ -потенциал), мВ	рН дисперсии				
	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
	+32	+38	+45	+56	+64

Таблица 3

Технологические параметры применения катионно-модифицированных крахмалов
в мокрой части БДМ

Вид продукции	Требуемая степень замещения	Расход модификатора, кг/т
Флютинг, тестлайнер	0,05–0,1 %	5–15
Упаковочный картон	0,03–0,08 %	5–15

Таблица 4

Результаты эффективности проклейки волокон вторичной целлюлозы
при получении упаковочного картона

Показатели эффективности проклейки бумаги	Масса вводимого крахмального гидрофобизирующего реагента					
	1 кг/т	2 кг/т	5 кг/т	10 кг/т	15 кг/т	20 кг/т
Толщина, мм	0,598	0,608	0,615	0,617	0,620	0,623
Масса картона площадью 1 м ²	6,42	6,48	6,50	6,46	6,45	6,45
Степень проклейки образца, с/мм	2,06	2,12	2,50	2,34	2,24	2,04
Капиллярная впитываемость, мм	4,84	4,14	3,92	3,60	3,18	4,18
Поверхностная впитываемость, г/м ²	6	7	12	14	15	12
Разрушающее усилие, Н	52,47	74	89,31	114,09	116,82	96,89
Предел прочности, МПа	41,00	45,31	55,38	55,61	55,23	45,23
Влагопрочность, %	5	7	12	15	16	11

Таблица 5

Изменение электрокинетического заряда поверхности волокон вторичной целлюлозы

Состав гидрофобизатора	Диапазон рН	Прочностные и влагопрочностные свойства готовых образцов картона		
		Разрушающее усилие, Н	Предел прочности, МПа	Влагопроч- ность, %
Канифоль + Al ₂ (SO ₄) ₃	4,0–4,5	108,54	46,72	9
Катионно-модифицированный крахмал	7,5–8,0	116,82	55,23	16

Результаты влияния объема вводимого катионного крахмала в качестве гидрофобизирующего связующего на прочностные и гидрофобные свойства образцов упаковочного картона представлены в табл. 4.

Согласно полученным значениям (табл. 4) можно констатировать следующие факты:

– использование суспендированных крахмальных продуктов катионной модификации, представляющих собой структуру четырехзамещенного аммония, катион которого, за счет образования связи по донорно-акцепторному механизму, имеет ярко выраженный положительный заряд (со степенью замещения от 0,035 до 0,05), позволяет эффективно усиливать гидрофобные

и прочностные характеристики макулатурного картона;

– при проклейке в целлюлозной массе (на стадии отлива) наблюдается тенденция возрастания показателей гидрофобности и упрочнения целлюлозной массы. Максимум достигается при расходе катионного крахмала при 15 кг/т, а далее качественные показатели снижаются. Данный факт может объясняться снижением эффективности действия сил межволоконного сцепления вследствие разубоживания волоконистой массы.

– лабораторные исследования позволяют утверждать, что использование предлагаемой катионной модификации крахмала активизирует упрочняющие и водоотталки-

вающие свойства макулатурного картона. Это дает возможность значительно повысить параметры экономической и экологической рентабельности производства тарного картона.

Сравнительный анализ прочностных характеристик образцов картона, полученных с использованием различных модификаций гидрофобизирующих составов представлен в табл. 5.

Полученные практические результаты позволили сделать выводы, что при 100% использовании волокон вторичной целлюлозы эффективность проклейки катионно-модифицированными крахмалами наиболее эффективна в сравнении с использованием модифицированной канифоли (при условии использования сернокислого алюминия в качестве коагулятора и рН-регулятора). При этом следует отметить существенную разницу в значениях влагопрочности полученных образцов макулатурного картона: 16% и 9% соответственно.

Заключение

Упрочнение и гидрофобизация является приоритетным направлением в развитии химии бумаги и картона. Основным химическим реагентом, обеспечивающим высокие прочностные и влагопрочностные свойства бумаги и картона, является крахмал. Химическое моделирование заряда поверхности частиц крахмала позволяет управлять конечными свойствами готового продукта. Учитывая низкую себестоимость крахмала, его доступность и широкий спектр возможностей, данный реагент является актуальным и востребованным в производстве целлюлозных продуктов.

Список литературы

1. Дулькин Д.А. Развитие научных основ и совершенствование процессов технологии бумаги и картона из макулатуры: дис. ... докт. техн. наук. Архангельск, 2008. 352 с.
2. Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.А. Технологические решения по улучшению качества адгезии склеиваемых картонов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1 [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=18922> (дата обращения: 16.10.2018).
3. Копыльцов А.А. Применение крахмала в производстве бумаги и картона. М.: ОАО «ГПП Российские крахмалопродукты», 2006. 42 с.
4. Мишурина О.А., Жерякова К.В., Муллина Э.Р. Химические аспекты влияния гидрофильных и гидрофобных компонентов на эффективность проклейки бумаги // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6–1. С. 83–85.
5. Воробьева В.А. Второй шанс старой бумаги: инструкция по созданию бизнеса по переработке макулатуры // Экопрогресс. Журнал об экологии и переработке. 2012. № 9. С. 13–15.
6. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические решения по производству упаковочного картона с улучшенными влагопрочностными свойствами // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–19. С. 4166–4170.
7. Mishurina O.A., Mullina E.R., Chuprova L.V., Ershova O.V., Chernyshova E.P., Permyakov M.B., Krishan A.L. Chemical aspects of hydrophobization technology for secondary cellulose fibers at the obtaining of packaging papers and cardboard. International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 24. P. 44812–44814.
8. Копыльцов А.А. Значение типа крахмала и способа катионизации при использовании катионного крахмала в производстве бумаги и картона // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2006. № 2. С. 40–43.
9. Смолин А.С., Шабиев Р.О., Яркола П. Исследование дзета-потенциала и катионной потребности волокнистых полуфабрикатов // Химия растительного сырья. 2009. № 1. С. 177–184.
10. Лапин В.В., Мартынова В.А., Кудрина Н.Д. Катионные крахмалы: проблема выбора // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2005. № 7. С. 44–47.
11. Кожевников С.Ю., Коверинский И.Н. Межволоконные электростатические связи в бумаге // Химия растительного сырья. 2012. № 3. С. 197–202.
12. Евсеев М.М. Моделирование качественных показателей бумаги, изготовленной с добавками пигментов. Неорганические пигменты в производстве бумаги // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2007. № 12. С. 40–47.

УДК 666.32(574.1)

**КЕРАМИЧЕСКИЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ
(КЕРАМИЧЕСКИЙ ДОРОЖНЫЙ МАТЕРИАЛ) НА ОСНОВЕ
ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА,
МОДИФИЦИРОВАННЫХ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ****Монтаев С.А., Жарылгапов С.М., Рыскалиев М.Ж.***Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Уральск,
e-mail: montaevs@mail.ru*

На сегодняшний день проблема автодорог остается актуальной. Отсутствие природных материалов, используемых в дорожном строительстве, во многих странах делает актуальным создание производства дорожных керамических материалов на основе дешевых глинистых пород. Проведен глубокий литературный обзор научных работ в производстве заполнителей, которые можно использовать вместо щебня, который применяется при устройстве дорог. Основным сырьевым материалом в нашем исследовании выбран дешевый сырьевой материал – суглинок Западного Казахстана, а модифицированная добавка – wollastonitсодержащий шлак фосфорного завода АО «КазФосфат» (г. Тараз). Проведены глубокие исследования химических свойств, микроструктуры, рентгенофазовый анализ сырьевых материалов. С учетом особенностей их свойств разработаны компонентные составы керамических масс. Содержание модифицирующей упрочняющей добавки составило до 3%. Разработаны технологические параметры производства дорожного материала и определены основные физико-механические свойства исследуемых образцов. Полученный щебень в 1,5–2 раза легче и обладает улучшенными на 25,0–30,0% теплофизическими и прочностными свойствами, что придает ему новые преимущества по сравнению с традиционным щебнем. Технология на основе дешевых сырьевых материалов, модифицированных отходами в виде wollastonitсодержащих шлаков, делает ее ресурсо- и энергосберегающей. В результате экспериментальных данных на основе суглинка, модифицированного шлаками, получили искусственный заполнитель с прочностными показателями и низким водопоглощением.

Ключевые слова: искусственный заполнитель, прочность, дорожный керамический материал, wollastonitсодержащий шлак, свойства

**ARTIFICIAL CERAMIC FILLER (CERAMIC ROAD MATERIAL)
ON THE BASIS OF CLAY ROCKS OF WEST KAZAKHSTAN,
MODIFIED WITH HARDENING ADDITIVE****Montaev S.A., Zharylgapov S.M., Ryskaliev M.Zh.***West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk,
e-mail: montaevs@mail.ru*

Today, the problem of roads remains relevant. The lack of natural materials used in road construction in many countries makes the creation of the production of road ceramic materials based on cheap clay rocks topical. A deep literary review of scientific works in the production of aggregates, which can be used instead of rubble, which is used in road construction, has been carried out. In our study, the main raw material was selected as a cheap raw material – loam of Western Kazakhstan, and the modified additive – wollastonite-containing slag from the phosphoric plant JSC KazPhosphate, Taraz. In depth studies of chemical properties, microstructure, and X-ray phase analysis of raw materials have been carried out. Taking into account the peculiarities of their properties, component compositions of ceramic masses have been developed. The content of the modifying hardening additive was up to 3%. The technological parameters of the road material production have been developed and the main physical and mechanical properties of the studied samples have been determined. The resulting crushed stone is 1.5-2 times lighter and has 25.0-30.0% improved thermal and strength properties, which gives it new advantages over traditional rubble. The technology based on cheap raw materials, modified by waste in the form of wollastonite-containing heats, makes it resource- and energy-saving. As a result of experimental data based on loam modified with slags, we obtained an artificial aggregate with strength characteristics and low water absorption.

Keywords: artificial aggregate, strength, ceramic road material, wollastonite containing slag, properties

Индустриальная политика Республики Казахстан направлена на получение ресурсо- и энергосберегающих технологий в производстве строительных материалов. В строительной отрасли керамические заполнители имеют большое значение.

Сырьевые материалы, используемые предприятиями в Республике Казахстан в основном представлены низкосортными суглинками и глинами с высоким содержанием карбонатов и песком, что не позволяет получить высококачественный керамический материал [1, 2].

В данное время необходимость в использовании щебня для строительства в Западно-Казахстанской области осуществляется за счет заводов по производству щебня, использующих природные горные материалы. В основном они сосредоточены в районах, где находятся месторождения природных пород, пригодных для производства щебня [3].

В некоторых регионах Казахстана (Западный Казахстан, Атырау, Костанай и другие области) отсутствуют природные горные породы в связи с геологическими особенностями регионов. Стоимость при-

возных каменных материалов увеличивает в разы стоимость укладки дорожного полотна. Те области, которые не имеют своих природных материалов для производства заполнителей, могут использовать материалы из искусственного камня. Например, керамический материал – керамдор.

Многие ученые занимались проблемами в дорожном строительстве.

Так, в работе [4] была исследована возможность использования шлакощелочного материала в дорожном строительстве, который можно использовать вместо щебня и цемента. Научно-экспериментальные работы проводились с использованием местных глин и шлакощелочных смесей. Также была доказана технико-экономическая целесообразность их использования при сооружении оснований дорог.

Авторами исследован вопрос о возможности применения в дорожном строительстве вторичного щебня из строительного лома от сноса старых построек и боя кирпича. Было установлено, что такое их применение позволяет сократить потребление дорогостоящих каменных материалов, снизить транспортные расходы и сократить площади их хранения. Рекомендовано использовать их на трассах неинтенсивного движения, а также для устройства тротуаров [5].

В статье [6] исследовано применение щебня при устройстве основания дорожного полотна. Результаты исследований показали возможность использования бетонов на основе сланцевого щебня и вяжущих в дорожном полотне.

В статье [7] представлены результаты использования при устройстве дорожного полотна щебня, полученного из сталелитейного шлака. Были определены некоторые свойства, такие как истинная плотность, объемная плотность и др.

Целью работы является исследование получения керамдора на основе глинистых пород в композиции с упрочняющей добавкой.

Во многих видах бетонов в качестве крупного заполнителя используют щебень. Также щебень применяется как насыпной материал при укладке дорожного полотна.

Как известно, щебень может занимать в составе бетонов до 75%. Надежность и качество дорожного полотна зависит от качественного и прочного щебня.

Существует нехватка щебня, полученного по традиционной технологии: средняя плотность достигает 2500 кг/м³, что является высоким показателем. Заполнители, получаемые из природного камня, используются только для производства тяжелого бетона [8].

Создание керамических искусственных заполнителей делает материал более многофункциональным, обеспечивая не только производство тяжелого бетона, но также открывает широкую возможность производства легких теплоизоляционных конструктивных бетонов.

НИИ «Керамзит» имеет большой опыт применения технологий с использованием глинистых пород для получения высококачественного щебня. Этот опыт послужил основой для производства керамической технологии [9].

Известен зарубежный опыт использования высококачественных гранулированных керамических материалов для мостов и дорожного строительства в США, Японии, Норвегии, Германии, Финляндии и других странах [10].

В Российской Федерации было изготовлено несколько типов высококачественных заполнителей из различных видов местного сырья. Этот относительно новый тип искусственных заполнителей еще широко не используется в строительной отрасли.

Материалы и методы исследования

Технологический процесс получения керамического искусственного заполнителя (керамического дорожного материала) в промышленных условиях рекомендуется осуществлять по следующей технологической последовательности:

- а) транспортировка глинистой породы и волластонитсодержащей добавки к складу сырья;
- б) переработка сырья;
- в) гранулирование сырьевой массы;
- г) сушка гранул;
- д) обжиг полуфабрикатов;
- е) охлаждение обожженной гранулы;
- ж) сортировка и складирование готовой продукции.

Для проведения научно-экспериментальных работ в качестве основного сырья использован суглинок Чаганского месторождения (Западно-Казахстанская область) и волластонитсодержащий шлак (гранулированный шлак фосфорного завода АО «КазФосфат», г. Тараз) в качестве добавки.

Суглинок (рис. 1) состоит из монтмориллонитового компонента, также присутствуют образования гидрослюда, каолинита. На рис. 2 показана рентгенограмма.

Исследован шлак и определен его зерновой состав (табл. 1).

Таблица 1

Зерновой состав шлака

Диаметры отверстий, мм	>2	1,25	0,5	0,355	0,18	<0,14
Остаток, %	11–17	35–38	22–29	9–11	1–3	2–8

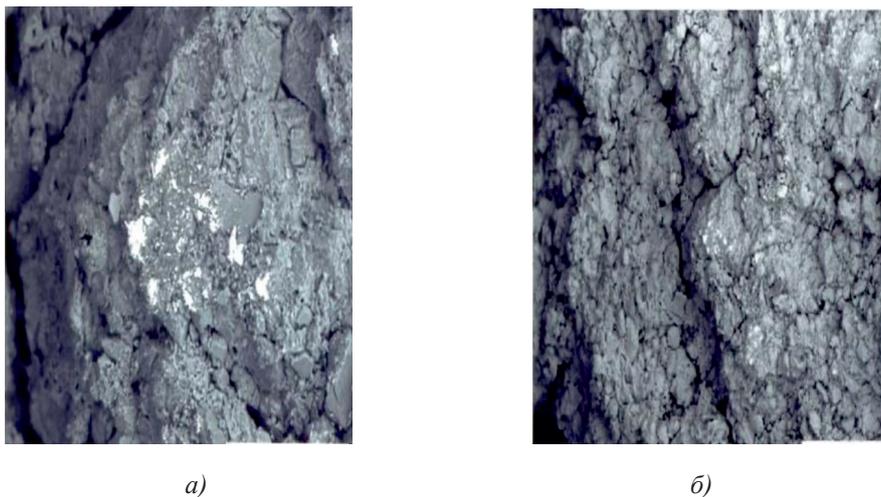


Рис. 1. Микроструктура суглинка Чаганского месторождения Западно-Казахстанской области в различных увеличениях: а – увеличение 100-кратное; б – увеличение 500-кратное

Суглинок содержит кварц, полевой шпат, кальцит и гематит.

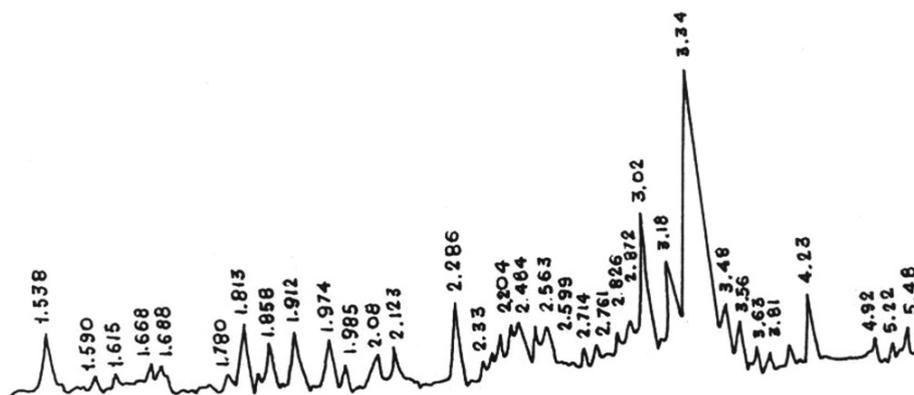


Рис. 2. Рентгенограмма суглинка Чаганского месторождения

Рентгенофазовый анализ (рис. 3) термообработанного шлака при 900 °С показывает наличие в нем волластонита ($d/n = 3,85; 3,50; 3,30; 2,96; 2,706; 2,55; 2,34; 2,18; 2,02; 1,82; 10^{-10}$ м), мелилита ($d/n = 3,06; 2,86; 2,47; 2,30; 1,98; 1,88; 10^{-10}$ м) и куспидина ($d/n = 3,30; 3,06; 2,55; 2,30 \cdot 10^{-10}$ м).

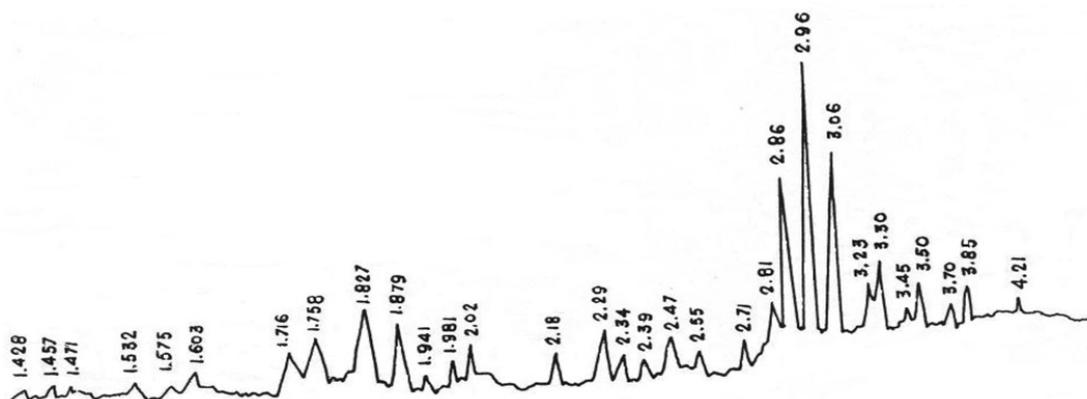


Рис. 3. Рентгенограмма гранулированного фосфорного шлака, термообработанного при 900 °С

Химические составы суглинка и волластонитсодержащего шлака приведены в табл. 2.

Сначала сырьевые материалы разламывают в шаровой мельнице МШЛ-1П до прохождения через сито № 1. Из сырьевых материалов готовится керамическая масса с добавлением воды. Конкретные компонентные составы показаны в табл. 3. Увлажненная однородная керамическая масса подается на гранулятор для гранулирования. Далее сырьевые гранулы сушат и обжигают во вращающейся печи RSR120/1000/13.

Исследуемая область температуры обжига 900–950 °С. После обжига образцы охлаждались и подвергались физико-механическим испытаниям (табл. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

Испытания физико-механических свойств керамических образцов проводились по ГОСТ 9758-2012.

Результаты показали, что при увеличении температуры обжига от 900 до 950 °С наблюдается улучшение спекания образцов. При этом водопоглощение и теплопроводность уменьшаются. Прочность при сдавливании в цилиндре увеличивается с добавлением гранулированного шлака до 6,98 МПа.

Полученный щебень 1,5–2 раза легче и на 25,0–30,0 % обладает улучшенными теплофизическими и прочностными свой-

ствами, что придает ему новые преимущества по сравнению с традиционным щебнем.

Разработанные сырьевые компоненты придают следующие свойства сырьевой массе в производстве керамических искусственных заполнителей (керамического доджного материала):

- улучшаются реологические свойства массы, благодаря содержанию в них тонкодисперсному состоянию тонкомолотого суглинка, способствующего облегчению работ перемешивающего и формующего оборудования;

- снижается чувствительность керамической массы к ускоренной сушке, так как гранулированный доменный шлак естественного гранулометрического состава обладает низкой водоудерживающей способностью, обеспечивающей равномерному удалению влаги по всей поверхности сырьевых гранул, и предотвращает появления сушильных трещин;

- повышается сырьевая прочность гранул, так как происходит взаимоупаковка зерен тонкомолотого суглинка между частицами гранулированного шлака естественного гранулометрического состава.

Таблица 2

Химические составы сырьевых материалов

Наименование сырья	Оксидный состав, мас. %											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	P ₂ O ₅	F	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
Суглинок	52,58	12,25	–	12,0	2,13	5,1	2,57	–	–	3,6	–	9,78
Волластонитсодержащий шлак	41,3	5,58	–	46,1	2,04	0,15	0,6	1,7	1,1	0,6	–	0,94

Таблица 3

Компонентные соотношения керамической массы

№ состава	Компоненты, мас. %	
	Суглинок	Волластонитсодержащий шлак
1	98,0	2,0
2	97,0	3,0

Таблица 4

Физико-механические свойства полученного продукта

№ состава	Температура обжига, °С	Насыпная плотность, кг/м ³	Водопоглощение %	Теплопроводность, Вт/м·К	Прочность, МПа
1	900	1065	13,72	0,11	6,5
	950	1080	11,53	0,12	6,62
2	900	1072	13,77	0,12	6,91
	950	1075	11,9	0,12	6,98

Предлагаемый метод позволяет использовать низкокачественные лессовидные су-глинки в композиции с волластонитсодержащим шлаком. Тем самым способствует расширению сырьевой базы для производства керамических искусственных заполнителей для промышленного, гражданского и дорожного строительства.

Выводы

Предлагаемая технология является перспективной для стабильного обеспечения щебнем тех регионов, где отсутствуют месторождения горных пород для производства щебня требуемого качества. Это переведет его из дефицитного и дорогого материала в разряд легкодоступного и сравнительно дешевого материала.

Список литературы

1. Мюррей Н.Н. Минералогия глин // Applied Clay Science. Elsevier BV. 2007. № 2. С. 150–159.
2. Монтаев С.А., Адилова Н.Б. Технология производства лицевой стеновой керамики на основе двухкомпонентного состава // Вестник НИА РК. 2013. № 2 (48). С. 122–126.
3. Монтаев С.А., Таскалиев А.Т., Жарылгапов С.М., Монтаева А.С., Щучкин С.В. Исследование керамической композиции для получения легкого заполнителя // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 40–41.
4. Чазов А.В., Шишмакова М.С. Шлакощелочные материалы в дорожном строительстве // Вестник ПНИНУ. Строительство и архитектура. № 1. 2012. С.114–117.
5. Романенко И.И., Романенко М.И., Петровнина И.Н., Пинг Э.М., Еличев К.А. Вторичное использование в дорожном строительстве щебня, полученного из дробленого бетона // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 1 (26). С. 86.
6. Клюев С.В., Авилова Е.Н. Бетон для строительства оснований автомобильных дорог на основе сланцевого щебня // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 38–41.
7. Немчинов М.В., Иваньски М. Применение в ЦМА щебня из шлаков сталелитейного производства // Наука и техника в дорожной отрасли. 2007. № 1. С. 20–23.
8. Монтаев С.А., Таскалиев А.Т., Жарылгапов С.М. Технология переработки кремнистой породы опоки для получения искусственного щебня // Новости науки Казахстана. 2013. Вып. 3 (117). С. 54–59.
9. Указания по испытанию глинистого сырья для производства керамзитового гравия и песка. Изд. 2-е, испр. и доп. ВНИИ-Стром, НИИ Керамзит, Куйбышев, 1980. 63 с.
10. Горин В.М., Токарева С.А., Кабанова М.К. Высокопрочный керамзит и керамдор для несущих конструкций и дорожного строительства // Строительные материалы. 2010. № 1. С. 9–11.

УДК 539.2:546.11

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОДОРОДА ВЫСОКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ ДВУХ- И ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛОСКИХ ПЛАСТИН, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

Поливанов А.А., Белов А.В., Неумоина Н.Г.

Камышинский технологический институт (филиал) Государственного образовательного учреждения «Волгоградский государственный технический университет»,

Камышин, e-mail: polivanov@kti.ru

В представленной статье излагается методика решения комплексной задачи по оценке прочности, жесткости и долговечности различных типов многослойных оболочек вращения с учетом процессов необратимых деформаций, высокотемпературной ползучести, водородной коррозии и ухудшения свойств материалов во времени. Получены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния двух- и трехслойных плоских пластин с центральным отверстием. В трехслойной пластине верхний и нижний слои выполнены из хром-никелевого сплава, один из которых расположен со стороны водородосодержащей среды, средний слой – из малоуглеродистой стали, в двухслойной – нижний слой выполнен из малоуглеродистой стали, верхний – из хром-никелевого сплава. Пластина находилась под давлением водорода при температуре 500 °С с верхней стороны. Вычислены основные компоненты напряженно-деформированного состояния пластин, время до начала их разрушения, а также ряд других важных параметров. В ходе исследований было установлено, что трехслойная пластина при идентичных внешних условиях обладает большей долговечностью, чем двухслойная, толщина защитного слоя в которой равна суммарной толщине обоих защитных слоев трехслойной.

Ключевые слова: высокотемпературная водородная коррозия, многослойные стальные пластины, высокотемпературная ползучесть, пластичность, разрушение

THE EFFECTS OF HYDROGEN'S HIGH PARAMETERS ON THE LONG-TERM STRENGTH OF THE TWO- AND THREE-LAYER FLAT LAMINAS WORKING UNDER CONDITIONS OF TEMPERATURE CREEP

Polivanov A.A., Belov A.V., Neumoina N.G.

Kamyshin Technological Institut (branch) of Volgograd State Technical University,

Kamyshin, e-mail: polivanov@kti.ru

In the article describes the methods of complex problem solution of evaluating strength, stiffness and durability of different types of multilayer shells of rotation with an account of the irreversible deformations processes, high-temperature creep, hydrogen corrosion and deterioration of material properties over time. The results of calculations of the two- and three-layer flat laminas stress-strain state with a central hole are obtained. In the three-layered lamina, the upper and lower layers are made of a chromium-nickel alloy, one of which is located on the side of the hydrogen-containing environment, the middle layer is made of low – carbon steel. In the two-layer lamina – the lower layer is made of low-carbon steel, the upper layer is made of chromium-nickel alloy. The lamina was under hydrogen pressure at a temperature of 500 °C with the upper side. The main components of the stress-strain state of the laminas are calculated, as well as the time before their destruction. The main components of the stress – strain state of the lamina, the time before the onset of their destruction, as well as a number of other important parameters are calculated. In the course of the research, it was found that a three-layer lamina under identical external conditions has a greater durability than a two-layer lamina, the thickness of the protective layer in which is equal to the total thickness of both protective layers of the three-layer lamina.

Keywords: high-temperature hydrogen corrosion, multi-layered steel plates, high temperature creep, plasticity, fracture

В настоящей статье изложены некоторые результаты, полученные при решении комплексной задачи по оценке прочности и долговечности плоской стальной пластины с учетом необратимых деформаций, повреждаемости ее материалов при ползучести, а также водородной коррозии при высоких температурах. Для выполнения расчетов применялась методика прочностного расчета пластин и оболочек, разработанная авторами, описание которой изложено в работах [1, 2] и в ряде других публикаций.

Для учета влияния деградации структуры материалов при ползучести на процесс деформирования пластины используется традиционный подход, который заключается в использовании числового (скалярного) параметра повреждаемости, вводимого в расчетные соотношения. Вычисление этого параметра выполняется с помощью кинетического уравнения повреждаемости Ю.Н. Работнова, которое неоднократно использовалось при решении многих аналогичных задач, таких как [3–5]. Для учета влияния коррозион-

ного воздействия высокотемпературного водорода на процесс деформирования конструкции любого типа может быть использован какой-либо из подходов, подробно рассмотренных в монографии [6]. Примерами практического применения этих подходов к прочностным расчетам пластин и оболочек являются работы [7–9]. В работе [10] показан пример использования одной из известных моделей такого типа к исследованию влияния воздействия высокотемпературного водорода на поведение металлов и некоторых видов конструкций, а в работе [11] – пример применения программного комплекса ANSYS к решению аналогичных задач.

Таким образом, к настоящему времени разрушающее воздействие водорода на большинство видов малоуглеродистых сталей изучено достаточно подробно и на эту тему опубликовано большое количество исследовательских и обзорных научных работ. В них говорится, что воздействие водорода высоких параметров (давления и температуры) приводит к значительному ухудшению пластических и прочностных свойств большинства конструкционных сталей, что в конечном итоге способствует их охрупчиванию [6].

Однако в настоящее время практически нет публикаций, в которых была бы рассмотрена возможность совместного учета повреждаемости материалов, вызванных водородной коррозией и температурной ползучестью. Таким образом, главной задачей исследований, частью которых является настоящая работа, является определение условий, которые приводят к деградации механических характеристик материалов вследствие водородной коррозии, а также определение степени этой деградации.

Целью исследования является описание некоторых наиболее известных подходов, применяемых для учета влияния коррозионного воздействия высокотемпературного водорода на процесс деформирования машиностроительных конструкций, и их практическое применение для расчета реальных объектов.

Далее подробно рассмотрим эти подходы.

Материалы и методы исследования

Обобщенная модель химического взаимодействия

Данная модель строится в предположении, что разрушающее воздействие водородосодержащей среды на конструкционные стали проявляется не сразу, а по прошествии некоторого отрезка времени, получившего название инкубационный период $t_{инк}$, продолжительность которого в общем случае зависит от давления водорода, температуры, вида напряженного состояния и некоторых других факторов. После

завершения этого периода происходит интенсивное вытеснение свободного углерода (обезуглероживание) из материала конструкции, приводящее к деградации (довольно часто существенной) его механических характеристик. Период времени, в течение которого происходит обезуглероживание материала конструкции, называется периодом активных химических превращений $t_{кр}$. В результате многочисленных экспериментов установлено, что деградация механических свойств материалов происходит только в течение этого периода и только до определённого предельного состояния, которое всегда является конечным и не зависит от давления водорода, температуры и вида напряженного состояния [6].

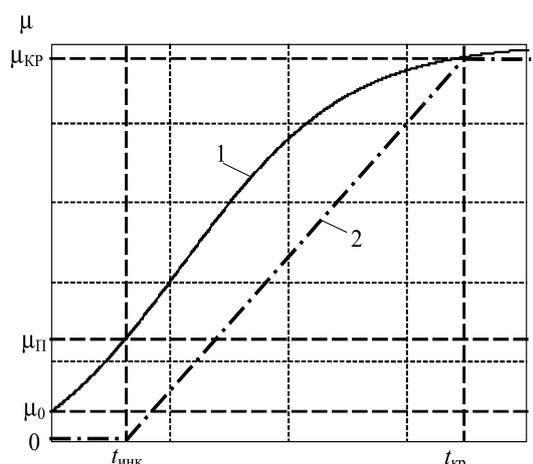


Рис. 1. Зависимость параметра химического воздействия водорода от времени

Для описания процесса воздействия высокотемпературного водорода на свойства материала применяется дифференциальное уравнение, позволяющее определить степень поражения материала водородной коррозией, для количественного описания которой вводится скалярный параметр μ , изменяющийся от начального значения $\mu_0 > 0$ до конечного $\mu_{кр} < 1$:

$$\frac{d\mu}{dt} = k \cdot \mu(1 - \mu), \quad (1)$$

где $k(p, T, \omega_c)$ – функция, которая позволяет определить зависимость параметра μ от температуры T , давления p и степени поврежденности ω_c материала.

Более подробно данная модель, а также способы ее конкретизации описаны в публикации авторов [2], а также в монографии [6].

В результате решения дифференциального уравнения (1) получается логистическая функция Ферхюльста, график которой приведен на рис. 1 под номером 1. Значения $t_{инк}$, $t_{кр}$ и их связь с параметром μ показаны на графике.

Функция Ферхюльста для решения поставленной задачи выглядит следующим образом:

$$\mu(t) = \frac{1}{1 + g_0 e^{-kt}}, \quad (2)$$

$$g_0 = (1 - \mu_0) / \mu_0, \quad (3)$$

$$k(p, T, \omega) = \frac{p^u}{m \cdot (1 - \omega_c)^\zeta} \cdot \exp\left(-\frac{B}{T}\right) \cdot \ln \frac{g_0}{g_{\Pi}}, \quad (4)$$

$$g_{\Pi} = (1 - \mu_{\Pi}) / \mu_{\Pi}, \quad (5)$$

где $m, u, B, \zeta, \mu_0, \mu_{\Pi}$ – некоторые константы, которые могут быть получены в результате натуральных экспериментов. Один из вариантов методики проведения таких экспериментов изложен в работе [6].

Кроме этого, значительное влияние на скорость процесса поражения материала водородной коррозией оказывает вид напряженного состояния, для учета влияния которого используется следующая зависимость коэффициента m от σ :

$$m = m_0 \exp(G \cdot \sigma_3^g); \sigma_3 = \begin{cases} \sigma_i, & \text{при } \sigma_{\text{ср}} > 0 \\ 0, & \text{при } \sigma_{\text{ср}} \leq 0 \end{cases}. \quad (6)$$

Здесь g, G, m_0 – эмпирические константы; σ_3 – эквивалентное напряжение, $\sigma_{\text{ср}}$ – среднее напряжение, σ_i – интенсивность напряжений.

Упрощенная модель химического взаимодействия

Данная модель основана на ранее рассмотренной обобщенной модели и предполагает, что «при $t < t_{\text{инк}}$ изменений механических свойств материалов еще не происходит, а при $t > t_{\text{кр}}$ уже не происходит» [6]. Такое упрощение позволяет отказаться от использования функции Ферхюльста и заменить ее тремя отрезками прямых линий (график 2 на рис. 1). В результате параметр μ будет изменяться от 0 до 1 и описываться следующей параметрической функцией:

$$\mu(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t < t_{\text{инк}}; \\ (t - t_{\text{инк}}) / (t_{\text{кр}} - t_{\text{инк}}), & \text{при } t_{\text{кр}} < t < t_{\text{инк}}; \\ 1, & \text{при } t \geq t_{\text{кр}}. \end{cases} \quad (7)$$

Для вычисления данной функции требуется определить значения инкубационного периода и периода активных химических превращений. Для их определения используются следующие соотношения [6]:

$$t_{\text{инк}} = m \cdot p^{-u} \cdot e^{\frac{B}{T}}, \quad (8)$$

$$t_{\text{кр}} = \lambda \cdot t_{\text{инк}}, \quad (9)$$

где p – значение парциального давления водорода, МПа; T – значение температуры;

m, u, B – константы материала, определяемые в результате натуральных экспериментов;

λ – параметр, с помощью которого определяется, во сколько раз продолжительность инкубационного периода меньше периода изменений механических свойств материалов.

В некоторых случаях (например, если длительность периода активных химических превращений значительно меньше полного времени нагружения конструкции), можно заменить обобщенную или упрощенную модели химического взаимодействия ступенчатой функцией, которая будет эквивалентна мгновенному переходу свойств материала из исходного состояния в обезуглероженое. В ранее опубликованных работах авторов (например, [1, 2]) было показано, что такое упрощение практически не влияет на конечный результат оценки времени до разрушения конструкции.

Учет влияния вида напряженного состояния на скорость коррозии осуществляется аналогично обобщенной модели.

Давление водорода распределяется по толщине неравномерно, и вычисляется следующим образом [6]: в случае плоской пластины:

$$P_z = \left(\sqrt{P_B} \cdot \left(1 - \frac{z}{h}\right) + \sqrt{P_H} \cdot \frac{z}{h} \right)^2, \quad (10)$$

в случае оболочки со сложной формой меридиана:

$$P_\rho = \left(\sqrt{P_B} + \left(\sqrt{P_H} - \sqrt{P_B} \right) \cdot \frac{\ln(\rho/r_B)}{\ln(r_H/r_B)} \right)^2, \quad (11)$$

где ρ – сферическая координата; z – плоская координата; h – толщина пластины или оболочки; r_H – значение внешнего радиуса оболочки; r_B – значение внутреннего радиуса оболочки; P_H – наружное давление; P_B – внутреннее давление.

Более подробное описание рассмотренных, а также других моделей воздействия водородосодержащей среды на материалы конструкции приведены в работе [6]. В данной публикации упомянуты только те модели, которые были использованы авторами в составе разработанного ими программного комплекса [1, 2]. В этих публикациях также описан и алгоритм учета влияния водорода на прочностные свойства конструкции.

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве примера рассмотрим результаты расчета напряженно-деформированного состояния равномерно нагретой двух- и трехслойной кольцевой пластины с круглым отверстием, находящейся под давлением высокотемпературного водорода. Геометрические размеры пластины следующие: $R = 110$ мм, $r = 65$ мм, $\delta = 10$ мм (рис. 2). В трехслойной пластине центральный слой выполнен из стали марки 20, а верхний и нижний – из материала 12X18H9T, в двухслойной – материал 12X18H9T располагается сверху.

Давление водорода осуществляется со стороны верхнего слоя пластины и является постоянным во времени, а внутренний и наружный кольцевые контуры закреплены шарнирно – неподвижно. Константы, определяющие свойства материала в соотношениях (2) и (3), были взяты из [6], которые для материала сталь 20 и рассматриваемых условий нагружения равны: $u = 1,73$; $B = 13500$; $\lambda = 5$. Используя результаты работы [6], допускается предположить, что при данных условиях нагружения воздействие высокотемпературного водорода практически не оказывает влияние на механические свойства сплава 12X18H9T. Расчеты проводились с использованием упрощенной модели химического взаимодействия и без учета влияния вида напряженного состояния на процесс развития водородной коррозии, поскольку для этого требуются дополнительные исследования [1].

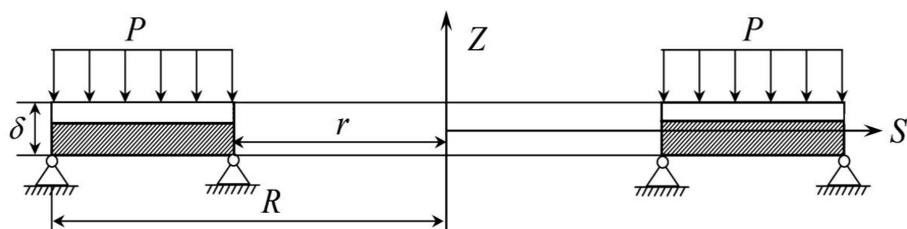


Рис. 2. Осевое сечение пластины

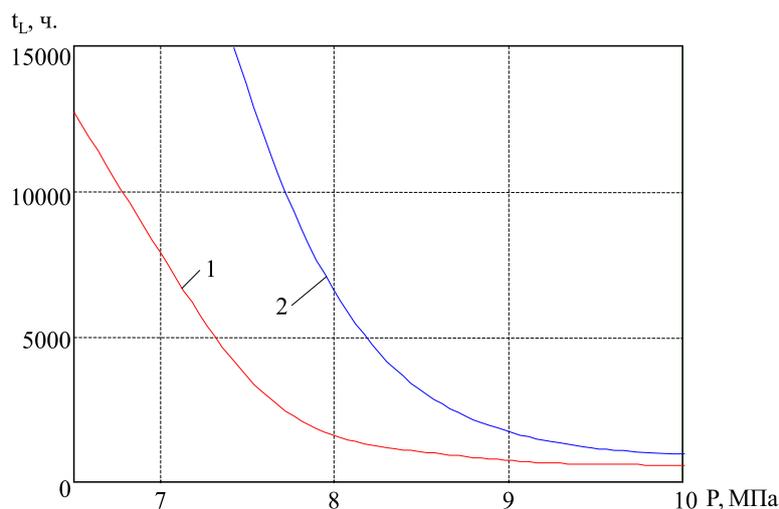


Рис. 3. Зависимость времени разрушения пластин от времени

В ранее опубликованных работах [1, 2] авторами было исследовано напряженно-деформированное состояние одно- и двухслойных пластин с учетом ползучести и высокотемпературной водородной коррозии. В данной публикации проведем аналогичное исследование трехслойной пластины, имеющей такие же размеры, и сравним его результаты с ранее полученными для двухслойной пластины.

В ходе исследований требовалось определить влияние защитного слоя 12Х18Н9Т определенной толщины на время до разрушения пластины при различных значениях давлений водорода. На основе полученных результатов расчетов требовалось построить графики распределения деформаций, напряжений, зон повреждаемости и пластичности в отдельные моменты времени в начале процесса нагружения, перед разрушением и сразу после него. Некоторые наиболее важные результаты показаны на рис. 3–6.

На рис. 3 приведены кривые, отражающие зависимость времени до разрушения от давления водорода, кривая 1 – двухслойная пластина, кривая 2 – трехслойная.

На рис. 4 изображено осевое сечение пластины в разрезе, на котором показаны четыре уровня поврежденности материала (для этого была использована заливка области с соответствующей степенью поврежденности серым цветом определенной яркости), зафиксированные в определенные моменты времени (в начале процесса нагружения, в середине, перед разрушением и после него). В левой половине рисунка приведены результаты, полученные для двухслойной пластины (эти результаты были приведены авторами в предыдущих работах, в частности [1]), на правой части – результаты, полученные для трехслойной пластины. Указанные моменты времени для каждой из пластин подбирались таким образом, чтобы характер распределения зон повреждаемости для них был примерно одинаковым. При этом трехслойная пластина оказывается в аналогичном состоянии через более длительное время, чем двухслойная, что говорит о том, что введение третьего слоя позволяет увеличить время до разрушения пластины. Также следует отметить, что области, в которых зафиксирована поврежденность материала, всегда располагаются в слое с малоуглеродистой сталью.

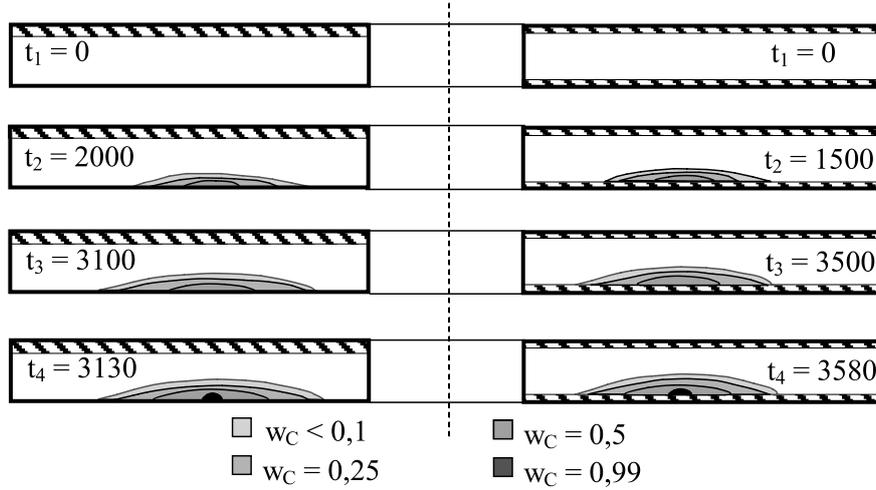


Рис. 4. Разрезы осевого сечения пластин в различные моменты времени

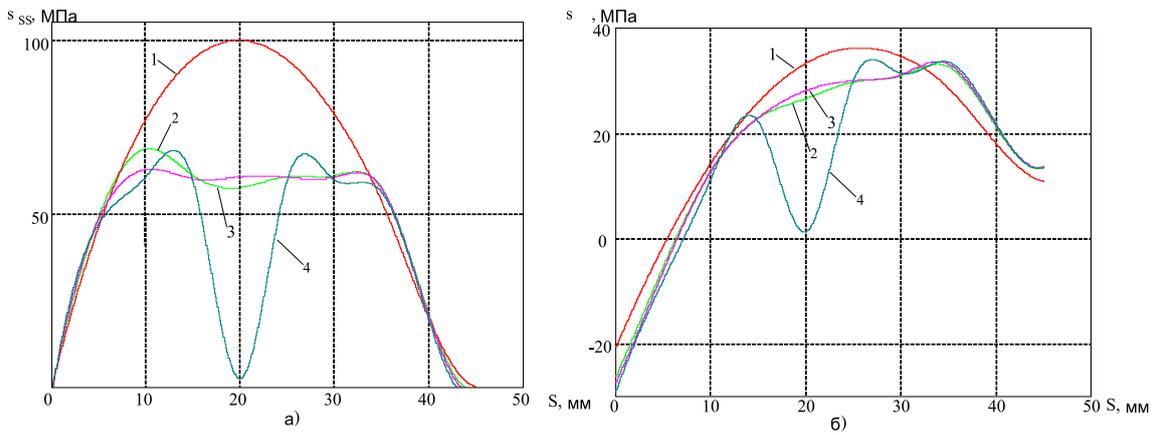


Рис. 5. Меридиональные и окружные напряжения для двухслойной пластины

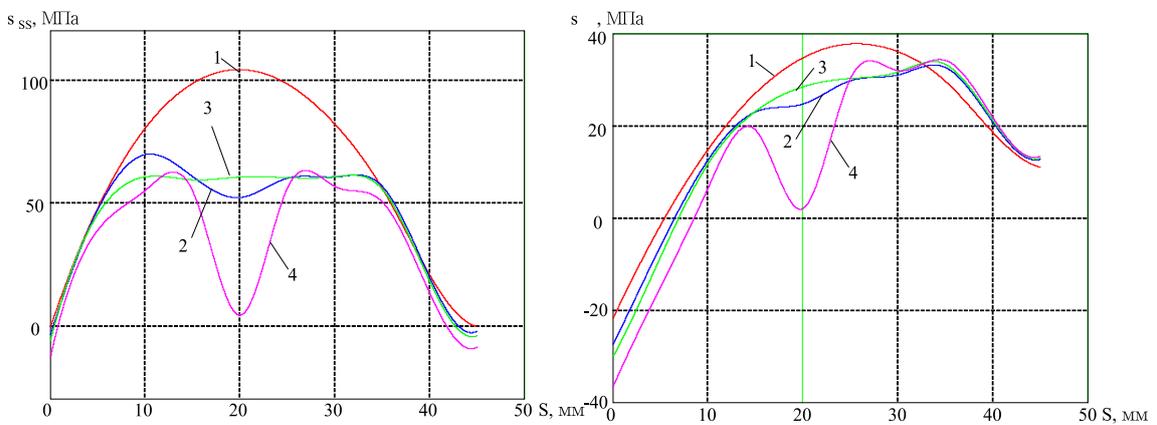


Рис. 6. Меридиональные и окружные напряжения для трехслойной пластины

На рис. 5 изображены меридиональные (а) и окружные (б) напряжения, действующие на нижней поверхности двухслойной пластины, которые получены для тех же самых моментов времени, что и на рис. 4, а на рис. 6 – аналогичные графики для трехслойной пластины.

Выводы

Полученные результаты в целом позволяют сделать вывод о том, что трехслойная пластина при одинаковых внешних условиях более долговечна, чем двухслойная, толщина защитного слоя в которой равна сумме толщин защитных слоев в трехслойной пластине.

Список литературы

1. Белов А.В., Поливанов А.А. Исследование влияния вида напряженного состояния на длительную прочность плоских пластин в условиях температурной ползучести и высокотемпературной водородной коррозии // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 7–3. С. 501–506.
2. Белов А.В., Поливанов А.А., Неумоина Н.Г. Воздействие водорода высоких параметров на длительную прочность многослойных составных оболочек в условиях температурной ползучести // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 7–2. С. 279–284.
3. Коротченко Е.А., Перегуд М.М., Новиков В.В. Влияние водорода на ползучесть оболочек из сплавов Э110 и Э635 // *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы*. 2015. № 2 (81). С. 50–64.
4. Моисеенко М.О., Попов О.Н., Русакова О.О., Трепутнева Т.А. К расчету подкрепленных пластин и оболочек с учетом ползучести // В сборнике: *Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции*: в 18 ч., 2013. С. 54–55.
5. Локощенко А.М., Соколов А.В. Влияние агрессивной среды на ползучесть и разрушение цилиндрической оболочки под действием равномерного внешнего давления // В книге: *Деформирование и разрушение структурно-неоднородных сред и конструкций: сборник материалов III Всероссийской конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Ю.Н. Работнова*. 2014. С. 59–60.
6. Овчинников И.Г., Хвалько Т.А. Работоспособность конструкций в условиях высокотемпературной водородной коррозии, Саратов, 2003. 176 с.
7. Волчков Ю.М. Двухслойная модель оболочки Работнова и критическое время выпучивания оболочек при ползучести // *Прикладная механика и техническая физика*. 2010. Т. 51. № 4 (302). С. 198–206.
8. Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Влияние водородосодержащей среды при высоких температурах и давлениях на поведение металлов и конструкций из них // *Интернет-журнал Науковедение*. 2012. № 4 (13) [Электронный ресурс]. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/60tvn412.pdf> (дата обращения: 20.11.2018).
9. Бубнов С.А., Овчинников И.И., Бубнов А.А. Исследование разрушения и кинетики обезуглероживания толстостенной трубы в условиях водородной коррозии // *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки*. 2012. № 2 (27). С. 178–182.
10. Овчинников И.Г., Бубнов С.А. Применение программного комплекса ANSYS к расчету толстостенного трубопровода, подвергающегося высокотемпературной локальной водородной коррозии // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика*. 2011. Т. 11. № 3–2. С. 100–102.
11. Локощенко А.М., Соколов А.В. Ползучесть и длительное разрушение цилиндрической оболочки под внешним давлением в присутствии агрессивной среды // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. 2014. № 1. С. 65–76.

УДК 621.313.32:004.032.26

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В СИНХРОННОЙ МАШИНЕ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Полищук В.И., Баратова К.В.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова»,
Барнаул, e-mail: polischuk_vi@mail.ru

Межвитковые замыкания в обмотке возбуждения синхронных машин влекут за собой тяжелые последствия, в то же время являются одними из самых трудноопределяемых повреждений. Выявление на ранней стадии развития такой неисправности является важной научной задачей, имеющей большое практическое значение, в особенности для синхронных генераторов большой мощности. В работе изложены материалы по разработке и настройке системы диагностики технического состояния обмотки возбуждения синхронной машины на базе методов искусственного интеллекта. В основе системы диагностики лежит динамическая искусственная нейронная сеть. Обоснована структура динамической искусственной нейронной сети, сформирован вектор входных сигналов нейроэмулятора, определен тип функции активации, показана методика обучения динамической искусственной нейронной сети и настройки диагностической системы. Экспериментально доказано, что разработанная диагностическая система на основе динамической искусственной нейронной сети способна выявлять возникновение витковых замыканий в обмотке возбуждения синхронной машины, а выходной сигнал динамической искусственной нейронной сети отражает оценку количества замкнувшихся витков в процентах. Изложенный в статье подход возможно использовать для построения интеллектуальной системы диагностики обмотки возбуждения синхронных машин.

Ключевые слова: идентификация, искусственный интеллект, динамическая нейронная сеть, синхронная машина, техническая диагностика

DAMAGES IDENTIFICATION IN A SYNCHRONOUS MACHINE ON THE BASIS OF DYNAMIC ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Polishchuk V.I., Baratova K.V.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education Polzunov Altai State Technical University,
Barnaul, e-mail: polischuk_vi@mail.ru;

Turn-to-turn short circuits in a synchronous machines exciting winding lead to harsh consequences, at the same time there are the most difficult defined damages. Detection of such malfunction is an important scientific mission at an early stage of development which has great practical value in particular for high powered synchronous generators. This paper is about development and control of a technical condition diagnostics system of synchronous machine exciting winding on the basis of artificial intelligence techniques. The dynamic artificial neural network is the cornerstone of the diagnostic system. The structure of dynamic artificial neural network is proved, the stimulus vector of the neuroemulator is created, the type of activation function is defined, the training method of dynamic artificial neural network and control of a diagnostic system is shown in this paper. It is experimentally proved that the developed diagnostic system on the basis of dynamic artificial neural network is capable to identify emergence of turn-to-turn short circuits in a synchronous machines exciting winding, digest the quantity of the short circuit between turns as a percentage and estimate a damage state by the analysis of an output signal of dynamic artificial neural network. The approach stated in this paper is possible to use for creation of diagnostic intelligence system of synchronous machine exciting winding.

Keywords: identification, artificial intellect, dynamic artificial neural network, synchronous machine, technical diagnosis

Известен ряд способов для диагностирования такого сложного повреждения, как витковое замыкание в обмотке возбуждения синхронной машины (СМ), основанных на наличии связи между током возбуждения и величиной реактивной мощности обмотки статора [1, 2]. Главным недостатком таких способов является повышенная трудоемкость расчетов поправочных коэффициентов вследствие изменения теплового состояния машины при определении разницы между расчетным и фактическим значением тока возбуждения.

В то же время, если применить ряд системных позиций теории идентификации сложных динамических объектов [3], где в качестве настраиваемой модели применить так называемую модель типа «чёрный

ящик», то это значительно усовершенствует методы диагностирования, основанные на анализе токов и напряжений статора. В отличие от классической теории описания работы электрической машины, в таких моделях отсутствуют строгие требования к явному математическому описанию системой дифференциальных или разностных уравнений динамики наблюдаемого объекта [4].

Цель исследования – доказать принципиальную возможность определения количества замкнувшихся витков обмотки возбуждения синхронной машины диагностической системой на основе нейроэмулятора, определиться со стратегией его обучения и экспериментально проверить работоспособность и чувствительность системы к исследуемому повреждению.

За основу диагностической системы была принята динамическая искусственная нейронная сеть (ДНС) с задержкой по входу на один такт, поскольку такие ДНС помимо того, что способны запоминать предысторию процесса, а затем его прогнозировать, довольно просты в реализации. Для корректной работы таких ДНС необходимо согласовать частоты дискретизации и время задержки. Поскольку характерной особенностью при разработке ДНС является использование эмпирических знаний разработчика и при решении одной задачи у двух независимо работающих над ней исследователей будут решения, отличающиеся множеством деталей, существенным является описание решаемых задач разработки ДНС. При разработке ДНС для системы диагностики обмотки возбуждения СМ необходимо было выполнить следующие задачи:

- обосновать количество переменных подаваемых на вход ДНС;
- определиться с глубиной задержки подаваемых сигналов;
- определиться с типом функции активации нейронов скрытого слоя и с количеством слоев и нейронов в каждом скрытом слое;
- сформировать структуру ДНС в виде направленного графа и сделать математическое описание зависимости «вход – выход» как это принято в теории автоматического управления;
- разработать универсальную блочно-модульную структуру ДНС и обучить ее;
- проверить работоспособность системы при отсутствии и наличии различного количества замкнутых витков в обмотке возбуждения СМ и в различных режимах работы машины.

Формирование вектора входных сигналов нейроэмулятора

ДНС представляет собой универсальный аппроксиматор, который в случае наличия физически обусловленной неявно выраженной связи между векторами входных выходных сигналов обязательно ее выявляет [5].

Из теории электрических машин [6] известно, что изменение ЭДС статора пропорционально МДС индуцируемой обмотке возбуждения $F = I \cdot w \cdot A \cdot \text{вит}$, следовательно, изменение числа витков обмотки ротора (как и изменение тока возбуждения) должно привести к изменению ЭДС статора и так-

же реактивной мощности машины. Взяв за основу эти физически обусловленные предпосылки, авторы пришли к следующему утверждению – для правильной работы ДНС достаточно, если на входном слое нейросети будут поданы мгновенные значения сигналов: напряжения и тока обмотки ротора, проекции в двухфазной неподвижной системе координат векторов тока и напряжения статора, значения реактивной мощности, а также задержки всех этих сигналов.

Выбор глубины задержки входных сигналов

Введение задержек превращает нейронную сеть в динамическую нейронную сеть [7], способную работать с динамически работающими объектами, каким и является синхронный генератор. Исходя из ограничений, накладываемых аппаратной частью экспериментальной установки, собранной из элементной базы, принятой в релейной защите и автоматике – верхняя граница частоты дискретизации 2400 Гц авторами была принята задержка входных сигналов $\Delta t_{\text{задер}} = 500$ мкс.

Определение типа функции активации, числа скрытых слоев и нейронов в скрытых слоях

Исходя из рекомендаций, изложенных в [8], авторами решено использовать в качестве функции активации нейронов скрытых слоев функцию гиперболического тангенса $th(x)$.

Несмотря на то, что с увеличением количества скрытых слоев мощность и аппроксимирующая способность нейросети увеличивается, необходимо учесть резкие затраты времени и сложность обучения. На практике в ДНС количество слоев следует брать минимальным. Авторами принята структура ДНС с двумя скрытыми слоями, в первом скрытом слое – 35 нейронов, во втором слое – 25 нейронов.

Структура разработанной нейросети в виде направленного графа и математическое описание «вход – выход»

На рис. 1 приведена структура разработанной ДНС. Математически зависимость «вход – выход» ДНС (рис. 1) определяется как мгновенная величина оценки процента \hat{p}_t замкнувшихся витков обмотки возбуждения СМ по формуле

$$\hat{p}_t = \sum_{k=1}^N \left(th \left(\sum_{j=1}^m th \left(\sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_{1ji} + w_{1j0}) \right) \cdot w_{2ji} + w_{2j0} \right) \cdot w_{3k} + w_{30} \right),$$

где N – число нейронов во втором скрытом слое; m – число нейронов в первом скрытом слое; n – число нейронов во входном слое; w_{1ji} – синаптический вес i -го входа j -го нейрона

первого скрытого слоя; w_{1j0} – сдвиг j -го нейрона первого скрытого слоя; w_{2ji} – синаптический вес i -го входа j -го нейрона второго скрытого слоя; w_{2j0} – сдвиг j -го нейрона второго скрытого слоя; w_{3j} – синаптический вес k -го входа нейрона выходного слоя; w_{30} – сдвиг нейрона выходного слоя; x_i – входные сигналы ДНС.

Обучение ДНС

Обучение ДНС для системы диагностики синхронной машины является сложной и трудоемкой задачей, поскольку требуется либо большая база экспериментальных данных, снятых в различных режимах работы машины, либо в качестве объекта наблюдения использовать адекватную математическую модель синхронной машины. Подход к построению системы диагностики СМ

заключается в том, что вход СМ и на вход ДНС поступает одинаковый вектор входных параметров \mathbf{u} , под воздействием которого происходит изменение компонент вектора \mathbf{x} переменных состояний СМ. Векторы \mathbf{x} и \mathbf{u} формируют вектор \mathbf{y} измеряемых переменных СМ и вектор $\hat{\mathbf{y}}$, рассчитываемый оценка переменных состояний $\hat{\mathbf{x}}$ наблюдателя. Сравнив векторы \mathbf{y} и $\hat{\mathbf{y}}$, получают вектор невязки $\Delta\hat{\mathbf{y}}$. Затем определяется целевая функция ошибки наблюдения $\mu(\Delta\hat{\mathbf{y}})$. Минимизировав $\mu(\Delta\hat{\mathbf{y}}) \rightarrow \min$, находим оптимальный вектор $\hat{\mathbf{\beta}}$ параметров ДНС. Такой подход достаточно универсален, поскольку возможна настройка системы на различные виды СМ. Недостатком же является то, что из-за принимаемых допущений возникают дополнительные трудности в некоторых специфических режимах работы СМ.

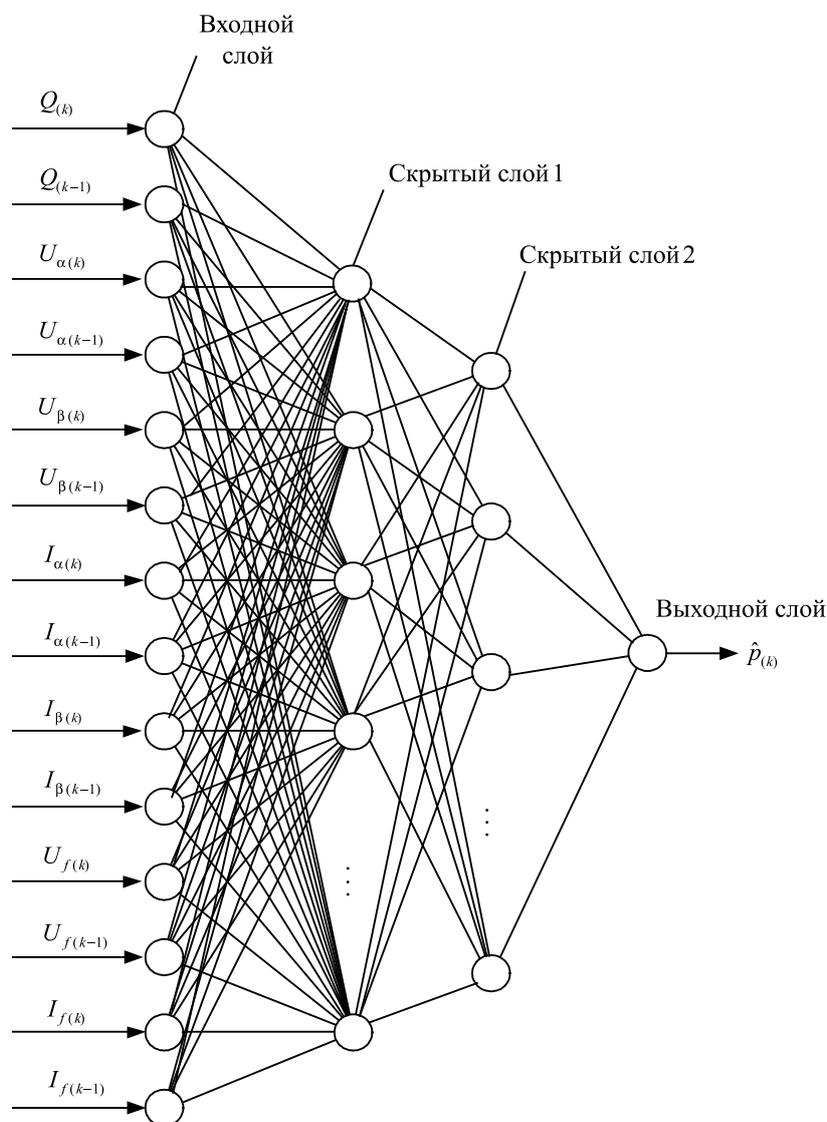


Рис. 1. Структура разработанной ДНС

На рис. 2 показана разработанная авторами структура системы для настройки диагностической системы, в которой имеется ДНС в качестве настраиваемой модели. Объектом наблюдения при обучении ДНС выступает дискретная математическая модель СМ с витковым замыканием в обмотке ротора. В этой конфигурации диагностической системы невязка $\Delta \hat{y}$ определяется как разница между задаваемым значением замкнувшихся витков ε и её оценкой $\hat{\varepsilon}$, вычисленной ДНС. Целевая функция ошибки обучения ДНС $\lambda(\Delta \hat{\varepsilon})$ минимизируется $\lambda(\Delta \hat{\varepsilon}) \rightarrow \min$ одним из методов глобальной оптимизации и находится оптимальный вектор w весов.

Несмотря на то, что в качестве источника данных об объекте выступает не реальная машина, а специально разработанная дискретная модель, это не наносит влияния на качество обучения ДНС, так как саму диагностическую систему можно легко дообучить известным методом подкрепляемого обучения [9].

Наилучшим алгоритмом обучения из числа проверенных авторами посчитали алго-

ритм Левенберга – Марквардта, поскольку он сочетает в себе как алгоритм Ньютона, так и алгоритм наискорейшего градиентного спуска.

Само обучение ДНС заключается в нахождении минимума функции $f(x)$ на множестве допустимых решений. Методом Левенберга – Марквардта задача решается построением последовательности точек $\{x^k\}, k = 0, 1, \dots$ чтобы $f(x^{k+1}) < f(x^k)$. Сами точки вычисляются следующим образом:

$$x^{k+1} = x^k - [H(x^k) + \mu^k E]^{-1} \nabla f(x^k), k = 0, 1, \dots,$$

где x^0 задается расчетчиком, E – единичная матрица, μ^k – последовательность положительных чисел.

Задача считается решенной, если в точке x^k выполняется условие $\|\nabla f(x^k)\| < \varepsilon_1$, или же $k \geq N$, где ε_1 – заданная точность расчета, а N – число итераций.

Надо признать, что процесс обучения ДНС данным методом требует, по сравнению с другими методами, значительно больших вычислительных ресурсов компьютера.

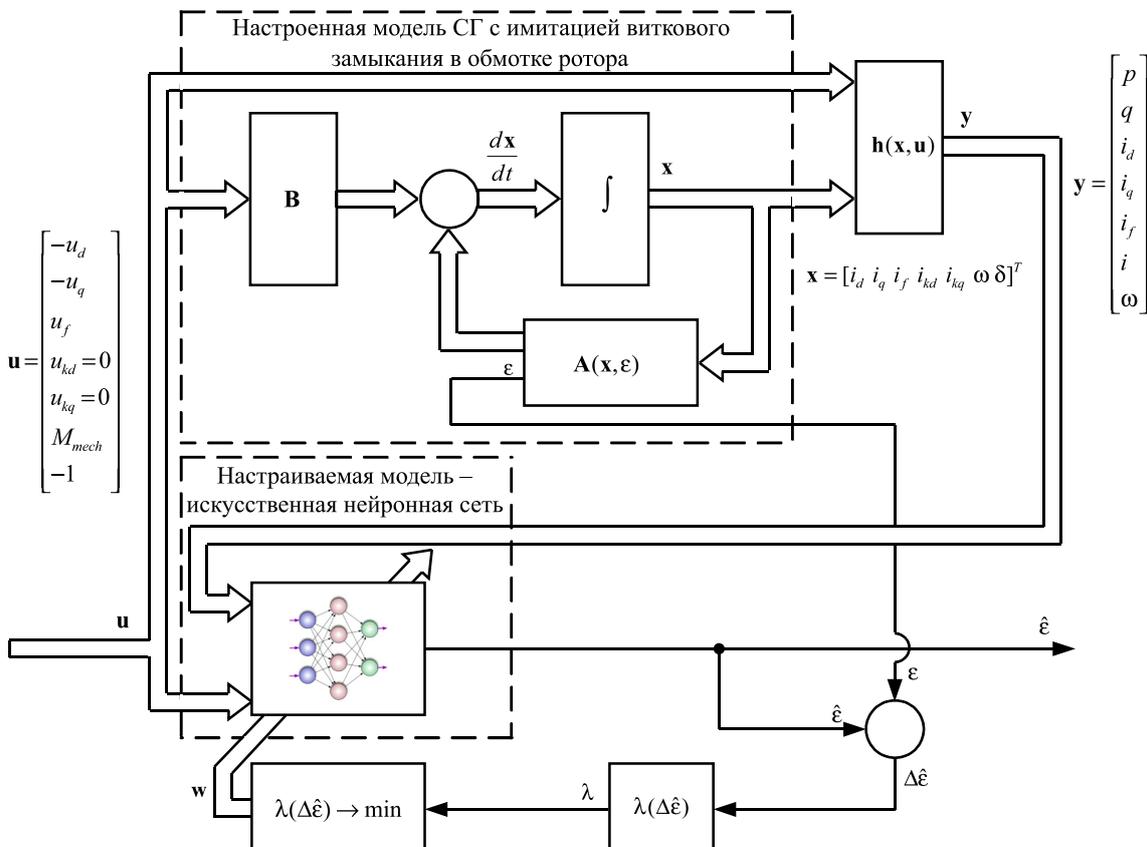


Рис. 2. Структура системы для настройки ДНС

Результаты исследования и их обсуждение

Для проверки работоспособности системы диагностики виткового замыкания в обмотке возбуждения СМ была создана экспериментальная установка, объектом наблюдения в которой был синхронный генератор ГАБ-2-Т/230. На рис. 3 показана принципиальная схема экспериментальной установки. Сигналы с датчиков тока и напряжения обмотки возбуждения, расчетные значения реактивной мощности и проекции в двухфазной неподвижной системе координат векторов тока и напряжения статора, а также задержки всех этих сигналов подавались на вход заранее обученной ДНС. Задержка по времени составила 0,5 мс. Величина оценки числа замкнутых витков $\hat{p}_{(k)}$ в процентах отображалась на мониторе.

Правильность работы ДНС проверялась тестирующей выборкой, данные которой

не отсутствовали в тренировочном наборе. В процессе обучения ДНС число замкнутых витков было: $w_{кз} = 0\%$, $w_{кз} = 3,66\%$, $w_{кз} = 7,2\%$, $w_{кз} = 14,8\%$, а в тестирующей выборке $w_{кз} = 12\%$.

Как показала проверка ДНС оказалась работоспособной и негативный эффект переобучения отсутствовал.

Результаты экспериментальной проверки работоспособности ДНС приведены в таблице.

Выводы

Результаты исследования, приведенные в статье, позволяют сделать вывод о том, что цель исследования была достигнута, а именно, доказана принципиальная возможность определения доли замкнутых витков обмотки возбуждения синхронной машины на основе разработанной авторами динамической нейронной сети.

Результаты экспериментальной проверки на ГАБ-4-Т/230

Активная мощность, Вт	Реактивная мощность, ВА	Ток возбуждения, А	Количество замкнутых витков, шт (%)	Количество замкнутых витков, шт (%)	Процент ошибки, %
1615	785	6,1	9 (3,6)	10 (4)	0,4
1604	640	6,45	18 (7,2)	20,5 (7,6)	1
1605	537	7	37 (14,8)	39 (15,6)	0,8

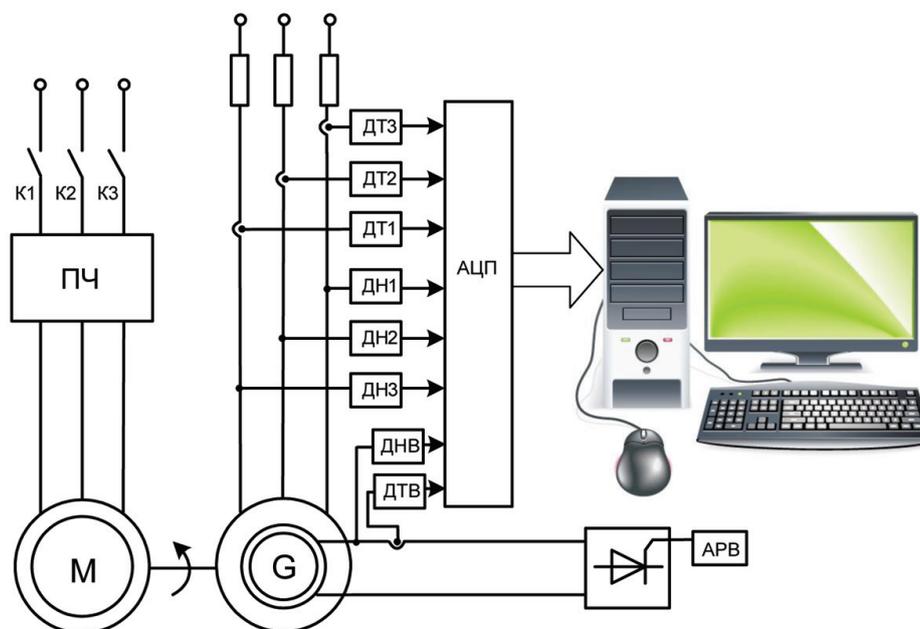


Рис. 3. Принципиальная схема экспериментальной установки: ДН1-3 – датчики напряжения статора, ДТ1-3 – датчики тока статора, ДНВ, ДТВ – датчики напряжения и тока возбуждения, М – приводной двигатель, G – генератор ГАБ-2-Т/230, ПЧ преобразователь частоты, АРВ – автоматический регулятор возбуждения

Экспериментально доказано, что чувствительность диагностической системы к витковым замыканиям в обмотке возбуждения составила 2,5...2,7% от общего количества витков.

Список литературы

1. Розум Т.И., Полищук В.И. Метод выявления витковых замыканий в обмотке возбуждения синхронного генератора // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 8. С. 1061–1065.
2. Белов В.С., Глезеров С.Н., Пархоменко Ю.А., Корсунский И.И., Мютель В.А., Неёлов С.М., Андрианов А., Жоголев А.С. Способ раннего обнаружения витковых замыканий и диагностирования технического состояния обмотки ротора турбогенератора с определением тока ротора по параметрам статора // Патент РФ № 2472168; Патентообладатели: Белов В.С., Глезеров С.Н., Пархоменко Ю.А., Корсунский И.И., Мютель В.А., Неёлов С.М., Андрианов А., Жоголев А.С. 2013, Бюл. № 1.
3. Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления: учеб. пособие. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. 127 с.
4. Сергеев В.Л. Интегрированные системы идентификации: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 198 с.
5. Глазырин А.С., Ланграф С.В., Козлова Л.Е., Глазырина Т.А., Тимошкин В.В., Афанасьев К.С. Разработка и исследование нейросетевого регулятора для электропривода с механической нагрузкой типа «пара трения» // *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*. 2011. № 1 (23). С. 171–177.
6. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. М.: Энергия, 1980. 909 с.
7. Козлова Л.Е. Принцип построения архитектуры нейроэмулятора угловой скорости электропривода по схеме ТРН – АД // *Научный вестник НГТУ*. 2015. № 1 (58). С. 41–50.
8. Timoshkin V.V., Glazyrin A.S., Kozlova L.E. Reasoning of the use of TVR-IM electric drives of closed-loop type by the angular velocity observer for solving technological problems // *Applied Mechanics and Materials*. 2015. Vol. 698. P. 131–135.
9. Вичугов В.Н. Нейросетевой метод управления на основе подкрепляемого обучения: дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2008. 148 с.

УДК 621.372.822

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА И ТЕМПЕРАТУРОРАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛНОВОДОВ КВЧ-ДИАПАЗОНА

Трифанов В.И., Оборина Л.И., Суханова О.А., Мелкозеров М.Г., Трифанов И.В.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: sibgau-uks@mail.ru*

При изготовлении труб волноводов КВЧ-диапазона сечением 2,4×1,2 мм с точностью 0,015 мм и шероховатостью поверхности Ra 0,2–0,32 мкм из сплава 32НКД использован метод многостороннего деформирования. Представлены результаты исследования напряженно-деформированного состояния труб волноводов КВЧ-диапазона при изготовлении их методом многостороннего деформирования, зависимости напряжений в очагах деформации при изготовлении волновода, а также зависимость силы протягивания заготовок трубы волновода F_p от напряжений деформации. Определены зависимости относительного удлинения d/l_0 и коэффициента линейного расширения (ТКЛР) α образца трубы волновода сечением 1,2×2,4 мм от степени деформации, нагрева T и микроструктуры сплава 32НКД трубчатой заготовки, изготовленного из сплава 32НКД. Представлена принципиальная схема измерения температурного коэффициента линейного расширения трубы волновода с помощью индуктивного dilatометра DIL402C. Измерения микроструктуры образцов проводили с помощью метода оптической микроскопии на микроскопе Axio Observer Dlm с цифровой записью изображения. На основе проведенных исследований предлагается, что ϵ не должен превышать 0,2–0,25 на начальных этапах деформирования трубчатой заготовки волновода сечением 2,4×1,2 мм. На финишных этапах ϵ рекомендуется 0,02–0,01.

Ключевые слова: волновод, многостороннее деформирование, температурный коэффициент расширения, микроструктура

RESEARCH OF PROCESS PARAMETERS AND TEMPERATURE READING CHARACTERISTICS IN THE MANUFACTURE OF WAVEGUIDES OF EHF-BAND

Trifanov V.I., Oborina L.I., Sukhanova O.A., Melkozerov M.G., Trifanov I.V.

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,
e-mail: sibgau-uks@mail.ru*

During production of pipes of waveguides of the EHF-range cross-section of 2.4×1.2 mm with an accuracy of 0.015 mm and a surface roughness Ra 0.2-0.32 μm from the alloy 32NKD method used multilateral deformation. The results of the study of the stress-strain state of HF waveguide tubes in the manufacture of their method of multilateral deformation, the dependence of stresses in the centers of deformation in the manufacture of waveguide, as well as the dependence of the pulling force of the tube waveguide F_p on strain stresses. The dependence of the elongation d/l_0 and the coefficient of linear expansion (CTE) α sample tube waveguide with cross-section of 1.2×2.4 mm the degree of deformation, heating T and the microstructure of the alloy 32NKD tubular billets made of alloy 32NKD. Schematic diagram of measurement of temperature coefficient of linear expansion of the pipe waveguide with inductive dilatometer DIL402C. Measurement of the microstructure of the samples was conducted using the method of optical microscopy on the microscope Axio Observer Dlm with a digital record of the image. On the basis of the conducted research suggest that ϵ should not exceed 0.2-0.25 at the initial stages of deformation of a tubular piece of waveguide with a cross section of 2.4×1.2 mm At the finishing stages it is recommended that ϵ 0.02-0.01.

Keywords: the waveguide, the multi-lateral deformation, thermal expansion coefficient, microstructure

Актуальной является разработка эффективных методов изготовления волноводов, работающих в КВЧ-диапазоне, из терморазмеростабильных материалов, например, сплава 32НКД, обеспечивающего низкий температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) $(1 \div 2) \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ [1, 2]. В связи с отмеченным требуется разработка современных способов изготовления волноводов, позволяющих сохранить низкий ТКЛР в заданных пределах, а также методов контроля [3–5].

При изготовлении труб волноводов КВЧ-диапазона сечением 2,4×1,2 мм с точностью 0,015 мм и шероховатостью поверхности Ra 0,2–0,32 мкм из сплава

32НКД может быть использован метод многостороннего деформирования (МД). Процесс изготовления труб волноводов заключается в обжатии трубчатой заготовки роликовой фильерой к поверхности инструмента-дорна прямоугольного сечения, установленного внутри канала, затем продольном протягивании трубчатой заготовки. При этом за несколько циклов обжатия и протягивания формируется волноводный канал. Между циклами обжатия и протягивания может производиться отжиг в защитной среде аргона трубчатой заготовки волновода для снятия напряжений пластической деформации и восстановления микроструктуры [3, 4].

Качество изготовления элементной базы антенно-фидерных устройств (АФУ) требует оценки напряженно-деформированного состояния труб волноводов после их изготовления методом многостороннего деформирования.

Цель исследования: оценка влияния следующих факторов напряженно-деформированного состояния: степени деформации трубчатой заготовки на температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), параметров деформации и нагрузки на микроструктуру материала канала волновода [5], а также способов термообработки на микроструктуру сплава 32НКД, после проведения пластической деформации.

Материалы и методы исследования

Схема процесса изготовления труб волноводов методом многостороннего деформирования при помощи роликовой фильеры показана на рис. 1, она может быть использована для расчета напряжений в зоне деформации, например σ_x , усилия в хвостовике инструмента-дорна F_v .

Напряжение σ_x в зоне деформации роликовой фильерой трубчатой заготовки волновода может быть рассчитано по формуле [6]:

$$\frac{d\sigma_x}{dx} + \sigma_x \left(c + \frac{dh}{dx} \right) = fc(\epsilon_x - \epsilon_y), \quad (1)$$

где dh – величина обжатия стенки трубчатой заготовки волновода; $f = \sigma_i / \epsilon_i$ – функция пластичности; ϵ_x – степень деформации, ϵ_x и ϵ_y – по осям x и y ; c – коэффициент, зависящий от степени деформации трубчатой заготовки и коэффициентов трения, при продольном протягивании трубчатой заготовки волновода.

На графике (рис. 2) представлены зависимости напряжений σ_x в сечениях очага деформации трубчатой заготовки, изготовленной из сплава 32НКД, роликовой фильерой (в зоне А–В рис. 1). Зона А–В составляла 12 мм, расчет производился через каждые 3 мм.

Выполненные расчеты по определению напряжений в сечениях очага деформации волновода показали, что σ_x зависит от величины обжатия и координаты очага деформации волноводов сечением $2,4 \times 1,2$ мм распределения напряжений носят нелинейный характер (рис. 2). Расчетным путем было установлено, что при изготовлении волноводов сечением $2,4 \times 1,2$ мм напряжение в центре деформации может достигать 350 МПа.

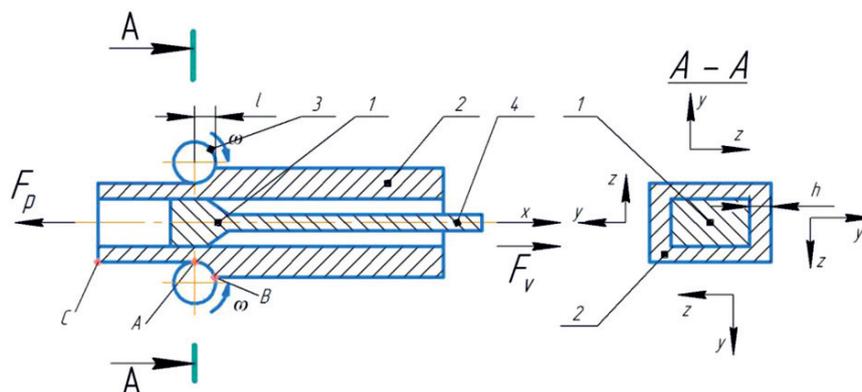


Рис. 1. Схема процесса изготовления труб волноводов, примененная для расчета напряжений в зоне деформации: 1 – инструмент-дорн, 2 – трубная заготовка, 3 – ролики регулируемой четырехроликовой фильеры, 4 – хвостик инструмента-дорна

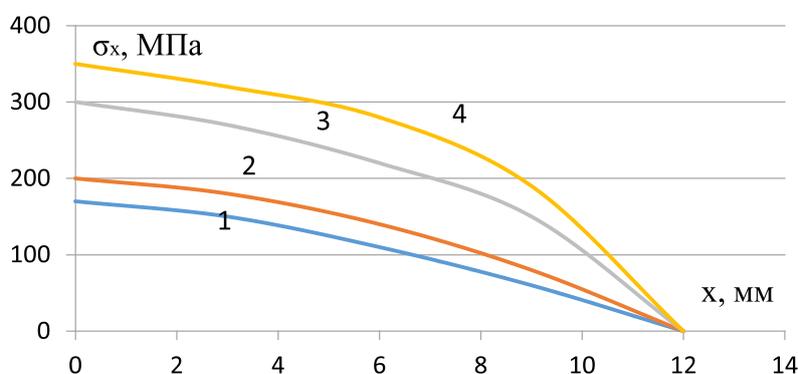


Рис. 2. Напряжения σ_x в сечениях очага деформации при изготовлении волновода из сплава 32НКД сечением $2,4 \times 1,2$ мм, и различным обжатием Δ : 1 – 0,005 мм; 2 – 0,01 мм; 3 – 0,015 мм; 4 – 0,2

В процессе деформирования с ростом степени деформации ϵ и напряжения в зоне деформации σ_x возрастают твердость, временное сопротивление σ_b в трубчатой заготовке волновода. Закон постоянства объема сохраняется, т.е. $V_0 = V_1$, а длина увеличивается на ΔL :

$$\Delta L = L_1 - L_0, \quad (2)$$

где L_1, L_0 – конечная и начальная длина трубы волновода, V_0 – начальный объем трубчатой заготовки, V_1 – объем трубчатой заготовки после деформирования и протягивания; $F_p = F_v$, где F_p – сила протягивания заготовки волновода, F_v – продольная сила в инструменте-дорне.

При этом усилии протягивания заготовки трубы волновода F_p и, действующее на инструмент-дорн при протягивании трубы волновода, F_v может быть рассчитано по формуле

$$F_v = -\lambda k_{тр} \cdot p \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\sigma_y + \sigma_y^{i+1}}{2}, \quad (3)$$

где $\lambda = l / (n - 1)$, где l – длина очага деформации в зоне А-В (рис. 1); n – число узлов, в которых рассчитывались деформации σ_y ; $k_{тр}$ – коэффициент трения; p – периметр канала трубы волновода, σ_y – компонента тензора напряжений в стенке трубы волновода.

Напряжение σ_x на участке СА можно определить по формуле

$$\delta_x = \frac{F_p}{S_{(y,z)}},$$

где $S_{(y,z)}$ – площадь поперечного сечения трубы волновода по оси x ; F_p – сила протягивания заготовки трубы волновода [7]. Зависимость силы протягивания от напряжения σ_x для различных материалов представлена на рис. 3.

При больших пластических деформациях уменьшение площади сечения $S^{k-1} \rightarrow S^k$ на различных этапах деформирования и протягивания трубчатой заготовки пропорционально удлинению в направлении оси x . В связи с этим ϵ_x^k степень деформации по оси x можно рассчитать по формуле

$$\epsilon_x^k = \ln \left(\frac{S_x^k}{S_x^{k-1}} \right) + \epsilon_x^{k-1}, \quad (4)$$

где S_x^k и S_x^{k-1} – соответственно площади поперечного сечения трубы волновода после k -ой и $(k-1)$ -ой протяжек.

Радиальные и тангенциальные напряжения σ_y и σ_z могут быть рассчитаны с учетом физических соотношений

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z &= \sigma_x + f(\epsilon_z - \epsilon_x) \\ \sigma_y &= \sigma_x - f(\epsilon_x - \epsilon_y) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Метод многостороннего деформирования связан с пластической деформацией трубчатой заготовки волновода и может влиять на ТКЛР сплава 32НКД.

Влияние пластической деформации на коэффициент температурного расширения (ТКЛР) описывается соотношением [4]:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot (1 + A\epsilon), \quad (6)$$

где α_0 – коэффициент линейного расширения недеформированного металла; A – коэффициент, ϵ – степень деформации.

Коэффициент A может быть определен по формуле

$$A = \chi_T \cdot E \cdot \gamma / 3, \quad (7)$$

где E – модуль упругости, γ – параметр Грюнайзена, χ_T – изотермическая сжимаемость.

Известно, что сплав 32НКД имеет следующие основные характеристики (табл. 1), при этом A может находиться в пределах 1,3÷2,3 [4].

При этом степень деформации определялась по формуле

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{S_0 - S_1}{S_0},$$

где Δh – величина обжатия стенки трубчатой заготовки, h_0 – первоначальная толщина стенки трубчатой заготовки, S_0, S_1 – соответственно площадь сечения исходной и протянутой заготовок.

На графике рис. 5 представлена зависимость ТКЛР (α) от изменения температуры нагрева T трубчатой заготовки, изготовленной из сплава 32НКД сечением 2,4×1,2 мм методом многостороннего деформирования.

При выборе рациональных параметров процесса многостороннего деформирования необходимо учитывать изменение механических свойств сплава 32НКД (табл. 1), а также их влияние на ТКЛР, после каждого цикла обжатия, протягивания трубчатой заготовки волновода и термообработки для снятия остаточных напряжений [3].

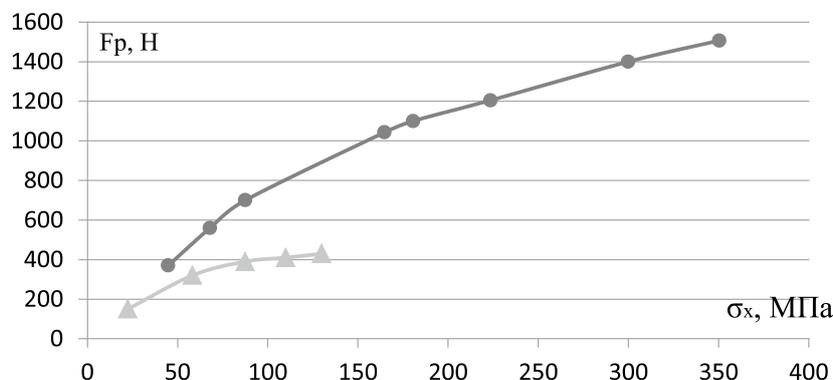


Рис. 3. Зависимость силы протягивания заготовок трубы волновода F_p от напряжения σ_x деформации: ● – для сплава 32НКД; ▲ – для меди М1; сечение трубы волновода 2,4×1,2 мм

Механические свойства сплава 32НКД

НВ	σ_T , МПа	σ_b , МПа	δ , %	$E \cdot 10^{-5}$, МПа	$\alpha_{cp} \cdot 10^{-6}$, K ⁻¹ (20–100 °С)
129	299	451	41	1,44	1

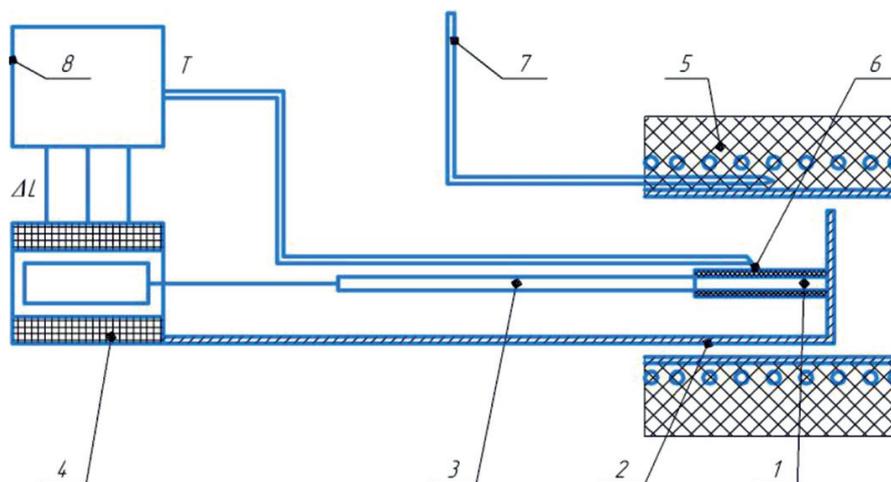


Рис. 4. Принципиальная схема измерения α трубы волновода при помощи дилатометра DIL402C (Netzsch): 1 – образец волновода, 2 – трубчатый держатель, 3 – толкатель, 4 – индуктивный датчик, 5 – печь, 6 – термопара образца, 7 – термопара печи, 8 – цифро-аналоговый преобразователь сигналов

При изготовлении трубы волновода малого сечения $2,4 \times 1,2$ мм были проведены замеры α от изменения температуры и степени деформации $\varepsilon = 0,2 \pm 0,25$.

Измерение температурного коэффициента линейного расширения трубы волновода сечением $2,4 \times 1,2$, изготавливаемой из сплава 32НКД, осуществлялось с помощью индуктивного дилатометра DIL402C фирмы Netzsch, принципиальная схема которого представлена на рис. 4. Калибровку дилатометра осуществляли корундовым стандартом фирмы Netzsch. Измеряемые образцы имели форму параллелепипеда с размерами $3,6 \times 3,6$ и $2,4 \times 1,2$ мм, длиной $25 \pm 0,05$ мм. Измерение ТКЛР проводили со скоростью 5 К/мин в интервале температур от 20 до 140 °С в среде аргона.

Образец волновода (рис. 4) находился в гомогенной области температурного поля печи. Печь нагревалась и охлаждалась по заданной программе. Управление температурой печи осуществлялось термопарой 7. Температура образца измеряется термопарой 6. Через толкатель изменение длины механически передавалось на индуктивный датчик смещения длины 4.

Сердечник перемещался в катушке датчика. Возникающее в результате изменение напряжения посредством усилителя электронного блока преобразуется в напряжение постоянного тока. Изменение напряжения пропорционально смещению сердечника индуктивного датчика и, таким образом, измеряет изменение длины образца. Измеряемые сигналы (изменение длины, температура образца) регистрируются компьютером с построением графиков $\alpha = f(T)$, $dL/L_0 = f(T)$ (рис. 5). Нагрев производился в защитной среде аргона.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, после механической деформации $\varepsilon = 0,2$ трубы волновода из сплава 32НКД возрастает ТКЛР α до 1,5–1,6 раз при росте температуры до 100 °С, причем рост α зависит от степени деформации ε и микроструктуры сплава 32НКД.

Рентгеноструктурный анализ сплава 32НКД, проведенный с применением рентгеновского аппарата УРС-20, позволил определить структуру и микронапряжения, возникающие при изготовлении труб волноводов методом многостороннего деформирования. Фотографический метод регистрации дифракционной картины осуществлялся при следующих условиях и режимах съемки: излучение FeK α , напряжение 26 кВ, ток трубки 19 мА, экспозиция 60 мин. Съемка плоского шлифа осуществлялась в камере Дебая (РКД) диаметром 57,3 мм. Рентгеноструктурным анализом было установлено, что структура сплава 32НКД в исходном состоянии – рекристаллизованная, структура образцов после деформирования характеризуется ориентацией зерен в направлении протяжки [7]. На рентгенограммах, снятых с поверхности, наблюдается расширение линий, что является следствием микронапряжений, вызванных деформацией кристаллов в процессе многостороннего деформирования и протягивания трубчатой заготовки волновода.

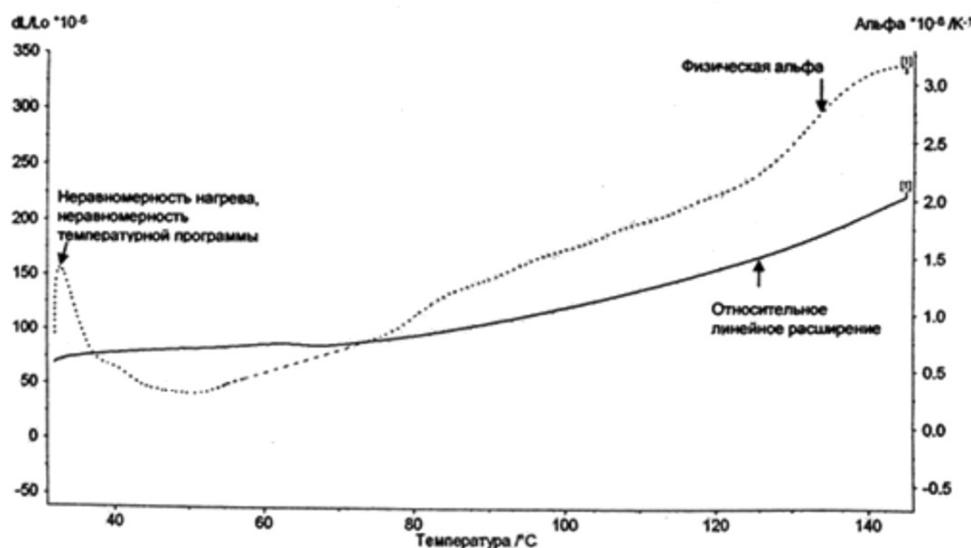


Рис. 5. Термическое расширение волновода сечением $2,4 \times 1,2$ мм, степень деформации $\varepsilon = 0,2$

Твердость сплава 32НКД и деформации возрастают в результате многостороннего деформирования и наклепа [6]. В промежутках между операциями производилась термообработка в вакууме для сохранения пластических свойств материала и устранения образования микротрещин, а также исключения образования окалины и предупреждения повреждения поверхности инструмента-дорна. Режимы двух циклов термической обработки волновода сплава 32НКД были выбраны при температурах 650°C , 830°C и час охлаждения на 50 град/ч, 880°C . Оба цикла термической обработки не привели к получению изотропного поликристаллического состояния сплава трубчатой заготовки волновода.

Отжиг не обеспечивает полного завершения рекристаллизационных процессов и не изменяет существенно коэффициент линейного расширения в сторону уменьшения. Измерения микроструктуры образцов проводили с помощью метода оптической микроскопии на микроскопе Axio Observer Dlm с цифровой записью изображения.

Заключение

На основе проведенных исследований предлагается при проектировании операций деформации (при изготовлении), что ε не должен превышать $0,2-0,25$ на начальных

этапах деформирования трубчатой заготовки волновода сечением $2,4 \times 1,2$ мм. На финишных этапах ε рекомендуется $0,02-0,01$.

Список литературы

1. Вишневецкий В., Фролов С., Шахнович И. Миллиметровый диапазон как промышленная реальность стандарт IEEE 802.15.3С и спецификация WirelessHD // Электроника: Наука, технология, бизнес. 2010. № 3. С. 70–79.
2. Сплавы с минимальным температурным коэффициентом линейного расширения [Электронный ресурс]. URL: <http://azbukametalla.ru/marochnik/pretsizionnye-splavy/> (дата обращения: 20.08.2018).
3. Афанасьев В.К., Попова М.В., Гладышев С.А., Герцен В.В., Обухов Г.В., Горшенин А.В. Инвары: учеб. пособие. Новокузнецк: СибГИУ, 2006. 126 с.
4. Шаров Г.А. Волноводные устройства сантиметровых и миллиметровых волн. М.: Горячая линия-Телеком, 2016. 639 с.
5. Халиманович В.И., Михнёв М.М., Наговицин В.Н., Гоцелок О.Б., Сильченко П.Н., Кудрявцев И.В. О напряженно-деформированном состоянии в открытом космосе конструкций волноводно-распределительных систем // Решетневские чтения. 2013. № 17 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-napryazhenno-deformirovannom-sostoyanii-v-otkrytom-kosmose-konstruktsiy-volnovodno-raspre-delitelnyh-sistem> (дата обращения: 15.10.2018).
6. Малинин Н.Н. Технологические задачи пластичности и ползучести: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 121 с.
7. Трифанов И.В., Трифанов В.И., Оборина Л.И. Технологическое обеспечение качества при изготовлении линий передачи энергии антенно-фидерных устройств. 2-е изд., перераб. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2009. 242 с.

УДК 691.328.1:519.657

МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ОЦЕНКИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ЗИМНЕМ БЕТОНИРОВАНИИ**Федоров В.И., Местников А.Е.***ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: valeriyif.ykt@gmail.com*

В статье рассматривается получение мультипараметрического уравнения оценки относительной прочности бетона при различных режимах термической обработки. В статье особое внимание обращается на климатические условия Республики Саха (Якутия) и термонапряженное состояние бетона, твердеющего в условиях отрицательной температуры внешней среды. Основу статьи составляет компьютерная интерполяция номограмм ТСН 12-336-2007 «Производство бетонных работ при отрицательных температурах среды на территории Республики Саха (Якутия)». Выявлена и обоснована необходимость совершенствования существующей методики расчета относительной прочности бетона. Уравнение регрессии получено методом наименьших квадратов с использованием стандартных методов статистического и компьютерного анализа. Результаты статистической обработки дают максимальное представление о свойствах мультипараметрического уравнения, возможных сочетаниях линейных и квадратичных взаимосвязей факторов, что обеспечивает достоверный и точный прогноз с минимальной погрешностью. Использование мультипараметрического уравнения построена номограмма, показывающая взаимосвязь относительной прочности бетона со средней температурой и продолжительностью термической обработки. Рассмотрены преимущества и недостатки расчета относительной прочности бетона по предлагаемой методике. Обоснована возможность использования мультипараметрического уравнения в выборе оптимальных схем термической обработки бетона в условиях Сибири и Крайнего Севера.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, термическая обработка, относительная прочность, номограмма, интерполяция, уравнение регрессии

MULTI-PARAMETER EQUATION OF ESTIMATION OF RELATIVE STRENGTH OF CONCRETE IN WINTER CONCRETING**Fedorov V.I., Mestnikov A.E.***Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education North-Eastern Federal University
named after Ammosov, Yakutsk, e-mail: valeriyif.ykt@gmail.com*

The article discusses the derivation of a multiparameter equation for estimating the relative strength of concrete under various heat treatment conditions. The article pays special attention to the climatic conditions of the Sakha Republic (Yakutia) and the thermal stress state of concrete hardening in conditions of negative environmental temperature. The article is based on computer interpolation of nomograms of TSN 12-336-2007 «Production of concrete works at negative environmental temperatures in the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)». Identified and justified the need to improve the existing method of calculating the relative strength of concrete. The regression equations are obtained by the least squares method using standard statistical and computer analysis methods. The results of statistical processing give the maximum idea of the properties of a multiparameter equation, possible combinations of linear and quadratic relationships of factors, which provides a reliable and accurate prediction with a minimum error. Using a multiparameter equation, a nomogram was constructed showing the relationship between the relative strength of concrete and the average temperature and duration of heat treatment. The advantages and disadvantages of calculating the relative strength of concrete by the proposed method are considered. The possibility of using a multiparameter equation in the choice of the optimal schemes for the heat treatment of concrete in the conditions of Siberia and the Far North is substantiated.

Keywords: winter concreting, heat treatment, relative strength, nomogram, interpolation, regression equation

В суровых климатических условиях Арктической зоны Российской Федерации и мира бетонные работы очень часто проводятся в зимнее время года [1]. В районах Сибири и Крайнего Севера в зимний строительный период выполняется порядка 50–75% годового объема таких работ [2]. Отечественными и зарубежными исследованиями установлено, что качество бетонных и железобетонных конструкций, изготовленных в зимний период, зависит от сочетания обширного количества внешних и внутренних факторов [3–5]. Среди них наиболее весомыми как по конечным результатам, так и по возможности регу-

лирования процессов являются параметры термического воздействия. Общеизвестно, что повышение температуры до 100 °С не оказывает негативного влияния на степень гидратации цемента [6]. При этом термическое воздействие меняет соотношение между порами и капиллярами различных размеров и в целом на формирование макро- и микроstructures композита, что в последующем значительно ухудшает физико-механические свойства бетона [2, 7]. В связи с этим, учитывая климатические условия Республики Саха (Якутия), вопросы, связанные с проектированием режимов термического воздействия на бетонную

конструкцию, а также разработкой и совершенствованием методов прогноза относительной прочности бетона, приобретают особую актуальность.

В настоящее время в строительном комплексе Республики Саха (Якутия) при проектировании зимних железобетонных работ широко применяется номограмма нарастания прочности бетона по нормам ТСН 12-336-2007 [8], разработанным коллективом авторов Якутского института строительства (ЯкутПНИИС). Но мелкий масштаб, сложность восприятия номограмм (десять семейств графиков на одной масштабной линейке) и запутанная схема расчета не позволяют производителям бетонных работ обеспечить высокую достоверность их трактовки и интерпретации расчетных данных.

Целью настоящей исследовательской работы является компьютерная интерполяция номограммы набора относительной прочности бетона с использованием современных методов компьютерной обработки для получения мультипараметрического уравнения с высокой степенью корреляции с данными норм ТСН 12-336-2007.

Материалы и методы исследования

Относительная прочность бетона после термической обработки определяется по методике ТСН 12-336-2007. Компьютерная интерполяция номограммы ТСН 12-336-2007 проведена с помощью математического пакета MathCAD 2001i Professional. Уравнение регрессии получено с использованием метода наименьших квадратов. Оценка достоверности уравнения регрессии выполнена с использованием стандартных методов статистического анализа [9]. Для автоматизации расчета теоретической прочности бетона разработан простой в использовании калькуля-

тор на базе программы Microsoft Office EXCEL 2007 с учетом положений ТСН 12-336-2007.

Результаты исследования и их обсуждение

В технологических расчетах оценивают так называемую относительную прочность бетона, которая показывает процент набора проектного класса прочности в зависимости от режима (продолжительность и температура) термической обработки. По данным ТСН 12-336-2007 [8] и [10]. Величина относительной прочности бетона может быть описана функцией

$$R = f(\tau_n, \tau_{н.в.}, \tau_o, t_n, t_{н.в.}, t_o), \quad (1)$$

где R – относительная прочность бетона, %; $\tau_n, \tau_{н.в.}, \tau_o$ – продолжительность нагрева, изотермической выдержки и остывания, ч; $t_n, t_{н.в.}, t_o$ – средние температуры нагрева, изотермической выдержки и остывания, °С;

Количественная интерпретация уравнения (1) достигается построением уравнения регрессии в виде полинома второй степени:

$$R(t_n, \tau_n) = b_0 + b_1 \cdot t_n + b_2 \cdot \tau_n + b_3 \cdot \tau_n^2 + b_4 \cdot \tau_n^3, \quad (2)$$

где b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 – коэффициенты регрессии; t_n – средняя температура тепловой обработки (нагревание, изотермическая выдержка, остывание), °С;

τ_n – продолжительность тепловой обработки (нагревание, изотермическая выдержка, остывание), ч.

В первую очередь данные номограммы ТСН 12-336-2007 экспортированы в электронную таблицу, затем рассчитаны методом наименьших квадратов для получения уравнения регрессии. Фрагмент экспортированных данных приведен в табл. 1.

Таблица 1

Фрагмент числовых значений номограммы нарастания относительной прочности бетона по ТСН 12-336-2007 [8]

№ п/п	Продолжительность тепловой обработки τ_n , ч	Средняя температура тепловой обработки t_n , °С	Процент набора проектной прочности тяжелого бетона, %
1	10	-4	0
2	20	-4	2
3	30	-4	4
4	40	-4	5
5	50	-4	12
...
100	20	70	76
101	30	70	83
102	40	70	86
103	10	80	70
104	20	80	80

Таблица 2

Оценка адекватности уравнения регрессии

№ п/п	Наименование показателя	Обозначение	Значение
1	Сумма квадратов остатков	$\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	4536,49
2	Остаточная дисперсия	$S_{\text{ост}}^2$	45,82
3	Коэффициент детерминации	R^2	0,97
4	Критерий Фишера	$F_p > F_{\text{табл}}$	44,04 > 1,24

Если предположить, что результаты рассчитанных данных соответствуют закону нормального распределения, то уравнение прогноза относительной прочности бетона (после оценки значимости коэффициентов регрессии) имеет следующий вид:

$$\begin{cases} R(t_n, \tau_n) = -17,983 + 1,639 \cdot t_n + 0,928 \cdot \tau_n - 0,003 \cdot \tau_n^2 - 0,009 \cdot \tau_n^2 \\ t_n = \{t_n, t_{\text{н.в.}}, t_o\} \rightarrow [-4 \dots + 80^\circ\text{C}] \\ \tau_n = \{\tau_n, \tau_{\text{н.в.}}, \tau_o\} \rightarrow [10 \dots 170 \text{ ч}] \end{cases}$$

Оценка значимости коэффициентов уравнения (3) выполнена с использованием выражения

$$\begin{cases} |\hat{a}_i - \bar{a}_i| \leq S_i \cdot \varepsilon \\ S_i^2 = c_{ii} \cdot S_{\text{ост}}^2 \\ S_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{N - d} \end{cases}, \quad (4)$$

где \hat{a}_i – значение i -го коэффициента модели;
 \bar{a}_i – истинное значение i -го коэффициента модели;
 S_i^2 – оценка дисперсии;
 ε – граничное значение критической области χ^2 -распределения;
 c_{ii} – элементы главной диагонали дисперсионной матрицы;

В выражении (4) принималось во внимание, что в каждой ячейке расчетной таблицы (табл. 1) проводилось одно вычисление, в соответствии с этим ошибка наблюдений является неизвестной величиной. Поэтому доверительный интервал уравнения (3) при доверительной вероятности $P = 0,95$ найден на основании положений, изложенных в [9].

Оценка адекватности модели (3) в соответствии с рекомендациями [9] выполнена с использованием следующих статистических показателей: сумма квадратов остатков, остаточная дисперсия, коэффициент детерминации и критерий Фишера. Результаты статистических расчетов занесены в табл. 2.

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ расчетное значение критерия Фишера составляет $F_p = 44,04$, что значительно превышает

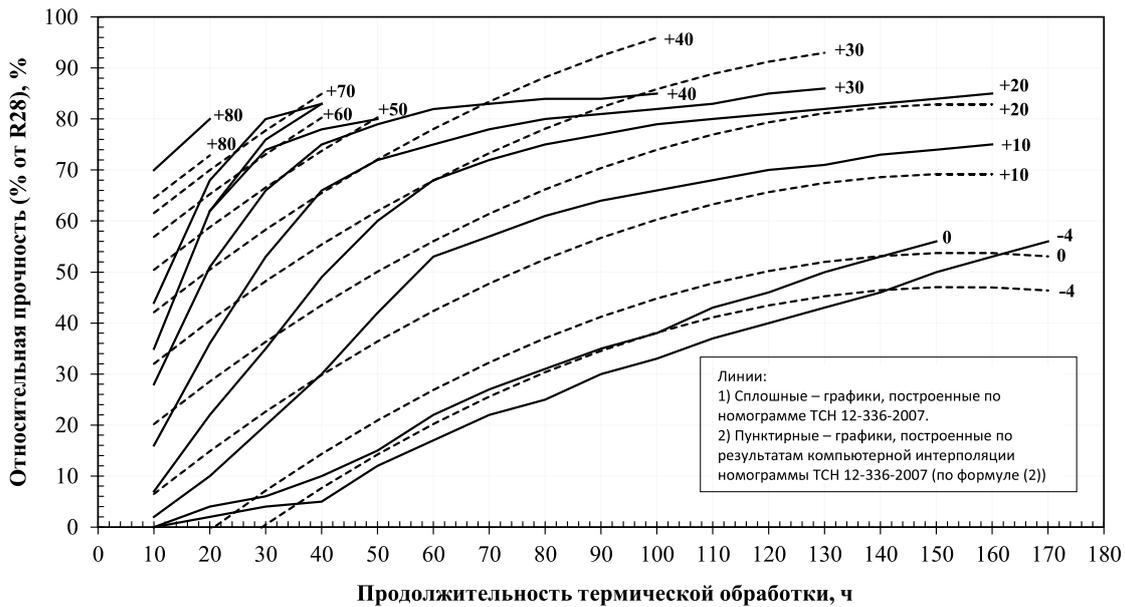
ее табличное значение $F_{\text{табл}} = 1,24$. То есть рассеяние относительно полученного уравнения регрессии (3) многократно меньше рассеяния относительно среднего. На основании изложенного, близкий к единице коэффициент детерминации, а также соответствие критерия Фишера подтверждает достоверность уравнения регрессии и его пригодность для получения мультипараметрического уравнения оценки относительной прочности бетона.

Графическая интерпретация уравнения (3) представлена в виде номограммы нарастания относительной прочности бетона при различных режимах термической обработки (рис. 1). Из графиков видно, что расположение и вектор направления кривых, полученных из уравнения (3), практически идентичны графикам ТСН 12-336-2007 за исключением незначительных расхождений (табл. 2).

По данным фактического температурного режима твердения бетона рассчитывают среднюю температуру в период нагрева, изотермической выдержки и остывания по следующим формулам [8, 10]:

$$\begin{cases} t_n = \frac{t_{\text{min}}^H + t_{\text{max}}^H}{2} \\ t_{\text{н.в.}} = \frac{t_{\text{min}}^{\text{н.в.}} + t_{\text{max}}^{\text{н.в.}}}{2}, \\ t_o = \frac{t_{\text{min}}^o + t_{\text{max}}^o}{2} \end{cases}, \quad (5)$$

где $t_n, t_{\text{н.в.}}, t_o$ – средние температуры нагрева, изотермической выдержки и остывания, $^\circ\text{C}$;



Номограмма нарастания относительной прочности бетона при различных режимах термической обработки

$t_{\min}^H, t_{\min}^{H.B.}, t_{\min}^O$ – минимальные температуры нагрева, изотермической выдержки и остывания, °С;
 $t_{\max}^H, t_{\max}^{H.B.}, t_{\max}^O$ – максимальные температуры нагрева, изотермической выдержки и остывания, °С.

С учетом специфики расчета относительной прочности бетона по номограммам ТСН 12-336-2007 уравнение (2) приобретает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_n(\tau_n, t_n) = -17,983 + 0,928 \cdot \tau_n - 0,003 \cdot \tau_n^2 + 1,639 \cdot t_n - 0,009 \cdot t_n^2 \\ R_{H.B.}(\tau_{H.B.}, \tau_{H.B.}, t_n, t_{H.B.}) = (-17,983 + 0,928 \cdot (\tau_n + \tau_{H.B.}) - 0,003 \cdot (\tau_n + \tau_{H.B.})^2 + \\ + 1,639 \cdot t_{H.B.} - 0,009 \cdot t_{H.B.}^2) - R_n \\ R_o(\tau_n, \tau_{H.B.}, \tau_o, t_n, t_{H.B.}, t_o) = (-17,983 + 0,928 \cdot (\tau_n + \tau_{H.B.} + \tau_o) - \\ - 0,003 \cdot (\tau_n + \tau_{H.B.} + \tau_o)^2 + 1,639 \cdot t_o - 0,009 \cdot t_o^2) - R_n - R_{H.B.} \end{array} \right. , \quad (6)$$

где R_n – относительная прочность бетона, набранная в процессе нагревания, %;

$R_{H.B.}$ – относительная прочность бетона, набранная в процессе нагревания, %;

R_o – относительная прочность бетона, набранная в процессе остывания, %;

Относительная прочность бетона складывается из прочностей, набранных в процессе нагревания, изотермической выдержки, остывания и может быть вычислена по формуле [6, 8, 10]:

$$R = (\tau_n, \tau_{H.B.}, \tau_o, t_n, t_{H.B.}, t_o) = R_n + R_{H.B.} + R_o. \quad (7)$$

Подставляем (4) в (5) и получаем окончательное выражение мультипараметрического уравнения оценки относительной прочности бетона после термической обработки по ТСН 12-336-2007:

$$\begin{aligned} R = (\tau_n, \tau_{H.B.}, \tau_o, t_n, t_o) = & -17,983 + \\ & + 1,639 \cdot t_o + 0,928 \cdot (\tau_n + \tau_{H.B.} + \tau_o) + \\ & + 0,006 \cdot (-\tau_n \cdot \tau_{H.B.} - \tau_n \cdot \tau_o - \tau_{H.B.} \cdot \tau_o) + \\ & + 0,003 \cdot (\tau_n^2 + \tau_{H.B.}^2 + \tau_o^2) - 0,009 \cdot t_o^2. \end{aligned} \quad (8)$$

Анализ уравнения (8) показывает, что наиболее сильное влияние на формирование относительной прочности бетона оказывает температура остывания t_o (коэффициент регрессии 1,639). Выявлены положительный и отрицательный линейный, а также положительный квадратичный эффекты влияния групп факторов $(\tau_n, \tau_{H.B.}, \tau_o)$, описывающих продолжительность термической обработки. Это свидетельствует о повышении отно-

сительной прочности бетона при изменении продолжительности тепловой обработки от 10 до 170 ч. На характер и силу влияния факторов продолжительности термической обработки τ_n , $\tau_{н.в.}$, τ_o незначительное влияние оказывают их линейные комбинации « $\tau_n \times \tau_{н.в.}$ », « $\tau_n \times \tau_o$ », « $\tau_{н.в.} \times \tau_o$ ».

Применение данного метода нахождения теоретической относительной прочности бетона в значительной степени интенсифицирует процесс выполнения расчета и практически исключает возможные ошибки, возникающие в результате «человеческого фактора». С одной стороны, методика прогноза теоретической прочности бетона по мультипараметрическому уравнению в значительной степени повышает точность расчета. С другой стороны, следует подчеркнуть, что формула (6) учитывает ограниченный круг факторов и не рассматривает процессы, происходящие при структурообразовании бетона, в частности появление внутренних дефектов в связи со сложным термонапряженным состоянием бетонной конструкции.

Таким образом, зная закономерности изменения прочности бетона, можно корректировать температуру и продолжительность термического воздействия на конструкцию. По уравнению (8), кроме относительной прочности, можно вычислить и расплывчатую прочность. При соответствующем подходе мультипараметрическое уравнение оценки относительной прочности бетона можно применить при решении большинства инженерных задач в области зимнего бетонирования строительных конструкций.

Следует отметить, что уравнение (8) является эмпирическим и применяется исключительно для бетонов класса В25-В30 с добавками нитрата натрия, С-3 или ПФМ-НЛК, с использованием цемента производства ОАО «Якутцемент» и местных заполнителей (по данным [8]). Поэтому применять уравнение (8) для бетонов с другими характеристиками необходимо с достаточной осторожностью, так как фактические данные рецептуры и свойства исходных компонентов могут существенно отличаться. Пренебрежение данным правилом может привести к недостоверным данным и впоследствии к некорректной оценке относительной прочности бетона.

Следует отметить, что мультипараметрическое уравнение оценки относительной прочности бетона будет наиболее полезно инженерно-техническим работникам, занятым в сфере строительства в условиях Сибири и Крайнего Севера.

Заключение

1. Выполнена компьютерная интерполяция номограмм норм ТСН 12-336-2007 с последующим выводом уравнения регрессии в виде полинома второй степени.

2. Разработан калькулятор расчета относительной прочности бетона на программе Microsoft Office EXCEL 2007, которая в зависимости от продолжительности и температуры термической обработки оценивает величину набора проектного класса прочности в процентном отношении.

3. Полученное мультипараметрическое уравнение успешно апробировано для расчета относительной прочности бетона при зимнем бетонировании объектов жилого комплекса «Прометей» в 2017–2018 гг. (застройщик: ООО «Прометей», Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Чехова, д. 35).

Список литературы

1. Местников А.Е., Егорова А.Д., Корнилов Т.А., Кардашевский А.Г. Технология возведения энергоэффективных стеновых конструкций жилых зданий на Севере // Строительные материалы. 2009. № 4. С. 118–120 [Электронный ресурс]. URL: http://rifsm.ru/u/f/sm-04-09_finish.pdf (дата обращения: 07.11.2018).
2. Турантаев Г.Г. Методы расчетного обоснования параметров зимнего бетонирования строительных конструкций // Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение: сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции (Якутск, 2014 г.). Киров: Издательство Международного центра научно-исследовательских проектов, 2014. С. 207–212 [Электронный ресурс]. URL: <https://books.eee-science.ru/downloads/sovremennye-problemy-stroitelstva/> (дата обращения: 07.11.2018).
3. Yudina A., Oganyan R. Technology of winter concreting of monolithic constructions with application of heating cable. 2017. P. 13–18. DOI: 10.23968/2500-0055-2017-2-2-43-48.
4. Ghosh R.S. Winter concreting in Canada. Canadian Journal of Civil Engineering. 2011. no. 2. P. 510–526. DOI: 10.1139/l83-078.
5. Молодин В.В., Лунев Ю.В. Бетонирование монолитных строительных конструкций в зимних условиях: монография. Новосибирск: Издательство НГАСУ, 2006. 300 с.
6. Головнев С.Г., Красный Ю.М., Красный Д.Ю. Производство бетонных работ в зимних условиях. Обеспечение качества и эффективность: монография. М.: Инфра-Инженерия, 2013. 336 с.
7. Головнев С.Г. Зимнее бетонирование: этапы становления и развития // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31–2. С. 529–534.
8. Матвеева О.И., Федорова Г.Д., Винокуров А.Т., Крамсков Н.П. Модифицированные бетоны для подземного строительства // Строительные материалы. 2006. №10. С. 18–19.
9. Баженов Ю.М. [и др.]. Системный анализ в строительном материаловедении: монография. М.: МГСУ, 2012. 432 с.
10. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях в районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера. М.: Стройиздат, 1982. 213 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293835/4293835918.pdf> (дата обращения: 07.11.2018).

УДК 004.942

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЖИДАЕМЫХ НАКОПЛЕННЫХ ЗАТРАТ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РЕГИОНАЛЬНО ОБОСОБЛЕННОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Хамитов Р.Н., Вязигин В.Л., Ковалев В.З., Архипова О.В.

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск,
e-mail: vadimazor@yandex.ru

При проектировании электроустановок (ЭУ), входящих в регионально обособленные электротехнические комплексы (РОЭТК), возможно, что эти объекты имеют относительно небольшую предполагаемую длительность использования (типичный пример: осветительные установки). Поиск целесообразного решения основывается на сравнении различных вариантов ЭУ. Сравнение возможных вариантов может быть произведено не только на основе приведенных годовых затрат, но и путём анализа распределения ожидаемых затрат на создание и дальнейшую эксплуатацию ЭУ с течением времени (это удобно сделать путем нахождения накопленных затрат). В данной работе ожидаемые накопленные затраты на создание и использование электроустановок рассматриваются как случайная функция времени. Особенностью этой функции является то, что отдельные реализации случайной функции имеют конечные разрывы в точках, соответствующих длительности работы объекта до исчерпания ресурса (до замены). В общем виде получено аналитическое выражение для непрерывной функции математического ожидания предполагаемых накопленных затрат с учётом закона распределения этой длительности. Результирующее выражение преобразовано для частного случая, когда координата точки разрыва является случайной величиной, распределенной по нормальному закону. Рассмотрен численный пример использования полученных выражений.

Ключевые слова: ожидаемые накопленные затраты, случайная функция, скачок функции, ресурс, энергоэффективность

DETERMINATION OF EXPECTED ACCUMULATED COSTS FOR THE CREATION AND USE OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

Khamitov R.N., Vyazigin V.L., Kovalev V.Z., Arkhipova O.V.

Yugra State University, Khanty-Mansiysk, e-mail: vadimazor@yandex.ru

When designing electrical Installations (PI) and other technical objects, it is possible that these objects have a relatively small estimated duration of use (typical example: Lighting installations). The search for a suitable solution is based on comparing different variants of the UE. Comparison of possible variants can be made not only on the basis of the given annual expenses, but also by the analysis of distribution of the expected expenses for creation and further operation of UE over time (it is convenient to do by finding the accumulated Costs). In this work, the expected accumulated costs for the creation and use of electrical installations are considered as a random function of time. The peculiarity of this function is that the individual implementations of the random function have finite breaks at the points corresponding to the duration of the object until the resource is exhausted (before replacement). In general, the analytical expression for the continuous function of mathematical expectation of expected accumulated costs is obtained taking into account the law of distribution of this duration. The resulting expression is converted to a private case where the coordinate of the break point is a random value distributed according to the normal law. The numerical example of using the received expressions is considered

Keywords: expected accumulated costs, random function, function jump, resource, energy efficiency

При проектировании электроустановок (ЭУ), являющихся компонентами регионально обособленного регионального электротехнического комплекса и других технических объектов, достаточно часто приходится сталкиваться с тем, что эти объекты имеют относительно небольшую предполагаемую длительность использования (типичный пример: осветительные установки). Поиск целесообразного решения основывается на сравнении различных вариантов ЭУ.

Общепринятым [1] является выбор того или иного варианта электроустановки на основе сравнения годовых приведенных затрат. Однако в отдельных случаях может представлять интерес распределение накопленных затрат Z на создание и использование ЭУ с течением времени её экс-

плуатации [2]. Эти затраты включают [3] первоначальные капитальные вложения K_1 и годовые эксплуатационные расходы Δ . Составляющими K_1 является стоимость оборудования и материалов, а также электромонтажных и строительных работ. Основными составляющими Δ являются: стоимость электроэнергии, расходуемой на технологический процесс и теряемой в сетях, амортизационные отчисления от капитальных вложений, затраты на текущий ремонт ЭУ, зарплата персонала.

В отличие от K_1 , которые являются единовременными (иногда распределенными на период строительства), Δ являются каждодневными и, постепенно накапливаясь с течением времени, могут превысить значения K_1 .

Следует также учитывать, что ресурс, заложенный в любой ЭУ, не бесконечен, а иногда и достаточно мал (например, у источников света) [4]. Поэтому наступает момент t_p , когда электрооборудование необходимо заменить вследствие его отказа, не поддающегося восстановлению путем ремонта, или вследствие необратимого снижения эффективности [5] (будем называть это событие «исчерпанием ресурса»). Процесс замены влечет за собой новые капитальные вложения K_2 . Возникает задача учёта случайного характера как самих затрат, так и моментов их вложения.

Цель исследования: определить аналитическое выражение для непрерывной функции математического ожидания предполагаемых накопленных затрат на создание и использование электроустановок с учётом наличия разрывов отдельных реализаций и закона распределения случайной координаты точки разрыва (случайной длительности работы объекта до исчерпания ресурса).

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили калькуляции затрат на создание и использование электроустановок. Методом исследования явилось математическое моделирование случайной функции накопленных затрат.

При анализе затрат на создание и использование ЭУ следует различать две прогнозируемые функции затрат от времени использования:

1. Фактические затраты, т.е. те затраты, которые имеют место при определенной длительности работы ЭУ до исчерпания ресурса и стабильных расходах на

эксплуатацию, например ожидаемые затраты при замене оборудования через один год.

2. Ожидаемые затраты, т.е. затраты при предполагаемой (вероятностной) длительности работы до замены, например ожидаемые затраты при предполагаемой средней продолжительности работы до замены в один год.

По своей вероятностной природе зависимость затрат от времени является случайной функцией [6]. Причиной тому является случайный характер ценообразования в том или ином регионе в тот или иной промежуток времени и случайная длительность работы до исчерпания ресурса. Подобную случайную функцию можно представить в виде семейства реализаций (рис. 1).

Каждую из реализаций (рис. 1, реализации 1–5) накопленных затрат от времени можно назвать *фактической*. Она позволяет определять распределение затрат с течением времени, если ЭУ была создана и эксплуатировалась, а следовательно, момент замены оборудования точно известен.

Казалось бы, что в качестве времени работы до исчерпания ресурса при прогнозировании затрат можно взять среднее время использования оборудования (средний ресурс), указываемое изготовителем. На самом деле заранее знать момент замены оборудования невозможно, так как он является случайной величиной, распределенной по тому или иному закону распределения вероятностей [7]. Поэтому наряду с *фактическими* функциями затрат от времени необходимо рассматривать и *вероятностные* функции, когда ожидаемые затраты определяются с учётом случайной длительности работы до замены.

Для каждой из реализаций характерен различный характер зависимостей затрат от времени на участках непрерывности (он зависит от стоимости электроэнергии и других эксплуатационных расходов, а также от их изменения с течением времени), случайная длительность работы до замены оборудования и случайные первоначальная стоимость и стоимость последующих замен оборудования.

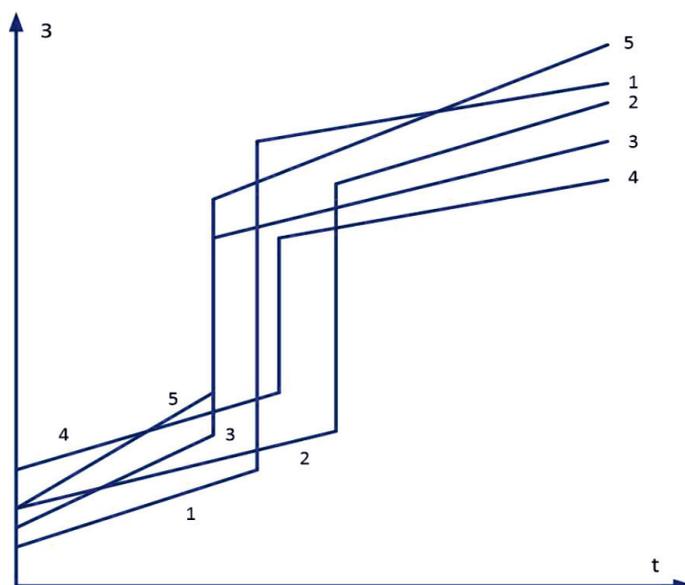


Рис. 1. Накопленные затраты с начала эксплуатации оборудования как семейство реализаций (1–5) случайной функции

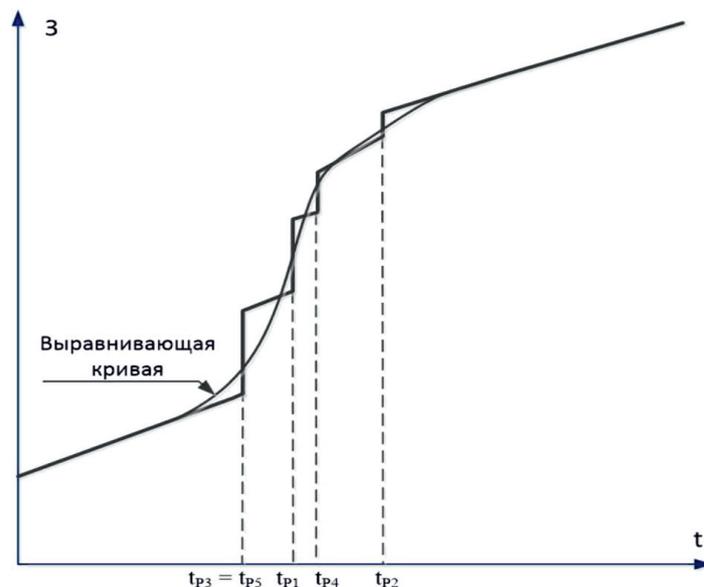


Рис. 2. Обобщающие зависимости (ступенчатая и непрерывная) случайной функции накопленных затрат с начала эксплуатации оборудования

Известно [8], что случайная функция может быть охарактеризована математическим ожиданием (МО), а также дисперсией или средним квадратическим отклонением (СКО). Достоверно определить МО невозможно, но его можно оценить на основе обобщения данных по отдельным реализациям:

$$\tilde{m}_3(t) = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i(t)}{n},$$

где $\tilde{m}_3(t)$ – оценка МО накопленных затрат, соответствующая длительности периода использования, равной t ;

$Z_i(t)$ – значение затрат для i -й реализации случайной функции, соответствующее времени t ;

n – количество реализаций случайной функции.

Как пример, представлены 5 реализаций случайной функции затрат Z (рис. 1) и графически построенная на их основе (рис. 2) ступенчатая линия оценки МО случайной функции.

Характерной особенностью последнего графика является наличие точек конечного разрыва, причем их число определяется количеством значений аргумента t_{pi} , при которых наблюдаются разрывы отдельных реализаций (в рассматриваемом примере таких точек четыре, т.е. на одну меньше числа реализаций, так как на двух из них разрыв наблюдается при одном и том же значении аргумента). Скачок функции в каждой точке разрыва равен предполагаемому капитальным вложениям на замену исчерпавшего ресурс оборудования.

Возникает вопрос: должна ли также быть разрывной предельная обобщающая зависимость или увеличение количества реализаций в итоге приведет к получению непрерывной функции? Элементарная логика подсказывает, что при наличии разрыва на графике МО затрат диапазон их значений, соответствующих точке разрыва, получен быть не может. Однако совершенно очевидно, что затраты являются непрерывной случайной величиной. Кроме того, из анализа построенного графика (рис. 2) вполне естественно следует, что с увеличением числа реализаций

количество точек разрыва обобщающей зависимости будет расти, что в пределе позволяет получить непрерывную функцию $Z(t)$ даже в области конечных разрывов отдельных реализаций.

Определим теоретический вид функции $Z(t)$ на участке, где наблюдаются разрывы отдельных реализаций.

Будем считать, что имеется n реализаций случайной функции $Z(t)$, причем каждая из реализаций $Z_i(t)$ имеет разрыв на рассматриваемом интервале времени и может быть описана следующим образом:

$$Z_i(t) = \begin{cases} Z_{1i}(t) & \text{при } t < t_{pi} \\ Z_{2i}(t) & \text{при } t \geq t_{pi} \end{cases},$$

где t_{pi} – точка разрыва i -й реализации;

$Z_{1i}(t)$ – вид функции $Z_i(t)$ на участке, лежащем левее точки разрыва.

$Z_{2i}(t)$ – вид функции $Z_i(t)$ на участке, лежащем правее точки разрыва.

Оценка МО случайной функции $m_3(t)$ для произвольно взятого внутри интервала $[t_{p \min}; t_{p \max}]$ сечения t_j

$$\tilde{m}_3(t) = \frac{\sum_{i=1}^k Z_{1i}(t_j) + \sum_{i=k+1}^n Z_{2i}(t_j)}{n},$$

где k – число реализаций, для которых точка разрыва t_{pi} лежит правее рассматриваемого сечения ($t_j < t_{pi}$);

$n-k$ – число реализаций, для которых точка разрыва лежит левее рассматриваемого сечения ($t_{pi} \leq t_j$);

$Z_{1i}(t_j)$ и $Z_{2i}(t_j)$ – значения i -й реализации, соответствующие рассматриваемому сечению.

Преобразуя, получим

$$\begin{aligned} \tilde{m}_3(t) &= \frac{\sum_{i=1}^k Z_{1i}(t_j) + \sum_{i=k+1}^n Z_{2i}(t_j)}{n} \\ &= \frac{k}{n} \frac{\sum_{i=1}^k Z_{1i}(t_j)}{k} + \frac{n-k}{n} \frac{\sum_{i=k+1}^n Z_{2i}(t_j)}{n-k}. \end{aligned}$$

Согласно теореме Чебышева [9], определим МО случайной функции:

$$m_3(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{k}{n} \sum_{i=1}^k 3_{1i}(t_j) + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-k}{n} \sum_{i=k+1}^n \frac{3_{2i}(t_j)}{n-k} =$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{k}{n} \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^k 3_{1i}(t_j) + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-k}{n} \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=k+1}^n \frac{3_{2i}(t_j)}{n-k}.$$

Последнее выражение может быть преобразовано, исходя из условия

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{k}{n} = \lim_{n \rightarrow \infty} P^*(t_p \geq t_j) = P(t_p \geq t_j) = 1 - F(t_p);$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-k}{n} = \lim_{n \rightarrow \infty} P^*(t_p < t_j) = P(t_p < t_j) = F(t_p),$$

где t_p – случайная координата точки разрыва на оси времени;

$P^*(t_p \geq t_j)$ – статистическая вероятность попадания точки разрыва правее сечения t_j ;

$P(t_p \geq t_j)$ – вероятность попадания точки разрыва правее сечения t_j ;

$P^*(t_p < t_j)$ – статистическая вероятность попадания точки разрыва левее сечения t_j ;

$P(t_p < t_j)$ – вероятность попадания точки разрыва левее сечения t_j ;

$F(t_p)$ – интегральная функция распределения случайной координаты точки разрыва.

Кроме того, при достаточно больших k и $n-k$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^k 3_{1i}(t_j)}{k} \approx \frac{\sum_{i=1}^k 3_{1i}(t_j)}{n} = m_{31}(t_j);$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=k+1}^n 3_{2i}(t_j)}{n-k} \approx \frac{\sum_{i=k+1}^n 3_{2i}(t_j)}{n-k} = m_{32}(t_j),$$

где $m_{31}(t_j)$ – МО случайной функции в точке t_j при условии, что точка разрыва всех реализаций лежит правее сечения t_j ;

$m_{32}(t_j)$ – МО случайной функции в точке t_j при условии, что разрыв всех реализаций наблюдается левее сечения t_j .

В итоге после подстановки получим

$$m_3(t) = m_{31}(t)[1 - F(t_p)] + m_{32}(t)F(t_p) =$$

$$= m_{31}(t) + [m_{32}(t) - m_{31}(t)]F(t_p) =$$

$$= m_{31}(t) + m_{\Delta 3}(t)F(t_p),$$

где $m_{\Delta 3}(t)$ – МО разности функции $3_2(t)$ и $3_1(t)$.

Эти выражения получены при условии достаточно больших k и $n-k$. Однако и при малых k или $n-k$ использование этих выражений вполне допустимо. Это объясняется тем, что малые значения возможны лишь для сечений, лежащих значительно правее МО точки разрыва функций $3_i(t)$, т.е. при выполнении условия $t_j \gg M[t_p]$, где $M[t_p]$ – МО точки разрыва реализаций.

Последнее условие предполагает близкие к единице значения $F(t_p)$ и, следовательно, $m_3(t) \cong m_2(t)$.

Аналогично, при малых $n-k$ (то есть при больших k) значения $F(t_p)$ близки к нулю, так как соответствующие сечения лежат много левее $M[t_p]$, вследствие чего МО случайной функции почти не зависит от значения $m_{32}(t)$:

$$m_3(t) \cong m_{31}(t).$$

Результаты исследования и их обсуждение

Таким образом, полученные выражения в общем виде описывают функцию $m_3(t)$ на участке прерывности отдельных реализаций и зависят от закона распределения случайной координаты точки разрыва.

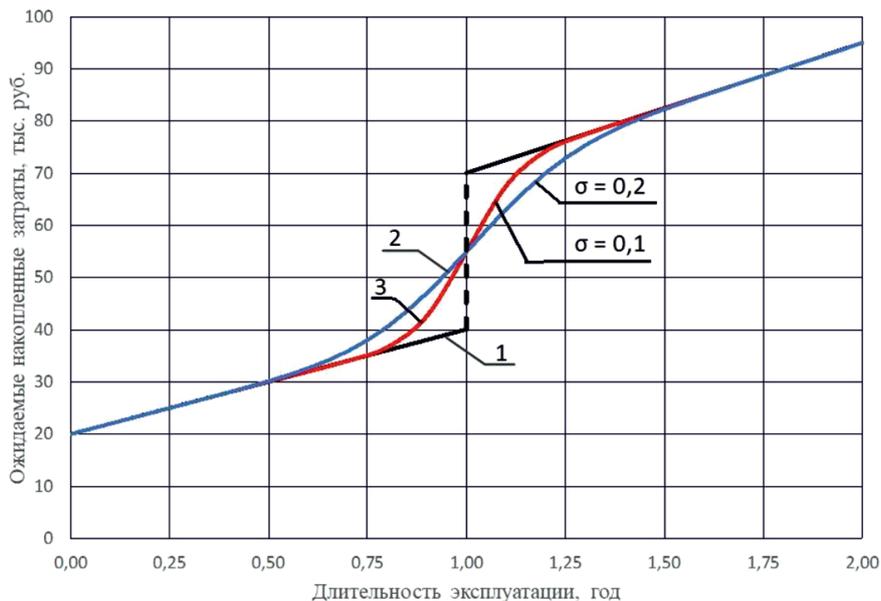


Рис. 3. Функция ожидаемых накопленных затрат $Z(t)$ при неслучайном времени исчерпания ресурса (1) и нормальном законе распределения этого времени (2, 3)

Если предположить, что время исчерпания ресурса t_p является случайной величиной, распределенной по нормальному закону, то интегральная функция распределения может быть описана общеизвестным выражением

$$F(t_p) = \Phi\left(\frac{t_p - M[t_p]}{\sigma[t_p]}\right),$$

где Φ – нормальная функция распределения, равная $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$;

$\sigma[t_p]$ – СКО времени t_p .

Тогда общий вид функции $m_3(t)$ для нормального закона распределения времени t_p имеет вид

$$m_3(t) = m_{31}(t) + [m_{32}(t) - m_{31}(t)] \Phi\left(\frac{t_p - M[t_p]}{\sigma[t_p]}\right).$$

В частном случае, когда МО случайной функции на участках непрерывности линейно зависит от времени перерыва электроснабжения, получим

$$m_3(t) = a_1 t + b_1 + (At + B)F(t_p),$$

где $a_1 t + b_1 = m_{31}(t)$;

$a_2 t + b_2 = m_{32}(t)$;

$A = a_2 - a_1$;

$B = b_2 - b_1$.

В качестве примера (рис. 3) построена функция $m_3(t)$ с использованием полученного выражения для нормального закона распределения критического времени. В примере заданы следующие параметры:

$m_{31}(t) = 20t + 20$; $m_{32}(t) = 25t + 45$;

$M(t_p) = 1$ год;

$\sigma[t_p] = 0$ (график 1); $\sigma[t_p] = 0,2$ (график 2); $\sigma[t_p] = 0,1$ (график 3);

Для графика 2:

$$m_3(t) = 20t + 20 + (5t + 25)\Phi\left(\frac{t-1}{0,2}\right).$$

При практических расчетах построение подобных зависимостей необходимо осуществлять путем определения неизвестных параметров $M[t_p]$ и $\sigma[t_p]$. Эти параметры возможно оценить на основании статистических данных о длительности работы электрооборудования до замены. Так как сбор такой статистики трудоёмок, искомые параметры можно оценить по данным производителей оборудования. Значение $M[t_p]$ приравнивается к средней продолжительности работы (среднему ресурсу). Значение

$\sigma[t_p]$ можно оценить, используя «правило 3 σ » [10], определив этот интервал как разность между гарантийным $t_{p\text{ГАП}}$ и средним $t_{p\text{СР}}$ ресурсами:

$$\sigma[t_p] = \frac{1}{3}(t_{p\text{СР}} - t_{p\text{ГАП}}).$$

Заключение

1. Накопленные затраты при создании и дальнейшем использовании ЭУ являются случайной функцией времени, реализация которой имеет конечные разрывы в точках, соответствующих моментам замены оборудования вследствие исчерпания ресурса.

2. Распределение накопленных затрат при использовании ЭУ зависит от длительности работы оборудования до замены (ресурса), которая является случайной величиной.

3. Получены выражения для определения математического ожидания случайной функции предполагаемых накопленных затрат при распределении длительности работы до исчерпания ресурса по нормальному закону распределения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства ХМАО – Югры в рамках научного проекта № 18-47-860017.

Список литературы

1. Денисов В.И. Техничко-экономические расчеты в энергетике: методы экономического сравнения вариантов. М.: Энергоатомиздат, 1985. 216 с.
2. Ковалев В.З., Мальгин Г.В., Архипова О.В. Математическое моделирование электротехнических комплексов нефтегазодобычи в задачах энергосбережения. Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. 222 с.
3. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. 3-е изд. М.: НИЦ ЭНАС, 2009. 392 с.
4. Вязигин В.Л., Кириченко Н.В. Основы электрического освещения. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. 196 с.
5. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Основные понятия. Термины определения. М.: Стандартинформ, 2016. 24 с.
6. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. СПб.: Издательство «Лань», 2011. 464 с.
7. Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 1985. 256 с.
8. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.: Ленанд, 2018. 120 с.
9. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Кнорус, 2018. 664 с.
10. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. М.: Айрис-пресс, 2006. 288 с.

УДК 669.283:669.286

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЖИГА МОЛИБДЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ДОЛОМИТОМ И МАГНЕЗИТОМ

Хомоксонова Д.П., Алексеева Е.Н., Будаева А.Д., Антропова И.Г.

ФГБУН «Байкальский институт природопользования» СО РАН, Улан-Удэ, e-mail: asgelias@mail.ru

Представлены результаты исследований окислительного обжига молибденитовых концентратов с магниесодержащими сырьевыми добавками природного происхождения – доломитом $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ и магнезитом MgCO_3 . Целью процесса обжига является преобразование молибденита в растворимые соединения и максимальное концентрирование их в огарке. На основании изучения физико-химических свойств исходных материалов и термодинамической оценки взаимодействия молибденита с каждой из добавок в окислительной среде рассмотрена и обоснована возможность использования дешевых магниесодержащих соединений природного происхождения в качестве сырьевых добавок при термохимическом разложении молибденита с образованием содоставоримых соединений – MgMoO_4 и CaMoO_4 . Оптимальные условия процесса обжига молибденита, определенные термодинамическими расчетами, подтверждены экспериментально. Одним из основных преимуществ этого процесса является перевод сернистого ангидрида в сульфат магния, что позволяет сократить выбросы SO_2 . Сравнительный анализ обжига молибденитового концентрата с доломитом и магнезитом показал, что использование магнезита в качестве добавки более предпочтительно за счет более низкой температуры обжига (600°C) и меньших потерь серы (2,5%) и молибдена (менее 1%) с газовой фазой. Близкий температурный диапазон термического разложения молибденита и магнезита обеспечили наиболее эффективное взаимодействие продуктов разложения с образованием молибдата и сульфата магния с минимальной потерей оксидов молибдена и серы в газовую фазу.

Ключевые слова: молибденитовый концентрат, доломит, магнезит, окислительный обжиг

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ROASTING OF MOLYBDENUM CONCENTRATE WITH DOLOMITE AND MAGNESITE

Khomoksonova D.P., Alekseeva E.N., Budaeva A.D., Antropova I.G.

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, e-mail: asgelias@mail.ru

The results of studies on the oxidative roasting of molybdenite concentrates with magnesium-containing raw materials of natural origin – dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, and magnesite MgCO_3 are presented. The purpose of the burning process is the conversion of molybdenite to soluble compounds and their maximum concentration in the calcine. The possibility of using cheap magnesium-containing compounds of natural origin as raw materials during the thermochemical decomposition of molybdenite with the formation of natron soluble compounds MgMoO_4 and CaMoO_4 was considered and justified based on the study of the physicochemical properties of the starting materials and the thermodynamic evaluation of the interaction of molybdenite with each of the additives in the oxidizing atmosphere. The optimal conditions for the roasting of molybdenite, determined by thermodynamic calculations, have been confirmed experimentally. One of the main advantages of this process is the conversion of sulfur dioxide to magnesium sulfate, which reduces SO_2 emissions. A comparative analysis of the burning of molybdenum concentrate with dolomite and magnesite showed that the use of magnesite as an additive is more preferable due to the lower firing temperature (600°C) and lower losses of sulfur (2.5%) and molybdenum (less than 1%) with gas phase. The close temperature range of thermal decomposition of molybdenite and magnesite ensured the most effective interaction of decomposition products with the formation of molybdate and magnesium sulfate with minimal loss of molybdenum and sulfur oxides in the gas phase.

Keywords: molybdenum concentrate, dolomite, magnesite, oxidizing roasting

Основным, широко используемым в промышленности способом разложения молибденитовых концентратов, независимо от типа выпускаемого продукта, является окислительный обжиг, который реализуется в печах различной конструкции при температурах $550\text{--}600^\circ\text{C}$. Для многоподовых печей характерны относительно низкая производительность по концентрату $60\text{--}70\text{ кг/м}^2$ в сутки, пылеунос до 18% (улавливается и возвращается в печь), малое извлечение рения ($\leq 60\%$), содержание серы в огарке $\leq 0,25\%$. А для печей кипящего слоя – высокая производительность ($1200\text{--}1300\text{ кг/м}^2$ в сутки), извлечение рения до 85%, однако пылеунос составляет порядка 40% (уловленная пыль обжигается в других печах или выщелачивается), содержание серы в огарке $0,6\text{--}0,8\%$ [1].

Слабыми сторонами обжиговых процессов является выделение сернистого газа, затраты по утилизации которого сопоставимы с затратами на обжиг. Кроме того, происходит улетучивание рения в виде оксида (Re_2O_7) и, соответственно, его низкое сквозное извлечение.

Кроме обжига существуют пирометаллургические и гидрометаллургические методы обработки молибденитовых концентратов: спекание с кальцинированной содой, с сульфатом, сульфидом и хлоридом натрия, с кальцийсодержащими добавками с последующим выщелачиванием [2–4]; с кремнием с получением дисилицида молибдена методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [5]; обжиг в плазматроне со свободно плавающим

плазмойдом с получением чистого триоксида молибдена [6]; выщелачивание гипохлоритами щелочных металлов, под давлением кислорода воздуха, биовыщелачивание [7–9]; использование твердофазных окислителей (натриевая, калиевая селитра, хлорноватоокислый калий) с последующим выщелачиванием водными растворами азотной кислоты [10]. Степень извлечения молибдена этими методами высока, но все они имеют ряд недостатков, высокое потребление электроэнергии, химически чистых реагентов и сложного оборудования.

Цель настоящего исследования – повышение эффективности окислительного обжига молибденовых концентратов за счет использования в качестве сырьевой добавки одного из магнийсодержащих соединений природного происхождения – доломита ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) или магнезита (MgCO_3), приводящих к удешевлению процесса обжига и эффективному взаимодействию продуктов разложения с образованием растворимых соединений.

Материалы и методы исследования

В технологических исследованиях использовали: молибденовый концентрат, состава, %: 47,2 Мо; 35,18 S, полученный селективной флотацией медно-молибденовых руд месторождения Эрдэнэтийн-Овоо (Монголия), доломит Тарабукинского месторождения (Республика Бурятия) и магнезит Савинского месторождения (Иркутская область).

Рентгенофазовый анализ (РФА) исходных веществ и продуктов реакций окислительного обжига молибденитового концентрата определяли методом рентгеновской дифракции на дифрактометре D8 ADVANCE (Bruker AXS, Германия).

Термический анализ магнезита и доломита проводился методами термогравиметрии (ДГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) с применением синхронного термического анализатора STA 449 F1 Jupiter (NETZSCH, Германия). Данный термический анализ позволяет выявить и исследовать фазовые превращения, протекающие в образцах при нагревании или охлаждении по термическим эффектам и потерям массы [11].

Для прогнозирования и исследования равновесного распределения компонентов при обжиге молибденита с доломитом или магнезитом был использован программный комплекс «TERRA», позволяющий определить вероятные фазовые состояния в изучаемых системах при различных температурах. Термодинамические функции ряда веществ, отсутствующих в базах данных TERRA и ASTRA, взяты из справочника [12].

Разложение исходных материалов и продуктов реакции окислительного обжига молибденового концентрата проводили при использовании системы микроволнового разложения проб MARS 6 (SEM, США). Химический анализ исходных материалов и продуктов реакции окислительного обжига молибденового концентрата определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре SOLAAR M6 (Thermo Electron, США) и фотоколориметрическим

методом на спектрофотометре ПЭ–5300В (ЭКОХИМ, Россия). Экспериментальные исследования процесса обжига молибденового концентрата с магнезитом и доломитом проводили в лабораторной муфельной печи СНОЛ 16251/9-И4.

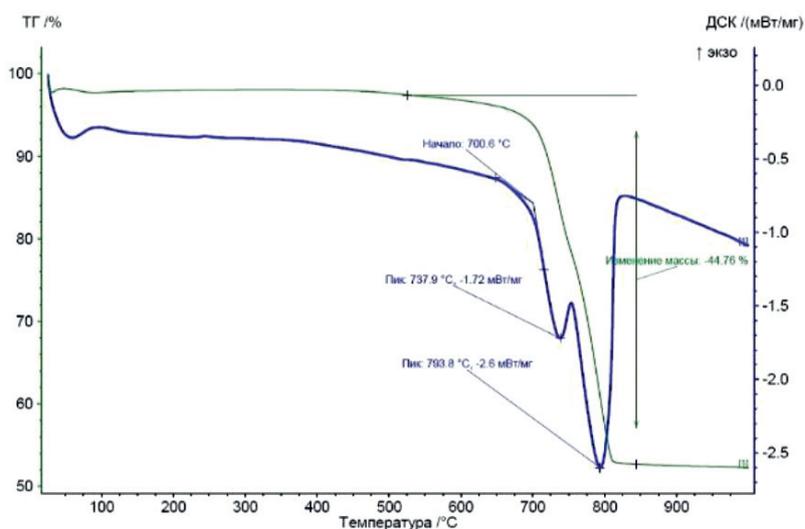
Результаты исследования и их обсуждение

Доломит представляет собой минерал класса карбонатов, двойную углекислую соль кальция и магния $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ [13]. По данным термограммы процесс разложения доломита является двухстадийным. Первый эндотермический максимум в интервале температур 525–750 °С соответствует разложению доломита с образованием оксида магния, а второй – при 750–825 °С – образованию оксида кальция (рис. 1, а). В соответствии с рис. 1, б температурный диапазон разложения магнезита лежит в интервале температур 540–640 °С. Излом на кривой соответствует разложению карбоната магния, сопровождающемуся поглощением тепла и образованием оксида.

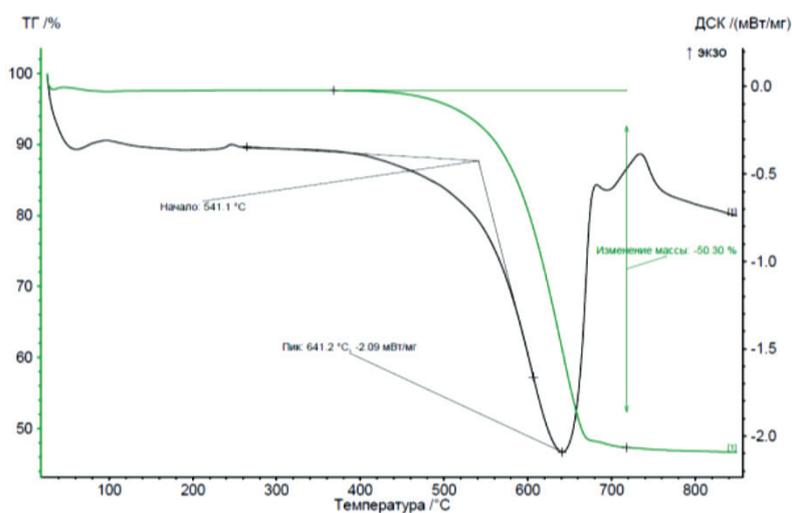
Возможность образования молибдатов при нагревании ряда оксидов и карбонатов с трехокисью молибдена была установлена Тамманом и др. по термограммам нагревания их смесей. Оксиды и карбонаты магния и кальция активно реагируют с трехокисью молибдена, образуя молибдаты кальция и магния. Известно, что в интервале температур 400–600 °С молибденит взаимодействует с кислородом воздуха с образованием MoO_3 и выделением сернистого газа SO_2 . Взаимодействие MoO_3 с CaO и CaCO_3 с образованием CaMoO_4 наблюдается при температурах 300–400 °С и активно протекает при температурах выше 500 °С. Оксид и карбонат магния реагируют с оксидом молибдена при температурах 500–700 °С с образованием молибдата магния [12]. Таким образом, доломит и магнезит можно использовать в качестве добавок при проведении окислительного обжига молибденового концентрата.

Термодинамическое моделирование

Основная задача моделирования термодинамического равновесия заключается в определении фазового и химического составов, а также значений термодинамических параметров исследуемой системы. Термодинамическое равновесие – предельное состояние, к которому стремится термодинамическая система, изолированная от внешних воздействий, т.е. в каждой точке системы устанавливается термическое, механическое и химическое равновесие (происходит выравнивание температуры и давления, и все возможные химические реакции протекают до конца) [14].



а)



б)

Рис. 1. Термограмма разложения: а) доломит, б) магnezит

Расчеты полного равновесного состава для систем $\text{MoS}_2\text{-CaMg}(\text{CO}_3)_2\text{-O}_2$ и $\text{MoS}_2\text{-MgCO}_3\text{-O}_2$ были выполнены до температуры 927°C и при давлении $0,1\text{ МПа}$. С помощью полученных данных можно прогнозировать распределение элементов по фазам. На рис. 2 представлена диаграмма равновесного распределения компонентов системы молибденит – доломит. Из результатов выполненных расчетов видно, что содержание углекислого газа и молибдата магния начинает увеличиваться с ростом температуры и достигает некоторого предельного значе-

ния при 427°C , что связано с диссоциацией карбоната магния и взаимодействием продуктов распада с шестивалентным оксидом молибдена. При этом в системе наблюдаются уже образовавшиеся сульфат и молибдат кальция, возможно из-за того, что взаимодействие CaCO_3 с MoO_3 начинается при температурах значительно ниже температуры диссоциации карбоната кальция ($800\text{--}900^\circ\text{C}$) [1]. Свыше 827°C в системе начинает появляться сернистый ангидрид SO_2 и оксид магния MgO , вероятно, вследствие диссоциации сульфата магния.

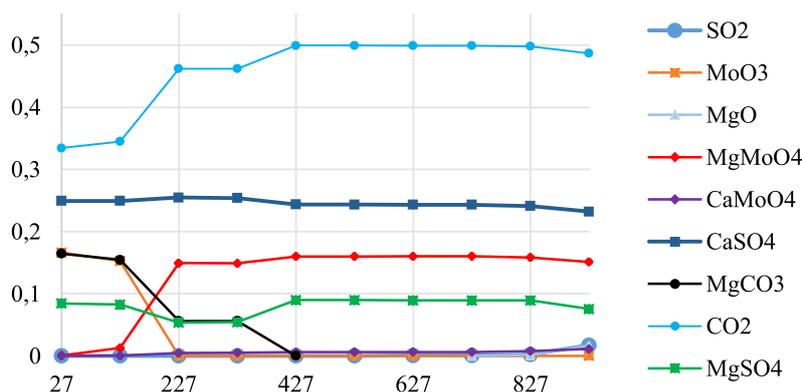


Рис. 2. Изменение фазового состава в системе MoS_2 - $CaMg(CO_3)_2$ - O_2

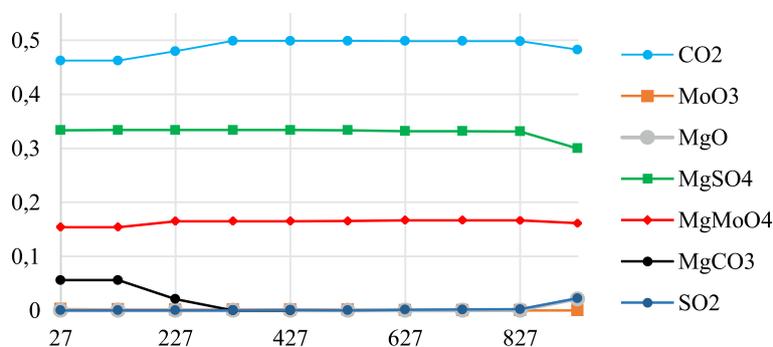


Рис. 3. Изменение фазового состава в системе MoS_2 - $MgCO_3$ - O_2

На рис. 3 представлена диаграмма равновесного распределения компонентов системы MoS_2 - $MgCO_3$ - O_2 . Диссоциация карбоната магния с выделением углекислого газа протекает до температуры $527^\circ C$. При этом в системе увеличивается количество молибдата магния, а содержание оксида молибдена VI снижается. Так же, как и в случае обжига с доломитом, свыше $827^\circ C$ в системе образуются сернистый ангидрид SO_2 и оксид магния MgO .

Образование молибдатов магния и кальция в процессе окислительного обжига достигает определенного предела при $427^\circ C$. В связи с этим обжиг молибденового концентрата целесообразно вести при температурах выше $427^\circ C$.

По результатам подсчета изобарно-изотермического потенциала по уравнению Темкина – Шварцмана были получены значения изменения энергии Гиббса от температуры для реакций, которые предположительно протекают при взаимодействии молибденита с доломитом и магнезитом в окислительной среде (таблица).

Как видно из таблицы, отрицательные значения изменения свободной энергии

Гиббса в исследуемом интервале температур подтверждают возможность протекания реакций с образованием молибдатов и сульфатов магния и кальция в изучаемых системах.

Экспериментальная часть

Процесс окислительного обжига с использованием доломита и магнезита в качестве добавок изучали в лабораторных условиях. Предварительно смешивали молибденовый концентрат с доломитом или магнезитом, затем навеску шихты помещали в электрическую муфельную печь. После обжига огарок взвешивали и проводили рентгенофазовый и химический анализ.

Установлены оптимальные условия окислительного обжига молибденитового концентрата с каждой из минеральных добавок, при которых обеспечивается максимальный перевод молибденита в растворимые формы. При обжиге с магнезитом: температура $600^\circ C$; продолжительность обжига 60 мин; расход магнезита 105% от стехиометрически необходимого количества для связывания с оксидом молибдена и сернистым газом; при обжиге молибдено-

вого концентрата с доломитом: температура 700 °С, продолжительность 60 мин и соотношение концентрат:доломит 1:1,5. Полученные огарки подвергали рентгенофазовому и химическому анализам.

По результатам РФА огарков установлено, что основными конечными продуктами взаимодействий при обжиге с доло-

митом и магнезитом являются молибдаты и сульфаты магния и кальция, а также оксид молибдена (VI) (рис. 4). По результатам химического анализа при обжиге с доломитом степень улетучивания серы составила 12,3%, молибдена 1,4%. При обжиге с магнезитом степень улетучивания молибдена составила менее 1%, а серы 2,5%.

Результаты расчета значений свободной энергии Гиббса для реакций в зависимости от температуры

Предполагаемые реакции	ΔG_{298}^0 , кДж/моль					
	400	500	600	700	800	900
1 $2\text{MoS}_2 + 3\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + 9\text{O}_2 \rightarrow \text{MgMoO}_4 + \text{CaMoO}_4 + 2\text{MgSO}_4 + 2\text{CaSO}_4 + 6\text{CO}_2$	-2820,6	-2772,5	-2725,6	-2679,7	-2634,9	-2591,1
2 $\text{MoS}_2 + 3\text{MgCO}_3 + 4,5\text{O}_2 \rightarrow \text{MgMoO}_4 + 2\text{MgSO}_4 + 3\text{CO}_2$	-1403,6	-1379,8	-1355,9	-1332,1	-1308,2	-1259,8
3 $\text{MoS}_2 + 3,5\text{O}_2 \rightarrow \text{MoO}_3 + 2\text{SO}_2$	-884,9	-864,8	-844,8	-824,8	-804,9	-785,1
4 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{MgO} + \text{CO}_2$	1,5	-17,0	-35,7	-54,5	-73,2	-91,8
5 $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$	1,13	-16,01	-32,9	-49,7	-66,1	-82,3
6 $\text{MgO} + \text{MoO}_3 \rightarrow \text{MgMoO}_4$	-62,7	-64,7	-66,9	-69,5	-72,3	-75,4
7 $2\text{MgO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgSO}_4$	-460,9	-404,9	-349,5	-294,5	-240,1	-186,3
8 $\text{MgCO}_3 + \text{MoO}_3 \rightarrow \text{MgMoO}_4 + \text{CO}_2$	-61,6	-80,7	-99,9	-119,1	-138,4	-157,7
9 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	104,8	58,8	43,7	28,9	14,2	-0,3
10 $\text{CaCO}_3 + \text{MoO}_3 \rightarrow \text{CaMoO}_4 + \text{CO}_2$	-93,7	-110,4	-127,2	-144,2	-161,3	-178,5
11 $\text{CaO} + \text{MoO}_3 \rightarrow \text{CaMoO}_4$	-167,7	-169,2	-171,1	-173,1	-175,5	-178,2
12 $2\text{CaO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaMoO}_4$	-271,2	-232,0	-192,9	-154,0	-115,3	-76,9

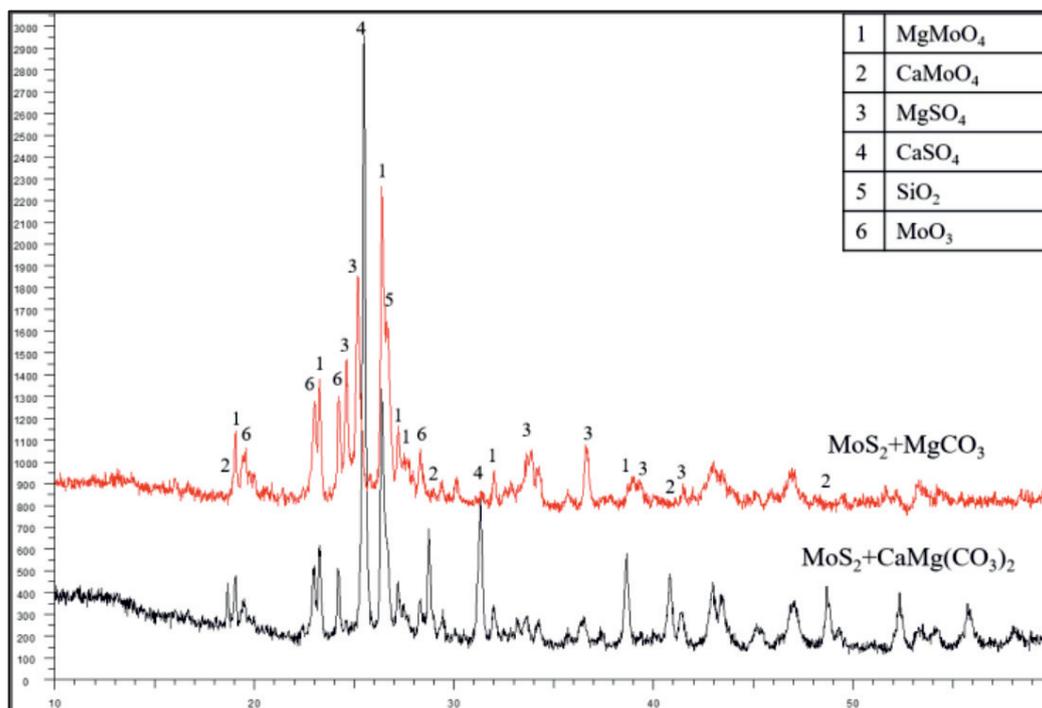


Рис. 4. Рентгенограмма огарков

Таким образом, близкий температурный диапазон термического разложения молибденита и магнезита обеспечил наиболее эффективное взаимодействие продуктов разложения с образованием молибдата и сульфата магния с минимальной потерей оксидов молибдена и серы в газовую фазу.

Выводы

На основании изучения физико-химических свойств исходных материалов и термодинамической оценки взаимодействия молибденита с карбонатами магния и кальция в окислительной среде рассмотрена и обоснована возможность использования дешевых магнийсодержащих соединений природного происхождения – доломита и магнезита в качестве сырьевых добавок при термохимическом разложении молибденита с образованием содорастворимых соединений – $MgMoO_4$ и $CaMoO_4$. Условия процесса обжига молибденита, определенные термодинамическими расчетами, подтверждены экспериментально. Применение природных добавок позволит удешевить процесс обжига молибденита, снизить выбросы сернистого газа в атмосферу. Исходя из результатов работы, выявлено, что использование магнезита в качестве добавки для разложения упорного минерала молибденита более предпочтительно за счет более низкой температуры обжига ($600\text{ }^\circ\text{C}$) и меньших потерь серы (2,5%) и молибдена (менее 1%) с газовой фазой.

Список литературы

1. Зеликман А.Н. Молибден. М.: Металлургия, 1970. 441 с.
2. Харин Е.И., Халезов Б.Д., Зеленин Е.А. Разработка экологически чистой комплексной технологии переработки молибденового концентрата Южно-Шамейского месторождения // Известия вузов. Горный журнал. 2015. № 5. С. 129–134.
3. Singh S., Chetty M.K., Jineja J.M., Sehra J.S., Gupta C.K. Studies on the processing of low grade molybdenite concentrate by lime roasting. Minerals Engineering. 1988. Vol. 1. no 4. P. 337–342.
4. Aleksandrov P.V., Medvedev A.S., Milavanov M.F., Imideev V.A., Kotova S.A., Moskvitin D.O. Molybdenum recovery from molybdenite concentrates by low-temperature roasting with sodium chloride. International Journal of Mineral Processing. 2017. Vol. 161. P. 13–20. DOI: 10.1016/j.minpro.2017.02.007.
5. Овсепян А.О., Тадевосян Д.Р. Исследование процесса получения дисилицида молибдена из молибденитовых концентратов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Вестник ГИУА. Серия «Металлургия, материаловедение, недропользование». 2014. Вып. 17. № 1. С. 19–25.
6. Самсалиев А.А., Ларин С.С., Баткибекова М.Б. Обжиг сульфидных материалов в плазматроне со свободно плавающим плазматроном // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Разакова. 2010. № 19. С. 92–97.
7. Weiping Liu, Hui Xu, Xiyun Yang, Xichang Shi. Extraction of molybdenum from low-grade Ni–Mo ore in sodium hypochlorite solution under mechanical activation. Minerals Engineering. 2011. Vol. 24. no 14. P. 1580–1585. DOI: 10.1016/j.mineng.2011.08.010.
8. Norris P.R., Burton N.P., Clark D.A. Mineral sulfide concentrate leaching in high temperature bioreactors. Minerals Engineering. 2013. Vol. 48. P. 10–19. DOI: 10.1016/j.mineng.2013.01.001.
9. Hadi Abdollahi, Mohammad Noaparast, Sied Ziaedin Shafaei, Ata Akcil, Sandeep Panda, Mohammad Hazrati Kashi, Pouya Karimi. Prediction and optimization studies for bioleaching of molybdenite concentrate using artificial neural networks and genetic algorithm. Minerals Engineering. 2019. Vol. 130. P. 24–35. DOI: 10.1016/j.mineng.2018.10.008.
10. Ленев С.Л., Баев А.И., Сирина Т.П., Бакин И.В., Храмов В.В. Способ переработки молибденосодержащего сырья // Патент РФ № 2005109906/15. Патентообладатель ЗАО «Октагон» 2005. Бюлл. № 23.
11. Хабас Т.А., Кулинович Е.А., Егорова Е.Ю. Термогравиметрический метод анализа силикатных материалов. Томск: Изд. ТПУ, 2007. 20 с.
12. Binnewies M., Milke E. Thermochemical Data of Elements and Compounds. Wiley-VCH. 2002. 928 p.
13. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие. М.: КДУ, 2010. 736 с.
14. Белов Г.В., Трусов Б.Г. Термодинамическое моделирование химически реагирующих веществ. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 96 с.

УДК 621.515:629.12

**ПРИВОД РУЧНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ МАШИН
ДЛЯ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА
РАДИАЛЬНОЙ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТУРБИНОЙ****¹Хрунков С.Н., ¹Кузнецов Ю.П., ¹Орлов Ю.Ф., ¹Ваганов А.Б.,
²Апполонов Е.М., ³Ионов Б.П., ⁴Бажан П.И.**¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: ksf@nntu.ru;²АО «Центральное конструкторское бюро «Лазурит», Нижний Новгород, e-mail: cdb@cdb-lazurit.ru;³ПАО «Центральное конструкторское бюро «Айсберг», Санкт-Петербург, e-mail: main@iceberg.sp.ru;⁴Верхне-Волжский филиал ФАУ «Российский Речной Регистр», Нижний Новгород, e-mail: vvf@rivreg.ru

Рассмотрена задача применения турбинного привода в ручных пневматических шлифовальных машинах. Показаны основные недостатки применения осевого турбинного привода в ручных пневматических шлифовальных машинах. Предложено использование радиальной турбины для привода шлифовальных машин для судостроения и судоремонта. Приведено обоснование применения турбин с двумя ступенями скорости в шлифовальных машинах. Предложена принципиально новая конструктивная схема центробежно-центростремительной турбины с двумя ступенями скорости, описаны особенности технологии изготовления ее элементов. Обоснованы преимущества разработанной конструктивной схемы по сравнению с традиционно применяемыми осевыми двухступенчатыми турбинами. Описаны методы изготовления отдельных элементов турбинного привода и применяемые материалы. Показаны методы выбора геометрических параметров соплового аппарата радиальной двухступенчатой турбины для привода шлифовальных машин, используемых в судостроении и судоремонте. С целью совершенствования канала соплового аппарата были использованы современные методы численного моделирования и визуализации аэродинамических процессов, реализованные в программном комплексе ANSYS. Сравнительные эксперименты показали преимущества разработанной шлифовальной машины по сравнению с машиной одного из ведущих мировых производителей пневматического инструмента – фирмы Air Turbine Tools (США). Приведены планы продолжения работ.

Ключевые слова: центробежно-центростремительная турбина, сопловой аппарат, рабочее колесо, промежуточный направляющий аппарат, ручная пневматическая шлифовальная машина

**DRIVE HAND-HELD PNEUMATIC GRINDING MACHINE FOR SHIPBUILDING
AND SHIP REPAIR BY TWO-STAGE RADIAL TURBINE****¹Khrunkov S.N., ¹Kuznetsov Yu.P., ¹Orlov Yu.F., ¹Vaganov A.B.,
²Appolonov E.M., ³Ionov B.P., ⁴Bazhan P.I.**¹Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: ksf@nntu.ru;²LAZURIT Central Design Bureau JSC, Nizhny Novgorod, e-mail: cdb@cdb-lazurit.ru;³PJSC «Central design Bureau «Iceberg», St. Petersburg, e-mail: main@iceberg.sp.ru;⁴Upper Volga branch of Russian River Register, Nizhny Novgorod, e-mail: vvf@rivreg.ru

The problem of the use of a turbine drive in the manual pneumatic grinders was considered. The main disadvantages of the axial turbine drive in manual pneumatic grinding machines are shown. It is proposed to use a radial turbine to drive grinding machines for shipbuilding and ship repair. The substantiation of the use of turbines with two velocity stages in grinders was provided. A fundamentally new design scheme of centrifugal centripetal turbine with two velocity stages was proposed, the features of the technology of manufacturing its components were described. The advantages of the developed constructive scheme compared to traditionally used two-stage axial turbines were substantiated. Methods of manufacturing of separate elements of the turbine drive and the applied materials are described. Methods of selection of geometrical parameters of the nozzle apparatus of the radial two-stage turbine for the drive of grinding machines used in shipbuilding and ship repair are shown. The modern methods of numerical simulation and visualization of aerodynamic processes implemented in ANSYS software complex were used in order to improve the nozzle unit channel. Comparative experiments have shown the advantages of the developed grinder compared with the machine of one of the world's leading manufacturers of pneumatic tools – Air Turbine Tools company (USA). Plans to continue the work are given.

Keywords: centrifugal centripetal turbine, nozzle unit, impeller, intermediate guide unit, manual pneumatic grinding machine

Ручные шлифовальные машины с пневматическим приводом широко применяются в различных отраслях техники: в машиностроении – при изготовлении пресс-форм и штампов, в судостроении и авиационной промышленности – для зачистки сварных швов корпусных де-

талей, в строительстве – при обработке металлоконструкций и так далее. В последнее время шлифовальные машины активно вводятся в состав автоматизированных обрабатывающих систем, в частности робототехнических комплексов [1]. Основными требованиями, предъявляемы-

ми к шлифовальным машинам, являются высокая удельная мощность, эргономичность, ремонтпригодность, большой моторесурс, а также низкая себестоимость изготовления. В течение многих десятилетий основным типом привода шлифовальных машин являлись ротационно-пластинчатые двигатели. Машины имели относительно низкую частоту вращения (до 25000 мин⁻¹), которая жестко лимитировалась прочностью шлифовальных кругов.

Внедрение в производство высокооборотных шлифовальных кругов из эльбора и электрокорунда с допустимыми окружными скоростями порядка 45...60 м/с позволило существенно повысить производительность процесса шлифования и качество обработанных поверхностей [2]. В результате этого возникла потребность в создании высокооборотных шлифовальных машин с пневматическим приводом принципиально нового типа, без ротационно-пластинчатых двигателей [3].

Одним из наиболее перспективных типов привода высокооборотных шлифовальных машин является турбинный привод [4]. Он легкий, компактен, технологичен и энергетически эффективен; его мощность может варьироваться от десятков ватт до нескольких киловатт. При этом лопатки турбины не имеют контакта со статором во время работы турбопривода, что обеспечивает малую вибрацию шлифовальной машины и большой ресурс работы привода. Эксплуатационные требования накладывают на шлифовальные машины жесткие габаритные ограничения, при которых наружный диаметр рабочего колеса (РК) ступени турбопривода не должен превышать 50–60 мм. Для турбин, работающих от систем сжатого воздуха (давление 0,63 МПа), условная скорость истечения газа из сопел C_{ϕ} , рассчитываемая по располагаемому теплоперепаду, составляет 480 м/с. При этих условиях параметр U/C_{ϕ} , определяющий эффективность работы турбинной ступени, находится в диапазоне $0,1 \leq U/C_{\phi} \leq 0,25$, где U – окружная скорость лопаток РК. Наиболее эффективными в указанном диапазоне U/C_{ϕ} являются турбины с двумя ступенями скорости [5].

До настоящего времени в приводах шлифовальных машин применялись только осевые турбины со ступенями скорости [6] (рис. 1). Такие турбины имеют ряд существенных недостатков, снижающих аэродинамическую эффективность и технологичность машин. В частности, линии тока на выходе из соплового аппарата осевой турбины образуют поверхность однополостного гиперболоида вращения. В ре-

зультате взаимодействия с цилиндрической ограничивающей поверхностью над РК возникает сильный радиальный градиент давления, обуславливающий большие утечки газа в радиальный зазор над рабочими лопатками и относительно низкий КПД ступени. Кроме того, лопаточные венцы осевых ступеней не могут быть изготовлены путем литья в пресс-формах с осевым разъемом, и для их выполнения требуется трудоемкая процедура фрезерования на пятикоординатных станках с ЧПУ. При этом сборка турбинной ступени затруднена вследствие необходимости установки неподвижного промежуточного направляющего аппарата (ПНА) в зазоре между дисками РК, закрепленными на валу.

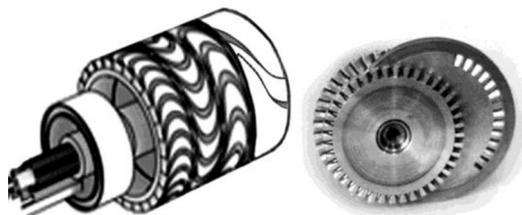


Рис. 1. Осевая турбина с двумя ступенями скорости

Целью исследования является разработка методов и научно-технических решений создания ручных пневматических шлифовальных машин с приводом радиальной двухступенчатой турбиной в диапазоне мощностей от 200 Вт до 1500 Вт, предназначенных для выполнения различных технологических операций (обработка сварных швов, скругление острых кромок судовых конструкций под покраску, обработка поверхностей деталей из высокотвердых сталей и других операций).

Материалы и методы исследования

Радиальные турбины свободны от недостатков, указанных для осевых турбин [7]. Так, движение потока газа в плоскости обеспечивает относительно высокую эффективность обтекания рабочих лопаток и небольшие утечки газа в зазор между рабочими лопатками и стенкой корпуса. Лопаточные венцы радиальных турбин технологичны, так как могут быть отфрезерованы с применением обычных трехкоординатных станков с ЧПУ либо копировально-оборудования. Турбинные колеса с радиальными лопаточными венцами также могут отливаться в пресс-формах с осевым разъемом; такая технология обеспечивает высокую рентабельность в условиях серийного производства. Однако до настоящего времени радиальные двухвенечные ступени традиционных аэродинамических схем не нашли практического применения из-за повышенных диаметральных габаритов ступени.

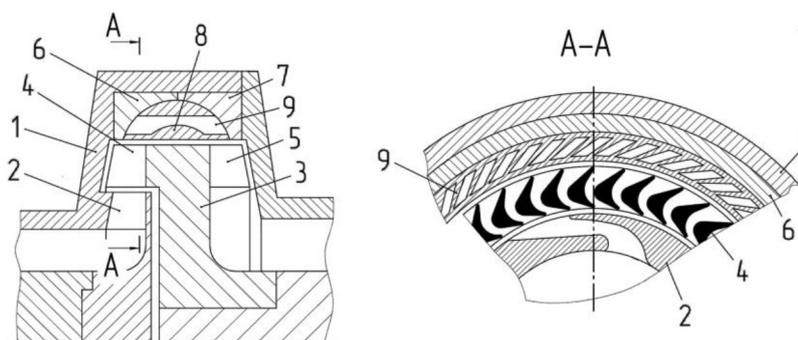


Рис. 2. Центробежно-центростремительная турбина с двумя ступенями скорости: 1 – корпус; 2 – центробежный сопловой аппарат; 3 – диск рабочего колеса; 4 – венец центробежных рабочих лопаток; 5 – венец центростремительных рабочих лопаток; 6, 7 – обоймы; 8 – кольцо промежуточного направляющего аппарата; 9 – направляющие лопатки

С целью решения задачи создания турбинного привода шлифовальной машины была разработана компактная центробежно-центростремительная турбина с двумя ступенями скорости, в которой венцы рабочих лопаток установлены на двух противоположных сторонах диска РК. Ступень (рис. 2) содержит закрепленный в корпусе 1 центробежный сопловой аппарат (СА) 2 и установленный на валу диск РК 3. На стороне диска, обращенной к СА, размещен венец центробежных рабочих лопаток 4. На обратной стороне диска РК размещен венец центростремительных рабочих лопаток 5. ПНА центробежно-центростремительной турбины закреплен в корпусе с помощью обойм 6 и 7 со стороны наружной цилиндрической поверхности диска РК и представляет собой кольцо 8 с размещенными на нем направляющими лопатками 9. Указанные лопатки образуют боковые стенки межлопаточных каналов (МЛК) ПНА. Периферийная поверхность кольца 8 и внутренние поверхности обойм 6 и 7 имеют тороидальную форму и образуют соответственно внутренние и наружные стенки МЛК. Входные и выходные кромки направляющих лопаток выполнены с заданным эксцентриситетом в поперечном сечении турбины относительно оси вращения РК и размещены соответственно над центробежным и центростремительным венцом рабочих лопаток. МЛК, образованные направляющими лопатками 9, расположены во взаимно параллельных плоскостях.

Во время работы турбины поток газа ускоряется в СА 2 и проходит через венец центробежных рабочих лопаток 4. Далее поток, взаимодействуя с внутренними поверхностями обойм 6 и 7, разворачивается в МЛК на 180° и меняет направление своего движения в продольном сечении турбины с центробежного на центростремительное. Одновременно с этим поток, взаимодействуя с направляющими лопатками 9, приобретает заданный угол тангенциальной закрутки α в поперечном сечении турбины. Далее поток проходит через венец центростремительных рабочих лопаток 5 и покидает турбину. Кольцо 8 отделяет поток в ПНА от диска РК 3, устраняя потери, вызванные отрывами потока от боковых стенок МЛК, утечками потока из ПНА и трением потока о диск РК. Безударный вход потока в МЛК обеспечивается заданным эксцентриситетом входных кромок направляющих лопаток 9 в поперечном сечении турбины относительно оси вращения рабочего колеса. Расчетный угол входа по-

тока в центростремительный венец рабочих лопаток 5 обеспечивается заданным эксцентриситетом выходных кромок направляющих лопаток. Указанные факторы обеспечивают высокую аэродинамическую эффективность турбины. Для изготовления ПНА была разработана специальная технологическая операция, в рамках которой МЛК выполнялись путем фрезерования дисковой фрезой (рис. 3).

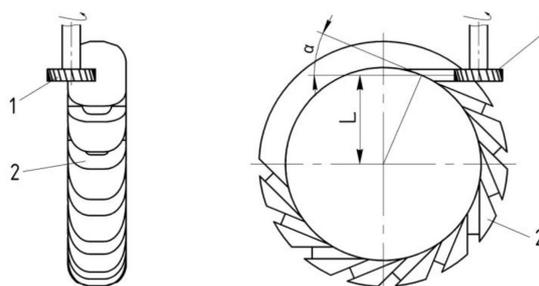


Рис. 3. Схема фрезерования МЛК дисковой фрезой: 1 – дисковая фреза; 2 – заготовка

При выполнении каждого МЛК фреза перемещалась в горизонтальной плоскости по заданной траектории; далее производился поворот заготовки и ее фиксация в новом угловом положении. Величина смещения плоскости фрезерования L относительно оси заготовки определяла величину углов α тангенциальной закрутки направляющих лопаток ПНА. Траектория движения фрезы в горизонтальной плоскости рассчитывалась из соображений обеспечения равенства площадей в различных поперечных сечениях МЛК.

Описанный метод фрезерования МЛК технологичен, он позволяет выполнять ПНА на трехкоординатных станках с ЧПУ либо на копировальном оборудовании. В условиях серийного производства ПНА, как и РК, могут выполняться методами литья в пресс-формах с осевым разъемом (рис. 4).

Выбор основных геометрических параметров канала СА, а именно угла раскрытия и геометрической степени расширения сверхзвуковой части сопла, осуществлялся на базе известных методик профилирования сопел [5, 6]. Расчеты проводились при условии перепада давлений на СА, равного $P_0 / P_{1cr} = 6,3$, кото-

рый соответствует условиям работы шлифовальных машин от цеховых систем сжатого воздуха. В процессе профилирования канала СА были проанализированы различные экспериментальные и расчетные данные, опубликованные в последнее время по результатам исследований осевых и радиальных турбин [8–10]. Для оптимизации канала СА были использованы современные методы физического моделирования аэродинамических процессов [11–13], а также визуализации течений на базе численных аэродинамических расчетов в программном комплексе ANSYS.

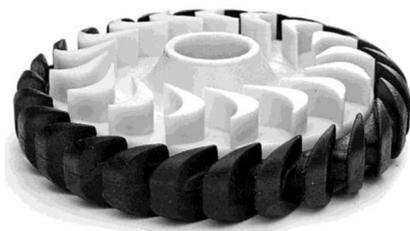


Рис. 4. Рабочее колесо и ПНА, изготовленные литьем в пресс-формах

Результаты исследования и их обсуждение

Центробежно-центростремительная турбина с двумя ступенями скорости была использована в качестве привода шлифовальной машины модели ИТ-1000-1, предназначенной для работы со шлифовальными кругами максимальным диаметром 28 мм (рис. 5). Машина надежна, компактна, эргономична, имеет относительно малую массу. Отдельно следует отметить, что одной из важнейших проблем при эксплуатации шлифовальных машин является повышенный уровень шума. В машине ИТ-1000-1 конструкция турбинного привода обеспечивает выход отработавшего воздуха вдоль вала в направлении инструмента. Соответственно, торможение потока на выходе из турбинного привода происходит на протяженном участке зазора между кор-

пусом и валом машины, что обеспечивает ее малую шумность. Благодаря этому шлифовальная машина не требует установки специальных устройств, поглощающих шум, как, например, в работе [14].



Рис. 5. Шлифовальная машина ИТ-1000-1

С целью проверки эффективности применяемых конструктивных решений были проведены сравнительные испытания шлифовальной машины модели ИТ-1000-1 и шлифовальной машины одного из ведущих мировых производителей пневматического инструмента – фирмы Air Turbine Tools (США). Для сравнения была выбрана машина модели 210SV, предназначенная для работы с аналогичными шлифовальными инструментами и имеющая близкую величину расхода воздуха через турбину. Шлифовальная машина модели ИТ-1000-1 имеет наружный диаметр РК $D = 56$ мм и расход воздуха $G = 1565$ л/мин; шлифовальная машина модели 210SV – наружный диаметр РК $D = 67,5$ мм и расход воздуха $G = 1510$ л/мин. Эксперимент проводился на установке [15] при давлении 0,63 МПа, соответствующем давлению цеховых систем сжатого воздуха. Сравнительные испытания по определению зависимостей эффективного КПД машин η_c от параметра U / C_Φ показали существенное преимущество разработанной машины в области $0,1 < U / C_\Phi < 0,2$. Так, при $U / C_\Phi = 0,2$ эффективный КПД машины ИТ-1000-1 превышает соответствующий параметр машины 210SV на 50% (рис. 6).

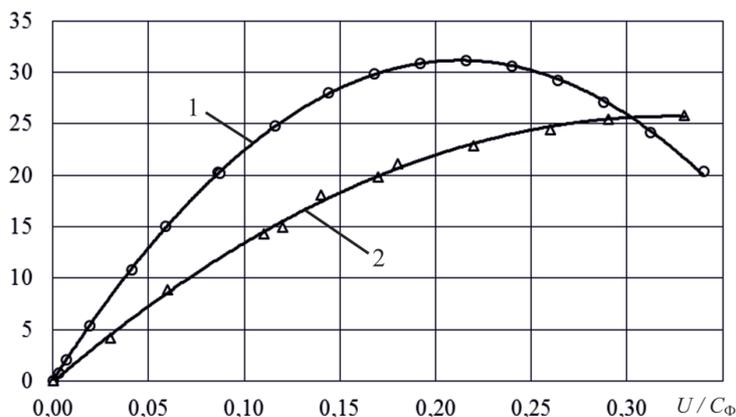


Рис. 6. Сравнение характеристик машин ИТ-1000-1 и 210SV: 1 – ИТ-1000-1; 2 – Air Turbine Tools

Выводы

Проведенные испытания позволяют сделать вывод о хороших перспективах разработанной шлифовальной машины и ее высокой конкурентоспособности. В частности, благодаря высокому КПД шлифовальные машины могут успешно применяться совместно с трубопроводными системами относительно малого диаметра, что дополнительно расширяет возможности их практического применения.

На базе описанной конструкции планируется создать модельный ряд ручных шлифовальных машин с широким диапазоном изменения конструктивных и режимных параметров. Предполагаемый диапазон параметров шлифовальных машин: мощность 250...1200 Вт; максимальная частота вращения 20000...60000 мин⁻¹; диаметр обрабатываемого инструмента 6...50 мм.

Список литературы

1. Химич В.Л., Кузнецов Ю.П., Воеводин А.Г., Чуваков А.Б., Хрунков С.Н., Крайнов А.А. Высокооборотные пневмошпиндели с газостатическими подшипниками ротора // Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве: сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, 23–24 ноября 2016). Нижний Новгород: НГТУ, 2016. С. 417–425.
2. Fershalov A., Fershalov Yu., Fershalov M., Tsigankova L. Constructive and regime factors influence on turbine wheel characteristics with large rotation flow angle of blades // Polyarnaya mehanika. 2016. № 3. P. 976–985.
3. Kuznetsov Y.P., Khimich V.L., Khrunkov S.N., Krainov A.A. Radial two-stage microturbine for pneumatic actuation // Russian Aeronautics. 2016. T. 59. № 2. P. 283–286.
4. Fershalov A.Y., Fershalov Y.Y., Fershalov M.Y., Sazonov T.V., Ibragimov D.I. Analysis and optimization of efficiency rotor wheels microturbines // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 635–637. P. 76–79.
5. Курзон А.Г. Теория судовых паровых и газовых турбин. Л.: Судостроение, 1979. 592 с.
6. Кирилов И.И., Кирилов А.И. Теория турбомашин. Ленинград: Машиностроение, 1974. 320 с.
7. Fershalov Y.Y., Fershalov A.Y., Fershalov M.Y. Microturbine with new design of nozzles // Energy. 2018. T. 157. P. 615–624.
8. Фершалов М.Ю., Фершалов А.Ю., Ибрагимов Д.И., Камаев Н.А. Влияние угла атаки на эффективность рабочих колес сверхзвуковых микротурбин // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 2 (35). С. 43–48.
9. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu.Ya., Sazonov T.V., Ibragimov D.I. Research data of turbine nozzles of 5-9 degree outlet angles // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 770. P. 547–550.
10. Fershalov M.Y., Fershalov Y.Y., Fershalov A.Y., Sazonov T.V., Ibragimov D.I. Microturbines degree of reactivity // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 635–637. P. 354–357. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.635-637.354.
11. Grigor'ey V.A., Kalabikhov D.S., Rad'ko V.M., 2015 Application of neural network approximation mete engine turbomachinery characteristics. Russian Aeronautics. 2015. T. 58. № 1. P. 48–53. DOI: 10.3103/S1068799815010080.
12. Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Фершалов М.Ю. Эффективность малогабаритных турбинных ступеней с малыми углами выхода сопел // Морские интеллектуальные технологии. 2018. Т. 1. № 1 (39). С. 57–62.
13. Хрунков С.Н., Крайнов А.А. Экспериментальные исследования влияния степени парциальности центростремительной ступени на комплексную эффективность малоразмерного двухступенчатого пневматического турбинного привода // Транспортные системы. 2017. № 2 (5). С. 55–59.
14. Svetlana L., Mairita Z., Anita S. Noise levels of the most commonly used hand tools. 19th International Congress on Sound and Vibration 2012. ICSV. 2012. № 3. P. 1823–1827.
15. Кузнецов Ю.П., Чуваков А.Б. Экспериментальная установка для исследования малоразмерных турбинных ступеней // Известия ВУЗов. Машиностроение. 2013. № 4. С. 58–64.

УДК 721.011(571.63-25)

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА

Чернявина Л.А., Серебряков С.А., Обертас О.Г., Петухов В.В.

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток,
e-mail: Cayman-312@mail.ru, Olga.Obiertas@mail.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию световой среды ночного города с включением в неё освещения подпорных стен. Как правило, в формировании световой картины ночного города акцент делают на ночном освещении архитектурных объектов, приёмы освещения которых достаточно апробированы и широко используются в ряде городов. Владивосток – город необычный. Его сложный рельеф предполагает при освоении городской территории широко использовать подпорные стены, позволяющих увеличивать выход городской территории под застройку. Это обуславливает наличие в городе множества подпорных стен, ставших уже своеобразным лейтмотивом городской среды. Последние могут рассматриваться как конструктивный компонент, позволяющий решать задачи как утилитарно-технологического характера – обеспечение комфортных условий перемещения пешеходов в тёмное время суток, так и эстетического – обеспечение архитектурно-художественной выразительности самого объекта – подпорной стены в ночное время. Рассмотрены вопросы ранжирования освещённости, обеспечивающие рациональную организацию перемещения человека в городском пространстве. Вводится понятие «вектор движения». Рассмотрены приёмы декоративного освещения подпорных стен, позволяющие использовать их как привлекательный компонент городской среды. Подпорные стены, решённые в сомасштабном с застройкой членением и активной пластикой поверхности позволяют при ночном освещении органично включать их в целостную световую панораму отдельных участков города. Используя приёмы декоративного светового оформления, можно формировать функционально необходимый и эстетически привлекательный компонент городской застройки в ночное время, который органично может быть включён в целостную городскую панораму, расчленённую на световые зоны, выявленные яркостью освещения и цветом.

Ключевые слова: световая среда ночного города, подпорные стены, комфортные условия перемещения пешеходов в тёмное время суток, архитектурно-художественная выразительность освещения стен

BY QUESTION OF FORMING LIGHT ENVIRONMENT OF VLADIVOSTOK CITY

Chernyavina L.A., Serebryakov S.A., Obertas O.G., Petukhov V.V.

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Cayman-312@mail.ru,
Olga.Obiertas@mail.ru*

The article studies night city lighting environment design with particular focus on retaining walls as its integral part. When a night city lighting environment is considered, designers usually resort to commonly used illumination techniques when mostly architectural objects are lit. Whereas these techniques have been tested and used in many cities, Vladivostok is another case. Its complex terrain suggests that a large amount of retaining walls should be built to expand areas appropriate for housing. Retaining walls became a peculiar feature of the Vladivostok urban environment. Vladivostok retaining walls can be considered its constructive component enabling solving both practical and technological tasks – on the one hand, guiding nighttime pedestrians and on the other hand, being an attractive architectural and art object. The article also deals with the levels of illumination to provide effective pedestrian movement in city areas. The article introduces a concept of «motion vector». The techniques of illumination of decorative retaining walls making them a part of city's attractions have also been considered. Retaining walls fitting the surrounding buildings, their structural elements and various surface types are an integral component of illuminated panoramas of some city areas. The techniques of some light decoration form functionally and aesthetically attractive night city view, which can be an essential part of the city landscape, where light zones vary in color and light.

Keywords: light environment of the night city, retaining walls, comfortable conditions for pedestrians' movement during nighttime, architectural and artistic expressiveness of lighting the walls

Современная культура освещения и технические возможности позволяют рассматривать свет не только как источник, формирующий комфортные условия перемещения жителей в городской среде в тёмное время суток, но и как средство, создающее эстетически привлекательную картину ночного города (рис. 1).

Как правило, в формировании световой картины ночного города акцент делают на ночном освещении архитектурных объектов, приёмы освещения которых достаточно апробированы и широко используются в ряде городов.



Рис. 1. Ночная панорама города

Цель исследования: оценить возможности включения ночного освещения подпорных стен в световую панораму города. При этом необходимо было решить следующие

задачи: дать анализ подпорных стен как компонента городской среды, позволяющего размещение на их поверхности светового оборудования, и разработать рекомендации по размещению этого оборудования на поверхностях подпорных стен с учётом как утилитарных, так и эстетических требований городской среды.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются городские подпорные стены. Для изучения темы используются следующие методы:

- метод анализа современного состояния подпорных стен городской среды;
- принцип комплексного подхода к использованию подпорных стен как носителей светового оборудования и активного компонента световой среды города в целом.

Результаты исследования и их обсуждение

Владивосток – город необычный. Его сложный рельеф предполагает при освоении городской территории широко использовать террасирование, позволяющее увеличивать городскую территорию под застройку. Это обуславливает наличие в городе множества подпорных стен, ставших уже своеобразным лейтмотивом городской среды. Их количество достигает порядка 967 штук, а общая протяженность 60 602 погонных метра. Обширные вертикальные плоскости подпорных стен, расположенные вдоль проезжей части и тротуаров, формируют визуальную среду городского партера. В светлое время суток они являются объектами монументального искусства, в темное время суток – часто образуют тёмные провалы в световой палитре города.

Вместе с тем площадь подпорных стен в городской среде Владивостока является полноценным в масштабном соотношении компонентом городской среды. В последнее время сформировалось негативное отношение к широко применяемому в городе декорированию подпорных стен методом граффити. Чаще всего эту технику следует считать актом городского вандализма, и уж тем более выделять и акцентировать подобные росписи в ночное время не стоит.

Использование же подпорных стен как конструктивного компонента городской среды для размещения на их поверхностях искусственного освещения позволяет решать как задачи утилитарно-технологического характера – обеспечение комфортных условий перемещения пешеходов в тёмное время суток вдоль стен, так и эстетического – обеспечение архитектурно-художественной выразительности самого объекта – подпорной стены. В первом случае мы имеем

дело с городскими светопространствами, обеспечивающими безопасное использование в ночное время тротуаров и улиц, во втором – эстетическую выразительность, которая может быть обеспечена на основе определённой светокомпозиционной системы, разработанной с использованием традиционных средств и принципов гармонизации архитектурно-градостроительной формы [1, с. 179].

Сама подпорная стенка, как правило, являясь прежде всего инженерным сооружением, редко отмечается богатой пластической организацией поверхности и в дневное время эстетическую привлекательность ей может придавать активная фактурная поверхность, включение декоративных пластических форм, контрастная пластика декорирования. Вместе с тем конструкции подпорных стен, как правило, являются хорошим основанием для размещения на них источников ночного освещения, обеспечивающих подсветку рядом расположенных тротуаров, часто имеющих значительные уклоны, городских лестниц, в большом количестве размещаемых в условиях сложного рельефа городской среды. Это позволяет сделать безопасным перемещение пешеходов в тёмное время суток. При этом даже равномерное распределение светильников по плоскости стены даёт интересный приём «световой трассировки» пешеходных путей, накладывающихся на панорамы города, пробивая чётко выраженные световые полосы. Распределение яркостей – решающий фактор зрительного восприятия. Человек, находящийся в пределах светопространства, особенно с высокой светонасыщенностью, не воспринимает параметры окружающего неосвещённого пространства. Ранжирование освещённости создает предпосылку по организации рационального перемещения человека в пространстве. Гибкость освещения позволяет создать вариабельность пространственной среды. Переход от одного светового пространства к другому способствует формированию у человека устойчивого образа всего пространства. «Вектор движения», что тождественно термину «навигация», существует в каждом световом ансамбле – от периферии к центру, от полусветлых пешеходных зон к насыщенным светом городским пространствам. Психологически сформированная установка движения «на свет» позволяет рассматривать световые пространства, возникающие в районе активной подсветки подпорных стен, как островки безопасности. Всё это в целом позволяет создавать динамичную непрерывность и ориентированность в городском пространстве в ночное время.

Современные приемы освещения становятся в один ряд с такими инструментами архитектора, как работа с масштабом и пропорциями, формой и композицией объекта [2]. Ночью, благодаря искусственному освещению, объекту можно придавать совсем иной облик, более привлекательный, формируя искусственными источниками света цветовую и световую композицию в сочетании с окружающей застройкой [3, с. 38]. В этом случае необходимо связывать декоративную пластику поверхности подпорных стен с характером подсветки, позволяющей создавать светопространства с новыми, иными чем днём, визуальными качествами. Возможности оптической трансформации с помощью искусственного освещения весьма велики. Такая архитектурная подсветка может включаться в формирование светового решения конкретного участка города в виде доминант и акцентов.

Используя приемы декоративного светового оформления, можно формировать функционально необходимый и эстетически привлекательный компонент городской застройки в ночное время. Комплексная подсветка архитектурных объектов в сочетании с подпорными стенами позволяет сформировать тот композиционный облик, который может быть представлен большой городской панорамой, расчленённой на световые зоны, выявленные яркостью освещения и цветом. В этом случае массивные инженерные конструкции становятся полноценным и важным композиционным компонентом в световой среде города (рис. 2).



Рис. 2. Сочетание освещения архитектурного фасада и прилегающей к нему подпорной стенки

Те подпорные стены, которые решены в монументальных технологиях, с использованием декоративной пластики в обработке поверхности, хорошо поддаются освещению, выявляющему эту фактуру, и органично входят в целостную световую

картину ночного освещения города, создавая запоминающийся акцент в общей световой картине (рис. 3).



Рис. 3. Выявление светом фактуры и пластических акцентов в декорировании подпорной стены в районе улицы Магнитогорской

Подпорные стены с активно выраженной пластикой фактуры поверхности даже при равномерном освещении в ночное время позволяют сохранить их эстетическую привлекательность (рис. 4).



Рис. 4. Пластика подпорной стены, активно выявляемая равномерным ночным освещением

Таким образом, подпорные стены, решённые с сомасштабным с застройкой членением и активной пластикой поверхности, позволяют при ночном освещении органично включать их в целостную световую панораму отдельных участков города.

Гораздо сложнее решается вопрос с большими по площади подпорными стенами, имеющими гладкие поверхности. В тёмное время суток они представляют собой непривлекательные тёмные пятна, вторгающиеся в окружающую освещённую среду (рис. 5).

Вместе с тем их плоскости представляют собой поверхности, которые могут и должны быть задействованы в общей световой композиции города. Не связанные с внутренним объёмом массива стены, поскольку таковой отсутствует, они пред-

ставляют благодатное поле для разработки свободной световой композиции, органично сочетающейся, а возможно, и обогащающей картину ночного освещения расположенной рядом застройки, позволяя создать эстетически привлекательную световую панораму городского пространства.

Владивосток отмечен большим количеством подпорных стен, имеющих различное пространственное расположение в городской среде и значительно отличающихся по размерам. Решение архитектурных задач освещения следует связывать с условиями целостного зрительного восприятия городской среды [4, с. 120].

При восприятии подпорной стены со значительного расстояния, с магистралей, при движении в транспорте, можно говорить о «ландшафтном» масштабе. «Здесь предпочтительны крупные светоритмические членения с ясно читаемыми доминантами, контрастные, лаконичные, укрупнённые соотношения цветоцветовых и объёмно-пространственных элементов композиции» [4, с. 120].

«Ансамблевый» масштаб, свойственный восприятию со средних дистанций, при движении в автобусе или пешком, предполагает обеспечение прочтения существенных элементов и пластических форм. При этом уровень освещённости должен быть связан с функциональным назначением освещаемого участка. Эстетическое обогащение световой среды достигается расстановкой доминант и акцентов, что позволяет формировать «световую композицию» определённых участков городской среды и в целом работает на панораму ночного города [5, с. 248].

«Камерный» масштаб – это масштаб восприятия пешеходом, перемещающимся в соизмеримом с ним пространстве. Вни-

мание обращено на ближнюю зону, воспринимается фрагментарно. В этом случае есть смысл связывать утилитарно-технологическое освещение (создание комфортных зрительных условий для пешехода) с требованиями художественной выразительности.

Как отмечалось выше, психологическая предпочтительность движения «на свет» позволяет рассматривать выделяемые световые пространства в городской среде как островки безопасности. Они могут создаваться при решении освещения подпорных стен «камерного» или «ансамблевого» масштаба. Таким образом, создаваемая светопространственная структура освещения организует и функциональные процессы в городской среде, оптимизируя условия их использования.

Городская среда в ночное время может быть более безопасной и комфортной, создавая вместе с тем и эстетически привлекательный световой композиционный ритм. Эти два фактора должны найти отражение при формировании световой среды ночного города.

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

Подпорные стены в городской среде Владивостока являются полноценным компонентом городской среды, активно вторгающимся в общую панораму города, вполне сопоставимым с размерами самих архитектурных сооружений, что делает необходимым включение их в световую композицию ночного освещения города.

Целесообразно произвести фотофиксацию сложившихся панорам городской среды, хорошо воспринимаемых с центральной части города и имеющих активное включение в них значительных по площади подпорных стен, которые чаще всего читаются тёмными пятнами в застройке.

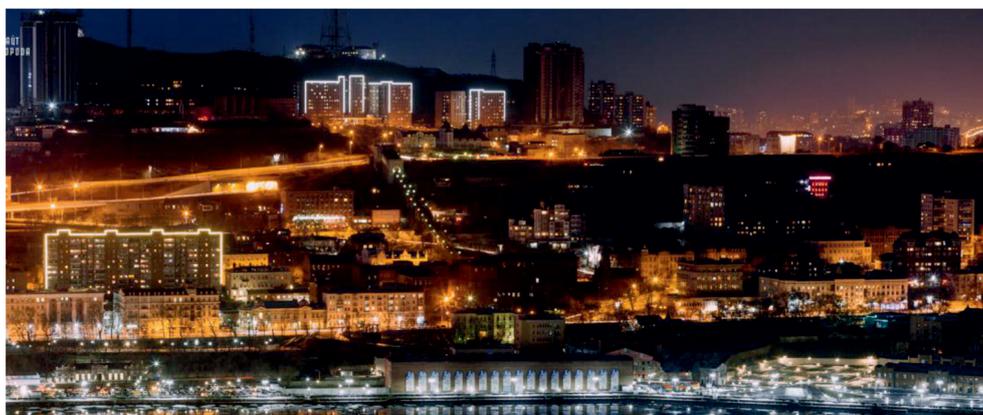


Рис. 5. Тёмные горизонтальные пятна на ночной панораме – подпорные стены вдоль городских магистралей

На полученном материале возможно комплексно решать как создание условий для безопасного перемещения жителей и гостей города в ночное время, так и вопросы светового обогащения плоскости подпорных стен, создавая целостную световую композицию, учитывающую ночную освещенность рядом расположенной застройки. В этом случае свободное поле подпорной стены позволяет увязать её ночное освещение со сложившимся или предполагаемым освещением расположенным рядом архитектурным окружением.

В вечернее и ночное время искусственное освещение любой территории может создавать «навигационное» поле, обозначая «векторы движения». Доминантами световых пространств могут являться входы в находящиеся на территории здания, акцентами – площадки повышенной освещенности, островки безопасности, визуальными световыми связями – аллеи и пешеходные дорожки, освещаемые низкорасположенными светильниками, размещаемыми на плоскости подпорных стен.

Используя приемы декоративного освещения, следует выявлять сплошным фасадным освещением композиционно значимые объекты, находящиеся на городской территории. Ранжирование величины и яркости освещенности поверхностей подпорных стен, находящихся в их непосредственной

близости, позволяют создать сложное, но вместе с тем визуально обогащенное световое пространство города.

В целях повышения художественной выразительности подпорных стен в ночное время они должны либо иметь активную фактуру, выявляемую равномерно распределенным светом, либо обогащены интегральной пластикой, выявляемой точечным освещением. Последнее решение включает широкий спектр приемов, создающих в ночное время привлекательную световую композицию с акцентами, доминантами и ритмическим расположением светильников.

Список литературы

1. Булыгина М.Н., Корзун Н.Л. Световой дизайн в городской среде // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. № 2 (5). С. 64–79.
2. Световая среда города новая область творческой деятельности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.arhplan.ru/urbanism/cityscape/light-environment-of-city> (дата обращения: 21.10.2018).
3. Смирнов Л.Н. Световой дизайн городской среды: учеб. пособие. Екатеринбург: Архитектон, 2012. 143 с.
4. Щепетков Н.И. Световой дизайн города: учеб. пособие. М.: Архитектура С, 2006. 320 с.
5. Шишкина И.В., Шипицина О.А., Швец А.В. Архитектурно-художественное освещение современного города на примере Екатеринбурга // Современные тенденции и проблемы развития и реконструкции в архитектуре и градостроительстве: материалы междунар. науч. конф. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2016. Т. 1. С. 244–251.

УДК 66.084:546.81

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ PbO-GeO₂ В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ²

¹Эльберг М.С., ¹Жереб В.П., ¹Черняк М.Ю., ¹Таскин В.Ю., ¹Жижаев А.М., ²Оборин Л.А.

¹ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: vpzhereb@rambler.ru;

²ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск

Исследованы изменения состояния оксидов свинца (II) и германия (IV), а также их смесей в условиях механической активации в планетарной шаровой мельнице, продолжительностью до 300 мин. С помощью рентгенофазового анализа и растровой электронной микроскопии изучены фазовый состав, морфология и особенности изменения размеров частиц активируемых материалов в зависимости от времени обработки. В процессе механоактивации обнаружен полиморфный переход исходного оксида свинца из массивота в глет, исследованы морфологические изменения диоксида германия, обнаружена его аморфизация после 5-часовой обработки. Исследованы процессы морфологических изменений и последовательности формирования промежуточных и конечных фаз в смеси оксидов свинца и германия с соотношением компонентов 5:3. Механохимическая обработка смеси сопровождается формированием термодинамически стабильных и метастабильных германатов свинца: Pb₃GeO₇, в гексагональной модификации, орторомбический Pb₅GeO₇, Pb₄GeO₆, а также Pb₂Ge₃O₁₁. Рентгенофлуоресцентный анализ позволил обнаружить присутствие примеси железа в оксидах свинца, германия и германатах свинца, источником которой является материал мелющих тел. Было установлено, что концентрация железа как в исходных оксидах, так и в продуктах их взаимодействия, увеличивается с продолжительностью активации, но после 3,5 ч остается неизменной.

Ключевые слова: оксид свинца, диоксид германия, германаты свинца, механоактивация, механохимический синтез

MODIFICATION OF THE STATE OF THE PbO-GeO₂ SYSTEM IN CONDITIONS OF MECHANICAL ACTIVATION

¹Elberg M.S., ¹Zhereb V.P., ¹Chernyak M.Yu., ¹Taskin V.Yu., ¹Zhizhaev A.M., ²Oborin L.A.

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: vpzhereb@rambler.ru;

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Changes in the state of lead (II) and germanium (IV) oxides, as well as their mixtures under conditions of mechanical activation in a planetary ball mill, with a duration of up to 300 minutes, were studied. The phase composition, morphology, and features of changing the size of the particles of the activated materials depending on the processing time were studied using X-ray phase analysis and scanning electron microscopy. In the process of mechanoactivation, a polymorphic transition of the initial lead oxide from mass to carbon was found, the morphological changes of germanium dioxide were investigated, and its amorphization after 5 hours of processing was detected. The processes of morphological changes and the sequence of formation of intermediate and final phases in a mixture of oxides of lead and germanium with a ratio of 5:3 components were studied. The mechanochemical treatment of the mixture is accompanied by the formation of thermodynamically stable and metastable lead germanates: Pb₃GeO₇, in the hexagonal modification, orthorhombic Pb₅GeO₇, Pb₄GeO₆, and also Pb₂Ge₃O₁₁. X-ray fluorescence analysis revealed the presence of iron impurities in lead oxides, germanium and lead germanates, the source of which is the material of grinding bodies. It was found that the concentration of iron in the initial oxides, and in the products of their interaction, increases with the duration of activation, but after 3.5 hours remains unchanged.

Keywords: lead oxide, germanium dioxide, lead germanates, mechanoactivation, mechanochemical synthesis

Уникальные пьезо- и сегнетоэлектрические [1], оптические [2] а, в последнее время, также электродные [3] свойства материалов, получаемых в системе PbO-GeO₂, зависят от степени их удаления от состояния равновесия [1–4]. Механохимическая обработка обеспечивает условия для формирования метастабильных состояний в PbO, GeO₂ и продуктах их взаимодействия за относительно короткое время при низкой температуре и без участия расплава [5–7]. Однако механоактивация в планетарной мельнице сопровождается неизбежным загрязнением образующихся продуктов примесями, в данном случае – железом, поступающим из материала барабана и мелющих тел [6].

Цель работы – исследование изменения фазового состава, размеров и морфологических особенностей частиц, а также оценка уровня загрязнений железом оксидов свинца (II), германия (IV) и продуктов их взаимодействия в зависимости от продолжительности механической обработки.

Механоактивация исходных оксидов PbO и GeO₂

Исходный порошок оксида свинца (II) квалификации ЧДА имеет желтый цвет, по данным рентгенофазового анализа (РФА), (рентгеновский дифрактометр ДРОН-3, CuK_α – излучение), представлен высокотемпературной орторомбической модифи-

кацией β - PbO -массикот (рис. 1, кривая 1). В небольших количествах (порядка первых процентов) присутствуют также другие оксиды свинца: Pb_3O_4 , $Pb_{12}O_{19}$, PbO_2 . Кроме того, интенсивность рефлексов не вполне соответствует справочным данным: отражение плоскости $\{020\}$ ($d = 2,95 \text{ \AA}$) доминирует, хотя для совершенных кристаллов эта линия составляет не более 25–30% от базовой $\{111\}$ ($d = 3,06 \text{ \AA}$). Также существенно выше рефлекс $\{202\}$. По-видимому, отклонения от эталона вызваны особенностями синтеза реагента. Наблюдаемая с помощью растровой электронной микроскопии (РЭМ-100У) дисперсность частиц в интервале от 40 мкм до 50 мкм и октаэдрическая морфология со множеством пор указывает на их конденсацию из газовой фазы.

Процесс механоактивации с расчетной энергонапряженностью до 50 г проводили на воздухе в охлаждаемых проточной водой барабанах центробежно-планетарной мельницы АГО-2У. Масса исходной навески материала составляла 10 г, измельчающих тел – 300 г, суммарное время активации – до 25 ч. Как показал анализ периодически отбираемых проб, уже после первых минут обработки наблюдается переход массикота в низкотемпературную модификацию α - PbO – глет (рис. 1, кривая 2). После 1 мин активации интенсивность наибольшего рефлекса β - PbO ($d = 2,95 \text{ \AA}$) уменьшается и составляет не более 20% от величины исходной фазы. Через 60 мин происходит практически полное превращение высокотемпературной орторомбической модификации оксида свинца в низкотемпературную α - PbO . В процессе равновесного нагревания при нормальном давлении этот полиморфный переход осуществляется при температуре 540 °С.

При механоактивации оксида свинца обнаруживается уменьшение интенсивности дифракционного максимума с $d = 2,51 \text{ \AA}$, принадлежащего глету, и его постепенный дрейф до $2,49 \text{ \AA}$ на фоне роста интенсивности всех остальных рефлексов (с $d = 3,10, 2,81, 1,98, 1,87, 1,67 \text{ \AA}$) (рис. 1, а). Этот эффект можно связать с постепенным переходом орторомбического α - PbO в тетрагональную модификацию. В литературе, посвященной оксиду свинца, различия между этими двумя модификациями обычно не выделяют и обозначают как глет, хотя разница в дифракционных данных достаточно наглядна. Разница в окраске не столь существенна: орторомбическому α - PbO приписывают красно-фиолетовый цвет, тетрагональному – красный. Таким образом, общая схема

превращений оксида свинца при механоактивации выглядит следующим образом:



На рис. 2 представлены результаты изменения размеров частиц в процессе механоактивации. Для РЭМ порошковые образцы диспергировали в воде ультразвуком в УЗДН-2Т в течение 1 мин.

По данным РЭМ фазовые превращения, активированные механическим воздействием, сопровождаются возрастанием доли мелких фракций и значительным понижением размеров частиц от 40–50 до 1–8 мкм и далее, в субмикронную область за пределы чувствительности РЭМ. На это указывают сложности получения изображения частиц с резкими контурами из-за характерной их «опушенности» – адгезии полученных при механическом воздействии тонкодисперсных частиц на поверхностях более крупных фрагментов, которая не устраняется даже ультразвуковым воздействием. Изменяется морфология частиц. Форма плоских чешуек, образовавшаяся под воздействием мельющих тел, сохраняется и после отделения частиц, но со временем их постепенное сворачивание в форму трубочки в результате последующей ударной обработки.

По результатам РФА исходный порошок диоксида германия представлен в основном гексагональным GeO_2 . Вероятно, в очень небольших количествах присутствует тетрагональный GeO_2 (JCPDS, 35-729, $d = 3,11; 3,39; 1,62 \text{ \AA}$). Хорошая окристаллизованность образца позволяет выделить эти пики. Слабые рефлексы с $d = 4,50; 3,57; 2,67 \text{ \AA}$ наиболее близко отвечают триклинному Fe_2GeO_5 (JCPDS, 38-787) (рис. 1, б; кривая 1).

Наблюдаемые с помощью РЭМ агрегаты, образованные шариками диаметром 1 мкм и менее, имеют размеры в интервале 15–25 мкм и округлую глобулярную форму с характерными, напоминающими почки, образованиями на их поверхности. Морфология таких частиц свидетельствует об их осаждении из растворов.

Механоактивация порошка GeO_2 не приводит к образованию новых кристаллических форм, но сопровождается его аморфизацией (рис. 1, б) за счет сокращения размеров областей когерентности ниже 1 мкм. Диоксид германия через 5 ч обработки в шаровой мельнице практически полностью аморфизуется. На дифрактограмме 5 (рис. 1, б) на фоне растянутого гало сохраняется плохо прослеживаемый дифракционный максимум с $d = 3,41 \text{ \AA}$. Такая продолжительность процесса аморфизации указывает на высокую стойкость структуры гексагональной модификации GeO_2 к ударным воздействиям.

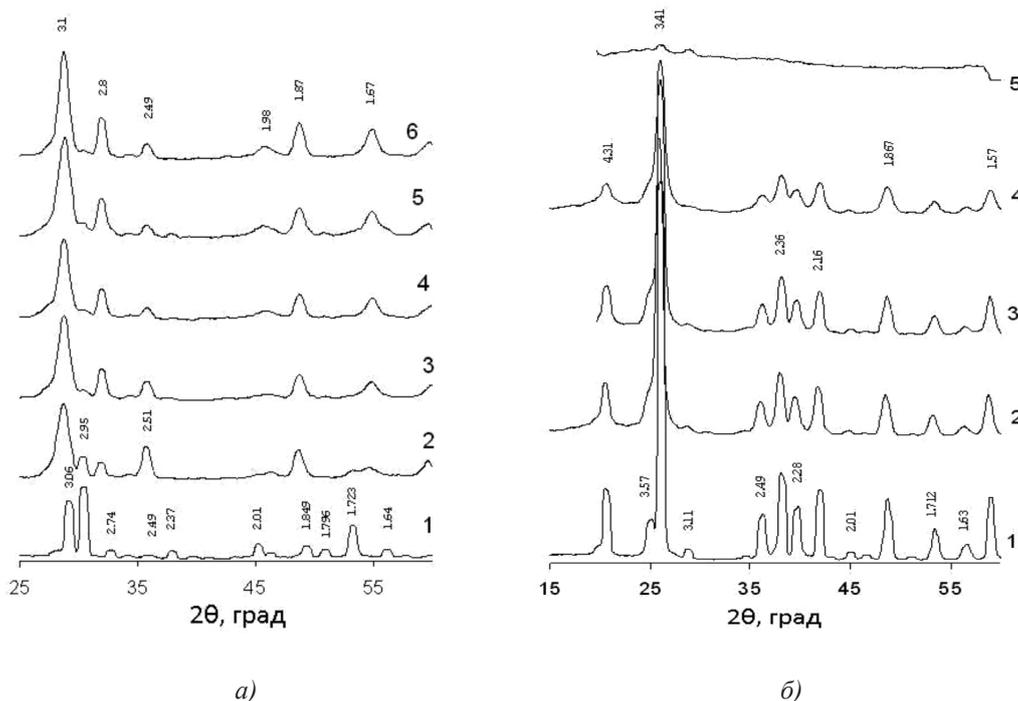


Рис. 1. Диффрактограммы: (а) – исходной β -модификации оксида свинца (1) и продуктов его механической обработки в течение: 1 мин – 2; 2 мин – 3; 10 мин – 4; 15 мин – 5; 60 мин – 6.; (б) – исходного диоксида германия (1) и продуктов его механоактивации в течение: 20 мин – 2; 60 мин – 3; 120 мин – 4; 300 мин – 5

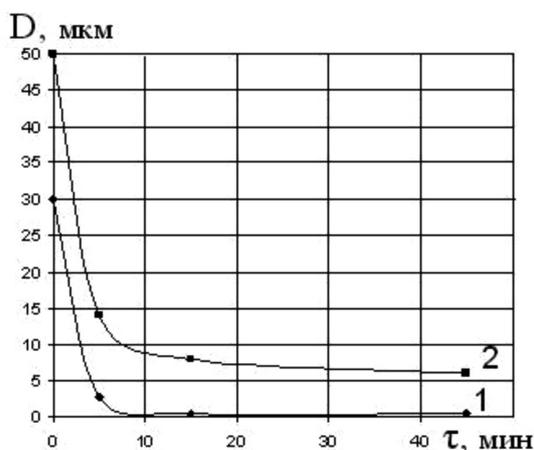


Рис. 2. Изменение размеров частиц PbO в процессе механоактивации для минимального (1) и максимального (2) порога размерности

Первые минуты механоактивации сопровождаются разрушением глобул (РЭМ), повышением количества мелких частиц с размерами до 2–5 мкм, сохранением некоторых крупных агрегатов со средним диаметром до 8–12 мкм, разрушение которых завершается только через несколько часов механообработки. При этом средний размер частиц округлой, практически изометриче-

ской формы полученных продуктов практически не изменяется, оставаясь в интервале 1–2 мкм. После 5-часовой обработки происходит агрегация и уплотнение материала с увеличением размеров частиц до 3–5 мкм; их форма становится обломочной, брекчиевидной и формируется полная рентгеноаморфность порошка (рис. 1, б, кривая 5).

Обнаруженные в условиях механического воздействия фазовый переход оксида свинца в исходной метастабильной модификации массикот в стабильный глет с одновременным диспергированием и аморфизация диоксида германия создают благоприятные условия для их последующего механохимического взаимодействия в смеси.

Механоактивация фазовых превращений в системе $PbO-GeO_2$

Механоактивация смеси оксидов свинца и германия в соотношении 5:3 сопровождается, как следует из результатов РФА (рис. 3), более быстрым, чем для чистого оксида свинца – в течение первых 15 мин, переходом β - PbO в α - PbO . Общей особенностью смесей PbO и GeO_2 является также более сильная, по сравнению с мономинеральными образцами, аморфизацией их исходной структуры. Через 1 час механоакти-

вазии продукты представлены смесью GeO_2 и $\alpha-PbO$. Аморфизуются мелкие рефлексы, растет амплитуда фона.

По результатам РФА состояние GeO_2 в смеси в течение первого часа механохимической обработки изменяется мало. Через два часа активации рентгенофазовый анализ фиксирует появление дифракционных максимумов со следующими межплоскостными расстояниями: $d = 3,18 \text{ \AA}$, $d = 3,06 \text{ \AA}$, $d = 2,90 \text{ \AA}$ и $d = 2,82 \text{ \AA}$, интенсивность которых превосходит таковую для рефлексов GeO_2 . С высокой вероятностью можно рассматривать появление как новых, обогащенных оксидом свинца, германатов свинца: $Pb_5GeO_{7\text{гексагон}}$, $Pb_5GeO_{7\text{орторомб}}$, Pb_4GeO_6 , так и соединения $Pb_5Ge_3O_{11}$, соответствующего стехиометрическому составу исходной смеси. Однако высокий уровень аморфизации продуктов механосинтеза затрудняет надежную идентификацию фазового состава полученного продукта (рис. 3, дифрактограмма 1).

Пятичасовая механическая обработка завершается формированием в основном орторомбического $Pb_5Ge_3O_{11}$ с хорошо выраженными дифракционными максимумами, положение которых (рис. 3, дифрактограмма 2) указывает на небольшие различия межплоскостных расстояний полученного германата свинца, по сравнению с орторомбической фазой этого состава, образующейся в более равновесных условиях при совместном гидролитическом осаждении из раствора. Кроме $Pb_5Ge_3O_{11}$, в полученном продукте обнаруживается не прореагировавший GeO_2 ($d = 3,42 \text{ \AA}$), остатки образованных ранее промежуточных фаз ($d = 3,18 \text{ \AA}$) и, возможно, гексагональная форма $Pb_5Ge_3O_{11}$, которой соответствуют не идентифицированные дифракционные максимумы с ($d = 3,86$; $3,53$; $2,11 \text{ \AA}$). Указанный фазовый состав в основном сохраняется при механоактивации указанной смеси в течение 25 ч.

Растровая электронная микроскопия позволяет наблюдать в образце смеси, механоактивированной в течение 2 ч, изометрические частицы округлой формы и субмикронных размеров, образующие непрочные, легко разрушаемые при ультразвуковом воздействии агрегаты. После 5 ч механической обработки увеличивается разброс по крупности частиц (до 50 мкм) и агрегатов (5–30 мкм) и утрачивается изометричность их формы. Через 11 ч механоактивации практически исчезает мелкая фракция, частицы овальной формы удлиняются (30–40 мкм – по длинной оси и 8–12 – по короткой). После 25 ч обработки частицы уплотняются, несколько уменьшаются

в размерах и становятся более изометрическими по форме.

В целом, механохимическая обработка смеси PbO и GeO_2 в соотношении 5:3 в начале сопровождается более эффективным, чем в свободном состоянии, измельчением частиц до субмикронных размеров, затем, после 2 ч обработки, образуются метастабильные для этой смеси соединения $Pb_5GeO_{7\text{гексагон}}$, $Pb_5GeO_{7\text{орторомб}}$, Pb_4GeO_6 , а после 5 ч помола формируется орторомбическая фаза $Pb_5Ge_3O_{11}$ со следами прекурсоров. Продолжительная (до 25 ч) механоактивация несколько снижает содержание прекурсоров и количество мелкой фракции за счет уплотнения и формирования агрегатов округлой формы при общей аморфизации структуры (рис. 4).

Загрязнение системы $PbO-GeO_2$ железом в процессе механоактивации

Присутствие примеси железа определяли с помощью рентгено-флуоресцентного анализа («Спектроскан 004»; первичное излучение – MoK_{α_2} ; вторичное излучение FeK_{α} с $\lambda = 1,937 \text{ \AA}$; область сканирования в интервале 1,915–1,965 \AA , шаг 2 м \AA ; кристалл-анализатор LiF).

Было установлено, что относительное содержание железа в активированных пробах GeO_2 на первом этапе практически линейное, растет в зависимости от длительности обработки от 1,3 отн. ед. – для 20 мин, до 8 отн. ед. – для 3,5 ч.

Второй этап механохимической обработки характеризуется замедлением переноса железа в диоксид германия – последующая полтора часовая механоактивация повышает содержание железа в порошке не более чем на 1 отн. ед. В пробах оксида свинца, обработанного в аналогичных условиях, содержание железа существенно ниже из-за его низкой абразивной способности. Оксид свинца способствует меньшему загрязнению железом и исследованной смеси $5PbO:3GeO_2$, на что указывает пониженное по сравнению с GeO_2 содержание в ней примеси.

Заключение

В процессе механоактивации обнаружен полиморфный переход исходного оксида свинца из массивного в глет, исследованы морфологические изменения диоксида германия, обнаружена его аморфизация после 5-часовой обработки. Механохимическая обработка смеси сопровождается формированием термодинамически стабильных и метастабильных германатов свинца: Pb_5GeO_7 в гексагональной модификации, орторомбический Pb_5GeO_7 , Pb_4GeO_6 , а также $Pb_5Ge_3O_{11}$.

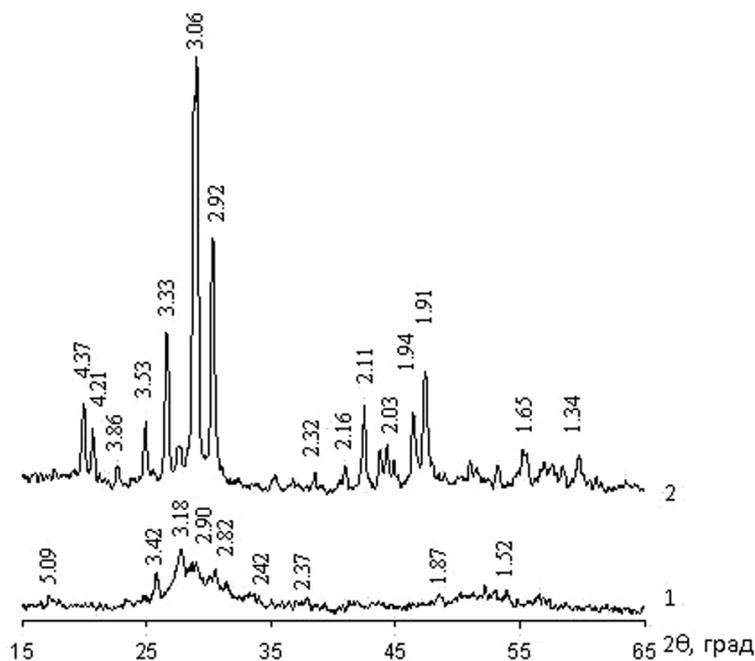


Рис. 3. Дифрактограммы продуктов механохимического взаимодействия смеси $5PbO \cdot 3GeO_2$, продолжительностью: 120 мин – 1; 300 мин – 2

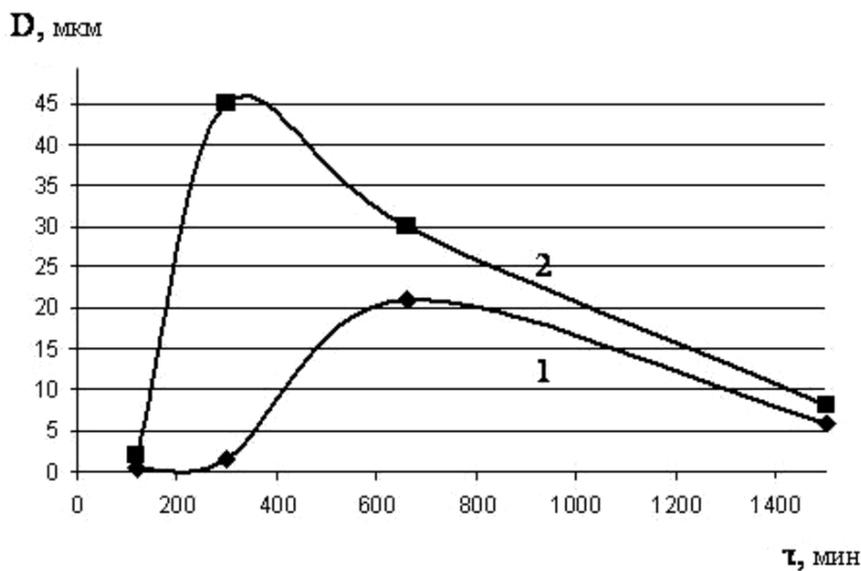


Рис. 4. Эволюция минимального (1) и максимального (2) размеров продуктов механохимического взаимодействия в образце исходного состава $5PbO : 3GeO_2$

Выполнена оценка загрязнения продуктов механоактивации и механосинтеза примесью железа из материала мелющих тел. Определены предельные величины содержания железа в оксидах свинца, германия

и германатах свинца, а также установлено, что механическая обработка продолжительностью более 3,5 ч не сопровождается ростом содержания железа ни в исходных оксидах, ни и в их смеси.

Список литературы

1. Nassau K., Shiever J.W., Joy D.C., Glass A.M. The crystallisation of vitreous and metastable $\text{Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$. *J. Cryst. Growth*. 1977. Vol. 42. P. 574–578.
2. Nouri M., Alizadeh P., Tavooosi M. The Relationship between Structural and Optical Properties of GeO_2 -PbO Glasses. *Journal of Advanced Materials and Processing*. 2017. Vol. 5. No. 2. P. 3–10.
3. Feng J., Ci L., Qi Y., and etc. Low temperature synthesis of lead germanate (PbGeO_3)/polypyrrole (PPy) nanocomposites and their lithium storage performance. *Materials Research Bulletin*. 2014. V. 57. P. 238–242. DOI: 10.1016/j.materresbull.2014.06.011.
4. Zhreb V.P., Denisov V.M., Denisova L.T., El'berg M.S., Storozhenko V.A. Stable and Metastable Phase Equilibria in the Liquid-State and Solid-State PbO- GeO_2 System. *Inorganic Materials*, 2011. Vol. 47. No. 13. P. 22–43. DOI: 10.1134/S0020168511130036.
5. Fuentes A.F., Takacs L. Preparation of multicomponent oxides by mechanochemical methods. *J. Mater. Sci*. 2013. Vol. 48. P. 598–611. DOI: 10.1007/s10853-012-6909-x.
6. Эльберг М.С. Фазовые отношения в метастабильных состояниях системы PbO- GeO_2 ; дис. ... канд. хим. наук. Красноярск. ИХХИТ СО РАН, 2013. 128 с.
7. Зырянов В.В. Механохимический синтез сложных оксидов // *Успехи химии*. 2008. Т. 77. № 2. С. 107–137.

УДК 378.14

КОММУНИКАТИВНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ ПЕДАГОГА-МЕНЕДЖЕРА КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОСТИ ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ашырбекова А.С.

*Кыргызский государственный технический университет имени Исхака Раззакова,
Бишкек, e-mail: alashyrbekova@mail.ru*

Процессы преобразования, происходящие сегодня в жизни общества, касаются всех его сфер, и в первую очередь сферы образования как базисного компонента формирования личностного мировоззрения. Образование выступает в качестве сложнейшей области общественной практики, социального института, основные задачи которого – воспроизводство духовного, интеллектуального и трудового потенциала нации, а также формирование деятельностной и социально ответственной личности. Оно также является производственно-отраслевой областью жизнедеятельности человека и отражением общественных отношений. Научные исследования показали, что система обучения, сложившаяся в результате многовекового накопления методов и приемов преподавания, имеет, безусловно, немалые достижения. Однако она не может обеспечить максимальную эффективность процесса формирования профессиональных способностей. Сегодня общеизвестно, что деятельность человека, в частности усвоение любых знаний, умений и навыков, складывается из конкретных действий, операций, которые он выполняет. Выполняя эти действия, размышляя над их выполнением, осознавая потребность в них и оценивая их важность для себя и общества, человек тем самым развивает компетентность в той или иной сфере. Необходимость развития коммуникативной компетентности педагога профессионального обучения обуславливается также тем, что объект труда представителя данной профессии есть личность человека, ведущими условиями развития которой являются продуктивная деятельность и содержательное общение. Преподаватель, мастер производственного обучения постоянно включены в процесс общения, предусматривающий разнообразные и многоплановые отношения с учащимися, их родителями, коллегами по работе.

Ключевые слова: коммуникативная компетентность, педагогический менеджмент, педагог-менеджер, специалист, современное образование

COMMUNICATIVE COMPETENCE OF THE TEACHER-MANAGER AS A GUARANTEE OF THE SUCCESS OF ITS ACTIVITIES

Ashyrbekova A.S.

Kyrgyz State Technical University named after Iskhak Razzakov, Bishkek, e-mail: alashyrbekova@mail.ru

The processes of transformation taking place today in the life of society concern all of its spheres, and, first and foremost, the sphere of education as the basic component of the formation of a personal worldview. Education serves as the most complex field of social practice, a social institution whose main tasks are the reproduction of the spiritual, intellectual and labor potential of the nation, as well as the formation of an active and socially responsible person. It is also an industrial and branch of human activity and a reflection of social relations. Scientific research has shown that the training system that has developed as a result of centuries of accumulation of methods and methods of teaching has, of course, considerable achievements. However, it can not ensure the maximum efficiency of the process of forming professional abilities. It is now generally known that human activity, in particular the assimilation of any knowledge, skills and skills, consists of specific actions, operations that it performs. Carrying out these actions, reflecting on their fulfillment, realizing the need for them and assessing their importance for themselves and society, a person thereby develops competence in this or that sphere. Necessity of development of communicative competence of teacher of the vocational training of obuslavivaetsya also that the object of labour of representative of this profession is personality of man, the leading terms of development of which are productive activity and rich in content intercourse. A teacher, master of the production teaching, is constantly plugged in the process of intercourse, foreseeing various and mnogoplanovye relationships with a student, by their parents, colleagues on work.

Keywords: communicative competence, pedagogical management, teacher-manager, specialist, modern education

Высшее учебное заведение несет особую ответственность перед обществом и учащимися за формирование качественно нового уровня воспитания, социальной зрелости человека, его ориентации в жизни, в обществе.

Важную роль в деятельности преподавателей, педагогов по производственному обучению играют их коммуникативные качества, способствующие установлению разнообразных взаимоотношений с учениками, родителями, коллегами.

Данную проблему исследовали такие отечественные ученые, как Н.А. Асипова, М.К. Асааналиев, Д.Б. Бабаев, Дж.У. Байсалов, И.Б. Бекбоев, К.Д. Добаев, А.Т. Калдыбаева, Л.П. Кибардина.

В педагогическом аспекте вопросы научной разработки организации коммуникативного процесса, формирования коммуникативной активности приобретают в настоящее время особую актуальность.

Цель статьи: проанализировать роль и место компетентностного подхода в со-

временном образовании вообще и парадигму его применения в профессионально-педагогическом образовании в частности, рассмотреть коммуникативную компетентность педагога как средство оптимизации образовательного процесса в педагогическом менеджменте, который представляет собой управленческую деятельность в образовательном процессе.

Методы исследования: теоретический анализ, синтез, сравнение, наблюдение, самонаблюдение.

Коммуникативная компетентность: понятие, сущность

Проблема коммуникативной компетентности представляет собой один из аспектов обширной проблемы взаимопонимания, которая рассматривается сегодня как диалог культур, политических систем, различных религиозных мировоззрений. На данный момент в сфере образования требуется учитель, не только компетентный в своей дисциплине, способный объяснить тему и спланировать свою деятельность, но и умеющий грамотно управлять учебно-познавательной деятельностью учащихся. В работах В.С. Лазарева об управленческой деятельности педагога говорится как о «непрерывной последовательности действий, осуществляемых субъектом управления, в результате которых формируется и изменяется образ управляемого объекта, устанавливаются цели совместной деятельности, определяются способы их достижения, разделяются работы между ее участниками и интегрируются их усилия» [1].

Международным департаментом стандартов в обучении, достижении и образовании (International Board of Standards for Training Performance and Instruction IBSTRI) дано следующее понятие компетентности: способность человека к осуществлению своей деятельности, выполнению заданий, работы. Компетентный человек должен иметь определенный набор знаний, навыков и умений, дающих ему возможность осуществлять свою деятельность, выполняя свои функции и задачи [2].

По результатам своих исследований ученые выделили качества, которые позволяют четко разделить хорошую и плохую работу, то есть компетентное и некомпетентное ее выполнение. В перечень этих качеств входят надежность, точность в ответах, способность отзываться на потребности производства без специальных на то указаний, умение сотрудничать, инициативность и ответственность [3].

В менеджменте понятия «управление» и «руководство» расходятся. «Управление» – более широкое понятие, чем «руководство».

В.М. Шепель трактует это понятие так: «Управлять – это значит «озаботить» себя...; «Руководить» – это «озаботить» других...» [4]. Педагог-менеджер создает не просто учебную среду, а специфически организованное эмоционально-комфортное пространство социального взаимодействия для наилучшего самоопределения воспитанников и полноценного освоения ими самых разнообразных форм и видов человеческой деятельности. «Именно в поле социального взаимодействия начинается становление личности, ее самоопределение как выстраивание собственного жизненного пространства на базе культурно детерминированных, общих, и частных, индивидуализированных, смыслов и ценностей» [5].

Проблема коммуникативной компетентности, то есть умение свободно и эффективно общаться с другими людьми, всегда интересовала людей, проявлявших этот интерес еще в античные времена в связи с потребностью использовать этот опыт на практике, в особенности в связи с необходимостью воздействовать одним человеком на поведение других эмоциональным словом. Так, например, древнейшая дисциплина риторика возникла как наука о способах речевого воздействия на аудиторию слушателей для получения нужного результата.

В целом, таким образом, коммуникативная компетентность представляет собой уровень обученности индивида общению с окружающими, который необходим ему для успешного функционирования в обществе и выполнения своих профессиональных задач. Однако степень коммуникативной компетентности индивида зависит не только от степени его обученности основам общения, но и от изменений, происходящих в обществе, а также от его предыдущего раннего межличностного опыта.

Педагогический менеджмент можно рассматривать как особую отрасль менеджмента, имеющую свою специфику и закономерности, присущие только ей. Специфичность педагогического менеджмента состоит в исключительности предмета, продуктов, орудий и результата труда менеджера образовательного процесса. Предмет труда менеджера образовательного процесса – деятельность субъекта управления, продукт труда – информация об учебно-воспитательном процессе. Орудием труда выступает слово, речь. Результат труда – уровень грамотности (обученности), воспитанности и развития объекта педагогического менеджмента – обучаемых [6].

Успешной коммуникативной компетентности содействует личный опыт ин-

дива, его успешное развитие, которое связано с культурой и ценностями общества. Коммуникативная компетентность создается соборно, всем обществом. Эту особую культуру, накопленную повседневным общением, М. Мид рассматривала как залог умственного здоровья народа. По ее словам, «только вместе люди могут быть людьми, их человечность зависит не от индивидуального инстинкта, а от традиционной мудрости общества. Когда люди теряют ощущение того, что они могут положиться на эту мудрость – потому ли, что они оказались в среде тех, чье поведение не является для них гарантией преемственности цивилизации, или же потому что они больше не могут пользоваться символами своего общества, – они сходят с ума, часто ведя безнадежные бои, отдавая свое культурное наследие, усвоенное с таким трудом, но никогда настолько прочное, чтобы гарантировать судьбу следующего поколения» [7]. Как ни странно, иметь способность переносить эмоциональные перегрузки вышла на одно из первых мест при оценке уровня коммуникативной компетентности. Для формирования коммуникативной компетентности люди, прежде всего, нуждаются в такой межличностной среде, которая способствует росту открытости во взаимоотношениях, преодолению настроенности друг к другу, преодолению нетерпимости других [8].

Во многих работах по проблемам развития и воспитания личности отмечается важная роль коммуникативных качеств, навыков и умений человека, необходимых для успешного включения в процесс межличностных отношений.

Коммуникативные качества педагога-менеджера

Педагогу-менеджеру необходимы такие качества, как терпеливость, целеустремленность, доброта, интерес к жизни учащихся, лояльность, обязательность, порядочность, честность, стремление к использованию новых методик обучения и многое другое. Ведь также большое значение для деятельности педагога-менеджера имеют такие коммуникативные качества, как умение работать в групповой работе, самообладание и ориентация в конфликтных ситуациях, коммуникативная компетентность при достижении поставленных целей и др. Сегодня общеизвестно, что деятельность человека, в частности усвоение любых знаний, умений и навыков, складывается из конкретных действий, операций, которые он выполняет. Выполняя эти действия, размышляя над их выполнением, осознавая по-

требность в них и оценивая их важность для себя и общества, человек тем самым развивает компетентность в той или иной сфере.

Внутри компетентностного подхода выделяются два базовых понятия: компетенция и компетентность, при этом первое из них «включает совокупность взаимосвязанных качеств личности, задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов», а второе соотносится с «владением, обладанием человеком соответствующей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и предмету деятельности» [9].

При этом следует отметить огромную роль, которую играет в деятельности педагога коммуникативная деятельность, что дает нам право называть педагогов менеджерами. Таким образом, можно сказать, что педагогический менеджмент – это управление педагогическим производством, включающее в себя принципы, методы, формы, технологические приемы, средства управления для достижения целей обучения и воспитания молодых поколений.

Важной особенностью педагогического менеджмента является общественный характер управления системой образования, проявляющийся в том, что наряду с органами государственной власти создаются общественные органы, в которые входят представители педагогического и ученического коллективов, родителей, общественности. Их участие в управлении создает предпосылки для развития творческой атмосферы хорошего психологического климата в учебном заведении.

Реальным воплощением общественного характера управления на уровне общеобразовательной школы является совет школы, конференция и устав [10].

Управленческую компетентность руководителя образовательного учреждения рассматривают как способность с помощью своего опыта, знаний, практических умений, личных качеств осуществлять управленческую деятельность в образовательном процессе. Для менеджера-педагога необходимо хорошо знать стратегию образования, содержание, формы, методы, цели образования, технологии инновации в педагогической деятельности, умение разрешать конфликтные ситуации в коллективе [11]. Поэтому одним из важнейших направлений педагогического менеджмента сегодня является повышение компетентности, профессионализма педагога как менеджера, так как только эффективное выполнение функций менеджмента в образовательном процессе может обеспечить развитие каждой обучающейся личности.

Ряд авторов уделяют внимание такой компетенции руководителя образовательного учреждения, как психолого-управленческая компетентность. Психолого-управленческая компетентность – это совокупность личностных качеств, стилей взаимодействия, общепрофессиональных, специальных знаний и умений, способов выполнения задач менеджера, обеспечивающая эффективную деятельность.

В качестве основных показателей психолого-управленческой компетентности менеджера рассматривают совокупность инвариантных знаний (общепрофессиональные параметры, сущность и основные задачи управленческой деятельности) [12].

Потребности современной социальной жизни требуют поиска новых форм деятельности, новых направлений работы, таких как педагогический менеджмент профессиональной деятельности, а также педагогический менеджмент в системе государственной и муниципальной власти. Кроме того, чиновники, муниципальные служащие, руководители, ежедневно работающие в контакте с другими людьми, должны развивать свои дидактические умения и совершенствовать личностный потенциал [13]. Формирование коммуникативной компетентности требует не только повышения эффективности и качества существующих форм и методов учебно-воспитательной работы, но и специальных комплексных целенаправленных педагогических мероприятий [14]. Педагогу-менеджеру необходимо развивать в себе высокую коммуникативную компетентность, так как его деятельность связана с людьми, которые профессионально связаны с содержательным общением.

В основе приобретения коммуникативной компетентности лежат разные источники: жизненный опыт, искусство, литература, а также научные методы. Однако главную роль играет личный опыт, то есть уровень коммуникативной компетентности становится выше с приобретением жизненного опыта, освоением культурных и общественных ценностей в развитии и постоянном изменении.

В то же время коммуникативную компетентность нельзя представлять как личный опыт и как базовую характеристику личности.

Так, М.А. Лукашенко выделяет четыре ключевых компетенции менеджера.

Первой компетенцией является *целенаправленность*, способность определять цели и ценности компании. Каждому менеджеру необходимо уметь определить смысл жизни и смысл существования своей компании, формировать смысл жизни как свой собственный, так и компании, в которой

менеджер работает, то есть необходима способность корпоративной и самоидентификации.

Второй важной компетенцией менеджера является коммуникативная компетентность. Как показывает управленческий опыт, от 70 до 90 % своего рабочего времени менеджер проводит в общении с другими людьми как в самой организации, так и вне ее. Так, менеджмент даже часто называют «прогуливающимся менеджментом».

Третьей важной компетентностью является управленческая компетентность, в которую входит способность подбирать для своей образовательной организации знающих сотрудников, использовать в работе их сильные стороны. Эта сторона компетентности педагога-менеджера очень важна, так как от нее зависит дальнейший успех работы организации. Поэтому педагогу-менеджеру важно уделять большое внимание работе с кадрами, их подбору на ключевые посты.

Четвертой важной компетентностью менеджера является организация своей деятельности, своего рабочего времени, а также деятельности и времени сотрудников своего учреждения. Таким образом, педагог-менеджер должен планировать свое время так, чтобы успевать выполнять важные задачи, распределять свою работу, направлять себя на выполнение сложных задач. Однако повышение своей личной способности организовать свою деятельность еще недостаточно для успешной работы всего коллектива. Важная роль в эффективной работе учреждения образования принадлежит всем членам педагогического коллектива, их умению организовать свою деятельность [15].

В связи с тем, что профессиональная деятельность менеджера осуществляется при помощи коммуникативного общения, педагогу-менеджеру необходимо, с одной стороны, повышать свой уровень профессиональной компетенции как специалиста по управлению образовательного учреждения с педагогическим коллективом, с другой стороны, развивать уровень своей коммуникативности для более успешного умения слушать, убеждать, воздействовать на своего собеседника.

Руководитель образовательного учреждения должен хорошо осознавать необходимость своих деловых коммуникаций, в числе которых: понимание того, с кем ему нужно общаться, с какой целью, иметь необходимый объем психологических знаний для понимания собеседника и способности воздействия на него, а также противостояния влиянию другого человека.

Выводы

Итак, коммуникативная компетентность педагога-менеджера рассматривается как совокупность личностных, когнитивных, эмоциональных качеств и контакты с другими людьми.

В современных условиях необходим профессиональный подход к управлению образовательными организациями, педагоги-руководители должны соответствовать профессиональным требованиям современной управленческой науки.

Поэтому для эффективной управленческой деятельности ректоров, проректоров вузов необходимо создание и совершенствование эффективной системы управления в вузе; повышение требований к профессиональным и личностным качествам ректоров, деканов, зав. кафедрами и постоянная деятельность по повышению их квалификации; повышение их роли и ответственности за кадровую работу в вузе; повышение эффективности организации своего труда, высокой трудоспособности.

В жизни, общаясь со своим окружением и, как правило, не замечая и не осмысливая этого, человек вырабатывает свою идентификацию, уверен, что он и его партнеры видят окружающий мир одинаково. На основе этого знания он определяет свое коммуникативное намерение (формулирует цель коммуникации, координирует действия и мысли, преодолевает противоречия, учится).

Нормативно закреплённый опыт, обретенный индивидом, благодаря участию и повседневной жизни, является понятной программой, которую он использует как код для переработки информации. Формирование коммуникативной компетентности требует не только повышения эффективности и качества существующих форм и методов учебно-воспитательной работы, но и специальных комплексных целенаправленных педагогических мероприятий.

Формирование коммуникативной компетентности требует не только повышения эффективности и качества существующих форм и методов работы, но и специальных комплексных целенаправленных педагогических программ. В вузах ректор или декан может преподавать на кафедре как преподаватель, тем самым расширяя свои полномочия уже в области контроля над студентами в учебном процессе.

Несмотря на непрерывную работу педагогов, психологов, социологов и представителей других наук по разработке путей формирования коммуникативной компетентности будущих специалистов, остаются

актуальными и требуют дальнейшего разрешения следующие противоречия между:

- насущной потребностью системы профессионального образования в педагогах с высоким уровнем коммуникативной компетентности и отсутствием должного внимания к ее целенаправленному формированию в процессе подготовки профессионально-педагогических специальностей;

- всё возрастающими требованиями к стандартизации профессионально-педагогического образования и отсутствием нормативных установок на развитие такого компонента компетентности педагога, как коммуникативная компетентность;

- необходимостью развивать коммуникативную компетентность как элемент профессионально-педагогической компетентности и профессиональную ценность у педагогов профессиональной школы и отсутствием отработанной методики, ориентированной на развитие и диагностику каждого компонента данного вида компетентности.

Это обуславливает важность роли компетентностного подхода в современном образовании также его применения в профессионально-педагогическом образовании. В вузах ректор или декан может преподавать на кафедре как преподаватель, тем самым расширяя свои полномочия уже в области контроля над студентами в учебном процессе. Следует отметить, что и ректор и декан являются педагогами-менеджерами, но уже с большими полномочиями, уже в области целого учреждения и отдела с большим количеством работников и учащихся. То есть, управляя сотрудниками и студентами, руководитель, уже как педагог-менеджер, должен обладать качествами и компетенциями, помогающими ему в повышении образовательного потенциала студентов и подчиненных ему педагогов, в совершенствовании различных знаний, умений и навыков, а также личностных качеств и способности творчески применять их на практике.

Мы считаем формирование коммуникативной компетентности требует не только повышения эффективности и качества существующих форм и методов работы, но и специальных комплексных целенаправленных педагогических программ.

Перспективным, на наш взгляд, представляется совершенствовать системы индивидуальных творческих заданий, тренинги для педагогов, расширение разнообразия методов и методических приемов формирования коммуникативной компетентности, увеличение временного периода для повышения квалификации с применением программ в области менеджмента для педагогов, непрерывное самообучение, в течение

которого можно формировать и развивать коммуникативную компетентность в процессе ведения занятий и в педагогической деятельности вообще.

Список литературы

1. Шкунова А.А. Технологии коммуникативного взаимодействия в системе педагогического менеджмента // Инновационные технологии управления: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Нижний Новгород: ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина», 2014. С. 125–130.
2. Spector J. Michael-de la Teja, Ileana. ERIC Clearinghouse on Information and Technology Syracuse NY. Competencies for Online Teaching. ERIC Digest. Competence, Competencies and Certification. 2001. P. 1–11.
3. Heltman Wilfried. Sozialarbeitswissenschaft und Professionalisierung Sozialer Arbeit. Deutscher Gesellschaft für Sozialarbeit [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fh-fulda.de/dgs/mit17.htm/4> (дата обращения: 30.10.2018).
4. Булганина С.В. Использование активных методов обучения маркетингу при подготовке бакалавров менеджмента // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 12–3 (44). С. 161–164.
5. Аскарлова Г.Б., Сабекия Р.Б. Самость человека и этапы его самостановления // Экономика и социум. 2015. № 1–1 (14). С. 186–189.
6. Челнокова Е.А., Коровина Е.А., Агаев Н.Ф. Педагогический менеджмент как вид управленческой деятельности педагога // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 12–1. С. 165–168.
7. Симонов В.П. Педагогический менеджмент. Ноу-хау в образовании: учеб. пособие. М.: Высшее образование; Юрайт-Издат., 2009. 357 с.
8. Вульфсон Б.Л. Управление образованием на Западе: тенденции централизации и децентрализации // Педагогика. 2007. № 2. С. 110–117.
9. Липатова Т.И. Педагогические условия формирования коммуникативной компетентности студентов технических вузов и специалистов при подготовке к профессиональному общению: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Челябинск, 1992. 164 с.

УДК 378.147:[66+54.01]

**СИНТЕЗ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ
В СТУДЕНЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ХИМИИ****Богословский С.Ю., Мешандин А.Г., Коваленко А.С.***Государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва, e-mail: b.su@bmstu.ru*

Исследована пригодность способа получения высокодисперсного карбоната кальция по патенту РФ № 2489355 для целей студенческого практикума по химии. Процесс проводили в прозрачном пластиковом реакторе объемом 1 л, быстро создавая избыточное давление оксида углерода (IV) и резко сбрасывая его не более чем через 90 с при температуре 25 °С и не более чем через 6 мин при 6 °С. Полученный высокодисперсный карбонат исследовали микроскопически на приборе «Микромед-2» с камерой DCM-510 5.0M, строя гистограмму распределения частиц по размерам. Установлено, что оптимальная продолжительность процесса при комнатной температуре составляет 60 с. Получающийся продукт характеризуется узким распределением частиц по размерам с максимумом около 2,5 мкм, что удобно для проведения микроскопического исследования в условиях лабораторного практикума. Для углубленного изучения закономерностей синтеза и агрегативного поведения высокодисперсных частиц CaCO₃ в студенческом практикуме по химии предложено варьирование температуры и соотношения реагентов. Уменьшение времени реакции приводит к уменьшению размера частиц. Тот же эффект оказывает снижение температуры при сохранении времени синтеза. Изменение мольных соотношений гидроксида кальция и оксида углерода (IV) влияет на агрегативную устойчивость частиц. Значение энергии активации реакции составляет 59 кДж/моль.

Ключевые слова: высокодисперсный карбонат кальция, лабораторный практикум по химии**SYNTHESIS OF HIGHLY DISPERSED CALCIUM CARBONATE
IN THE STUDENT CHEMISTRY MANUAL****Bogoslovskiy S.Yu., Mechandin A.G., Kovalenko A.S.***Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: b.su@bmstu.ru*

Shown the suitability of the method of producing highly particulate calcium carbonate according to the patent of Russian Federation № 2489355 for the purpose of student workshops in chemistry. The process was carried out in a transparent 1 l plastic reactor, quickly creating an excess pressure of carbon monoxide (IV) and sharply dropping it no more than 90 seconds at a temperature of 25 °C and no more than 6 minutes at 6 °C. The obtained highly dispersed carbonate was studied microscopically on the device «Micromed-2» with a chamber DCM-510 5.0 M, building a histogram of particle size distribution. To get acquainted with the basic regularities, it is most convenient to carry out the process for 60 seconds at room temperature. In this case, a product with a narrow particle size distribution with a maximum distribution of about 2.5 microns is obtained, which is convenient for microscopic examination. Reducing the reaction time leads to a decrease in the particle size. The same effect has a decrease in temperature. By changing the molar ratio of calcium hydroxide to carbon monoxide (IV), a product with different aggregate stability is obtained. These studies are suitable when in-depth study of regularities of synthesis and aggregation behavior of fine particles of CaCO₃ at the student workshop in chemistry. The activation energy of the reaction is 59 kJ / mol.

Keywords: highly dispersed calcium carbonate, student chemistry manual

Разделы «гетерогенные химические реакции в растворах» и «синтез высокодисперсных частиц» лабораторного практикума по курсу химии для студентов технических специальностей могут быть дополнены работой по изучению процесса получения высокодисперсного карбоната кальция, содержащей элементы научного исследования. Работа актуализирует знания по физике, физической химии и химии гетерогенных процессов. Использование междисциплинарного подхода позволяет проводить работу как в базовом, так и в углубленном варианте с использованием кейс-метода [1], сочетающего в себе различные виды практической деятельности и являющегося практико-ориентированным [2], так как синтез высокодисперсных материалов широко применяется в современных технологических процессах [3, 4]. Такую работу целесообразно проводить после

освоения теоретического материала и выполнения соответствующего домашнего задания [5], с использованием объектно-ориентированных обучающих материалов [6]. Выбор карбоната кальция в качестве объекта студенческого практикума продиктован его безопасностью, что позволяет проводить работу в лаборатории на лабораторных столах. Гидроксид кальция и углекислый газ являются доступными и недорогими реактивами, свойства которых хорошо известны студентам из школьного курса химии. Высокодисперсный и ультрадисперсный карбонат кальция находит широкое применение как наполнитель, загуститель [7], депо для индикаторов [8] и лекарственных средств [9].

При формировании химических компетенций выделяются три компонента [10]: когнитивный, деятельно-практический и личностно-мотивационный. Компетент-

ностный подход концентрирует внимание на развитии и оценивании уровня выраженности каждого компонента. Когнитивный компонент базируется на наборе знаний об используемых материалах. В данном случае они хорошо известны обучающимся студентам из курса химии средней школы. Деятельностно-практический компонент опирается на сформированные предметные умения осуществления гетерогенных реакций, фильтрации продукта, его высушивания и взвешивания. Также осуществляется формирование нового для учащихся навыка микроскопического исследования с составлением гистограммы распределения частиц по размерам и её анализа. Личностно-мотивационный основывается на несомненной пользе метода, подкрепляется широким использованием продукта в различных целях, простым и очевидным способом контроля качества получаемого высокодисперсного карбоната кальция. Все стадии эксперимента наглядны, безопасны и направлены на формирование необходимых в современном производстве профессиональных навыков. Для микроскопического исследования полученных частиц используется стандартная методика, освоение которой поможет в ряде других работ. Наряду с [11] работа предлагается для лабораторного практикума в курсе химии в нехимических вузах.

Цель исследования: оптимизация параметров процесса синтеза высокодисперсного карбоната кальция при взаимодействии раствора сахарата кальция и углекислого газа в присутствии ПАВ при повышенном давлении и апробация методики контроля размера получающихся частиц в условиях студенческого практикума по химии.

Материалы и методы исследования

Синтез высокодисперсного CaCO_3 производили в соответствии с патентом РФ № 2489355 [12] как при атмосферном, так и при повышенном давлении углекислого газа. При проведении работы использовали одинаковые установки по одной на трёх учащихся, состоящие из высокопрочной прозрачной пластиковой емкости объемом 1 л и дозирующего устройства с предохранительным клапаном и кнопкой сброса избыточного давления. В емкость помещали 1 л раствора сахарозы (100 г/л) (комнатной температуры или предварительно охлажденный), добавляли необходимое количество гидроксида кальция марки х.ч. (от 5 до 10 г/л), раствор ПАВ от 0,01 % до 0,5 %, считая на массу исходного гидроксида кальция, а в дозирующее устройство вставляли предварительно взвешенный стандартный баллончик с пищевой углекислотой. Одновременно с запуском отсчета времени производили дозирование углекислоты в реакционный раствор вблизи дна реакционного сосуда через пластиковую трубку с рассеивающей насадкой. Время проведения реакции составляло при комнатной температуре не более 60 с. При использовании предварительно ох-

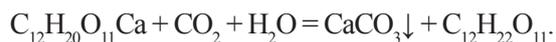
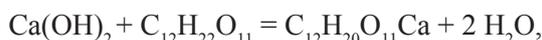
лажденного до 6 °С раствора, время реакции не превышало 6 мин. После этого производили сброс избыточного давления углекислого газа до атмосферного. Как вариант проводили синтез при атмосферном давлении, барботируя углекислоту при открытом клапане сброса избыточного давления не менее 3 мин. Затем установку разбирали, реакционный раствор фильтровали на бумажном фильтре под вакуумом, полученный продукт отмывали на фильтре дистиллированной водой, затем ацетоном и высушивали. Пустой баллончик из-под углекислоты взвешивали на техно-химических весах и рассчитывали массу использованного оксида углерода (IV). Высокодисперсный карбонат кальция взвешивали и рассчитывали выход продукта.

Для микроскопического исследования готовили суспензию CaCO_3 , используя в качестве дисперсионной среды воду. Навеску синтезированного карбоната перетирали в ступке с небольшим количеством воды, переносили смесь в цилиндр и разбавляли водой для получения ~0,5 %-ной (мас.) суспензии, затем добавляли несколько капель раствора дифосфата натрия для предотвращения агрегации частиц. Одну-две капли суспензии наносили на предметное стекло, накрывали покровным стеклом и определяли размер частиц полученного высокодисперсного карбоната кальция микроскопически на приборе «Микромед-2» с камерой DCM-510 5.0M. Результатом исследования являлись микрофотографии образца. Затем изучали дисперсионный состав, определяя размеры, число и форму частиц по микрофотографиям. Обработку микрофотографий проводили в свободно распространяемой программе Image Tool 3.00, результаты микроскопического дисперсионного анализа оформляли графически в виде гистограмм распределения частиц по размерам. Для контроля дополнительно уточняли размеры частиц на отдельных полях зрения с помощью линейки на матовом стекле или шкалы микрофотографии, определяя максимальную хорду частиц и подсчитывая количество частиц по фракциям не менее шести раз в разных местах препарата.

Результаты исследования и их обсуждение

Сахароза в щелочной среде способна диссоциировать с образованием растворимых сахаратов кальция различного строения. После добавления в раствор сахарозы гидроксида кальция, в результате диссоциации преобладает однозарядный катион гидроксида кальция и продукты его взаимодействия с сахарозой, а двухзарядные катионы кальция практически отсутствуют. При относительно высоких концентрациях гидроксида могут присутствовать также частицы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с хемосорбированной на них сахарозой [13]. Чтобы избежать образования сложных комплексов, соотношение сахароза/кальций во всех опытах не превышало 1. После дозирования углекислоты начинается обменная реакция, приводящая к высвобождению кальция в форме карбоната. Этот процесс протекает значительно более медленно, чем при прямом взаимодействии гидроксида кальция с углекислотой, что позволяет контролировать завер-

шение процесса визуально. При комнатной температуре при барботировании углекислоты под атмосферным давлением процесс завершается примерно через 1,5 мин (рис. 1); при дозировании углекислоты под давлением 800 кПа, процесс занимает около 60 с и завершается образованием карбоната с частицами размером около 2,5 мкм (рис. 2, слева).



У такого относительно медленного протекания реакции нейтрализации, вероятно, обусловленного присутствием сахарозы, есть важное преимущество: появляется возможность плавно регулировать размер частиц продукта пропорционально времени протекания реакции, которое достаточно для гарантированного получения частиц требуемого размера и всё же весьма невелико. Поверхностный заряд частиц полученного карбоната кальция находится в зависимости от *pH* среды. Так, при значении

pH 9,8 образовавшийся осадок CaCO_3 имеет слабый положительный заряд и соответственно низкую адсорбционную способность [13], а при *pH* 9,5 и ниже в растворе накапливается растворимый гидрокарбонат кальция и поверхностный положительный заряд частиц карбоната кальция увеличивается. Этот эффект влияет на агрегативную устойчивость получаемого карбоната кальция и может быть использован для ускорения седиментации частиц. Далее осветленный раствор отделяют декантацией, например, с использованием резиновой трубки с надетой на неё воронкой. Это существенно сокращает объем раствора для фильтрования и ускоряет проведение экспериментальной части работы.

На рис. 2 приведены результаты исследования образцов, полученных в одинаковых условиях, за исключением температуры. Видно, что положения максимума распределения частиц по размерам не меняются. В то же время при пониженной температуре распределение частиц по размерам становится более пологим.

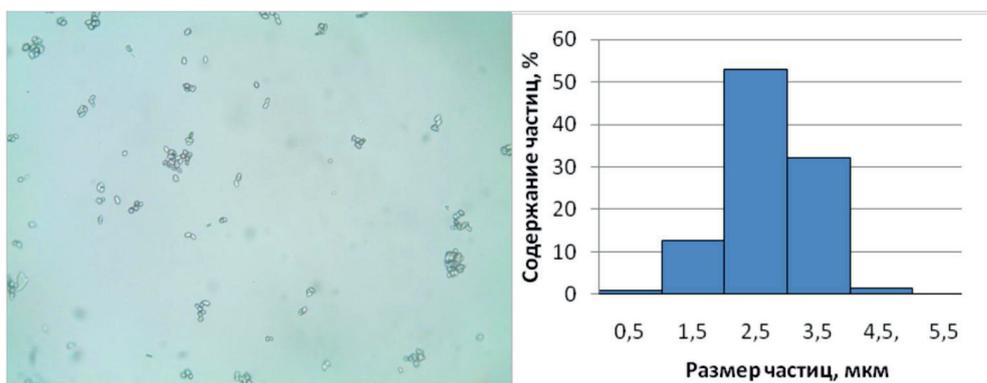


Рис. 1. Микрофотография (микроскоп «Биомед 5» с камерой Livenhuk) и гистограмма распределения частиц CaCO_3 , полученных в соответствии с патентом РФ № 2489355 барботажем CO_2 при атмосферном давлении

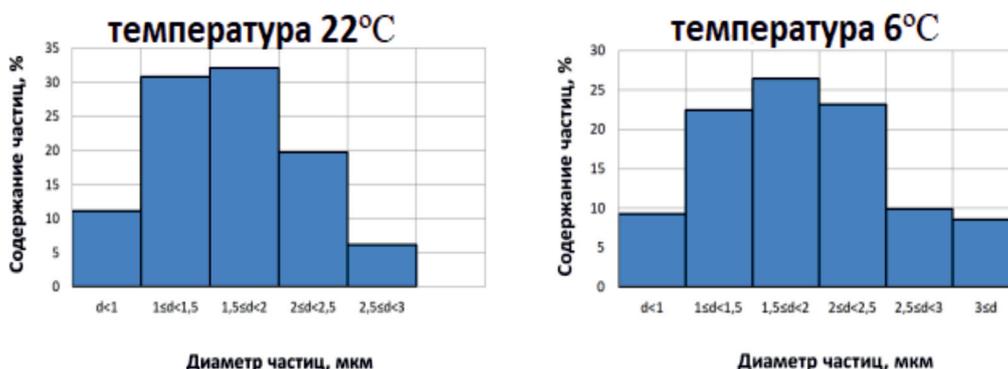


Рис. 2. Гистограммы распределения частиц CaCO_3 по размерам, полученных в соответствии с патентом РФ № 2489355 дозированием CO_2 при избыточном давлении

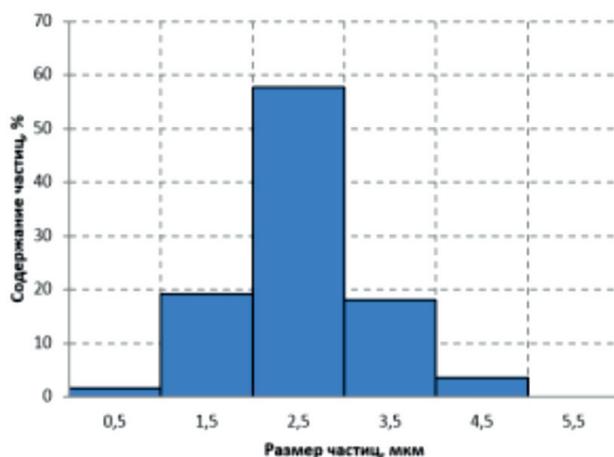


Рис. 3. Гистограммы распределения частиц CaCO_3 по размерам в образце импортного высокодисперсного карбоната кальция

Появляется небольшое количество частиц размером более 3 мкм. Нарушение симметрии формы распределения частиц по размерам при 22 °С в области значений от 1 до 1,5 мкм вызвано, вероятно, образованием дополнительного количества частиц карбоната кальция такого размера в результате разложения гидрокарбоната кальция после резкого сброса избыточного давления оксида углерода (IV). Подобный эффект для гистограммы, полученной при 6 °С, отсутствует, так как растворимость углекислоты при снижении температуры от 22 до 6 °С возрастает практически вдвое.

Используя данные о времени протекания процесса при этих двух различных температурах, можно оценить значение энергии активации процесса. Для этого необходимо маркером нанести на обратную сторону прозрачного реактора близко расположенные штрихи и проводить процесс до момента помутнения реакционной смеси, когда штрихи становятся неразличимыми вначале при одной, а затем при другой температуре. Значение энергии активации должно составить примерно 59 кДж/моль.

Для получения целевого продукта с размером частиц менее 1 мкм можно сократить время реакции. Удобнее сделать это при пониженной до 6 °С температуре. Время протекания реакции при этих условиях составляет около 6 мин, при этом зависимость размера частиц от времени синтеза становится существенно более пологой и воспроизводимость распределения частиц и наиболее вероятного размера от опыта к опыту повышается.

На рис. 3 приведена гистограмма распределения частиц по размерам для имею-

щегося в продаже импортного высокодисперсного карбоната кальция, полученного обменной реакцией в растворе между хлоридом кальция и карбонатом натрия. Процесс в этом случае протекает значительно быстрее и не осложнен взаимодействием с сахарозой. Это отражается на форме распределения, которое имеет более ярко выраженный максимум, чем на рис. 1 или 2.

Выводы

Было апробировано использование способа получения высокодисперсного карбоната кальция по патенту РФ № 2489355 для целей изучения основных закономерностей синтеза высокодисперсных частиц в лабораторном практикуме по химии для студентов вузов. В зависимости от числа часов, предусмотренных на лабораторный практикум, работу можно проводить в двух вариантах. Стандартная методика включает получение высокодисперсного карбоната кальция с размером частиц $2,5 \pm 1,0$ мкм при комнатной температуре. Продолжительность синтеза составляет около 60 с и определяется визуально как помутнение раствора, при котором не видна нанесенная на противоположную сторону реактора метка. Во втором варианте дополнительно проводят два опыта при пониженной температуре до аналогичного помутнения раствора, исследуя зависимость продолжительности процесса от температуры или варьируют соотношение гидроксида кальция и оксида углерода (IV), изучая влияние избытка соответствующего реагента на агрегативную устойчивость продукта. При наличии микроскопа хорошего качества дополнительно изучают влияние продолжительности синтеза на

размер частиц карбоната кальция при пониженной температуре, исследуя три пробы. Например, при 6 °С пробы отбирают через 2 и 4 мин, а завершают синтез при максимальном помутнении реакционной смеси через 6 мин. В первом образце максимум распределения должен находиться вблизи 0,9 мкм; во втором около 1,3 мкм, в третьем – 1,7 мкм.

В работе использованы доступные и недорогие реагенты: гидроксид кальция и пищевой углекислый газ, расфасованный в стандартные баллончики для сифонов. Гидроксид кальция относится к малоопасным веществам (класс опасности) и используется в виде заранее приготовленного раствора низкой концентрации, содержащего сахарозу для лучшего растворения гидроксида (патент РФ № 2489355). Пищевая углекислота и сахара абсолютно безвредны для здоровья. Отмывку продукта на вакуумном фильтре производят дистиллированной водой и лишь на финальной стадии для ускорения сушки карбоната кальция используют около 2 мл ацетона. Все это позволяет проводить работу в химической лаборатории на лабораторных столах одновременно всем учащимся группы.

Благодаря простоте аппаратного оформления работа доступна в массовом химическом практикуме. Освоение работы поможет сформировать способность и выработать навыки осуществления технологического процесса синтеза высокодисперсных материалов в соответствии с регламентом; научиться применять микроскопические исследования для измерения основных параметров технологического процесса и продукции при синтезе высокодисперсных материалов; создавать гистограммы в среде Excel и анализировать вид распределения частиц по размерам; выработать умение использовать теоретические знания для оптимизации основных параметров гетерогенных технологических процессов.

Список литературы

1. Двучичанская Н.Н., Еркович О.С. Средства формирования и оценивания компетенций студентов ВУЗа // Инновации в образовании. 2016. № 7. С. 24–37.
2. Двучичанская Н.Н., Фадеев Г.Н. Реализация концепции непрерывного химического образования на основе системного аксиологического подхода // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2005. № 3. С. 118–127.
3. Лебедев Ю.А., Фадеев Г.Н., Голубев А.М., Шаповал В.Н. Химия: учебник для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2014. 527 с.
4. Олиференко Г.Л., Иванкин А.Н. Лабораторные работы по общей химии: учебно-методическое пособие для студентов всех технических специальностей. М.: ФГБОУ ВО МГУЛ, 2016. 24 с.
5. Богословский С.Ю., Голубев А.М., Гуров А.А., Медных Ж.Н., Слитиков П.В., Смирнов А.Д. Выполнение домашних заданий по курсу химии: метод. указания. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 98 с.
6. Иванкин А.Н., Неклюдов А.Д. Общая и неорганическая химия. Практикум: учебное пособие для студентов направления 35.03.01 Лесное дело. М.: МГУЛ, 2008. 156 с.
7. Nemanj Abdelhamid Nemanj Hanafy, Maria Luisa De Giorgi, Concetta Nobile, Ross Rinaldi, Stefano Leporatti, Control of colloidal CaCO₃ suspension by using biodegradable polymers during fabrication. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 2015. Vol. 4. Issue 1. P. 60–70.
8. Yefimova S.L., Bespalova I.I., Grygorova G.V., Sorokin A.V., Mateychenko P.V., Cui X.Q., Malyukin Y.V. Synthesis and characterization of mesoporous CaCO₃@PSS microspheres as a depot system for sustained Methylene Blue delivering. Microporous and Mesoporous Materials. 2016. Vol. 236. P. 120–128. DOI: 10.1016/j.micromeso.2016.08.037.
9. Tiezhu Yang, Zhanghui Wan, Zhiyuan Liu, Hailong Li, Hao Wang, Nan Lu, Zhenhua Chen, Xifan Mei, Xiuli Ren, In situ mineralization of anticancer drug into calcium carbonate monodisperse nanospheres and their pH-responsive release property. Materials Science & Engineering. 2016. Vol. 63. P. 384–392. DOI: 10.1016/j.msec.2016.03.009.
10. Березина С.Л., Горячева В.Н., Елисеева Е.А., Слынько Л.Е. Формирование профессиональных компетенций студентов технического ВУЗа в процессе обучения химии // Современные наукоёмкие технологии. 2018. № 2. С. 122–126.
11. Богословский С.Ю., Болдырев В.С., Кузнецов Н.Н., Ечеистов В.В. Использование электрохлорирования в студенческом практикуме по химии // Фундаментальные исследования. 2017. № 12–2. С. 247–251.
12. Мешандин А.Г. Способ синтеза высокодисперсного карбоната кальция // Патент РФ № 2489355. Патентообладатель Мешандин А.Г. Опубликовано: 10.08.2013. Бюл. № 22.
13. Бобровник Л.Д., Логвин В.М., Выговский В.Ю. Сахараты кальция: состав и строение // Сахар. 2009. № 10. С. 56–60.

УДК 378:614.8(571.51)

ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНЫЕ УЧЕНИЯ – ФОРМА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ МЕДИЦИНА КАТАСТРОФ

¹Большакова М.А., ¹Штегман О.А., ²Бурмистров Ю.Н., ^{1,2}Вятский И.Е.,
¹Попов А.А., ¹Попова Е.А., ¹Лисун И.И., ^{1,2}Рахманов Р.М.,
¹Шведчикова З.К., ¹Веселов О.Б., ¹Большаков Н.А.

¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, e-mail: manjunja86@inbox.ru;
²КГКУЗ «Красноярский территориальный центр медицины катастроф», Красноярск

В статье описаны возможности совместной работы кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России и КГКУЗ «Красноярский территориальный центр медицины катастроф» в подготовке студентов по медицине катастроф на примере тактико-специального учения. Цель исследования: получение опыта совместной работы кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО и КТЦМК в подготовке студентов по медицине катастроф, оценка эффективности этого метода. На практических занятиях студенты стоматологического факультета две группы, всего 22 человека, во время прохождения цикла «Медицина катастроф» в сентябре 2017 г. посетили тактико-специальное учение, проводимые ТЦМК. По окончании учений на следующем занятии на кафедре студенты (22 человека) были проанкетированы анонимной анкетой, которая состояла из пяти вопросов. Можно сделать вывод, что присутствие студентов на учении способствует формирования стратегии поведения в чрезвычайной ситуации, посмотреть на практике организацию работы «Красноярского территориального центра медицины катастроф»: проведения сортировки, плана эвакуации пострадавших. Совместная работа кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО и ТЦМК проходит в рамках профориентационной работы, студенты видят работу сотрудников ТЦМК, смотрят работу совместную медицины катастроф с ЛПУ, у них развивается творческий потенциал, повышается стрессоустойчивость будущего компетентного специалиста к работе в реальной ЧС.

Ключевые слова: медицина катастроф, наглядное обучение, учения

TACTICAL-SPECIAL EXERCISES – A FORM OF TRAINING FUTURE DOCTORS OF THE KRASNOYARSK TERRITORY IN THE SPECIALTY OF DISASTER MEDICINE

¹Bolshakova M.A., ¹Shtegman O.A., ²Burmistrov Yu.N., ^{1,2}Vyatskin I.E.,
¹Popov A.A., ¹Popova E.A., ¹Lisun I.I., ¹Rakhmanov R.M.,
¹Shvedchikova Z.K., ¹Veselov O.B., ¹Bolshakov N.A.

¹Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, e-mail: manjunja86@inbox.ru;
²Regional state budgetary health care institution «Krasnoyarsk center of disaster medicine», Krasnoyarsk

This article describes the collaboration of the Department of mobilization training of health, disaster medicine, ambulance with the section postgraduate training of the Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Ministry of Health of Russia and Krasnoyarsk territorial center of disaster medicine in the teaching of students in disaster medicine on the example of special tactical training. The purpose of the research is to gain experience of the joint work of the Department of Mobilization Preparation of Health Care, Disaster Medicine, and Emergency Services with a course in software and CTTCMC in students' training in disaster medicine, evaluating the effectiveness of this method. At the practical classes, students of the dental faculty two groups, a total of 22 people during the passage of the «Disaster Medicine» cycle in September 2017, visited a special tactical exercise conducted by the Center. The purpose of education in the field of life safety and disaster medicine is the formation of a worldview and a culture of safe living in the doctor, the notion of emergency situations, the forces and means of preventing and eliminating the health consequences of emergencies, the skills of providing primary health care in emergencies, the successful adaptation of a specialist -medics in extreme conditions. The presence of students at the doctrine contributes to the formation of a strategy of behavior in an emergency, look at the practice of organizing the work of the Krasnoyarsk Territorial Disaster Medicine Center: sorting, evacuation plan for the victims. The joint work of the Department of Mobilization Training in Healthcare, Disaster Medicine, First Aid with the Course of Software and TCDM contributed to the formation of professional motivation, the development of the creative potential in students, the conviction of one's own professional suitability and the increased stress-resistance of the future competent specialist to work in a real emergency.

Keywords: disaster medicine, visual teaching, training

На современном этапе развития медицинского образования образовательные технологии позволяют выпустить квалифицированного врача в этой области для ока-

зания медицинской помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях, населению от воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций природного и техноген-

ного характера, а также при возникновении террористических актов и ведении военных действий или вследствие этих действий [1].

Под образовательными технологиями понимается совокупность способов и средств воздействия на обучаемых. Для формирования у студентов профессиональных компетенций помогают в дальнейшем принять правильные действия медицинскому работнику при ликвидации медицинских последствий в ЧС, а также качеств, направленных на бережное отношение к окружающей среде, собственной безопасности, безопасности общества и государства [2, 3].

Повсеместно мы видим большое количество различных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые приносят большой урон экономике государств и большое количество пострадавших, с повреждениями тяжелой степени. Для того чтобы совершенствовать медицинские навыки в оказании помощи этим пораженным, прогрессивного развития службы медицины катастроф на разных уровнях, мы должны обучать этому начиная со студентов медицинских вузов, затем на последипломном образовании и у врачей на курсах повышения квалификации по безопасности жизнедеятельности в ЧС и медицине катастроф.

Организация ликвидации последствий катастроф медико-санитарных природного и техногенного характера является сложной задачей, стоящей перед Всероссийской службой медицины катастроф (ВСМК).

Всероссийская служба медицины катастроф – функциональная подсистема Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, функционально объединяющая службы медицины катастроф Минздрава России, Минобороны России, а также медицинские силы и средства МВД России и других федеральных органов исполнительной власти, предназначенных для ликвидации медико-санитарных последствий ЧС [4].

Эта структура должна организовать действие подразделений при разных степенях готовности, которые участвуют в ликвидации последствий ЧС. ВСМК организационно она состоит из медицинских частей, подразделений и органов управления различных министерств и ведомств, решающих разные задачи. Как показывает опыт, ВСМК справляется с этой задачей.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 г. № 734 «Об утверждении Положения о Всероссийской службе медицины катастроф» территориальные центры медицины катастроф (далее – ТЦМК) являются органами повседневного управления служ-

бой медицины катастроф регионального уровня. Приказом Минздрава России от 6 августа 2013 г. № 529н «Об утверждении номенклатуры медицинских организаций» центры медицины катастроф отнесены к медицинским организациям особого типа. Пунктом 6 постановления Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 г. № 734 «Об утверждении Положения о Всероссийской службе медицины катастроф» установлено, что задачи, порядок деятельности, структуру, состав сил и средств службы медицины катастроф Минздрава России далее – СМК) на региональном уровне устанавливаются органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации. В настоящее время в Российской Федерации функционируют 83 ТЦМК, из которых 55 являются самостоятельными учреждениями здравоохранения со статусом юридического лица, 15 – работают в составе республиканских, краевых, областных клинических больниц, 13 – объединены со станциями скорой медицинской помощи. Основным документом, регламентирующим деятельность ТЦМК, является его Устав – свод правил, регламентирующих организацию и порядок деятельности ТЦМК [4].

Для обеспечения выполнения основных задач ТЦМК по решению органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации в сфере охраны здоровья граждан осуществляет следующие виды деятельности, один из которых – организация и проведение учений, конкурсов, соревнований по вопросам медицины катастроф, скорой медицинской помощи и вопросам оказания экстренной медицинской и первой помощи в чрезвычайных ситуациях.

Цель исследования: получение опыта совместной работы кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» и КГКУЗ «Красноярский территориальный центр медицины катастроф» в подготовке студентов по медицине катастроф, оценка эффективности этого метода.

Материалы и методы исследования

Наша цель – обучение на кафедре мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России таким предметам, как БЖД на первых курсах университета, медицины катастроф у студентов медицинских вузов, затем на последипломном образовании и у врачей на курсах повышения квалификации у всех специальностей. За время обучения должны сформироваться устои у врача по безопасности своей и окружающих, определение ЧС, понятие о формированиях по предупреждению, ликвидации

медико-санитарных последствий ЧС, формирование практических навыков по оказанию первичной медико-санитарной помощи в ЧС.

Совместная работа кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО и ТЦМК проходит в рамках профориентационной работы, студенты видят работу сотрудников ТЦМК, смотрят работу совместную медицины катастроф с ЛПУ, у них развивается творческий потенциал, повышается стрессоустойчивость будущего компетентного специалиста к работе в реальной ЧС. [2].

По новым образовательным стандартам, которые способствуют приобретению выпускниками вузов профессиональных компетенций и повышений конкурентоспособности, требуют внедрения инновационных технологий [1, 2], повышения наглядности преподавания. К сожалению, практические занятия по дисциплине «Медицина катастроф» не могут включать себя участия в реальных ЧС. При этом у студентов создаётся впечатление того, что весь теоретический материал представляет собой некую абстрактную информацию о том, чего не бывает в обычной жизни. Но чтобы действительно владеть навыками организации помощи пострадавшим в ЧС необходим как минимум наглядный пример таких действий. Такой пример могут дать учения на местности, имитирующие ситуацию ЧС. Однако у вуза нет материальных ресурсов для организации полномасштабных учений. Именно поэтому кафедрой было принято решение привлечь к участию в реальных учениях ТЦМК студентов, проходящих обучение по дисциплине «Медицина катастроф», проведя предварительное согласование с руководством ТЦМК.

По УМКД на пятом занятии студенты стоматологического факультета проходят тему: Медико-санитарное обеспечение при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного (антропогенного) характера. Практические навыки, которыми должны овладеть студенты по этой теме:

1. Организация и проведение медицинской сортировки у пострадавших в ДТП.
2. Организация медицинской эвакуации пострадавших в массовых ДТП.
3. Уметь пользоваться медицинскими средствами защиты КИМГЗ и АППИ.
4. Владеть методиками остановки артериального, венозного, капиллярного кровотечения, транспортной иммобилизацией пневмоцинами.

Обучающие самостоятельно изучали эту тему посредством методичек, разработанных нашей кафедрой, а на практическом занятии посетили учения.

На практических занятиях студенты стоматологического факультета две группы, всего 22 человека, во время прохождения цикла «Медицина катастроф» в сентябре 2017 г. посетили тактико-специальные учения, проводимые ТЦМК на о. Тагышев по теме: «Организация взаимодействия сил и средств при ликвидации ЧС, обусловленных выбросом аварийно-химически опасных веществ АХОВ». В учениях приняли участие силы и средства предупреждения и ликвидации ЧС Красноярского края.

Экстремальные ситуации являются уникальной обучающей системой, которые всегда оправдывались уменьшением вероятности потерь в последующих событиях. В процессе обучения студенты должны получить базовые знания по учебной дисциплине «Ме-

дицина катастроф», узнать основные санитарно-гигиенические и противоэпидемические мероприятия, проводимые в чрезвычайных ситуациях, сформировать навыки работы на сортировочной площадке, проведение сортировки в зависимости от нуждаемости пострадавшего в оказании неотложной медицинской помощи, действия при массовом поступлении пострадавших, изучить принципы сортировки, уметь пользоваться коллективными и индивидуальными средствами защиты, уметь оказать медицинскую помощь, а также понимание необходимости прогнозировать развитие ситуации и принять меры к тому, чтобы ее избежать.

Врач должен определить вид травм и тяжесть пострадавших при ЧС, для быстрого выбора нужного алгоритма оказания помощи при оказании медицинской помощи в догоспитальном периоде.

Из учреждений подведомственных министерству здравоохранения Красноярского края в учениях приняли участие «Красноярский территориальный центр медицины катастроф» и «Красноярская краевая клиническая больница».

Число личных автомобилей населения Российской Федерации с каждым годом устойчиво растёт. В Сибирском федеральном округе число автомобилей на одну тысячу жителей увеличилось на 92% и составило 282 легковых автомобиля [5–7].

По данным Красстат в Красноярском крае 1 тыс. жителей приходится 304 автомобилем – это позволило занять третье место по Сибирскому федеральному округу, а по территории Российской Федерации соответствует сорок третьему месту [8, 9]. Из вышеприведённых данных видно, что дорожно-транспортные происшествия занимают первое место среди катастроф техногенного характера, поэтому было решено посетить учения совместно со студентами.

В ходе учений была инсценирована ситуация столкновения автобуса с грузовым автомобилем, перевозившим хлор. В соответствии со сценарием, произошла разгерметизация емкости с хлором. «Поражение» получили четыре человека. «Пострадавшие» силами спасателей бригад экстренного реагирования были вынесены из очага поражения и доставлены в пункт, где им была оказана необходимая медицинская помощь.

Нужно отметить, что данный вид чрезвычайной ситуации приведет к получению пострадавшими несколько видов поражения разного характера: травмы и отравление хлором. В проведении устранения последствий данного вида аварии участвуют большое количество формирований службы медицины катастроф и министерства здравоохранения. Лечебно-эвакуационные (ЛЭ) мероприятия необходимо выполнить в короткий промежуток времени, для этого нужно четко знать и выполнять порядок ЛЭ.

По окончании учений на следующем занятии на кафедре студенты 22 человека были проанкетированы анонимной анкетой, которая состояла из 5 вопросов.

Задаваемые вопросы:

1. Являются ли значимыми для практики студентов тактико-специальные учения, проводимые ТЦМК?
2. Может ли студент выполнить свои действия в зависимости от занимаемой должности в структуре ВСМК, которые предлагал выбрать преподаватель?
3. Может ли выполнить студент нужный объем помощи у пострадавших при ДТП?
4. Может ли выполнить студент нужный объем помощи у пострадавших при отравлении хлором?

5. Может ли провести самостоятельно студент медицинскую сортировку?

Ответы на вопросы предлагались следующие:

1. Да, смогут или да, значит.
2. Наверное, да.
3. Возможно, но не уверен.
4. Кажется, нет.
5. Точно нет.

Любой ответ, который не звучал как точно да, говорит о неуверенности студента и недостаточности навыков, которые он получил как на занятиях, так и на учениях.

Результаты исследования и их обсуждение

Проанализировав результаты, мы получили, что 14 студентов были девушки (63%), медиана возраста составила 23 год.

20 человек (91%) ответили, что наблюдение учений является значимым для практики, два студента отметили ответ – наверное. 19 обучающихся (86%) после наблюдения учений доложили свои действия в зависимости от занимаемой должности в структуре ВСМК, которые предлагал выбрать преподаватель. Это способствовало развитию речевой культуры и усвоению терминологии [3], а присутствие на учениях позволило лучше осознать роль врача-организатора, оказывающего помощь пострадавшим. 21 студент (95%) отметили, что смогут выполнить нужный объем помощи у пострадавших при ДТП, 1 студент ответил – наверное. 19 студентов (86%) сказали, что смогут выполнить нужный объем помощи у пострадавших при отравлении хлором, 3 обучающихся ответили – наверное. Провести самостоятельно медицинскую сортировку могут 15 обучающихся (68%).

Присутствие студентов на учении способствует формированию стратегии поведения в чрезвычайной ситуации, посмотреть на практике организацию работы «Красноярского территориального центра медицины катастроф»: проведения сортировки, плана эвакуации пострадавших.

Совместная работа кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО и ТЦМК проходит в рамках профориентационной работы, студенты видят работу сотрудников ТЦМК, смотрят совместную работу медицины катастроф с ЛПУ, у них развивается творческий потенциал, повышается стрессоустойчивости будущего компетентного специалиста к работе в реальной ЧС [1].

Выводы

1. Участие в тактико-специальных учениях студентов, проходящих обучение по циклу «Медицина катастроф», позволяет

повысить наглядность обучения и интерес к дисциплине.

2. Присутствие студентов на учении способствует формированию стратегии поведения в чрезвычайной ситуации, посмотреть на практике организацию работы «Красноярского территориального центра медицины катастроф»: проведения сортировки, плана эвакуации пострадавших.

3. Необходимо более тесное взаимодействие кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО и ТЦМК с целью использования нереализованных возможностей.

4. Совместная работа кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения, медицины катастроф, скорой помощи с курсом ПО и ТЦМК проходит в рамках профориентационной работы, студенты видят работу сотрудников ТЦМК, смотрят работу совместную медицины катастроф с ЛПУ, у них развивается творческий потенциал, повышается стрессоустойчивость будущего компетентного специалиста к работе в реальной ЧС.

Список литературы

1. Механтьева Л.Е., Складорова Т.П., Складорова А.В. Использование инновационных технологий подготовки для повышения профессиональной компетентности специалиста // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2013. № 1. С. 109–112.
2. Вятский И.Е., Локотош А.И. Повышение ресурсов стрессоустойчивости населения с помощью обучения современным технологиям саморегуляции как основы профилактики психологического здоровья // Актуальные вопросы службы медицины катастроф: материалы межрегиональной научно-практической конференции. Омск, ИП Архипов М.И., 2017. С. 193–199.
3. Лопатина Л.А., Соколов Д.А., Насонова Н.А. Вербальные аспекты в профессиональном становлении студентов-медиков // Новая наука: опыт, традиции, инновации. 2016. № 6–2 (89). С. 82–84.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 г. № 734 «Об утверждении Положения о Всероссийской службе медицины катастроф» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/70441588> (дата обращения: 14.10.2018).
5. «Красноярскстат» – федеральная служба статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://krasstat.gks.ru> (дата обращения: 01.10.2018).
6. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения: 06.10.2018).
7. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 10.10.2018).
8. Аналитический отчет «Проблемы реанимационных действий на месте ДТП». М.: Центр стратегических разработок, 2004. 28 с.
9. Багненко С.Ф., Миннуллин И.П., Чикин А.Е., Разумный Н.В., Фисенко В.С. Совершенствование медицинской помощи пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях // Вестник Росздравнадзора. 2013. № 5. С. 25–30.

УДК 378.147

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТВОРЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ В СИСТЕМЕ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

¹Гильманшина С.И., ¹Сагитова Р.Н., ¹Халикова Ф.Д., ^{1,2}Гильманшин И.Р.

¹ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», Казань, e-mail: gilmanshina@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Казань, e-mail: gilmanshina@yandex.ru

Анализируется процесс практико-ориентированного обучения. Установлено, что суть концепции практико-ориентированного обучения состоит в построении учебного процесса на основе единства эмоционально-образного и логического компонентов содержания с целью приобретения новых практико-ориентированных знаний, умений и компетенций. На основе концепции практико-ориентированного обучения выявлены и теоретически обоснованы педагогические условия интеграции теории и практики в системе университетского образования. Суть первого педагогического условия – разработка и включение в учебный план бакалавриата практико-ориентированных курсов профильных дисциплин – в том, что их содержание позволяет студентам активно использовать теоретические знания на практике в процессе решения расчетных и экспериментальных заданий. Суть второго педагогического условия – разработка электронных образовательных ресурсов по обучению методике решения заданий различного уровня сложности – в том, что структурирование данного типа электронных образовательных ресурсов осуществляется в соответствии с принципом «от простого – к сложному». Третье педагогическое условие – непрерывное взаимодействие студентов с будущей профессиональной (например, в случае подготовки будущих педагогов – со школьной) средой. Четвертое условие – издание практико-ориентированных учебных пособий. Многолетняя экспериментальная реализация данных педагогических условий позволяет констатировать их эффективность в формировании предметных компетенций.

Ключевые слова: естественнонаучное образование, интеграция теории и практики, практико-ориентированное обучение

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF CREATIVE INTEGRATION OF THEORY AND PRACTICE IN THE SYSTEM OF UNIVERSITY EDUCATION

¹Gilmanshina S.I., ¹Sagitova R.N., ¹Khalikova F.D., ^{1,2}Gilmanshin I.R.

¹Kazan Federal University, Kazan, e-mail: gilmanshina@yandex.ru;

²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, e-mail: gilmanshina@yandex.ru

It has been analyzed the process of practice-oriented learning. It is established that the essence of the concept of practice-oriented learning is to build the educational process on the basis of the unity of emotional-figurative and logical components of the content in order to acquire new practice-oriented knowledge, skills and competencies. On the basis of the concept of practice-oriented training developed and theoretically justified pedagogical conditions for the integration of theory and practice in the system of University education. The essence of the first pedagogical conditions – the development and inclusion in the curriculum of practice-oriented courses of specialized disciplines – that their content allows students to actively use theoretical knowledge in practice in the process of solving computational and experimental tasks. The essence of the second pedagogical condition – the development of electronic educational resources for teaching methods of solving tasks of different levels of complexity – is that the structuring of this type of electronic educational resources is carried out in accordance with the principle of «from simple to complex». The third pedagogical condition-continuous interaction of students with professional (in case of preparation of future teachers – with school) environment. The fourth condition is the publication of practice-oriented textbooks. Long-term experimental implementation of these pedagogical conditions allows us to state their effectiveness in the formation of subject competencies.

Keywords: natural science education, integration of theory and practice, practice-oriented training

Повышение теоретического уровня содержания учебных естественнонаучных дисциплин привело к обострению противоречий между общими целями образования и реальными возможностями выпускников университетов решать прикладные задачи. На современном этапе развития образования, когда у школьников возрастает интерес к прикладным инженерным исследованиям [1] и естественнонаучным дисциплинам, нередко имеет место неумение молодых учителей-естественников проявлять мобильность и творчески применять теоретические университетские знания

в школьной практике. Остро стоит вопрос практико-ориентированного обучения в системе университетской подготовки педагогов естественнонаучных дисциплин нового типа [2]. В связи с отмеченным требуется разработка педагогических условий творческой интеграции теории и практики в системе университетского образования.

В результате анализа разнообразных методов и приемов объяснения в естествознании [3] выявлено, что обучение применению интегрированных знаний на практике способствует формированию творческой конкурентно способной личности. Особое

место при этом отводится выявлению педагогических особенностей интеграции теории и практики в обучении. Существуют разнообразные концепции и подходы к интеграции теории и практики в системе подготовки учителей [4, 5], современные педагогические технологии обучения в университете – проектного практико-ориентированного обучения инженерным дисциплинам [6] и другие.

Однако для практико-ориентированного обучения естественнонаучным дисциплинам студентов – будущих педагогов нового типа с применением современных информационных технологий таких разработок явно недостаточно. Кроме того, согласно литературным эмпирическим данным психологов [7, 8] и педагогов [9], имеют место гендерные различия в пространственном мышлении в пользу мужчин за счет особенностей комбинаций вербальных и пространственных компонентов мышления. Многие ученые полагают, что различие начинается с подросткового возраста и усиливается по мере взросления. Этот факт обуславливает необходимость учета индивидуальных особенностей студентов при интеграции теории и практики в университетском образовании.

В то же время нет сомнений, что в процессе разработки педагогических условий творческой интеграции теории и практики в системе университетской подготовки педагогов естественнонаучных дисциплин нового типа необходимо опираться на принятый в науке взгляд на профессиональную деятельность педагога [10], профессиональное становление личности [11] и понятие образовательной среды [12].

Цель исследования: разработать педагогические условия творческой интеграции теории и практики в системе университетского образования на примере подготовки бакалавров по направлению «Педагогическое образование, профиль химия».

Материалы и методы исследования

Ведущим подходом исследования является интегративный подход. Интегративный подход выполняет системообразующую функцию между теорией и практикой в образовании, обеспечивает отбор содержания и форм, методов и технологий обучения в соответствии с целями и задачами как общеобразовательной школы, так и университетского образования. В рамках подхода реализуется соответствие содержания профессиональной подготовки ее целям, а также принципам практико-ориентированности, непрерывности и преемственности.

Результаты исследования и их обсуждение

Вначале определимся с понятием «практико-ориентированное обучение». Известно, что в условиях практико-ориентиро-

ванного обучения формируются умения использования новых знаний по дисциплине для решения задач различной трудности в нестандартных ситуациях.

Следовательно, сущность концепции практико-ориентированного обучения состоит в построении учебного процесса на основе единства эмоционально-образного и логического компонентов содержания с целью приобретения новых практико-ориентированных знаний, умений и компетенций. Важно формирование практического опыта использования этих знаний при решении конкретных жизненно важных проблем. При этом происходит включение предметных знаний в систему ценностей человека, что позволяет свободно пользоваться ими в процессе жизнедеятельности [13].

В целом разработанная в [13] концепция основана на следующих принципах: обучение в контексте жизненно важных проблем, профессиональной и прикладной направленности, межпредметных связей, позволяющих реализовать тезисы «ускорение, углубление, обогащение, проблематизация» в учебном процессе университета при подготовке бакалавров-педагогов естественнонаучных дисциплин. Отмеченные тезисы в концепции рассматриваются как взаимодействие преподавателя со студентом в качестве двух собеседников, партнеров, имеющих право на принятие собственного решения. В результате на занятиях обязательно выделяются мотивационный, синтетический (конструктивный), внедренческий этапы. Наличие этих взаимосвязанных этапов позволяет удовлетворить интересы студентов и с левополушарным мышлением (предпочтителен материал, представленный в виде схем, таблиц, алгоритмов), и с правополушарным мышлением (форма изложения материала в виде образов, ассоциаций, аналогий).

Таким образом, в разработанной концепции практико-ориентированного обучения используется логическое и образное мышление, что способствует повышению личностного статуса студентов. Обучение становится мотивированным, индивидуально ориентированным. Реализуется социальная функция обучения – студенты приобретают прикладные знания и умения. Формирование практико-ориентированной образовательной среды обеспечивается разработанными практико-ориентированными ситуационными задачами. Эти задачи начинаются с проблемного вопроса «почему». Процесс решения таких задач заметно повышает интерес студентов к естественнонаучным дисциплинам, они легко вовлекаются в дискуссию, диалог [13].

Проведенные исследования в условиях практико-ориентированного обучения позволили выделить четыре педагогических условия творческой интеграции теории и практики в системе подготовки бакалавров на примере подготовки бакалавров педагогического образования по профилю химия.

Первое условие – разработка практико-ориентированных курсов профильных дисциплин. Для этого в учебный план подготовки по направлению «Педагогическое образование, профиль химия» в дополнение к традиционным дисциплинам «Теория обучения химии» (1 курс) и «Методика химии» (2, 3 курсы) включены новые дисциплины: «Методика решения задач единого государственного экзамена по неорганической химии» (1 курс), «Методика решения задач повышенной сложности» (1 курс), «Методика решения олимпиадных химических задач» (1 курс), «Особенности преподавания химии в сельской школе» (2 курс), «Вариативность химического образования» (2 курс), «Методика решения задач единого государственного экзамена по органической химии» (3 курс), «Методика решения задач по физколлоидной химии в школьной химии» (4 курс), «Дидактика химии» (4 курс). Содержание перечисленных дисциплин позволяет студентам – будущим учителям активно использовать теоретические знания на практике в процессе решения расчетных и экспериментальных заданий, ориентированных на школьный курс химии.

Второе условие – разработка электронных образовательных ресурсов, направленных на обучение методике решения практических заданий различного уровня сложности, включая олимпиадный уровень. Суть его в том, что структурирование данного типа электронных образовательных ресурсов осуществляется в соответствии с принципом «от простого – к сложному».

Далее подробнее остановимся на авторском электронном образовательном ресурсе «Методика решения задач по физколлоидной химии в школьной химии». Структурно электронный образовательный ресурс (ЭОР) содержит нулевой блок и пять тем, ориентированных на углубленный курс школьной химии (методика термодинамических расчетов, методика расчета химического равновесия, кинетика и катализ, методика расчета равновесий в растворах электролитов, электрохимические расчеты, коллоидные системы). Нулевой блок включает мета-данные, рабочую программу дисциплины, поддерживаемой электронным курсом, краткий конспект курса, методические указания для студента и преподавателя, список основной

и дополнительной литературы, задания для итогового контроля. По каждой теме представлен лекционный материал, глоссарий, задачи и упражнения для самостоятельной работы. Специфика курса связана с необходимостью практико-ориентированного обучения студентов университета. Для этого курс содержит около 400 задач различного уровня сложности – базового, повышенного и олимпиадного уровней сложности. Причем олимпиадные задачи дифференцированы по уровням сложности муниципального и заключительного этапов Всероссийской олимпиады по химии прошлых лет. Правильность решения задач базового и повышенного уровня сложности автоматически проверяется системой. Решение олимпиадных задач проверяется преподавателем дистанционно.

В целом на кафедре химического образования Казанского федерального университета (КФУ) работа по разработке электронных образовательных ресурсов ведется с 2010 г. В настоящее время в учебном процессе применяются 10 авторских электронных образовательных ресурсов. Среди них электронные курсы, в которых имеет место интеграция теории и практики обучения. Это «Общие теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ» (победитель конкурса КФУ 2013 г.), «Практики по химии», «Особенности преподавания химии в сельской школе», «Дидактические игры в преподавании химии», «Методика обучения и воспитания», «Методика обучения в области химии» и другие. Все электронные курсы прошли экспертизу и размещены на площадке [14].

Кроме того, для приемной комиссии Казанского федерального университета одним из авторов статьи (С.И. Гильманшиной) разработан электронный образовательный ресурс по подготовке к единому государственному экзамену по общей и неорганической химии (представлен на площадке приемной комиссии), а для курсов повышения квалификации – электронный образовательный ресурс «Совершенствование профессиональных компетенций учителя химии в условиях введения ФГОС ООО» (курс на площадке [15]).

Следует отметить, что в системе повышения квалификации учителей-предметников Казанского федерального университета представлены и другие электронные курсы для учителей математических и естественнонаучных дисциплин (математики, физики, химии, географии, информатики). Эти электронные курсы применяются на дистанционном этапе и содержат контрольно-измерительные материалы для рубежного

контроля перед очным обучением на соответствующих курсах.

Все электронные ресурсы представлены на площадке «Дистанционное образование Казанского федерального университета».

Следует также отметить, что внедрение электронного обучения гармонично вписывается в систему индивидуальных образовательных траекторий студентов с акцентом на интеграцию теории и практики.

Третье условие – непрерывное взаимодействие студентов с будущей профессиональной средой в ходе практик, начиная с 1 курса. Для этого в учебном плане, например, педагогического бакалавриата предусмотрена серия педагогических практик в школах: учебно-ознакомительная (1 курс); психолого-педагогическая (2, 3 курсы); практика по получению профессиональных умений и навыков (3 курс); производственная (педагогическая) практика (3, 4 курсы).

Формы организации практик различны. Производственная (педагогическая) практика на 3 и 4 курсах проходит в концентрированной форме. В этот период студенты – будущие учителя постоянно находятся в школах, ведут уроки по предмету и воспитательную работу с учащимися, организуют внеурочные мероприятия для них, участвуют в родительских собраниях. Остальные практики – учебно-ознакомительная на 1 курсе, психолого-педагогическая на 2 и 3 курсах, а также практика по получению профессиональных умений и навыков на 3 курсе – проходят в распределенной форме. В ходе распределенных практик студенты в свободное от занятий в университете время посещают школы.

Все формы практик предполагают ведение дневника практиканта и письменные отчеты. Письменные отчеты включают следующее: расширенные конспекты по пяти проведенным урокам по химии (технологические карты уроков); конспекты внеклассных мероприятий; анализ проведенных уроков и самоанализ всей практики; таблицы посещенных и проведенных самостоятельно уроков, видеофрагмент одного урока продолжительностью 20 минут; справку о проведении родительского собрания; фотоматериалы проведенных уроков и внеклассных мероприятий; дневник практики; отзыв школьного учителя и директора. Кроме перечисленного, студенты-практиканты представляют результаты психолого-педагогического анализа каждого ученика и класса в целом.

Перед началом практик проводится установочная конференция, после окончания практик – отчетная конференция с приглашением университетских пре-

подавателей, ведущих химико-методический и психолого-педагогический блоки дисциплин.

Четвертое условие – издание практико-ориентированных учебных пособий, основанных на интеграции теории и практики в системе образования. Например, изданные на кафедре химического образования Казанского федерального университета учебные пособия – победители нескольких грантов: «Основы аналитической химии» (теоретический материал интегрирован с его практическим применением в решении расчетных и экспериментальных заданий) и «Методика решения заданий единого государственного экзамена по общей и неорганической химии» (теоретический материал интегрирован с методикой решения расчетных и тестовых заданий различного уровня сложности).

Рассмотрим подробнее специфику содержания отмеченных пособий в исследуемом ключе интеграции теории и практики.

Основное отличие этих пособий от других связано с решением задачи активного усвоения студентами изученного учебного материала посредством творческой интеграции теории и практики, развивая умение самостоятельно мыслить, опираясь на научные химические теории при решении химических задач. Для этого каждая лекция сопровождается планом изложения, методическими указаниями, организацией познавательной деятельности студентов, выделением комплексной дидактической цели, а также списком рекомендуемой учебной литературы. В данных пособиях много специальных заданий тренировочного (типовые задачи) и познавательного (творческие задачи) характера.

Многолетняя экспериментальная реализация данных педагогических условий позволяет констатировать их эффективность в формировании предметных компетенций, о чем свидетельствуют результаты государственных экзаменов, а также внутренней и внешней сертификации выпускников Казанского федерального университета по направлению «Педагогическое образование, профиль химия».

Заключение

Выявлены и теоретически обоснованы педагогические условия творческой интеграции теории и практики в системе университетского образования. Это разработка практико-ориентированных курсов профильных дисциплин; разработка электронных образовательных ресурсов по обучению методике решения заданий различного уровня сложности; непрерывное

взаимодействие студентов с будущей профессиональной средой; издание практико-ориентированных учебных пособий.

Список литературы

1. Kashapov N.F., Gil'Manshin I.R., Konahina I.A. System analysis of the energy complex of engineering enterprise as a basic tool of effective energy management. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Сер. «Innovative Mechanical Engineering Technologies, Equipment and Materials-2013». 2014. С. 012024. DOI: 10.1088/1757-899X/69/1/012024.
2. Гильманшина С.И., Моторыгина Н.С. Формирование логического мышления учащихся в условиях инновационной образовательной среды // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10–2. С. 398–401.
3. Гильманшина С.И. Формирование профессионального мышления будущих учителей на основе компетентного подхода: дис. ... докт. пед. наук. Казань: Институт педагогики и психологии профессионального образования Российской академии образования, 2008. 456 с.
4. Valeeva R.A., Gafurov I.R. Initial teacher education in Russia: connecting theory, practice and research // *European Journal of Teacher Education*. 2017. Vol. 40. Is. 3. P. 342–360. DOI: 10.1080/02619768.2017.1326480.
5. Гафуров И.Р., Калимуллин А.М. Организационная и содержательная модернизация педагогического образования в Казанском федеральном университете // *Образование и саморазвитие*. 2015. № 2 (44). С. 3–10.
6. Gilmanshin I., Gilmanshina S. The formation of students engineering thinking as a way to create new techniques, technologies, materials. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Сер. «International Scientific-Technical Conference on Innovative Engineering Technologies, Equipment and Materials 2015, ISTE-IETEM 2015». 2016. С. 012006.
7. Коногорская С.А. Гендерно-возрастные особенности развития пространственного мышления учащихся [Электронный ресурс]. URL: <http://sociosphera.com/publication/conference/2013/189/> (дата обращения: 17.10.2018).
8. Коробкова С.А. Гендерный подход в изучении дисциплин естественнонаучного содержания [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rusnauka.com/NIO/Pedagogica/korobkova%20s.a.doc.htm> (дата обращения: 17.10.2018).
9. Богоявленская Д.Б., Шадриков В.Д., Бабаева Ю.Д., Брушлинский А.В., Дружинин В.Н., Ильясов И.И., Калиш И.В., Лейтес Н.С., Матюшкин А.М. Рабочая концепция одаренности. 2-е изд., расшир. и перер. М., 2013. 34 с. [Электронный ресурс]. URL: https://narfu.ru/school/deti_konchep.pdf (дата обращения: 17.10.2018).
10. Зимняя И.А. Педагогическая психология. Ростов н/Д.: Деникс, 1997. 480 с.
11. Климов Е.А. Психология профессионального саморазвития. М.: Академия, 2004. 302 с.
12. Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. М.: Смысл, 2001. 365 с.
13. Халикова Ф.Д., Халиков А.В. Практическая направленность преподавания химии для одаренных детей в системе непрерывного химического образования // *Европейский журнал социальных наук*. 2017. № 5. С. 312–317.
14. Дистанционное образование КПФУ: Кафедра химического образования [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.kpfu.ru/course/index.php?categoryid=369> (дата обращения: 17.10.2018).
15. Дистанционное образование КПФУ: Химия [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.kpfu.ru/course/index.php?categoryid=215> (дата обращения: 17.10.2018).

УДК 378.14

СТРУКТУРНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БАКАЛАВРОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Есин Р.В.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: resin@sfu-kras.ru

Статья посвящена определению структуры и содержания математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки при организации обучения математике в электронной среде. На основе анализа федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, международных стандартов, а также нормативно-методических документов и положений о применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий предложена структурно-содержательная модель математической компетентности будущего бакалавра информационно-технологических направлений в электронной среде с учетом специфики его профессиональной деятельности. Модель представлена в рамках четырехкомпонентной структуры, включающей когнитивный, праксиологический, мотивационно-ценностный и рефлексивно-оценочный компоненты, а также составляющие математической компетентности: компетенцию формализации, компетенцию математического моделирования, компетенцию математического моделирования в пакетах прикладных программ и метакогнитивную компетенцию. Новизной предложенной структурно-содержательной модели выступают содержание математической компетентности, позволяющее организовать обучение математике в электронной среде и определение в составе математической компетентности – метакогнитивной компетенции, характеризующей способность и готовность человека к самоорганизации и непрерывному обучению. На основе предложенной в работе структурно-содержательной модели математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки в дальнейшем предлагается построить результативную методику формирования математической компетентности в электронной среде и разработать электронную обучающую среду обучения математике.

Ключевые слова: математическая компетентность, обучение математике, компетенция формализации, компетенция моделирования, метакогнитивная компетенция, электронное обучение, электронная среда

STRUCTURAL AND CONTENT MODEL OF MATHEMATICAL COMPETENCE OF BACHELORS OF INFORMATION AND TECHNOLOGICAL DIRECTIONS OF PREPARATION

Esin R.V.

*Federal Autonomous Educational Institutional of Higher Educational Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, e-mail: resin@sfu-kras.ru*

The article is devoted to determining the structure and content of the mathematical competence of bachelors of information technology training in the organization of training in mathematics in the electronic environment. Based on the analysis of federal state educational standards of higher education, international standards, as well as regulatory and methodological documents and regulations on the use of e-learning and distance learning technologies, a structural and content model of the mathematical competence of the future bachelor of information and technological directions in the electronic environment is proposed, taking into account the specifics of his professional activities. The model is presented within the quaternary structure including cognitive, praxeological, motivational and evaluative reflective-evaluative components as well as components mathematical competence: formalization competence, mathematical modeling competence, mathematical modeling competence in packages applications and metacognitive competence. The novelty of the proposed structural-content model is the content of mathematical competence, which allows organizing education in mathematics in the electronic environment and determining the composition of mathematical competence – metacognitive competence, which characterizes a person's ability and readiness for self-organization and continuous learning. On the basis of the structure and content model of mathematical competence proposed by the bachelors of information and technological directions of preparation, it is proposed to build an effective methodology for the formation of mathematical competence in an electronic environment and develop an electronic learning environment for teaching mathematics.

Keywords: mathematical competence, learning mathematics, formalization competence, modeling competence, metacognitive competence, e-learning, electronic environment

Изменения в социально-экономической сфере, происходящие с начала XXI в., обусловлены стремительным технологическим скачком. Постоянно растущий поток информации, процессы глобализации и информатизации затрагивают различные сферы жизни общества, в связи с чем воз-

никает необходимость подготовки высококвалифицированных выпускников информационно-технологических направлений. Анализ требований ФГОС ВО показывает, что в каждом новом поколении стандартов возрастает ориентированность на приобретение будущими выпускниками профес-

сиональной компетентности для решения профессиональных задач. В исследованиях И.П. Дудиной, М.И. Дьяченко, Э.Ф. Зеера, И.А. Зимней, Н.В. Кузьминой, В.В. Лаптева, М.М. Манушкиной, В.Д. Шадрикова и др., посвященных феномену профессиональной компетентности выпускников информационно-технологических направлений подготовки, обозначено, что базисом формирования профессиональной компетентности выступает математическая компетентность.

Проведенный анализ нормативных документов, научно-методической и учебной литературы [1, 2], а также практика обучения математике в техническом вузе показали, что в настоящее время остаются слабо изученными возможности применения электронной среды для формирования математической компетентности будущих бакалавров. В этих условиях возникает необходимость создания новых подходов к проектированию средств обучения математике в электронной среде, которые будут способствовать формированию математической компетентности в процессе организованной математической деятельности. При этом повышение эффективности учебной деятельности студентов связано с формированием познавательной самостоятельности студентов, способности к самообучению и непрерывному образованию, которые, ориентируясь на современные образовательные тренды, целесообразно реализовывать в электронной среде.

Целью данной статьи является определение структуры и содержания математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки для разработки результативной методики формирования математической компетентности в электронной среде.

Методологию исследования составляют обзор основных направлений современных исследований, действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, международных стандартов для подготовки бакалавров информационно-технологических направлений, а также нормативно-методических документов и положений о применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Результаты исследования и их обсуждение

Стоит отметить, что в исследовании, направленном на раскрытие структуры и содержания математической компетентности выпускников информационно-технологических направлений, выявлено,

что наряду с ориентацией содержания на профессиональную деятельность, содержание математической подготовки направлено на реализацию научно-исследовательской деятельности как составляющей профессиональной. При этом в качестве профессиональных задач в соответствии с научно-исследовательским видом профессиональной деятельности выделяются математическое моделирование процессов и объектов на базе пакетов прикладных программ (ППП) и исследований и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов.

На основе анализа ФГОС ВО, а также основных образовательных программ выделен набор компетенций, входящих в состав математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений:

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

- способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Состав математической компетентности обеспечивающего применение методов математического анализа и моделирования предлагается определить на основе этапов математического моделирования [3], так как они соотносятся с компонентами профессиональной деятельности, определяемыми ФГОС ВО и профессиональными стандартами:

1. Этап формализации математической задачи.

2. Этап реализации методов математического моделирования.

3. Этап анализа информации и проверки адекватности модели.

Формализация задачи является первым этапом моделирования и направлена на формирование у студента математической культуры и знакомство с математическим языком, для дальнейшего применения в профессиональной деятельности полученных знаний в процессе построения математических моделей. На этапе формализации описывается исследуемая система: определяется ее целевое назначение, характер деятельности, используемые ресурсы и нормативные параметры, происхо-

дит изучение объекта моделирования, анализ доступной информации, определение ограничений и допущений. Определяются функциональные зависимости, связывающие переменные и параметры модели, вводятся формализованные элементы: переменные, параметры, обозначения, индексы, на основе которых осуществляется математическая запись задачи. Поэтому в качестве отдельной составляющей структурно-содержательной модели предлагается выделить компетенцию формализации.

Также наряду с компетенцией формализации предлагается в качестве составляющей математической компетенции включить компетенцию математического моделирования. Понятие компетенции математического моделирования в педагогической теории встречается в работе [4]. Данная компетенция играет ключевую роль в профессиональной составляющей математической компетентности, поскольку математическое моделирование становится рабочим инструментом профессиональной деятельности выпускника любого информационно-технологического направления.

Компетенция математического моделирования определяется как способность актуализировать и применять математические знания и методы при построении, анализе и интерпретации математических моделей в процессе решения профессиональных задач. Поэтому способность применять математическое моделирование в профессиональной деятельности, реализуемая через использование специальных программных средств и сред – пакетов прикладных программ, предопределяет введение в содержание математической компетентности – компетенции математического моделирования в пакетах прикладных программ.

Одной из задач высшего образования, решению которой сегодня уделяется серьезное внимание, является организация самостоятельной познавательной деятельности студентов. Опыттно-экспериментальная работа показала, что метакогнитивная деятельность увеличивает способность обучающихся понимать смысл изучаемого в различных областях знания [5], что позволяет рассматривать метакогнитивные способности как ключ к успешному обучению, в том числе обучению математике. Формированием и развитием различных компонентов метакогнитивной компетенции занимались как отечественные, так и зарубежные исследователи, среди которых необходимо отметить А.Л. Браун, J.H. Flavell, Э.Ф. Зеер, А.В. Карпова, М.А. Холодную и др.

Перспективным направлением в области развития способности к самообразова-

нию и непрерывному обучению выступает обучение в электронной среде [6, 7]. Оно позволяет реализовать методы обучения, способствующие развитию познавательных и метакогнитивных способностей, обеспечивающих студентам осуществление рефлексии выполненных ими действий.

То есть в отличие от существующих и представленных выше составляющих математической компетентности студентов информационно-технологических направлений [8, 9], содержащей компетенции: формализации, математического моделирования и математического моделирования в пакетах прикладных программ, предлагается включить в структуру математической компетентности метакогнитивную компетенцию, характеризующую способность и готовность человека к самоорганизации и самообучению в течение всей жизни. Включение этой компетенции обусловлено новыми требованиями к результатам подготовки выпускников, прописанными в ФГОС ВО, международных стандартах, а также современными тенденциями к реализации учебной деятельности в электронной среде, обеспечивающими формирование познавательной самостоятельности студентов, способности к самообучению и непрерывному образованию.

Следуя взглядам на концепции метакогнитивизма, интеллекта и рефлексивной деятельности [10, 11], предлагается выделить ключевые компоненты метакогнитивной компетенции при обучении математике в электронной среде, с помощью которых обучаемый контролирует образовательный процесс:

– Целеполагание – компонент направлен на приобретение способности определять цели при осуществлении математической деятельности.

– Планирование – компонент помогает развивать навыки самостоятельного принятия решения относительно объема изучаемого математического материала и расстановки приоритетов для результативного обучения.

– Регулирование – компонент ориентирован на понимание преимуществ применения математического аппарата в профессиональной деятельности и развития умений справляться с проблемными моментами.

– Оценивание – компонент отражает умение производить анализ и оценку эффективности собственной математической деятельности.

На основе выделенных компонентов метакогнитивную компетенцию можно определить как интегративное свойство личности, характеризующееся способностью

и готовностью индивида к расширению общего и профессионального кругозора на основе самоорганизации и непрерывного обучения, включающего следующие компоненты: целеполагание, планирование, регулирование и оценивание.

Также математическую компетентность при построении ее структурно-содержательной модели предлагается рассматривать в рамках четырехкомпонентной структуры, состоящей из когнитивного, праксиологического, мотивационно-ценностного и рефлексивно-оценочного компонентов [12, 13].

Когнитивный компонент математической компетентности отвечает за объем математических знаний, необходимых для оперирования математическими понятиями, категориями, теориями и законами в различных областях, используя специальную символику. При этом особенность профессиональной составляющей бакалавров информационно-технологических направлений ориентирует на освоение знаний, достаточных для самостоятельного применения методов математического моделирования в профессиональной деятельности,

в том числе с использованием автоматизированных программных пакетов.

Праксиологический компонент отвечает за умения, навыки и опыт практического применения математических знаний в профессиональной деятельности, включая умения конструировать объекты реального мира математическим языком и строить модели исходя из условий конкретной ситуации профессиональной деятельности. Ключевым содержанием праксиологического компонента в профессиональной области бакалавров информационно-технических направлений, помимо владения методами математического моделирования в пакетах прикладных программ, выступает также способность при построении математических моделей определять существенные параметры исходного объекта, которые в процессе моделирования будут использоваться для получения новой информации. Данный навык отражает глубину владения аппаратом математического моделирования в профессиональной деятельности и инструментальными возможностями математических пакетов при решении профессиональных задач.

Структурно-содержательная модель математической компетентности

Составляющие	Компоненты компетенции			
	Когнитивный	Праксиологический	Мотивационно-ценностный	Рефлексивно-оценочный
Компетенция формализации	Знает математический язык и математическую символику	Умеет конструировать объекты реального мира математическим языком, используя специальную символику	Осознает значимость математической постановки задачи	Осуществляет критический анализ математической формализации реального объекта
Компетенция математического моделирования	Знает математический аппарат основных разделов математических дисциплин и определяет цель математического моделирования	Владеет методами математического моделирования в профессиональной деятельности	Осознает важность владения математическим аппаратом для построения математических моделей и его необходимость при решении прикладных задач	Оценивает собственный уровень владения математическим аппаратом построения математических моделей
Компетенция математического моделирования в ППП	Знает функциональные возможности пакетов прикладных математических программ	Владеет инструментальными возможностями математических пакетов при решении практико-ориентированных задач	Осознает профессиональные преимущества математического моделирования пакетами прикладных программ	Способен оценить адекватность полученной модели, реализованной в математических ППП исходному объекту
Метакогнитивная компетенция	Знает эффективные способы самостоятельной организации математической деятельности	Способен определять цели и расставлять приоритеты при осуществлении математической деятельности	Осознает преимущества владения математическим аппаратом для профессионального совершенствования в условиях тренда «lifelong learning»	Производит анализ процесса самообразования и уровень самоорганизации посредством самоконтроля и самооценки выполненной математической деятельности

Мотивационно-ценностный компонент определяет личностное отношение к математической деятельности и совокупность ценностных ориентаций при решении профессиональных задач и направлен на формирование положительного отношения к математической деятельности в составе профессиональной деятельности. Особенность и специфика профессии выпускников информационно-технологических направлений отражается в понимании важности владения математическим аппаратом для построения математических моделей и осознанности профессиональных преимуществ применения методов математического моделирования в специализированных программах при решении профессиональных задач.

Рефлексивно-оценочный компонент определяет способность к самооценке, анализу, планированию и достижению поставленных целей в процессе математической деятельности. Профессиональная направленность математической компетентности позволяет осуществлять критический анализ собственного уровня математической подготовки, построенной математической модели с целью понимания сущности исследуемых явлений, осознания проблем в процессе профессиональной деятельности и принятия решения по корректировке действий в случае необходимости.

Таким образом, сводя составляющие и компоненты математической компетентности, разработана структурно-содержательная модель математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки, представленная в таблице.

Заключение

Предложенная в работе структурно-содержательная модель математической компетентности будущего бакалавра информационно-технологических направлений представлена в рамках четырехкомпонентной структуры, включающей когнитивный, прагматический, мотивационно-ценностный и рефлексивно-оценочный компоненты, а также составляющие математической компетентности: компетенцию формализации, компетенцию математического моделирования, компетенцию математического моделирования в пакетах прикладных программ и метакогнитивную компетенцию. Новизной предложенной структурно-содержательной модели выступают содержание математической компетентности, позволяющее организовать обучение в электронной среде и определение в составе математической компетент-

ности – метакогнитивной компетенции, характеризующей способность и готовность человека к самоорганизации и непрерывному обучению.

На основе предложенной в работе структурно-содержательной модели математической компетентности в дальнейшем предлагается построить результативную методику формирования математической компетентности при обучении математике бакалавров инженерно-технологических направлений в электронной среде.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-00654.

Список литературы

1. Lai K.W. Digital technology and the culture of teaching and learning in higher education. Australasian Journal of Educational Technology. 2011. vol. 27. no. 8. P. 1263–1275.
2. Осипова С.И. Компетентностный подход в реализации инженерного образования // Педагогика. 2016. № 6. С. 53–59.
3. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Особенности математического моделирования технических устройств // Математическое моделирование и численные методы. 2014. № 1 (1).
4. Нахман А.Д. Формирование компетенции математического моделирования в условиях реализации концепции развития математического образования // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 2–2. С. 282–286.
5. Pressley M., Borkowski J.G., Schneider W. Cognitive strategies: Good strategy users coordinate metacognition and knowledge. Annals of Child Development. 2010. vol. 4. P. 89–129.
6. Дьячук П.П., Шкерина Л.В., Шадрин И.В., Перегудина И.П. Динамическое адаптивное тестирование как способ самообучения студентов в электронной проблемной среде математических объектов // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2018. № 1 (43). С. 48–59.
7. Зыкова Т.В., Шершнева В.А., Вайнштейн Ю.В., Даниленко А.С., Кытманов А.А. Электронные обучающие курсы по математике в высшем образовании // Перспективы науки и образования. 2018. № 4 (34). С. 58–65.
8. Миншин М.М. Структура профессионально-математической компетентности инженеров по программному обеспечению вычислительной техники и автоматизированных систем // Образовательные технологии и общество. 2010. Т. 13. № 4. С. 414–421.
9. Остыловская О.А., Шершнева В.А. Информационно-математическое моделирование в подготовке бакалавров направления «Прикладная информатика» // Информатика и образование. 2017. № 2 (281). С. 4–7.
10. Flavell J.H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. American Psychologist. 1979. vol. 34, no 10. P. 906–911.
11. Карпов А.В. О содержании понятия метакогнитивных способностей личности // Известия ДГПУ. Психолого-педагогические науки. 2013. № 4 (25). С. 12–19.
12. Татур Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. Т. 17. 18 с.
13. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход: учебное пособие. М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2005. 215 с.

УДК 378.147.31

АНАЛИЗ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНФОГРАФИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Кийкова Е.В., Соболевская Е.Ю., Кийкова Д.А.

*ФБГОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток,
e-mail: elena_kiykova@list.ru*

Статья посвящена анализу цветовосприятия студентами различных направлений подготовки вуза. В ходе проведения исследования была разработана анкета, состоящая из двух частей. Первая часть анкеты содержала вопросы об эмоциях и ассоциациях, вызываемых различными цветами. Во второй части анкеты была представлена инфографика в различных цветовых схемах. Был проведен опрос студентов первого, второго и третьего курсов разных направлений подготовки ФБГОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» в онлайн-режиме. В результате анализа ответов студентов выявлены самые предпочитаемые цветовые схемы и процентное соотношение эмоций, вызываемых определённым цветом. Так как для процесса обучения важными эмоциями являются радость, удивление (интерес), то на основе анкетирования было выявлено, что важными цветами для инфографики являются жёлтый, оранжевый и фиолетовый. Эмоции гнев (позитивное возбуждение) и раздражение, которые мотивируют к устранению препятствий на пути к цели, вызывает у респондентов красный цвет. Обоснована необходимость при разработке инфографики руководствоваться результатами анализа цветовых схем и цветовым предпочтением студентов разных направлений подготовки. Предложены цветовые схемы для разработки инфографики в учебном процессе.

Ключевые слова: инфографика, анкета, цветовосприятие, цветовая схема, обучение, эмоция

ANALYSIS OF COLOR PERCEPTION OF STUDENTS TO DEVELOP EFFECTIVE INFOGRAPHICS APPLIED IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Kiykova E.V., Sobolevskaya E.Yu., Kiykova D.A.

Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: elena_kiykova@list.ru

This article is devoted to the analysis color perception of student's in different direction of university preparation. During the research the questionnaire in two parts was developed. In the first part was questions about emotions and associations caused by different colors. In the second part, the infographics in various color scheme was presented. A student of first, second and third courses of various direction of university preparation on base of Vladivostok State University of Economics and Service was polled online. As a result of analyzing the responses of students, the most preferred color schemes and the percentage ratio of emotions, caused by the determined color, were identified. Since for the learning process, important emotions are joy, surprise (interest), then on the basis of the survey was revealed that yellow, orange and purple are important colors for infographics. Emotions anger (positive excitement) and irritation, which motivate respondents to eliminate obstacles to the goal, cause the red color of respondents. It justifies the need for the development of infographics to be guided by the results of the analysis of color schemes and the color preference of students in different direction of preparation. Color schemes for developing infographics in the educational process were proposed.

Keywords: infographics, questionnaire, color perception, color scheme, education, emotion

В данное время технологии развиваются стремительно, так же быстро меняется общество, в котором информация – главный товар. Самый удобный способ удовлетворения информационных потребностей – получение сведений, подготовленных оптимально для восприятия. Большинство людей воспринимают информацию визуально и этому способствуют интернет, реклама, компьютерные технологии. Как показывают исследования, 90% информации человек воспринимает через зрение; из текстового описания человек усваивает лишь 70% информации, а при добавлении картинок результат увеличивается до 95% [1].

Учитывая перечисленные факторы, наиболее эффективным методом представления информации является инфографика, позволяющая визуально представить

информацию и данные [2]. Визуализация позволяет представить информацию наглядным образом. Наибольшую трудность в восприятии материала вызывают абстрактные понятия, процессы, явления. Визуализация в виде инфографики позволяет придать абстрактным понятиям наглядный, конкретный характер [3]. Так же в визуализации большое значение имеет цвет. Эксперименты, подтверждающие влияние цвета на запоминание, проводили германские и британские ученые. Они показывали добровольцам цветные и черно-белые пейзажные снимки. Затем снимки были перемешаны с другими фотографиями и участвующим в эксперименте было предложено их узнать. В результате, цветные снимки были опознаны быстрее, чем черно-белые [4].



Рис. 1. Цветовые предпочтения по возрастным группам

В инфографике важно учитывать цветовую схему в итоговом информационном продукте. Так как восприятие цвета человеком имеет более древнее происхождение, чем восприятие текста, то он оказывает большее психологическое воздействие и затрагивает в первую очередь чувства, мгновенно воспринимается и создает стойкое впечатление. Определенные цвета и цветовые сочетания могут создавать необходимое психологическое и физиологическое состояние у человека. Например, красный цвет ускоряет пульс и скорость реакции, зеленый и синий – замедляет, фиолетовый обладает наибольшим эффектом замедления реакции [5].

На восприятие цвета влияют различные факторы: возраст, пол, образование, профессия, национальность, место проживания, исторически сложившиеся цветовые клише. С возрастом меняются предпочтения человека в цветах, ассоциации с ними [6]. На рис. 1 можно проследить, что предпочтение ярких, насыщенных цветов с возрастом меняется на выбор тусклых, спокойных тонов, так как снижается цветочувствительность.

Люди с высшим образованием, занимающиеся интеллектуальным трудом, в основном предпочитают холодные цвета, менее образованные и занимающиеся физическим трудом – яркие и теплые [7].

Все мы являемся частью визуальной культуры и привыкли к восприятию информации через образы. Инфографика представляет собой образовательный инструмент, который помогает объяснять сложные темы, приводит к лучшему пониманию и запоминанию информации. На лекции скорость передачи информации зависит от говорящего. Инфографика – статичный образ (исключая видео-инфографику). Изучая ее, слушатели сами выбирают скорость восприятия информации.

Применение инфографики в обучении студентов актуально и обусловлено следующими причинами:

- 90% информации человек усваивает через зрение;

- развитие самостоятельного обучения в электронной среде;

- информация представлена «оптимизированно» – кратко, доступно;

- нынешнее поколение – поколение визуальной культуры.

Цель исследования: выявление цветовых предпочтений у студентов для создания инфографики, применяемой в учебном процессе.

Материалы и методы исследования

Для выявления, сочетание каких цветов (цветовая схема) наиболее подходит для учебной инфографики, была разработана анкета для опроса студентов и проведено онлайн-анкетирование (использовался онлайн-сервис Google Формы). Анкета состоит из двух частей: в первой студенты выбирали, что чувствуют, глядя на определенный цвет, и писали свои ассоциации с ним. На рис. 2 представлен фрагмент анкеты.

Опрос "Цветовосприятие"

*Обязательно

Укажите Ваш возраст *

Укажите Вашу группу *

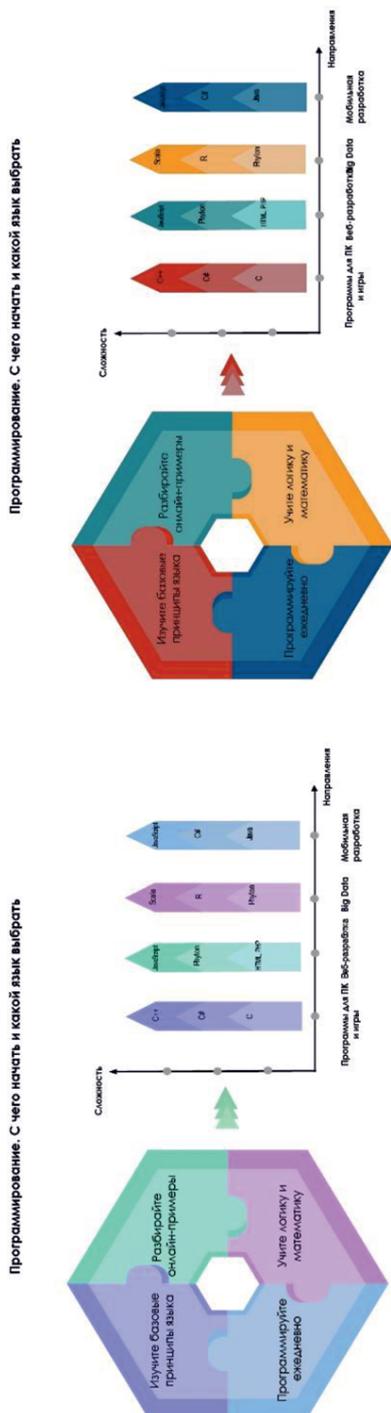
Какую эмоцию у Вас вызывает красный цвет?



Выбрать

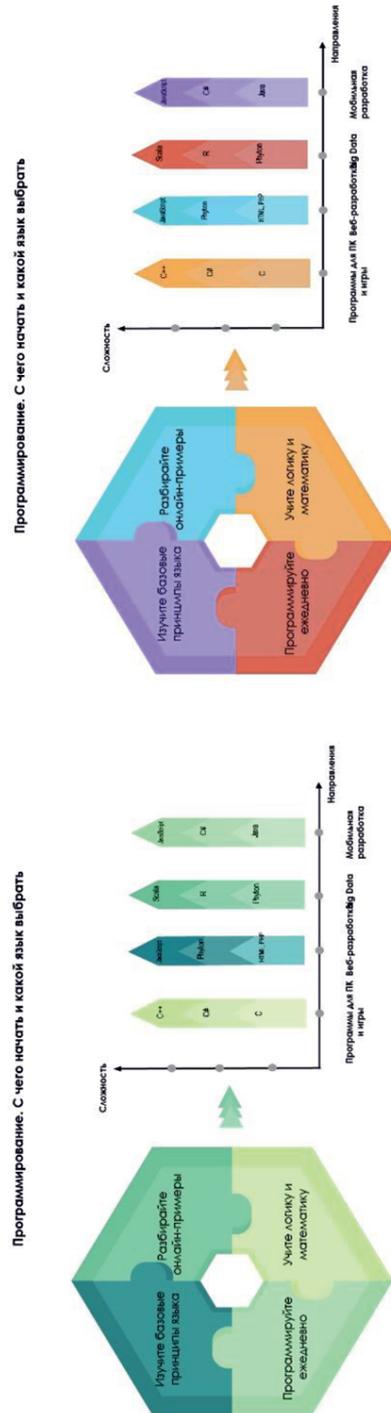
Какие ассоциации у Вас вызывает красный цвет?
(Например: голубой - небо)

Рис. 2. Фрагмент анкеты «Цветовосприятие»



а) Цветовая схема №1

б) Цветовая схема №2



в) Цветовая схема №3

г) Цветовая схема №4

Рис. 3. Цветовые схемы второй части анкеты «Цветовосприятие»

Во второй части одна и та же инфографика была представлена в различных цветовых схемах для выявления предпочитаемой студентами.

Инфографика на тему «Программирование. С чего начать и какой язык выбрать» была реализована в редакторе Adobe Illustrator. На рис. 3, а представлена инфографика в сине-зеленой цветовой схеме. Для этой схемы была выбрана сине-зеленая часть спектра, так как она способствует эффективному запоминанию информации, представленной визуально. На рис. 3, б, инфографика в насыщенной цветовой схеме. Цвета приглушенные, присутствуют синий и зеленый, а также красный в небольшом количестве, так что он не будет утомлять при изучении инфографики. На рис. 3, в, инфографика в зеленой цветовой схеме. Для этой схемы была выбрана зеленая часть спектра, так как она успокаивает нервную систему, способствует концентрации внимания, повышает способность к чтению и восприятию информации. На рис. 3, г, инфографика в насыщенной цветовой схеме. Цвета приглушенные, присутствуют синий и зеленый, а также красный в небольшом количестве, так что он не будет утомлять при изучении инфографики.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование проводилось на базе Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС), в исследовании приняли участие 110 студентов первого, второго и третьего курсов в возрасте от 17 до 22 лет. В анкетировании приня-

ли участие учащиеся одиннадцати направлений подготовки ВГУЭС (укрупненные группы подготовки высшего образования – информатика и вычислительная техника, электроника, радиотехника и системы связи, экономика и управление, юриспруденция, изобразительное и прикладные виды искусств, технологии лёгкой промышленности, науки о Земле, политические науки и регионоведение).

В результате проведенного опроса были получены диаграммы по каждому цвету (рис. 4) и информация о вызываемых ассоциациях.

В таблице представлен результат проведенного анкетирования по первой части опроса.

Для процесса обучения важными эмоциями являются радость, удивление (интерес): радость даёт энергию общения, а удивление (интерес) – любопытство или желание узнать что-то новое [7]. Как видно из таблицы, максимально эмоцию радости вызывают жёлтый, оранжевый, фиолетовый цвета. Эмоцию удивления – фиолетовый, оранжевый. Также важными эмоциями для процесса обучения являются эмоции гнев (позитивное возбуждение) и раздражение, которые мотивируют к устранению препятствий на пути к цели [8]. Максимальный процент этих эмоций у красного цвета.

Какую эмоцию у Вас вызывает красный цвет?

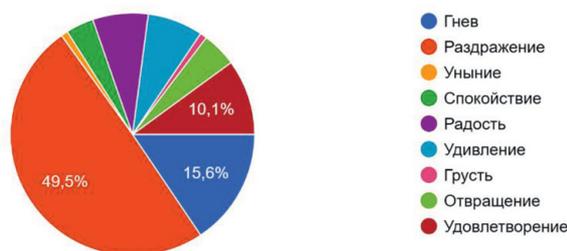


Рис. 4. Процентное соотношение эмоций, вызываемых красным цветом

Процентное соотношение эмоций, вызываемых определённым цветом

Эмоция	Цвет									
	Красный	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый	Черный	Серый	Коричневый	Оранжевый	Фиолетовый
Гнев	15,6	0,9	–	–	2,8	1,9	–	3,7	2,8	0,9
Раздражение	49,5	1,9	–	5,6	25	0,8	3,7	10,3	23,4	14,8
Уныние	0,9	14,8	6,5	4,6	0,9	13,9	33,6	15,9	1,9	2,8
Спокойствие	3,7	44,4	53,7	32,4	5,6	47,2	35,5	29,9	6,5	18,5
Радость	7,3	2,8	13	12	40,7	2,8	1,9	1,9	31,8	24,1
Удивление	7,3	1,9	5,6	7,4	9,3	2,8	1,9	7,5	13,1	18,5
Грусть	1	9,3	1,8	0,9	0,9	13	14	5,6	0,9	2,8
Отвращение	4,6	0,9	2,7	3,7	11,1	1,9	4,7	15,9	9,3	1,9
Удовлетворение	10,1	23,1	16,7	33,4	3,7	15,7	4,7	9,3	10,3	15,7

Цветовые схемы

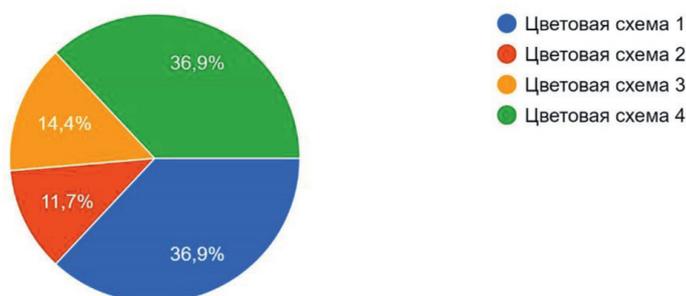


Рис. 5. Процентное соотношение цветовых схем

Результаты опроса по второй части анкеты представлены на рис. 5.

По мнению опрошенных, цветовые схемы № 1 и № 4 наиболее способствуют восприятию информации.

Цветовая схема № 2 представлена в более насыщенном и тёмном тоне по отношению к представленным схемам, в соответствии с цветовыми предпочтениями возрастных групп студентами цветовая схема № 2 не была выбрана.

Цветовая схема № 3 выполнена в зеленых пастельных тонах, зеленый цвет вызывает в основном удовлетворение и спокойствие, но студентами данная схема редко выбиралась, то есть данная инфографика не акцентировала на себе внимание.

Нарушение цветовых стереотипов – смелый, но действенный способ привлечь внимание, в то же время применение ярких цветов в обучающей инфографике должно быть умеренным, так как, например, красный цвет, хотя и быстро вызывает подъем работоспособности, тонизирует, но также быстро приводит к утомлению, что плохо сказывается на дальнейшем усвоении информации. Поэтому яркие цвета нужно применять со спокойными.

Цвета, которые набрали наибольший процент по эмоциям спокойствие и удовлетворение – синий, голубой, зеленый, черный, серый. Серый цвет при этом вызывает больше неприятных ассоциаций (дождь, туман, туча, хмурая погода), чем черный (в основном – ночь), поэтому этот цвет так же стоит использовать умеренно.

Если использовать только те цвета, которые вызывают спокойствие и удовлетворение, студентам будет сложно сконцентрироваться на работе, так как синий, голубой, зеленый цвета успокаивают, вызывают ощущение покоя.

Как показали результаты опроса – «однотонность» в спокойных цветах, как в цветовой схеме 3, также не стоит использовать в инфографике, так как она создает впечатление однообразия и также не способствует повышению усвоения учебного материала.

Проанализировав ассоциации студентов на предложенные цвета, мы увидели, что один и тот же цвет может вызывать прямо противоположные ощущения, например: желтый цвет у большинства ассоциируется с солнцем, теплом, но у некоторых вызывает эмоцию отвращения и соответственно негативные ассоциации (предательство).

Наше исследование и эксперименты других ученых выявили, что у каждого человека есть свои симпатии к одному цвету и антипатии к другому [4]. В зависимости от целевой аудитории цветовые схемы могут изменяться. Например, для студентов из Китая зеленый цвет кроме ассоциаций с природой, спокойствием может вызывать и негативные эмоции из-за устойчивого выражения «зеленая шляпа», означающего, что жена этого человека ведет себя распушенно [9].

Заключение

В результате проведенного исследования были выяснены цветовые предпочтения и ассоциации среди студентов первого, второго и третьего курсов различных направлений подготовки. При создании инфографики преподаватель, руководствуясь процентным соотношением эмоций, вызываемых определенным цветом, и предпочтением цветовых схем студентами, более грамотно сможет использовать цвета для представления материала и, как следствие, повысит эффективность его запоминания. Руководствуясь анализом опроса, можно поменять подачу учебного материала и акцентировать внимание в нужных местах.

Список литературы

1. Кийкова Е.В., Соболевская Е.Ю., Кийкова Д.А. Анализ эффективности применения инфографики в учебном процессе вуза // *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=27292> (дата обращения: 04.12.2018).
2. Кийкова Д.А., Сидорова Е.Ю. Анализ особенностей использования трехмерного моделирования в различных областях деятельности // *Интеллектуальный потенциал вузов на развитие Дальневосточного региона России и стран АТР: материалы XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Владивосток, Издательство Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, 2017. Т. 4. С. 58–62.
3. Фалунина Е.В., Ульянова А.А. Лекция-визуализация как форма обучения в вузе и ее применение в преподавании дисциплины «Поликультурное образование» // *Труды Братского государственного университета*. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2014. Т. 1. С. 205–207.
4. Егоров А.С. Цвет как фактор активизации процесса обучения учащихся // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева*. 2011. № 1–2 (69). С. 61–65.
5. Жигалова Ю.В. Возможности применения психологии цвета в практике работы дошкольного учреждения // *Формирование экономики знаний в России: вузы, предприятия и институты: материалы научной конференции студентов и молодых ученых НИМБ*, 2015. С. 78–79.
6. Фрилинг Г., Ауэр К. *Человек – Цвет – Пространство*. М.: Стройиздат, 1973. 117 с.
7. Бондаренко М.В., Аудер Е.В. Феномен цветовых предпочтений и некоторые аспекты его использования // *Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: материалы Всероссийской научной студенческой конференции*. Московский государственный университет дизайна и технологии, 2015. С. 142–144.
8. Долженко Р.А. Управление эмоциями студентов как основа формирования позитивной мотивации к обучению // *Вестник Томского государственного университета*. Экономика. 2011. № 1 (13). С. 127–131.
9. Гуз Ю.В. Ассоциативный эксперимент на восприятие цвета носителями русского, английского, немецкого и китайского языков // *Мир науки, культуры, образования*. 2009. № 1 (13). С. 46–49.

УДК 372.862

ИНДУСТРИЯ 4.0 И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Китайгородский М.Д.

ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»,
Сыктывкар, e-mail: mkit0111@gmail.com

В статье представлен обзор направлений и технологий четвертой промышленной революции, получившей название Индустрия 4.0. Современные промышленные технологии рассматриваются в контексте влияния их на развитие системы образования в целом, а особенно на технологическое образование в школе и вузе. Основными направлениями Индустрии 4.0 являются передовые технологии, благодаря которым четвертая промышленная революция стала реальностью. К наиболее важным из данных технологий можно отнести: интернет вещей; аддитивное производство; искусственный интеллект, машинное обучение и робототехнику; большие данные, блокчейн и облачные вычисления; виртуальная и дополненная реальность. Рассмотренные технологии определяют ключевые особенности Индустрии 4.0: взаимодействие – способность киберфизических систем (роботов, станков с ЧПУ, диагностического оборудования с интеллектуальными интерфейсами) взаимодействовать между собой на основе интернета вещей; виртуализация – интеграция имитационных и виртуальных информационных моделей с реальными технологическими процессами; децентрализация – способность киберфизических систем автономно принимать решения на основе технологий искусственного интеллекта; работа в режиме реального времени – возможность киберфизических систем анализировать технологические и производственные данные и предоставлять их в общую промышленную сеть, что требует обработки больших данных. Использование технологий Индустрии 4.0 в технологическом образовании является актуальным, и необходимы методики включения этих технологий в образовательный процесс.

Ключевые слова: четвертая промышленная революция, Индустрия 4.0, цифровое производство, образовательная область технология, технологическое образование, новые профессии

INDUSTRY 4.0 AND ITS IMPACT ON TECHNOLOGICAL EDUCATION

Kitaygorodskiy M.D.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pitirim Sorokin Syktyvkar State University», Syktyvkar, e-mail: mkit0111@gmail.com

The article provides an overview of the trends and technologies of the fourth industrial revolution, called Industry 4.0. Modern industrial technologies are considered in the context of their influence on the development of the education system as a whole, and especially on technological education in schools and universities. The main areas of Industry 4.0 are advanced technologies, thanks to which the fourth industrial revolution has become a reality. The most important of these technologies include: the Internet of things; additive production; artificial intelligence, machine learning and robotics; big data, blockchain and cloud computing; virtual and augmented reality. The considered technologies determine the key features of Industry 4.0: interaction – the ability of cyber-physical systems (robots, CNC machines, diagnostic equipment with intelligent interfaces) to interact with each other on the basis of the Internet of things; virtualization – the integration of simulation and virtual information models with real technological processes; decentralization – the ability of cyber-physical systems to autonomously make decisions based on artificial intelligence technologies; Real-time work – the ability of cyber-physical systems to analyze technological and production data and provide them to a common industrial network, which requires processing large data. The use of Industry 4.0 technologies in technological education is relevant and methods are needed for incorporating these technologies into the educational process.

Keywords: industrial revolution, industry 4.0, digital production, educational field technology, technological education, new professions

Развитие новых технологий, распространение их в современное производство, экономику, социальную сферу приводит к стремительным изменениям на глобальных рынках. Сегодня скорость создания и внедрения новейших разработок выше, чем когда-либо в истории, и продолжает расти. Такое развитие технологий приведет в ближайшие годы к формированию совершенно новых рынков, которые будут предоставлять потребителям передовые технологические решения и принципиально новые сервисы. Можно говорить о разворачивающейся в настоящее время глобальной промышленной револю-

ции, которая является результатом последних достижений в сфере информационно-коммуникационных и биотехнологий, робототехники и искусственного интеллекта [1].

Каждая промышленная революция кардинально изменяла жизнь людей, общество, экономику и находила свое отражение в образовании.

Цель исследования состоит в анализе влияния индустриальных революций на техническое и технологическое образование и выявлении влияния современных инновационных технологических направлений на содержание современного образования.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования мы использовали следующие методы исследования: методы теоретического уровня – обобщение и формализация (для описания этапов индустриальных революций на основе библиографического анализа литературы); методы экспериментально-теоретического уровня – анализ (для сопоставления состояний технологического образования с соответствующими этапами индустриальных революций), моделирование и синтез (для проектирования дисциплин образовательных программ подготовки будущих учителей технологии в соответствии с современными технологическими достижениями).

Результаты исследования и их обсуждение

Первая промышленная революция (вторая половина XVIII в. – начало XIX в.) означала появление и развитие промышленного производства и транспорта. Это произошло благодаря изобретению парового двигателя и созданных на его основе станков, транспортных механизмов.

Вторая промышленная революция (вторая половина XIX в. – начало XX в.) обусловлена электрификацией производства, появлением железнодорожного транспорта, внедрением поточного производства и разделением труда, что стало возможным благодаря исследованиям электрической энергии, развитию нефтяной и химической промышленности, изобретениям бензинового двигателя, телеграфа и телефона.

В это время (1884 г.) в учебные планы народной школы России был введен в качестве самостоятельного предмета ручной труд. В курс ручного труда входили работы, заимствованные из различных ремесел: столярного, токарного, резного, бондарного, колесного, кузнечного, жестяного, проволочного, картонажного и лепного [2]. В старших классах в ручном труде уже были задатки проектной деятельности – изготовление различных устройств и пособий, несложных приборов для изучения законов механики, оптики, электростатики и электродинамики. Изучалась обработка различных материалов – дерева, металлов, картона, глины, стекла [2].

Третья промышленная революция (вторая половина XX в. – начало XXI в.) – тотальная автоматизация и роботизация производств, связанные с развитием радиоэлектроники, цифровой и микропроцессорной техники, информационных технологий.

Эти промышленные изменения нашли отражение и в трудовом обучении. В 1993 г. в общем образовании была введена образовательная область «Технология». В то время трудовое обучение уже вызывало неудовлетворенность в системе образования по многим причинам. Существенными

проблемами, которые привели к кризису трудового обучения явились: отсутствие фундаментальности дисциплины, низкая интеллектуальная насыщенность содержания предмета; существенные отличия между системами общеобразовательной и трудовой подготовки; отсутствие связи содержания трудовой подготовки с современными технологиями; направленность трудового обучения на индустриальную среду и невнимание к другим жизненно важным областям деятельности человека (домоводство, народные ремесла и т.д.) [3].

В программы технологического образования были введены разделы, связанные с новыми принципами организации современного производства (конвейеризация, непрерывное поточное производство, многоцелевые технологические машины, глобализация системы мирового хозяйства и др.), автоматизация технологических процессов (автоматизация производства на основе информационных технологий, гибкая и жесткая автоматизация, применение на производстве автоматизированных систем управления технологическими процессами) [4].

Были внесены коррективы и в подготовку учителей технологии. В рабочих учебных планах появились дисциплины, связанные с автоматикой, использованием информационных технологий в технологическом образовании. Для более усиленной подготовки в этом направлении некоторые вузы вводили специализации.

Четвертая промышленная революция (начало XXI в.) – появление smart-заводов, предприятий, на которых автоматизированные и роботизированные промышленные системы взаимодействуют между собой и другими предприятиями на основе технологий искусственного интеллекта и технологий интернета вещей. Эти изменения связаны с появлением глобальных промышленных сетей, Интернета вещей, 3D принтеров, нейронных сетей и исследований в области искусственного интеллекта.

Четвертая промышленная революция получила название Индустрия 4.0, термин для которой был введен в 2011 г. на немецкой промышленной ярмарке в Ганновере. В этот период в Германии была утверждена программа стратегического развития промышленности «Платформа Индустрии 4.0» [5] и государственная программа «Промышленность 4.0». Ведущее направление этой программы заключалось в развитии промышленного интернета и технологий, основанных на глобальных коммуникациях. Подобные программы проработаны и в других странах, таких как США, Франция, Великобритания, Италия, Бельгия и др.

Направления Индустрии 4.0 в нашей стране в настоящее время оформились в виде Национальной технологической инициативы (НТИ), которая должна на основе долгосрочного прогнозирования на 10–15 лет проработать передовые решения, обеспечивающие глобальную безопасность, развитие новых технологических отраслей, высокое качество жизни людей. Национальная технологическая инициатива – это система проектов и программ, которые направлены на формирующиеся в настоящее время глобальные мировые рынки как промышленные, так и социальные, и в том числе образовательные.

Выделяют четыре основные особенности Индустрии 4.0 [6]:

1. Взаимодействие – способность киберфизических систем автономно объединяться и взаимодействовать друг с другом посредством интернета вещей и интернета услуг. Киберфизические системы – это промышленное оборудование, роботы, станки с ЧПУ, диагностические модули, объединенные с информационными системами, в которых происходит моделирование и управление технологических процессов. Это относится и к появлению так называемых цифровых заводов (умных заводов или смарт-заводов), которые построены на основе киберфизических систем.

2. Виртуализация – интеграция имитационных и виртуальных информационных моделей с реальными технологическими процессами, как на этапе проектирования процессов, так и при их реализации.

3. Децентрализация – способность киберфизических систем автономно принимать решения на основе технологий искусственного интеллекта.

4. Работа в режиме реального времени – возможность киберфизических систем анализировать технологические и производственные данные и предоставлять их в общую промышленную сеть, что требует обработки больших данных (Big Data).

Основными направлениями Индустрии 4.0 являются передовые технологии, благодаря которым четвертая промышленная революция стала реальностью. К наиболее важным из данных технологий можно отнести:

- Интернет вещей.
- Аддитивное производство.
- Искусственный интеллект, машинное обучение и робототехника.
- Большие данные, блокчейн и облачные вычисления.
- Виртуальная и дополненная реальность.

Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) – облачная среда, объединяющая в единую управляемую сеть устройства, прибо-

ры и целые технологические системы, оснащенные средствами взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Интернет вещей включает в себя не только физические устройства, но и виртуальные модели и среды, объединенные едиными коммуникационными сетями. Интернет вещей перестраивает технологические, организационные и даже социальные процессы, исключая из управления ими участие человека.

Технологии интернета вещей значительно расширяют возможности дистанционного обучения в образовании. Подключенные к интернету датчики, приборы, лабораторные установки и целые лаборатории позволяют организовать удаленные дистанционные учебные занятия с использованием реального, не виртуального, оборудования [7].

Аддитивное производство (3D-печать) – это процесс создания материальных объектов из цифровых моделей. Трехмерная модель проектируется в программе САПР, после этого предварительно проходит этап разбития модели на элементарные 2D слои и отправляется на печать в 3D-принтер. Области применения 3D-печати практически не ограничены в настоящее время. 3D-принтеры применяются в строительстве, медицине, образовании, архитектуре, дизайне, маркетинге, рекламе, автомобилестроении, моделировании одежды и обуви, археологии, ювелирной промышленности [8].

Аддитивные технологии активно внедряются и в технологическое образование. Рассмотрение этих технологий предусмотрено и Примерной основной образовательной программой основного общего образования. Многие используют 3D-принтеры в дополнительном образовании при проектировании и изготовлении деталей моделей, роботов, различных технических устройств.

Искусственный интеллект – раздел комплекса компьютерных наук, основной задачей которого является создание вычислительных систем, способных выполнять творческие функции, которые традиционно считаются выполнимыми лишь человеком. При этом интеллектуальная система – это программно-аппаратная система, решающая задачи, являющиеся творческими, имеющими отношение к определенной области знания. Такая система включает в себя вычислительную систему, базу знаний и интеллектуальный интерфейс, при помощи которого ведется общение с системой без специализированных программ для ввода данных. Основными направлениями, в которых проходят исследования в области искусственного интеллекта, являются: робототехника, системы распознавания изображений, символов, речи, машинное обучение.

Передовые технологии Индустрии 4.0 в содержании
и средствах современного образования

Передовые технологии Индустрии 4.0	Передовые технологии Индустрии 4.0 в содержании и средствах современного образования
Интернет вещей	Учебные лаборатории удаленного доступа. Дистанционные лабораторные стенды
Аддитивное производство	3D-принтеры в учебных мастерских. 3D-моделирование (в дисциплинах информатика, математика). Изготовление деталей роботов, технических устройств в дополнительном образовании учащихся
Искусственный интеллект, машинное обучение и робототехника	Использование в образовательном процессе аватаров и чат-ботов для консультирования, тестирования и проектирования индивидуальных образовательных маршрутов учащихся. Использование роботов присутствия при дистанционном обучении
Большие данные, блокчейн и облачные вычисления	Формирование защищенных портфолио учащихся и педагогов. Фиксация сформированности учебных и профессиональных компетенций. Использование в учебном процессе облачных технологий
Виртуальная и дополненная реальность	Использование в учебном процессе имитационных лабораторных стендов и лабораторных установок с элементами дополненной реальности (в дисциплинах физика, химия, биология, география и т.д.)

Достижения в области искусственного интеллекта позволили очертить еще формирующийся в настоящее время раздел в педагогике – роботопедagogика. Основные задачи такой области – проектирование и использование в образовательном процессе технологий искусственного интеллекта, таких как виртуальных помощников преподавателей – аватаров и чатботов (ботов-тьюторов, ботов-диагностов, ботов-энциклопедистов и т.п.).

Большие данные (Big Data) – технологии обработки информации огромных объемов. Когда говорят о больших данных, следует иметь в виду не только большие объемы, но большие скорости получения, передачи и обработки информации, а также большое разнообразие видов и форматов данных. Технологии Big Data позволят решать многие научные задачи на совершенно другом уровне. Обработка больших массивов информации образовательных систем, анализ результата обучения и поведенческих особенностей учащихся позволит сформировать индивидуальные образовательные маршруты, что в настоящее время является крайне актуальным.

Виртуальная и дополненная реальность. Виртуальная реальность – технологии, в которых объект управления представляет из себя компьютерную модель реальности (англ. virtualreality, VR). Созданные техническими средствами объекты и субъекты моделей реальных объектов передаются человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и т.д., при этом происходит имитация воздействия и реакции на это воздействие объектов.

Дополненная реальность – технологии, позволяющие проводить эксперимент, вос-

принимая смешанную реальность (англ. mixedreality), т.е. испытатель воспринимает кроме реальных объектов информацию, создаваемую с использованием «дополненных» с помощью компьютера виртуальных модельных элементов.

Виртуальная и дополненная реальность – это те технологии, которые будут эффективно применяться, в том числе и при дистанционном обучении, позволяя расширить возможности современного образования. На основе этих технологий создаются имитационные лабораторные стенды и лабораторные установки с элементами дополненной реальности.

Некоторые примеры влияния передовых технологий Индустрии 4.0 на содержание и средства обучения в современном образовании представлены в таблице.

Передовые технологии находят свое отражение и в подготовке будущих учителей технологии, физики, информатики, преподавателей дополнительного образования. Так в Московском педагогическом государственном университете в образовательную программу подготовки учителей технологии и физики введены дисциплины: Образовательная робототехника, Lego-механика, Программирование мобильных устройств, 3D-проектирование, 3D-моделирование. В программе подготовки учителей информатики и технологии Московского городского педагогического университета присутствуют современные дисциплины: Компьютерное моделирование, Основы искусственного интеллекта, Основы образовательной робототехники, Основы работы в CAD-системах, Основы мехатроники и робототехники, Облачные технологии в проектной

деятельности. В Сыктывкарском государственном университете имени Питирима Соркина при подготовке учителей физики и технологии студенты изучают такие дисциплины, как: Мехатроника и мобильная робототехника, Автоматика и микропроцессорная техника, Программирование микроконтроллеров, 3D-моделирование. И подобные дисциплины вводятся и в других педагогических вузах.

Еще один важный аспект, который следует рассмотреть в связи с Индустрией 4.0 – это появление новых профессий и отмирание существующих рынков труда и соответствующих им видов профессиональной деятельности.

Развитие промышленных технологий всегда приводило к изменениям в профессиональной деятельности людей, появлению новых и отмиранию невостребованных профессий. Автоматизация и роботизация индустриального производства исключила многие виды ручного труда и соответствующие специальности. Введение в производство технологий искусственного интеллекта в ближайшее время может привести к невостребованности и некоторых профессий интеллектуального труда.

При поддержке Агентства стратегических инициатив при Президенте РФ и Московской школы управления «Сколково» были проведены исследования, обобщающие и систематизирующие изменения, которые происходят в современных рынках производства и услуг и требований к специалистам, работающим на этих рынках. Результаты анализа были оформлены в виде «Атласа новых профессий» [9], в котором представлены профессии, которые будут востребованы в ближайшей перспективе. Атлас содержит две части. Первая часть посвящена профессиям, которые появятся совсем скоро (к 2020 г.) и в относительно недалекой перспективе 2030 г. Проанализированы более 20 отраслей, среди которых биотехнологии, медицина, робототехника и машиностроение, транспорт, финансовый сектор, культура и искусство и т.д. Во второй части представлены профессии, названные профессии-пенсии, среди которых проанализированы устаревающие интеллектуальные и рабочие профессии на горизонте 2020–2030 гг.

Конечно, изменения в профессиональной деятельности произойдут и в системе образования. Появятся новые специалисты, владеющие не только современными информационно-коммуникационными компетенциями, но и передовыми психолого-педагогическими технологиями. Прогнозируется появление игропедагогов, создающих об-

разовательные программы на основе игровых методик, разработчиков инструментов обучения состояниям сознания, проектирующих оборудование и программное обеспечение для обучения пользователей продуктивным состоянием сознания, тренеров по майнд-фитнесу, разрабатывающих программы развития индивидуальных когнитивных навыков и т.д. [8].

Заключение

Как видно из проведенного анализа, некоторые направления Индустрии 4.0, такие как интернет вещей, аддитивное производство, виртуальная и дополненная реальность, робототехника, находят свое отражение в технологическом образовании в школе, в подготовке учителей технологии и инженерном образовании. В образовательных программах появляются новые дисциплины, учебные модули, новые магистерские программы, позволяющие учесть особенности, происходящие в современном промышленном производстве. Но вместе с тем такие направления, как искусственный интеллект, большие данные, только недавно стали предметом исследований в современном образовании, и приложения этих технологий в ближайшем будущем существенно изменит содержание, формы и средства обучения инновационного образования.

Список литературы

1. Юдина М.А. Индустрия 4.0: перспективы и вызовы для общества // Государственное управление. Электронный вестник. 2017. № 60. С. 197–215.
2. Котряхов Н.В. Педагогический ручной труд в русской общеобразовательной школе конца XIX – начала XX в.: учеб. пособие. Программы ручного труда и рукоделия. Киров: Вятский госпедуниверситет, 1995. 161 с.
3. Хотунцев Ю.Л. Важность технологического образования школьников для развития экономики Российской Федерации // Интеграция образования, науки и производства в интересах высокотехнологического комплекса: материалы Международного форума «Технологии в машиностроении – 2010» (Москва, 30 июня – 4 июля 2010 г.). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. С. 134–142.
4. Программы средних образовательных учреждений. Трудовое обучение. 1–4 кл. Технология 5–11 кл. / Под ред. В.Д. Симоненко, Ю.Л. Хотунцева. М.: Просвещение, 2007.
5. Plattform Industrie 4.0 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plattform-i40.de> (дата обращения: 09.09.2018).
6. Eberhard Abele. Industry 4.0: the computerization of manufacturing [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tekniker.es/en/industry-4-0-the-computerization-of-manufacturing> (дата обращения: 09.09.2018).
7. Китайгородский М.Д., Смольянинов И.Н., Петухов В.В. Технология дистанционных интерактивных лабораторных работ // Школа и производство. 2015. № 2. С. 53–58.
8. Михайлова А.Е., Дошина А.Д. 3D принтер – технология будущего // Молодой ученый. 2015. № 20. С. 40–44.
9. Атлас новых профессий [Электронный ресурс]. URL: http://atlas100.ru/upload/pdf_files/atlas.pdf (дата обращения: 09.09.2018).

УДК 371.322.043.2:37.046.16:378.046.4

РАЗВИТИЕ НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ХОДЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТА АГРАРНОГО ПРОФИЛЯ

Коношина С.Н.

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел,
e-mail: konoshina2011@yandex.ru*

В статье рассмотрена актуальность подготовки высококвалифицированных специалистов аграрного профиля. Проведен анализ ситуации на рынке труда среди специалистов-аграриев, выявлены несоответствия между потребностями рынка труда и уровнем подготовки персонала сельскохозяйственного производства. Выявлено важное направление образовательной деятельности, позволяющее реализовать в полной мере полученные знания, развивать самостоятельность мышления, формировать конкурентоспособных, творческих, коммуникабельных, профессионально подготовленных специалистов, таким направлением является научно-исследовательская работа. Она развивается и совершенствуется на всех этапах обучения от среднего до высшего образования. Целью исследования является изучение влияния научно-исследовательской работы на формирование профессиональных компетенций будущего специалиста на различных этапах обучения. Непрерывность научно-исследовательской работы является основной составляющей в формировании профессиональных компетенций. Рассмотрены этапы формирования научно-исследовательской деятельности и проведен их анализ. Детально рассмотрены этапы формирования профессиональных компетенций в ходе различных форм научно-исследовательской работы обучающихся на первых курсах бакалавриата по различным направлениям подготовки. Проведен анализ результативности студентов в научно-исследовательской деятельности и дальнейшем профессиональном ростом, а также дальнейшей научной деятельностью. Сделан вывод о необходимости непрерывной научно-исследовательской работы на различных ступенях обучения.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа, профессиональные компетенции, этапы формирования и виды научно-исследовательской деятельности

THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC THINKING OF STUDENTS DURING THE EDUCATIONAL PROCESS AS THE FACTOR OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF A SPECIALIST AGRICULTURAL PROFILE

Konoshina S.N.

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, e-mail: konoshina2011@yandex.ru

The article considers the relevance of training of highly qualified specialists of agricultural profile. The analysis of the situation in the labor market among agricultural specialists, revealed inconsistencies between the needs of the labor market and the level of training of personnel of agricultural production. The important direction of educational activity allowing to realize fully the gained knowledge is revealed, to develop independence of thinking, to form competitive, creative, sociable, professionally-trained specialists, such direction is research work. It develops and improves at all stages of education from secondary to higher education. The purpose of the research is to study the impact of research work on the formation of professional competencies of the future specialist at various stages of training. The continuity of research work is the main component in the formation of professional competences. The stages of formation of research activity are considered and their analysis is carried out. The stages of formation of professional competence in the course of various forms of research work of students in the first undergraduate courses in various areas of training are considered in detail. The analysis of students' performance in research activities and further professional growth, as well as further research activities. The conclusion is made about the necessity of continuous research work at different stages of training.

Keywords: research work, professional competences, stages of formation and types of research activities

Деятельность современного агропромышленного комплекса направлена на выполнение важнейшей государственной задачи – обеспечение продовольственной безопасности страны. Выполнение этой задачи невозможно без привлечения к работе высококвалифицированных кадров. Анализ кадрового состава агропромышленного комплекса показывает на несоответствие требований рыночной экономики и уровня подготовки персонала. Большинство работников сельскохозяйственной отрасли по-прежнему обладают традиционными

знаниями и набором квалификационных требований, в то время как мировая и отечественная научная общественность подтвердила необходимость принятия и широкого внедрения, в том числе и научно-исследовательского подхода. В современных условиях для руководителей сельхозпредприятий важна не только квалификация работников, как умение проводить те или иные производственные процессы, но как компетенция, рассматриваемая как определенный набор знаний, умений и навыков, присущих специалисту [1].



Рис. 1. Этапы формирования профессиональной компетентности

Формирование профессиональной компетентности сотрудника происходит поэтапно (рис. 1).

На каждом этапе задействованы свои методы и способы реализации поставленной задачи.

Современная система образования ориентирована на формирование личности, способной на совершенствование своей профессиональной деятельности, самостоятельно и творчески подходить к решению профессиональных задач.

Цель исследования: рассмотреть влияние научно-исследовательской работы обучающихся в различных ее формах и на различных этапах обучения на формирование профессиональных компетенций студентов аграрного вуза.

Методы исследования: анализ научной литературы, метод наблюдения, метод анкетирования, метод педагогического эксперимента.

Объектом исследования явился процесс обучения будущих специалистов-аграриев.

Предметом исследования является эффективность использования элементов научно-исследовательской работы в учебном процессе при формировании профессиональных компетенций.

Результаты исследования и их обсуждение

Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 г. требуют привлечения специалистов качественно нового типа [2]. Постоянно уменьшается список задач, решения которых находятся в рамках традиционных технологий.

Одним из важнейших направлений подготовки, позволяющих реализовать в полной мере полученные знания, развивать самостоятельность мышления, конкурентоспособных, активных, творческих, коммуникабельных, профессионально подготовленных, способных молниеносно реагировать не только в стандартных, но и незапланированных производственных ситуациях, является научно-исследовательская работа, которая развивается и совершенствуется на всех этапах обучения от школьного до высшего образования.

Авторы Н.М. Александрова, С.М. Маркова, Ф.Ш. Галиуллина, А.В. Козлов, Н.Н. Копосова [3–5] указывают, что научно-исследовательская деятельность студентов может выступать в качестве основы практического освоения профессиональных компетенций, поскольку она непосредственно способствует личностной самореализации обучающегося, развивает индивидуальную траекторию его творческого мышления и в целом помогает организовать своего труд (рис. 2).

Непрерывность научного образования является обязательной связующей цепью при формировании профессиональных компетенций.

В системе школьного образования научная работа проводится как учебно-исследовательская, поскольку основная задача, которая стоит на данном этапе – это вовлечение обучающихся в учебно-исследовательскую деятельность. Школьник должен научиться видеть проблему, ставить цели и задачи, выбирать методы, разрабатывать и проводить эксперименты. Основные виды работы – индивидуальная научно-исследовательская работа или групповая проектная деятельность.

И хотя отдельного документа, регламентирующего научно-исследовательскую деятельность школьников, нет, важность и актуальность научной работы в школе несомненна: реализуются межпредметные связи, обеспечивается всестороннее развитие личности, формируется познавательный интерес, а также формируются профессиональные предпочтения в выборе будущей профессии.

В системе средне-профессионального образования научно-исследовательская работа проводится уже профессионально-ориентированно.

Важное значение имеет научно-исследовательская работа на начальном уровне бакалавриата, поскольку именно на этом этапе научно-исследовательская работа позволяет наиболее массово привлечь обучающихся, развивать их познавательную деятельность, формировать профессиональные компетенции, а также выявить потенциал для дальнейшей углубленной научной работы, чему способствует реализация стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ» на 2016–2020 гг. [6].

Научно-исследовательская работа в высшем учебном заведении в пределах учебного плана по направлению подготовки предусматривает следующие основные виды деятельности:

- учебно-исследовательские работы по предмету;
- решение профессиональных кейс-заданий;
- курсовые работы;
- выпускные квалификационные работы.

Исследовательская работа, проводимая во внеурочное время, является наиболее эффективной в развитии научного мышления и формирования профессиональных компетенций. К ней относят:

- научные доклады;

– участие в работе студенческого научного общества;

- научные конкурсы и выставки;
- творческие работы по предмету;
- научно-практические конференции.

В Орловском государственном аграрном университете им. Н.В. Парахина системой менеджмента качества регламентируется данный вид деятельности следующими положениями: положение о научно-исследовательской работе студентов, положение о студенческом научном кружке, положение о студенческом научном обществе, положение о студенческой научной конференции [6].

Изучение химических дисциплин позволяет не только развивать естественнонаучное познание и формировать картину окружающего мира, но и помогает осуществлять сбор аналитической информации и ее систематизировать, учит правильно планировать эксперимент, осваивать методы и методики проведения анализа, получать навыки работы на различном оборудовании, проводить измерения, фиксировать промежуточные и итоговые результаты исследовательской работы [7–9]. В дальнейшем полученные результаты могут использоваться в научно-исследовательской работе и профессиональной деятельности.

Вне зависимости от видов деятельности в каждой научно-исследовательской работе выделяют основные взаимосвязанные стадии, приведенные на рис. 3.

При формировании профессиональных компетенций будущих специалистов по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» особое место занимает формирование способности систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные при решении профессиональных задач с использованием естественнонаучных законов и методов [10].

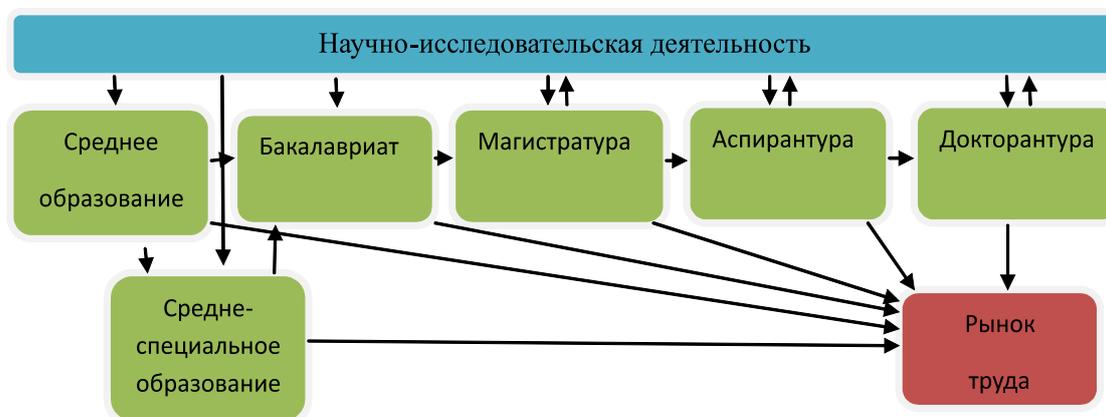


Рис. 2. Ступени развития научно-исследовательской деятельности и их взаимосвязь



*Рис. 3. Стадии построения
научно-исследовательской работы*

Лабораторные работы являются одним из простейших способов формирования профессиональных компетенций. На первом курсе при изучении химии предусмотрено несколько тем НИРС, проводимых в ходе лабораторных занятий, одной из которых является «Определение жесткости различных образцов воды». В ходе выполнения работы рассматриваются химические и физические свойства соединений кальция и магния, их значение в природе, технике, сельскохозяйственном производстве, отмечается важное технологическое значение гидрокарбонатов кальция и магния, а также экономическая составляющая при эксплуатации приборов водопотребления с жесткой водой. Из чего следует постановка целей и задач исследования: определить жесткость воды (общую, временную, постоянную). В качестве предметов исследования представлены различные образцы воды: водопроводная, речная, колодезная, родниковая, минеральная, кипяченая, фильтрованная и т.д. Анализируя актуальность различных аналитических методов, обучающимся необходимо выбрать оптимальный. Таким является титриметрический (объемный) метод анализа. Каждый студент получает индивидуальный образец для анализа и согласно методике проводит исследование. После получения результатов проводится их анализ, обсуждение, результатом которых является формулировка выводов о временной, постоянной и общей жесткости воды.

В ходе работы обучающиеся получают навык аналитического анализа и практиче-

ского умения, а также учатся делать выводы о проведенной работе.

Наблюдая за работой обучающихся в ходе выполнения НИРС и лабораторной работой, выполненной по традиционной методике, необходимо отметить, что в первом случае постановка целей и задач является более осмысленной, стимулирует познавательную деятельность, вызывает заинтересованность в проводимом анализе.

Эффективным способом реализовывать элементы научно-исследовательской работы обучающихся высшей школы является внедрение в учебный процесс кейс-заданий: проблемно-ситуативных ситуаций, позволяющих интегрировать одновременно теорию и практику. Применение их в российском образовании сегодня весьма актуально. Кейс-задания проверяют способность студента к анализу и быстрому поиску решения проблемы. Несмотря на эффективность кейс-заданий, они могут использоваться в учебных дисциплинах, способствующих развитию соответствующих профессиональных навыков и личностных качеств. Такой метод должен применяться в профессиях, где часто встречается ситуативная деятельность и деятельность, сочетающая различные навыки и умения. К таким профессиям относятся и направления подготовки сельскохозяйственного профиля. Во-вторых, использование кейс-заданий актуально в переподготовке кадров, помогает модернизировать знания и навыки.

Формирование профессиональных компетенций студентов направления подготовки 19.04.01 Биотехнология подразумевает овладение основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области: способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции, а также планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов [11].

Так, решение кейс-задач по дисциплине «Органическая химия и химия биологически активных веществ» позволяет давать химические и физические характеристики биологически активных веществ, получаемых в сельскохозяйственном производстве, а также прогнозировать негативные последствия при несоблюдении технологии их получения и применения.

Кейс-задачи не должны быть единственным методом в арсенале преподавателей, а идти в сочетании с традиционными методами (например, лекциями, лабораторными работами). Умение решения кейс-задачи формируется не только на знании конкретной дисциплины, но и в умении прово-

дять параллели среди всего количества изучаемых предметов, выделении логических связей между ними и способности прогнозировать полученный результат. При этом преподавателям, осуществляющим образовательную деятельность по направлению подготовки, необходимо совместно и разносторонне формировать необходимые профессиональные компетенции будущего выпускника.

Грамотное применение элементов научного исследования в ходе аудиторной работы позволяет не только решать поставленные задачи в рамках изучаемой дисциплины, но и выявить контингент студентов желающих заниматься научно-исследовательской деятельностью за рамками учебного процесса, что возможно при работе студенческих научных кружков и студенческих научных обществ.

На кафедре естественнонаучных дисциплин работает несколько студенческих научных кружков, в которых активно принимают участие обучающихся различных факультетов университета.

выявление роли научно-исследовательской деятельности в образовательном процессе. При анализе ответов было выявлено, что успеваемость обучающихся, занятых в работе научных студенческих кружков, выше не только по химическим дисциплинам, но и по другим изучаемым предметам, а научно-исследовательская работа рассматривается как важный компонент в освоении профессиональных компетенций.

Количество научных студенческих публикаций увеличилось с 7 до 17 в 2018 г., что указывает на развивающийся познавательный интерес к научно-исследовательской работе.

Активные участники научных обществ занимают должности ведущих специалистов в таких предприятиях, как СПЦ «Знаменское», компании «Мираторг», и других.

Заключение

Социально-экономические изменения, процессы глобализации рынка труда предъявляют более высокие стандарты к объему

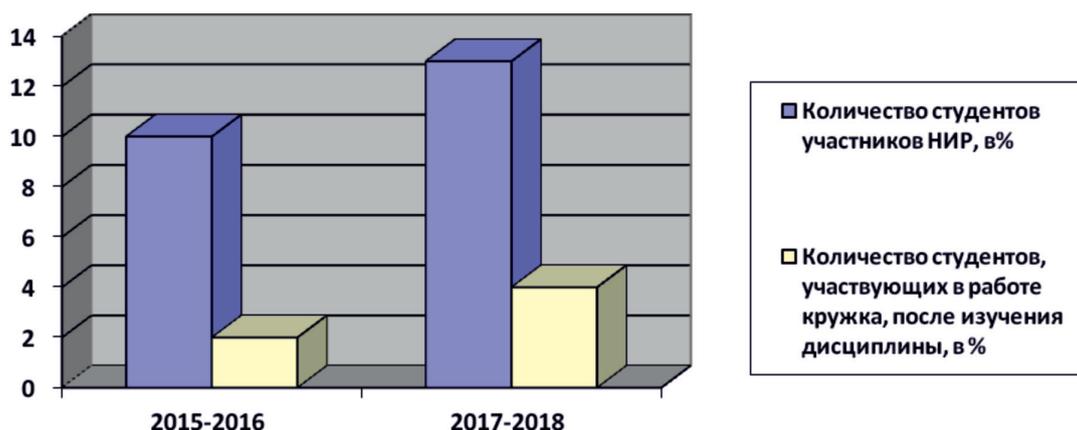


Рис. 4. Динамика численности участников НИРС

Проведя анализ работы научных студенческих кружков, выявлено, что в среднем участие в работе кружков в рамках изучаемой дисциплины принимают от 10 до 13% обучающихся (рис. 4). При этом динамика роста численности кружков в период с 2015 г. положительная. Для повышения эффективности работы научных кружков, а также профориентационной работы привлекаются и обучающиеся школ г. Орла. Увеличилось в 2 раза количество студентов, продолжающих заниматься научно-исследовательской деятельностью после изучения дисциплины.

Для выявления роли научно-исследовательской работы обучающимся было предложено анкетирование, направленное на

и качеству выполняемой работы. Достижению поставленных результатов способствует правильная организация непрерывной научно-исследовательской работы на разных ступенях обучения. Внедрение различных видов научно-исследовательской работы в аудиторную и внеаудиторную работу позволяет не только повысить интерес обучающихся к изучаемому предмету, но и формирует профессиональные компетенции будущего специалиста.

Список литературы

1. Бочарова Е.В. Профессиональная компетенция работников АПК // Островские чтения. 2017. № 1. С. 469–472.
2. Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до

2030 года (с изменениями на 13 января 2017 года). Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420251273.pdf> (дата обращения: 04.11.2018).

3. Козлов А.В., Уромова И.П. Научно-исследовательская деятельность обучающихся как основа реализации профессиональных компетенций // Вестник Мининского университета. 2017. № 1 (18). С. 4.

4. Александрова Н.М., Маркова С.М. Методика прогностических исследований профессионально-педагогического образования // Вестник Мининского университета. 2015. № 3 (11). С. 13.

5. Галиуллина Ф.Ш. Научно-исследовательская деятельность студентов как фактор формирования профессиональной компетентности // Филология и культура. 2011. № 25. С. 235–239.

6. Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина. Документы по вузу [Электронный ресурс]. URL: <http://www.orelsau.ru/about/docs/pdf> (дата обращения: 04.11.2018).

7. Ромазова Н.В., Коношина С.Н. Научно-исследовательская деятельность студентов как основа формирования профессиональных компетенций // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. № 15. С. 1831–1835.

8. Коношина С.Н. Пути повышения эффективности изучения химических дисциплин в аграрном вузе // Инновации в образовании: материалы VII Международной научно-практической конференции. 2015. С. 219–222.

9. Коношина С.Н. Влияние профессиональной направленности при изучении химических дисциплин на формирование молодого специалиста // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. № 13. С. 2631–2635.

10. Приказ Министерства образования и науки РФ от 21 марта 2016 г. № 246 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/200301_B_15062018.pdf (дата обращения: 11.12.2018).

11. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 марта 2015 г. № 19 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/190301.pdf> (дата обращения: 11.12.2018).

УДК 37.047:379.85

СТРАТЕГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСКУРСИОННО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ШКОЛЬНИКОВ

¹Костина Н.П., ²Севрюкова А.А.

¹МБОУ «Коелгинская средняя общеобразовательная школа имени дважды Героя Советского Союза С.В. Хохрякова» (МБОУ «Коелгинская СОШ»), село Коелга Еткульского района Челябинской области, e-mail: koelga_school@mail.ru;

²ГБУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования» (ГБУ ДПО ЧИППКРО), Челябинск, e-mail: alla107@inbox.ru

В статье обоснована актуальность обращения к проблеме профессиональной ориентации школьников. Выдвинута идея использования экскурсионно-познавательных маршрутов в качестве инструмента для формирования профессионального самоопределения обучающихся. Приведены данные констатирующего эксперимента (2016 г.), показывающие трудности педагогов Коелгинской средней общеобразовательной школы Челябинской области в этом сегменте деятельности. Цель написания статьи состоит в представлении разработанной стратегии проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов школьников, которая обеспечивает поддержку педагогов в формировании профессионального самоопределения обучающихся. На основе анализа первоисточников, посвящённых понятию «стратегия», дано определение стратегии проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов школьников. Это модель взаимосвязанных педагогических действий по формированию у школьников профессионального самоопределения. В наполнение стратегии проектирования ЭПМ входит определение подхода, цели, задач, содержательных основ, процессуальных аспектов, взаимодействия с партнёрами, ожидаемых результатов. В работе описаны все компоненты стратегии, которая творчески применена в практике образования. В заключении сделаны выводы относительно научной новизны и практической значимости сформулированной стратегии проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов на основе результатов повторного опроса (2018 г.) педагогов Коелгинской СОШ, продемонстрировавшего качественные преобразования в профессиональных способностях учителей. Смоделированы направления дальнейшей работы.

Ключевые слова: школьники, профессиональное самоопределение, стратегия проектирования экскурсионно-познавательного маршрута

STRATEGY OF DESIGNING EXCURSION-EDUCATIONAL ROUTE FOR SCHOOLCHILDREN

¹Kostina N.P., ²Sevryukova A.A.

¹Koelga Secondary General School named after twice Hero of the Soviet Union S.V. Khokhryakov Etkul district of the Chelyabinsk region, Koelga village, e-mail: koelga_school@mail.ru;

²Chelyabinsk Institute of Retraining and Improvement of Professional Skill of Educators, Chelyabinsk, e-mail: alla107@inbox.ru

The article substantiates the relevance of the appeal to the problem of professional orientation of schoolchildren. The idea of using excursion-educational routes as a tool to form a professional self-determination of schoolchildren is put forward. The data of the ascertaining experiment (2016) are presented. They show the difficulties of teachers of Koelga Secondary General School in Chelyabinsk region in this segment of activity. The purpose of writing the article is to determine the design strategy of the excursion-educational routes for schoolchildren. This provides support to teachers in the formation of professional self-determination of children. Based on the analysis of primary sources devoted to the concept of «strategy», the author's definition of a design strategy of the excursion-educational routes for schoolchildren is given. This is a model of interrelated pedagogical actions on the formation of professional self-determination among schoolchildren. The content of excursion-educational routes design strategy includes the approach, goal, objectives, substantive foundations, procedural aspects, interaction with partners, and expected. The work describes all the components of the strategy. It can be creatively applied in practice. The conclusions are made regarding the scientific novelty and practical significance of the formulated strategy for designing excursion-educational routes based on the results of the second survey (2018) of teachers from Koelga Secondary General School, which demonstrated qualitative changes in the professional abilities of teachers. The directions for further work are simulated.

Keywords: schoolchildren, professional self-determination, design strategy of excursion-educational route

Инновационное развитие российского общества актуализирует потребность в кадровом обеспечении разных отраслей экономики. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования ориентирован на становление личностных качеств школьника, одно из которых «подготовленный к осознанному

выбору профессии, понимающий значение профессиональной деятельности для человека и общества» [1]. Соответственно, в школе важно обратиться к формированию у обучающихся профессионального самоопределения, положительного имиджа профессий родного края. Для достижения этого значимого результата могут

хорошо подойти, по мнению коллектива Коелгинской СОШ Челябинской области, экскурсионно-познавательные маршруты (ЭПМ). В менеджменте туризма под экскурсионным маршрутом понимается «хорошо продуманный, наиболее удобный путь следования экскурсионной группы, способствующий раскрытию темы» [2]. Позиция педагогов Коелгинской СОШ состоит в том, что экскурсионно-познавательный маршрут не только способствует раскрытию темы, но и выступает в качестве прикладного инструмента профессионального самоопределения обучающихся [3]. На начальном этапе при разработке ЭПМ педагоги столкнулись с трудностями, продемонстрировали неумение представить весь процесс в целом, отобрать адекватные содержательные и процессуальные средства.

Цель данной статьи состоит в представлении разработанной стратегии проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов школьников, которая послужила основой для воплощения в практике идеи приобщения школьников к миру рабочих специальностей, формирования профессионального самоопределения обучающихся.

Материалы и методы исследования

Авторы статьи осуществили на базе Коелгинской СОШ в феврале 2016 г. исследование, направленное на выявление позиций педагогов, касающихся проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов школьников в урочной и внеурочной деятельности. Оно включало в себя письменный опрос педагогов. Для проведения исследования была разработана анкета, состоящая из пяти вопросов:

1. Желаете ли Вы осуществлять с обучающимися экскурсионно-познавательные маршруты?
2. Известна ли Вам стратегия проектирования ЭПМ?
3. Что служит основанием при отборе содержания для ЭПМ?
4. Можете ли Вы отобрать адекватные методы для реализации ЭПМ с обучающимися?
5. Всегда ли участвуют представители профессиональных сообществ села в экскурсионно-познавательных маршрутах?

На вопросы анкеты ответили 30 педагогов.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведённое анкетирование позволило получить важные сведения относительно представлений педагогов об экскурсионно-познавательных маршрутах:

– На первый вопрос анкеты о желании педагогов участвовать в разработке экскурсионно-познавательных маршрутов 86,4% учителей дали положительный ответ. 13,6% опрошенных не определились, хотят ли они точно реализовывать ЭПМ или не хотят.

– Стратегия проектирования ЭПМ известна частично лишь 16% респондентов, 84% педагогов посчитали, что совсем не знакомы с такой стратегией.

– Что касается отбора содержания для ЭПМ, то многие педагоги (93,6%) указали, что изучаемый материал предмета диктует необходимость обращения к профессиям родного села. При этом большинство участников опроса (80,8%) не написали о том, что не только изучаемая тема предмета лежит в отборе содержания, но и направленность ЭПМ на достижение цели профессионального самоопределения школьников.

– На вопрос «Можете ли Вы отобрать адекватные методы для реализации ЭПМ с обучающимися различных возрастных групп?» даны определённые ответы: «да» – 9,6%; «не всегда» – 38,4%; «нет» – 52%.

– Специалисты различных профессий села привлекаются для участия в ЭПМ нерегулярно. Об этом наглядно свидетельствуют ответы «иногда» – 64% и «нет» – 36%.

Результаты исследования продемонстрировали высокий уровень мотивации педагогов к разработке ЭПМ. Однако, что касается умений это делать, то приходится констатировать, что многие респонденты испытывают трудности в отборе содержания, действий, привлечении партнёров, плохо знакомы с наполнением стратегии проектирования ЭПМ. Эти обстоятельства указали авторам статьи на необходимость обращения прежде всего к осмыслению понятия «стратегия». А затем уже – к разработке стратегии, которая поможет учительскому корпусу во взаимодействии со школьниками строить и реализовывать ЭПМ для формирования профессионального самоопределения школьников.

В литературе встречаются различные взгляды на понимание стратегии. Известно, что в переводе с греческого языка это «искусство ведения войны». В знаменитом Большом толковом словаре русского языка Д.Н. Ушакова кроме военной составляющей утверждается, что это ещё и «искусство руководить действиями какого-нибудь коллектива для достижения общих, главных целей в его борьбе с противником» [4, с. 797].

Понятие стратегии является многогранным. В работе, посвящённой маркетингу, стратегия – это «долгосрочный план, включающий ряд последовательных мероприятий, разработанный с целью достижения, обычно с высоким уровнем рентабельности, инвестиций, столь выгодной рыночной позиции» [5, с. 69]. В данном определении акцентируется длительность действий для достижения целей.

Схожая позиция обнаруживается в работе Т.Т. Тайгибовой. Данный исследователь полагает, что разработка стратегии развития предприятия «должна являться непрерывным процессом, а не разовым событием» [6, с. 307].

О.С. Виханский и А.И. Наумов представляют стратегию по-другому, не как план, а как «долгосрочное качественно определенное направление развития организации, касающееся сферы, средств и формы ее деятельности, системы взаимоотношений внутри организации, а также позиции организации в окружающей среде, приводящее организацию к ее целям» [7, с. 220]. В подобной трактовке фиксируется направление развития, путь, подчёркивается, в том числе, важность взаимодействия организации с социальными партнёрами.

В учебном пособии о современном стратегическом планировании утверждается, что стратегия – это «общая концепция того, как достигаются главные цели организации, решаются стоящие перед ней проблемы и распределяются необходимые для этого ограниченные ресурсы» [8, с. 15]. В этом случае авторы говорят о генеральных методах, общих шагах движения к перспективной цели.

Обобщая вышеизложенные взгляды авторов, можно выделить отличительные признаки понятия «стратегия»: наличие цели развития, действий ради достижения цели, протяжённость во времени, понимание общего видения процесса, установление социального партнёрства в совместной деятельности.

Исходя из данного вывода, стратегия проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов понимается как модель взаимосвязанных педагогических действий по формированию у школьников профессионального самоопределения. В наполнение стратегии проектирования ЭПМ входит определение подхода, цели, задач, содержательных основ, процессуальных аспектов, взаимодействия с партнёрами, ожидаемых результатов. Далее в статье будут раскрыты компоненты стратегии проектирования ЭПМ.

1. При проектировании ЭПМ используется образовательный туризм, полностью отвечающий требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов общего образования за счёт своей деятельности природы. Его суть состоит в интеграции образования и туризма. Это туризм с целями образования, в котором обучающийся активно реализует свои образовательные потребности. Основным элементом образовательного туризма является

экскурсия. Экскурсия подразумевает выход учащихся на уроке или во внеурочной деятельности за стены школы для достижения обозначенной цели: на производство мрамора, на ферму, в сельский клуб. Она предполагает особую организацию взаимодействия педагога и обучающихся. Школьники становятся свидетелями процесса трудовой деятельности родителей, односельчан. «Живая» визуализация программ мотивирует школьников к погружению в смысл происходящего. Дети видят, как знания, полученные в школе, успешно используются в профессиональной деятельности, что лучше обеспечивает понимание синтеза теории и практики.

2. Целью разработанной стратегии является содействие педагогам в формировании у школьников целостной системы представлений и смыслов о профессиях и труде в сельском социуме, что способствует профессиональному самоопределению обучающихся.

3.1. Задачи для решения в начальной школе связаны с освоением младшими школьниками разнообразия профессий, их внешнего вида, инструментов, видов деятельности и первичного значения для общества, знакомством с профессиями родителей.

3.2. Задачи для основной школы. Это содействие младшим подросткам в более глубоком погружении в профессию, знакомстве с представителями профессионального мира села.

3.3. Задачи для средней школы. Создание условий для профессиональных проб, во время которых старшеклассники смогут уже «пощупать руками» разные профессии сами и «примерить их на себя» непосредственно на производстве. Оказание помощи старшеклассникам в осознании своих сильных качеств на основе диагностик, наблюдений, бесед для последующей ориентации на те или иные секторы промышленности, сельского хозяйства, сферы обслуживания.

4. Содержательные основы стратегии. ЭПМ имеют несколько содержательных линий, которые рекомендуется прорабатывать в строгой последовательности.

1) Мир профессий. Профессии семьи. Профессии села. Данная линия выступает в качестве начальной. Поэтому при её изучении важны яркие образы, взятые из жизни, книг, кинофильмов. Будут уместными встречи с живыми людьми, игры, упражнения, праздники, конкурсы, прогулки по селу. На основе мини-экскурсий ребята могут оформить выставку, сочинить рассказы, обменяться впечатлениями. Именно эти первые шаги могут обеспечить радостное вхождение в мир профессий семьи, села.

2) Значение и разнообразие профессий села. Для постижения разнообразия профессий села целесообразны экскурсии, как на крупные производства, так и небольшие, но важные предприятия, такие как мастерские по пошиву одежды, магазины, почта, аптека, клуб. Здесь важно сосредоточиться не только на внешней составляющей, но и попытаться понять смысл профессии, её значение для окружающих. Школьникам предлагается составить вопросы для интервью, заполнить маршрутный лист с заданиями. Можно составить проект о сельских профессиях будущего, при этом обосновать свой выбор.

3) Производственные функции в основе профессии. Дальнейшее путешествие по миру профессий связано с проникновением «за кулисы» профессий. Школьники изучают сначала в школе вопросы, связанные с производственными функциями, а затем внимательно наблюдают за их проявлениями во время осуществления выхода на предприятие. Предлагается объединить усилия учителей-предметников и провести интегративную экскурсию, где ребята смогут оценить производственные функции целостно, применив знания из разных образовательных областей.

4) Социальный фон профессии. Эта содержательная линия смещает акценты на важные вопросы качества труда и качества жизни в целом. Обучающиеся могут своими глазами увидеть современную технику, оборудование, побеседовать с рабочими о том, как они повышают свою квалификацию, как организован процесс карьерного роста. Важно расспросить о технике безопасности, питании, о возможности предлагаемых предприятием мест для отдыха сотрудников, льготных путёвках в санатории, помощи в приобретении жилья. Стоит обратить внимание детей на наличие спортивных площадок, душевых комнат, «зелёных» зон.

5) Куда пойти учиться? Где можно овладеть профессией? Для успешного освоения содержания данной линией подойдёт анализ справочников, ресурсов сети Интернет, где речь идёт об учебных заведениях, предлагающих освоение востребованных на селе профессий. Анализ предложений может происходить по разным основаниям: прохождение конкурса, продолжительность и форма обучения, расстояние от места постоянного проживания, стоимость обучения, наличие финансовой поддержки от учебного заведения, дополнительные услуги.

6) Реализация сущностных сил в профессии. Школьникам предлагается соотнести свои желания со своими интересами

и возможностями. Речь идёт прежде всего о наличии личностных качеств, которые требуются в той или иной профессии. На основе диагностик педагог направляет свои усилия на поиск старшеклассником ответа на крайне важный вопрос: «Принесут ли радость и удовлетворение будущая профессия?». Эта линия подразумевает большой процент индивидуальной и групповой работы. Возможно использование кинопедагогики. Старшеклассники могут создать собственные фильмы о людях труда родного села, выясняя при этом важные смыслы.

5. Процессуальные аспекты. Процесс проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов имеет свои этапы: формирующе-переходный, подготовительный, организационно-практический и результативный [9].

– Формирующе-переходный этап. Его цель состоит в анализе основной образовательной программы; изучении потребностей сельского поселения; определении ресурсных возможностей участников проектирования ЭПМ; создании творческой группы. Этот этап задаёт импульс вхождения в инновационную деятельность. Он подчинён логике организационной работы, в которой становится очевидной роль руководителя, умеющего убедить коллег в необходимости обогащения школьной жизни ЭПМ.

– Подготовительный этап. Целью этого этапа является непосредственная подготовка обучающихся и экскурсовода. Речь идёт в том числе и о психологической подготовке школьников. Уместными будут определение темы, цели экскурсии, выбор объекта посещения, составление плана экскурсии, сбор материалов, продумывание сроков и форм представления результатов. Важно подготовить заранее необходимое оборудование для сбора информации (фотоаппараты, диктофоны и др.). Экскурсоводу на этапе подготовки к экскурсии предлагается продумать замысел экскурсии, организацию рабочего пространства, способы мотивации и эмоционального воздействия на обучающихся. Исходя из возраста участников, экскурсовод должен чётко определить содержание, объём материала и методы работы.

– Организационно-практический этап. Цель этапа – организация и реализация практической части ЭПМ. При проектировании экскурсионно-познавательных маршрутов важно привлекать родительскую общественность. Для обучающихся младшего школьного возраста целесообразными будут знакомство с профессиями родителей, ролевые игры, изготовление поделок, рисование. Подросткам предлагается обра-

тить внимание на квесты, в том числе web-квесты. Образовательные игры послужат для приобретения опыта постижения основ профессий. В 10–11 классах ЭПМ дают возможность проявления самостоятельности старшеклассникам. В этом помогут практико-ориентированные задачи, деловые игры, дебаты, которые выводят обучающихся за рамки урока, обеспечивают реализацию личностного потенциала школьников.

– Результативный этап. На этом этапе целью будет подведение итогов конкретного ЭПМ, обсуждение результатов, оформленных в виде фотоотчёта, альбома, коллажа, реальной или виртуальной выставки, материалов для коллекции школьного музея. Здесь акцентируются изменения в ценностном отношении детей к профессиям родного села. В качестве диагностического инструментария можно использовать методику Е.А. Климova «Определение типа будущей профессии», методику Н.С. Пряжниковa «Формула профессии» и др. [10, с. 22–47].

6. Взаимодействие с родителями и партнёрами. Проектирование и реализация ЭПМ включают родителей и социальных партнёров во все этапы. Без этих субъектов заявленная стратегия не имеет смысла. Действительно, прежде чем разрабатывать ЭПМ, важно представлять всю картину. Педагогу и детям порой это сложно сделать, так как они не понимают всех тонкостей производства, условий труда. Поэтому представители предприятий (они же часто и родители) приглашаются в такую работу. Важно подумать об удобном для них времени.

7. Ожидаемые результаты. У школьников будут сформированы личностные результаты: чувство гордости за профессиональный мир родного села, профессиональное самоопределение у старшеклассников. В глазах родителей изменится образ школы: повысится заинтересованность по воспитанию профессионально ориентированных школьников. Педагоги обогатят арсенал используемых технологий за счёт умелого использования образовательного туризма, сумеют реализовать свои профессиональный и личностный потенциалы. В целом, можно вести речь о повышении качества образования, направленного на удовлетворение образовательных потребностей обучающихся. Предприятия, функционирующие в селе, смогут проводить системную деятельность по привлечению ребят на работу после окончания профессионального обучения.

Заключение

Резюмируя основные положения статьи, мы подчёркиваем актуальность приобрете-

ния школьников к миру профессий родного края. Эта работа может быть успешно осуществлена с помощью экскурсионно-познавательных маршрутов. Проведённое в 2016 г. исследование продемонстрировало, что многие педагоги испытывали трудности в их осуществлении. Позиция авторов статьи состоит в том, что существенную помощь учителям может оказать специально разработанная стратегия. Анализ первоисточников, посвящённых рассмотрению стратегии, позволил сформулировать определение стратегии проектирования ЭПМ. Это модель взаимосвязанных педагогических действий по формированию у школьников профессионального самоопределения. В наполнение стратегии проектирования ЭПМ входит определение подхода, цели, задач, содержательных основ, процессуальных аспектов, взаимодействия с партнёрами, ожидаемых результатов.

Результаты повторного анкетирования педагогов Коелгинской СОШ (октябрь 2018 г.) показали, что освоение разработанной стратегии проектирования ЭПМ способствовало развитию профессионализма учителей. Все участники опроса (100%) имеют ярко выраженное желание проектировать и осуществлять ЭПМ. 92% респондентов ответили, что хорошо освоили стратегию проектирования ЭПМ, умеют отбирать адекватные методы для достижения цели профессионального самоопределения школьников. 80% учителей регулярно привлекают родителей, других социальных партнёров для реализации ЭПМ.

Результаты повторного исследования свидетельствуют о практической значимости описанной стратегии, она творчески используется в практике и служит поддержкой педагогам в построении ЭПМ для формирования у школьников профессионального самоопределения, положительного имиджа профессий родного края. Научная новизна исследования заключается в предложении использования стратегии проектирования ЭПМ для целенаправленного формирования профессионального самоопределения школьников.

Дальнейшая работа будет проходить в плоскости закрепления педагогами разработанной стратегии проектирования экскурсионно-познавательных маршрутов во взаимодействии со школьниками и представления инновационного опыта в образовательном пространстве Российской Федерации.

Список литературы

1. Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413 (ред. от 29.06.2017) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего обще-

го образования» (Зарегистрировано в Минюсте России 07.06.2012 № 24480) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131131/ (дата обращения: 25.11.2018).

2. Менеджмент туризма [Электронный ресурс]. URL: http://vfmgiu-tourism.ru/sociopsihologicheskie_aspekty_turizma_265/metodika_podgotovki_novoi_ekskursii_332/sostavlenie_marshruta_ekskursii_338/index.html (дата обращения: 25.11.2018).

3. Экскурсионно-познавательные маршруты как средство раннего личностного профессионального самоопределения обучающихся: методические рекомендации для педагогических работников образовательных организаций. Д.Ф. Ильясов, О.А. Костенко, А.А. Севрюкова, Н.П. Костина, М.В. Ишмухаметова, Д.А. Ржевская, И.В. Барчук. Челябинск: ЧИППКРО, 2016. 48 с.

4. Ушаков Д.Н. Большой толковый словарь русского языка. Современная редакция. М.: ООО «Дом славянской книги», 2008. 960 с.

5. Блэкуэлл Р., Миниард П., Энджел Дж. Поведение потребителей. 10-е изд. / Пер. с англ. СПб.: Питер, 2007. 944 с.

6. Тайгибова Т.Т. Разработка стратегии как инструмента антикризисного управления предприятием // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 304–307.

7. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент: учебник. М.: Экономистъ, 2006. 526 с.

8. Иванов П.В. и др. Современный стратегический анализ: учебное пособие / Под ред. П.В. Иванова. Ростов н/Д.: Феникс, 2014. 589 с.

9. Костенко О.А., Севрюкова А.А., Ильясов Д.Ф., Костина Н.П. Раннее личностное и профессиональное самоопределение сельских школьников средствами образовательного туризма. Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27244> (дата обращения: 25.11.2018).

10. Психолого-педагогическая диагностика сформированности ценностного отношения школьников на инженерные и высокотехнологичные рабочие профессии: научно-методическое пособие. Сост. Д.Ф. Ильясов, Н.Г. Каримова, Е.А. Селиванова, Л.С. Ведерникова, Е.Н. Устинова, Н.Г. Алексеева / Под ред. В.Н. Кеспилова. Челябинск: ЧИППКРО, 2016. 48 с.

УДК 373.2

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТИВОМ

Кубарова А.М., Николаева Л.В.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, e-mail: pimdo@mail.ru

В статье раскрываются проблемы формирования организационной культуры дошкольной образовательной организации. Раскрыта актуальность данной проблемы, так как вопросы организационной культуры рассматривались на уровне промышленных предприятий, банков, стали появляться исследования по организационной культуре вузовского, школьного образования, но на уровне детских садов исследования в этом направлении не проводились. Рассмотрены элементы организационной культуры, такие как миссия организации, ценности, символы, обряды и традиции, мотивация, взаимоотношения, стиль управления. Проанализированы лидерские компетенции руководителя, необходимые для эффективного управления коллективом (с.447). Раскрыта роль организационной культуры в системе управления человеческими ресурсами коллектива (с.33). Приведены результаты исследования удовлетворенности трудом педагогов дошкольной образовательной организации. Проанализирована степень удовлетворенности педагогов различными сторонами трудовой деятельности, условиями труда и психологических состояний на работе. Определены условия формирования положительной организационной культуры организации, такие как стимулирование работников, наградная культура, мотивация, поведение руководителя, стиль управления, внедрение корпоративной символики, признание и продвижение сотрудников в качестве ролевых моделей для желаемой организационной культуры учреждения, возможность повышения квалификации, участия в конкурсах, конференциях, педчтениях. Большое значение уделяется традициям, обрядам, ритуалам, праздникам в организации.

Ключевые слова: организационная культура, миссия, символика, обряды, традиции, мотивация, управление, руководитель, дошкольное образование

FORMATION OF ORGANIZATIONAL CULTURE AS A FACTOR EFFECTIVE MANAGEMENT OF THE COLLECTIVE

Kubarova A.M., Nikolaeva L.V.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: pimdo@mail.ru

The article reveals the problems of forming the organizational culture of the institution. Revealed the relevance of this problem, because questions of organizational culture were considered at the level of industrial enterprises, banks, research began to appear on the organizational culture of high school and school education, but at the level of kindergartens research in this area is scarce. The components of organizational culture such as the mission of the organization, values, symbols, rites and traditions, motivation, relationships, management style are considered. Analyzed the competence of the head in the field of the theory of organizational culture in order to effectively manage a team. The potential of the theory of organizational culture in the managerial activity of a manager is revealed. The results of the study of job satisfaction of employees of preschool educational organizations are presented. Analyzed the degree of employee satisfaction with various parties of labor activity, working conditions and psychological conditions at work. The conditions for the formation of a positive organizational culture of the organization, such as the promotion of employees, the premium culture, are defined. motivation, managerial behavior, management style, the introduction of corporate symbols, recognition and promotion of employees as role models for the desired organizational culture of the institution, the possibility of advanced training, participation in contests, conferences, pedagogues. Great importance is given to traditions, rituals, rituals, holidays in the organization.

Keywords: organizational culture, mission, values, symbolism, rituals, traditions, motivation, management, leader, preschool education

Каждая организация имеет свои особенности, что отличает ее от других организаций, в зависимости от того, чем она занимается, какие услуги предоставляет. Профессия накладывает отпечаток на ценности, нравственные правила и особенности поведения работников. И эти особенности, культуру организации работник пронесет через всю свою жизнь, становясь носителем этой культуры.

Термин «организационная культура» возник в науке в конце 1970-х – начале 1980-х гг. Ее можно назвать новым направлением управленческой науки. Имеется очень много определений организационной культуры. Рассмотрев данные определения,

мы сведем их к следующему понятию. Организационная культура – это набор нравственных приоритетов организации, ее миссия, особая психологическая атмосфера, царящая в коллективе, свои традиции, обряды, история [1]. Современный руководитель должен владеть управленческими компетенциями, в том числе и умениями использовать научные основы организационной культуры в управленческой деятельности.

Теория организационной культуры широко используется в промышленных организациях, банках, офисах в западных странах. В настоящее время она стала распространяться в учреждениях нашей страны, начала внедряться в деятельность об-

разовательных учреждений вузов, школ, но еще не получила распространения в дошкольных образовательных учреждениях.

Практика показывает, что руководители дошкольных образовательных организаций пока мало знакомы с теорией организационной культуры, хотя ее элементы интуитивно используются на практике.

Актуальность проблемы видится в осмысленном, теоретически подкрепленном применении теории организационной культуры в системе дошкольного образования.

Цель статьи: раскрыть эффективность использования организационной культуры в управленческой деятельности дошкольной образовательной организации. Мы считаем, что заведующие дошкольных образовательных организаций могут успешно применять основы организационной культуры в системе управленческой деятельности для эффективности управления коллективом. Знание теории организационной культуры и применение ее в практике поднимет статус и авторитет дошкольного образовательного учреждения.

Проблемой организационной культуры занимаются многие психологи и исследователи. В своей работе мы опирались на исследования Э. Шейн, Т.О. Соломанидиной, И.М. Пряжникова, А.А. Литвинюк, Г.В. Емельянова.

Одним из важных элементов организационной культуры являются ценности. С точки зрения аксиологии (учения о ценностях) ценности представляют собой свойства общественного предмета удовлетворять определенным потребностям отдельного человека или группы. По определению Т.О. Соломанидиной, «ценности – это относительно устойчивое и социально обусловленное избирательное восприятие личностью материальных, социальных и духовных благ, это набор стандартов и критериев, которым она следует» [2, с. 166].

В теории организационной культуры выделяют следующие типы корпоративных ценностей. К материальным ценностям относятся материальные блага, продукты, услуги, условия жизни. К социальным и духовным ценностям относятся моральные ценности, этические нормы поведения, идеалы, принципы человека, мировоззрение, понятия о предназначении, смысле жизни, о добре и зле.

Кроме того, различают ценности-цели и ценности-средства. Ценности-цели дают целевые установки и подразделяются на общечеловеческие, социальные, политические, экономические, эстетические, религиозные. Ценности-средства направлены на достижение и реализацию целей [3, с. 74].

Мы провели анкетирование с педагогами детского сада № 51 «Кэскил» г. Якут-

ска. В анкетировании приняли участие 63 педагога. Анализ анкетирования педагогов показал, что в коллективе ценятся справедливость, толерантность, добрые взаимоотношения с коллегами, коммуникабельность, сотрудничество, обращение руководства с людьми, психологический комфорт.

Важным элементом организационной культуры является мотивация. Само понятие мотивации имеет различные культурные интерпретации. С одной стороны – это материальное поощрение труда, с другой – увлеченность работой и удовлетворенность трудом. В основном люди работают по профессии, которая им нравится, которую они сами выбрали. Н.С. Пряжников рассматривает удовлетворенность трудом как результат положительной оценки человеком своего труда [4, с. 60].

К. Замфир предлагает следующую систему оценки удовлетворенности людей своим трудом и мотивационных факторов трудовой деятельности:

1) общие условия: удобное расположение, хороший график работы, социальные льготы, зарплата, возможности карьерного роста;

2) физические условия труда;

3) содержание труда;

4) отношения в коллективе

5) уровень организационной культуры и психологического климата в коллективе [4, с. 60].

М. Аргайл выделяет следующие факторы удовлетворенности трудом: заработная плата, отношения в коллективе, отношение с руководством, возможность продвижения по службе [4 с. 60].

В нашем исследовании мы взяли за основу методы исследования удовлетворенности трудом Соломанидиной [2, с. 214]. В табл. 1 приводятся результаты исследования.

Таблица 1
Удовлетворенность педагогов своей работой [2, с. 222]

Удовлетворены ли вы работой?	Всего (% к числу опрошенных)
Да	62% (39 человек)
Не совсем	33% (21 человек)
Нет	5% (3 человека)

Результаты опроса показали, что больше всего не удовлетворены работой педагоги старшей возрастной группы (от 40 лет и старше), наиболее удовлетворены сотрудники молодого возраста (от 23 лет до 40).

Для выявления проблем неудовлетворенности провели опрос с расшифровкой факторов, определяющих удовлетворенность трудом (табл. 2).

Таблица 2

Удовлетворенность различными сторонами трудовой деятельности [2, с. 222]

Удовлетворены ли вы:	Ответили твердое «Да» (% к числу опрошенных)
Содержанием выполняемой работы	54% (34 педагога)
Размером зарплаты	29% (18)
Соответствием оценки – труду	89% (56)
Социальными льготами и обеспечением	95% (60)
Моральным стимулированием	100% (63)
Возможностями профессионального и должностного роста	67% (42)
Возможностями повышения квалификации	84% (53)
Состоянием трудовой дисциплины	100% (63)
Психологическим климатом	100% (63)
Отношениями между администрацией и коллективом	100% (63)
Системой отбора и расстановки кадров	92% (58)
Режимом работы	59% (37)
Возможностью реализовать свои способности	86% (54)

Результаты исследования показали, что на удовлетворенность трудовой деятельностью педагогов влияют хорошие условия труда. Детский сад находится в новом современном здании с хорошо оснащенными кабинетами, комнатами для занятий, большим актовым залом, спортивным залом, компьютерным кабинетом и др. Оценка работниками своих условий труда (комфортность, техническая оснащенность, безопасность, освещенность, эргономика и т.п.) приведена в табл. 3 [3, с. 223].

Таблица 3

Условия труда работников [2, с. 223]

Оцените условия труда	Среднее %
Отличные	60% (38 педагогов)
Хорошие	38% (24)
Удовлетворительные	2% (1)
Невыносимые	0

Результаты исследования показали, что «отличными» условия назвали в среднем 60% из опрошенных и «хорошими» – в среднем 38% из опрошенных. Это свидетельствует о том, что педагоги довольны условиями труда. «Удовлетворительными» условия назвали в среднем 2% педагогов. Как мы уже указывали, условия труда в детском саду действительно созданы хорошие. Невыносимых условий труда не выявлено.

Частота ощущений работниками негативных психологических состояний на работе приведена в табл. 4 [2, с. 224].

Негативные состояния на работе испытывают 8% педагогов, остальные – иногда. Причинами негативных состояний являются перегрузки, неудовлетворенность зар-

платой, стимулирующими выплатами, конфликтными родителями и др.

Таблица 4

Негативные состояния на работе [2, с. 224]

Как часто вы ощущаете негативные состояния?	Среднее %
Часто	8% (4)
Иногда	26% (42)
Изредка	16% (17)
Никогда	0

Повышенного внимания со стороны руководителя требует проблема стимулирования работников. При стимулировании работников руководитель должен учитывать вклад педагогов в деятельность коллектива на основе иерархии потребностей теории мотивации А. Маслоу, теории справедливости С. Адамса, теории ожидания В. Врум, согласно которым человек ожидает справедливого вознаграждения за затраченный им труд [5, с. 20–21]. Публичное поощрение и стимулирование работников служит воспитательным целям и показывает, какой тип поведения педагогов приветствуется в организации. Руководитель таким образом демонстрирует желательные образцы труда, поведение и отношение к работе у педагогов.

Одной из важнейших характеристик организационной культуры являются обряды и традиции учреждения. У нашего народа саха есть много воспитательных традиций, с которыми мы знакомим детей и родителей. К ним относятся:

– торжественное посвящение детей в воспитанники дошкольной образовательной организации с вручением Кэс тыл (на-

ставление), с обрядом завязывания салама и алгыса (обряд жертвоприношения, с закливанием и прошением о милости духов);

- проведение традиционного дня народа саха 1 раз в неделю (в этот день все приходят в якутских национальных костюмах, в меню – национальные блюда. Тематика занятий и игры – также по якутской тематике;
- проведение проекта «Байанай ыйа» с привлечением отцов, дедов (промысловый праздник);

- проект новогоднего праздника «Эьээ дьыл» (Якутский Дед Мороз);

- традиционный проект «Торообут торт тылым» («Родной язык»);

- проект «Народы мира»;

- проект «День Земли»;

- шефство над памятником «Журавли над Ильменем»;

- проекты «Мой город», «Памятные места Якутии»;

- ежегодный национальный праздник «Ысыах».

Выводы

Таким образом, для формирования организационной культуры дошкольной образовательной организации мы составили следующие рекомендации:

1. Поведение руководителя. Он должен быть примером для педагогов и всех работников дошкольной образовательной организации, должен показывать пример такого отношения к работе, какой предполагается закрепить и развить в своих работниках, так как люди лучше всего усваивают новые для себя нормы через подражание.

2. Обсуждение на педсоветах, конференциях вопросов, касающихся задач, миссии, деятельности педагогов в целях закрепления ценностных ориентаций педагогов для максимального сближения их с ценностями дошкольной образовательной организации. В этом случае педагог не только осознает идеалы своего учреждения, четко соблюдает правила и нормы поведения, но и внутренне принимает эти ценности и они становятся индивидуальными ценностями работника, занимая прочное место в мотивационной структуре его личности.

3. Внедрение корпоративной символики, что повышает имидж учреждения, приверженность и гордость педагогов, детей и родителей за свой детский сад. Опыт показывает, что широко внедрение символики организации в рекламных материалах, печатной продукции, в дизайне и планировке здания, мебели, оформлении и т.д. повышает интерес к данному учреждению, повышает его конкурентоспособность.

4. Критерии отбора в организацию. Уже на начальном этапе в ходе отборочных собеседований с кандидатами на работу в дошкольной образовательной организации необходимо выявить тех, чьи личностные черты и система взглядов не отвечают культуре дошкольной образовательной организации, воспитанию детей дошкольного возраста, т.е. надо проводить тщательный отбор кандидатов для приема на работу.

5. Новые педагоги подвергаются различным внутриорганизационным воздействиям, которые должны быть тщательно спланированы и иметь своей целью заставить задуматься о существующей системе этических норм поведения и особенностей профессиональной деятельности педагога дошкольной образовательной организации.

6. Признание и продвижение педагогов, которые могут служить ролевыми моделями желательной организационной культуры. Это могут быть направления на педчтения, конференции, курсы, конкурсы «Воспитатель года», награждения. Выделяя таких людей как образцовых сотрудников, руководитель побуждает остальных работников следовать их примеру, работать, как они.

7. Повышение квалификации педагогов.

В быстроменяющихся условиях системы образования большое значение придается повышению квалификации воспитателей. В дошкольной образовательной организации постоянно проводятся семинары, конференции, круглые столы, педагогические чтения, курсы повышения квалификации. Воспитатели ежегодно принимают участие в республиканском и Всероссийском конкурсе «Воспитатель года». У педагогов есть возможность продолжать образование в магистратуре.

8. Учет региональных особенностей деятельности детского сада.

«Этнопедагогическая компетентность должна сегодня рассматриваться как один из центральных компонентов профессиональной культуры современного педагога, поскольку возрастает значимость для общества этнонациональной составляющей личности» [6, с. 19]. Традиционное народное воспитание активно используется в деятельности детского сада. Организационная культура закрепляется и транслируется в традициях и обычаях организации. Ежегодно отмечаются в дошкольной образовательной организации День воспитателя, «Посвящение новых сотрудников в воспитатели», День учителя, День матери, Новый год, День защитника Отечества, женский день, День отца, День защиты ребенка, ысыах. К этим традиционным мероприятиям добавляются региональные праздни-

ки и мероприятия. Следует отметить наши якутские обряды и обычаи.

9. Разработка корпоративного кодекса коллектива единомышленников.

Для формирования организационной культуры дошкольной образовательной организации важное значение имеет разработка корпоративного кодекса команды единомышленников, в котором выражены заповеди для педагогов, морально-этические ценности солидарности, взаимоуважения, коллективизма, взаимного доверия, ответственности, культуры качества.

Заключение

Анализ литературы и проведенное исследование позволили нам прийти к выводу, что связь организационной культуры и тактики управления опирается на формирование дружного коллектива образовательного учреждения, сферу личностных особенностей, региональных особенностей, профессиональных интересов педагогов. Успех

деятельности дошкольной образовательной организации возникает в результате взаимодействия всех педагогов, воспитателей, обслуживающего персонала детского сада.

Организационная культура интегрирует интересы коллектива, идейно сплачивает, содействует эффективности деятельности дошкольной образовательной организации в целом.

Список литературы

1. Шейн Э. Организационная культура и лидерство. СПб.: Питер, 2012. 352 с.
2. Соломанидина Т.О. Организационная культура компании. М.: ИНФРА-М, 2009. 624 с.
3. Карташова Л., Никонова Г., Соломанидина Т. Организационное поведение. М.:ИНФРА-М, 2002. 220 с.
4. Пряжников Н.С. Мотивация трудовой деятельности. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 368 с.
5. Стояновская И.Б. Управление мотивацией персонала на различных этапах развития организации: дис. ... канд. экон. наук. Москва, 2014. 171 с.
6. Николаева Л.В. Формирование этнопедагогической компетентности педагогов дошкольного образования в вузе: монография. Якутск: ЯГУ, 2009. 141 с.

УДК 378.14

«МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ» КАК ИННОВАЦИОННАЯ ФОРМА ПРИОБЩЕНИЯ СТУДЕНТОВ К НАУКЕ

Николаева Л.В.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, e-mail: pimdo@mail.ru

Одним из важных показателей качества вузовского образования является уровень организации научно-исследовательской работы и публикационная активность студентов и преподавателей. В статье раскрывается опыт организации студенческого научного кружка на кафедре дошкольного образования Педагогического института Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. в рамках сотрудничества с Российской Академией естествознания. Цель статьи – раскрыть педагогические условия организации студенческого научного кружка в условиях кафедры дошкольного образования педагогического института СВФУ. Раскрывается роль Международной студенческой конференции «Международный студенческий научный форум», проводимой ежегодно Российской Академией естествознания. По результатам успешного участия в данном форуме зародилась идея организации студенческого научного кружка «Студенческий научный форум» для целенаправленной подготовки к участию в Международном студенческом форуме в Москве. В процессе занятий студенты учились писать статьи: введение, актуальность, основную часть статьи, заключение, оформлять библиографию и ссылки. Проводились встречи со студентами, принимавшими участие в очной заключительной конференции форума в Министерстве образования науки в Москве. Студенты принимали активное участие в Ярмарке кружков и факультативов СВФУ, Фестивале науки СВФУ, конференциях различного уровня, проводимых в СВФУ.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, научно-исследовательская деятельность, научный кружок, профессиональные компетенции, саморазвитие, студенческий форум

«INTERNATIONAL STUDENT SCIENTIFIC FORUM» AS AN INNOVATIVE FORM OF STUDENTS ACQUISITION TO SCIENCE

Nikolaeva L.V.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: pimdo@mail.ru

One of the important indicators of the quality of university education is the level of organization of research work and the publication activity of students and teachers. The article reveals the experience of organizing a student scientific circle at the Department of Preschool Education of the Pedagogical Institute of the North-Eastern Federal University. M.K. Ammosova. in cooperation with the Russian Academy of Natural Sciences. The purpose of the article is to reveal the pedagogical conditions of the organization of the student scientific circle in the conditions of the Department of Pre-School Education of the NEFU Pedagogical Institute. The role of the International Student Conference «International Student Scientific Forum», held annually by the Russian Academy of Natural Sciences, is revealed. According to the results of successful participation in this forum, the idea of organizing a student scientific circle «Student Scientific Forum» was born with the aim of purposeful preparation for participation in the International Student Forum in Moscow. In the process of classes, students learned to write articles: introduction, relevance, main part of the article, conclusion, arrange bibliography and references. Meetings were held with students who participated in the in-person final conference of the forum at the Ministry of Education of Science in Moscow. Students took an active part in the Fair of circles and electives at NEFU, the Festival of Science at NEFU, conferences at various levels held at the university.

Keywords: professional training, research activities, scientific circle, professional competence, self-development, student forum

Обновление системы вузовского образования, стремление к качеству профессиональной подготовки будущих специалистов предполагает, кроме профессиональных компетенций, развитие у студентов умений и навыков исследовательской деятельности, мотивации к участию в различных научных конференциях и форумах.

Организация научно-исследовательской работы студентов играет большую роль в профессиональной подготовке студентов, способствует развитию творческой активности, исследовательских умений и навыков будущих педагогов, мотивации к научному поиску и реализации инновационных идей и проектов. Участие в научных конференциях расширяет возможности и кру-

гозор студентов, формирует умения выступать перед аудиторией, формулировать суть научной работы, защищать свой проект или работу.

Цель статьи: раскрыть педагогические условия организации студенческого научного кружка в условиях кафедры дошкольного образования педагогического института СВФУ.

Материалы и методы исследования

Проблемам научно-исследовательской работы студентов посвящены работы В.И. Дударевой, А.В. Панюкова, Т.Г. Калиновской, В.И. Блинова, О.С. Сергеева, А.К. Евдокимова, Е.Л. Крутий, Е.А. Барахановой и др. «Исследовательская деятельность одновременно служит ориентиром в жизненном самоопределении будущего специалиста, открытия

собственных способностей, таланта, исследовании самого себя, развитии сил и возможностей. Именно эта направленность на исследовательский компонент профессиональной деятельности всей системы вузовского образования отражает задачи современного этапа его реформирования» [1, с. 212]).

Цель научно-исследовательской работы студентов – формирование саморазвития и самосовершенствования студентов, развития профессиональной компетентности и профессионально значимых качеств личности. Исследовательская деятельность играет важную роль в процессе становления будущего педагога, способствует формированию творческих личностей, способных эффективно решать как теоретические, так и практические проблемы. Реализация данной цели подразумевает организацию единой системы обучения в комплексе с учебной и производственной практикой и организации научно-исследовательской деятельности.

«Исследовательская компетенция – это совокупность знаний в определенной области, наличие исследовательских умений (видеть и решать проблемы на основе выдвижения и обоснования гипотез, ставить цель и планировать деятельность, осуществлять сбор и анализ необходимой информации, выбирать наиболее оптимальные методы, выполнять эксперимент, представлять результаты исследования), наличие способностей применять эти знания и умения в конкретной деятельности» [2].

В ОПОП направления подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Дошкольное образование» Педагогического института СВФУ помимо специальных профессиональных компетенций выделяются компетенции, направленные на развитие научно-исследовательской деятельности: ПК-10 способность проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития; ПК-11 готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования; ПК-12 – способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся.

В учебный план прикладного бакалавриата по данному направлению включены дисциплины, в содержание которых входит деятельность для формирования научно-исследовательской деятельности, работают научно-исследовательские кружки, факультативы. Дисциплины «Основы учебной, научно-исследовательской деятельности», «Психолого-педагогический практикум», «Формирование исследовательской и проектной деятельности детей в дошкольном возрасте» направлены на формирование и развитие научно-исследовательских знаний, умений, навыков и компетенций студентов в научно-исследовательской деятельности.

«Научно-исследовательскую работу студентов следует рассматривать как основу самоорганизации, саморазвития и самообразования студента» [3].

Формы и виды участия студентов в научной деятельности могут быть различными, основные из которых курсовые и дипломные работы по учебному плану, студенческие научные кружки, факультативы, творческие группы, индивидуальная работа, научно-практические конференции, олимпиады, конкурсы, семинары, проблемные группы и др.

Самой распространенной и востребованной формой организации научно-исследовательской дея-

тельности студентов является научный кружок. Цель создания студенческого научного кружка – развитие навыков научной работы, повышение мотивации студентов к проведению научных исследований [4]. Научные кружки имеются в каждом вузе. И проблема организации научно-исследовательской деятельности студентов не раз поднималась и рассматривалась специалистами в научной литературе. Однако есть необходимость переосмыслить имеющийся опыт по данной проблеме и привнести новые видения и новые перспективы развития студенческой науки [5].

С этой точки зрения стоит остановиться на работе студенческого научного кружка на кафедре дошкольного образования Педагогического института СВФУ «Студенческий научный форум». Идея организации кружка возникла на основе сотрудничества с Российской Академией Естественных наук.

Российская Академия Естественных наук ежегодно проводит Международную конференцию «Международный студенческий научный форум» для студентов.

Студенческий форум начал работу с 2009 г. Актуальность его деятельности возрастает с каждым годом. В таблице представлены данные по численности секций и опубликованных статей по годам [6].

Данные о работе Международного студенческого научного форума [6]

Год	Количество секций	Опубликованные статьи
2009	10	408
2010	24	989
2011	114	2322
2012	124	3341
2013	263	5883
2014	430	7020
2015	559	9231
2016	505	8743
2017	545	9598
2018	485	8440

Как видно из таблицы, интерес к участию в Международном студенческом научном форуме растет с каждым годом. Мы впервые приняли участие в «Международном научном студенческом форуме – 2015». Что интересно, названия и работу секций предлагают сами преподаватели из различных вузов страны, ближнего и дальнего зарубежья. Получив письмо с приглашением об участии, мы решили попробовать и написали заявку на открытие нашей секции «Актуальные проблемы дошкольного образования: проблемы, поиски, перспективы». Наша секция была зарегистрирована на сайте Российской Академии Естественных наук.

Студенческий научный форум работает ежегодно с ноября по март. Статьи студентов публикуются вначале на сайте форума и открыты для обсуждения. Тут же на сайте студенты могут скачать сертификат.

Итоги форума подводятся в мае с приглашением победителей для участия в очном итоговом заседании международного форума в Москве.

По числу участников наша секция была официально признана РАЕ самостоятельной конференцией. Результаты были хорошие. 5 студентов стали лауреатами конференции и получили приглашение оргкомитета РАЕ на очное участие в юбилейной конфе-

ренции «Актуальные вопросы науки и образования», в секции «Международный студенческий научный форум – 2015» в Российской Академии наук в Москве. Смогли выехать и принять очное участие три студента.

По результатам поездки в Москву пришла идея организации научного кружка «Студенческий научный форум» для целенаправленной подготовки студентов к участию в данном ежегодном форуме.

Целью организации кружка «Студенческий научный форум» является активизация научно-исследовательской деятельности студентов, повышение профессиональной компетентности, подготовка к участию в научных конференциях Международного студенческого научного форума в Москве на основе сотрудничества с Российской Академией Естественных наук. Студенты с увлечением занимались в кружке.

В процессе занятий студенты учились писать введение, актуальность, основную часть статьи, заключение, оформлять библиографию и ссылки, познакомились с положением ежегодной Международной студенческой научной конференции «Международный студенческий форум». Проводились встречи со студентами, принимавшими участие в очной заключительной конференции форума в Министерстве образования и науки в Москве. Занятия проводились в компьютерном классе, каждый студент имел возможность ознакомиться со статьями за прошлые годы из архивов конференций. Статьи на Международный форум принимаются в системе «Личный портфель». Занятия были посвящены ознакомлению с инструкцией системы «Личный портфель» научного форума, каждый студент научился регистрироваться в системе и создавать себе «Личный портфель», отправлять статью через систему «Личный портфель» и лично следить за поступлением работ в редакцию. По итогам работы студенческого форума подводились итоги по следующим номинациям: «За лучшую студенческую научную работу», «За лучшую студенческую научную работу, вызвавшую наибольший (по числу просмотров) интерес участников», «За активное участие в работе форума». Победители данных номинаций по положению форума приглашаются в Москву для участия в итоговом заседании [6].

Таким образом, студенты не только отправляли статьи, но и просматривали и обсуждали другие статьи, писали отзывы и комментарии.

В 2016 г. мы зарегистрировали на Международном студенческом форуме секцию «Современная система дошкольного образования: проблемы, поиски, перспективы». По численности участников наша секция была признана самостоятельной студенческой конференцией. С этого времени мы начали проводить ежегодную очную научную студенческую конференцию «Современная система дошкольного образования: проблемы, поиски, перспективы» на базе нашей кафедры во время Недели студенческой науки в СВФУ. По численности участников были приглашены для очного участия в Москву пять студентов, два магистранта и одна аспирантка, из них на Международную конференцию «Актуальные вопросы науки и образования» поехали в Москву пять студентов.

В 2017 г. приняли участие в очной конференции Международного форума в Москве семь студентов 3 курса. В 2018 г. на итоговом заседании Международного форума в Москве приняли участие три магистранта.

Необходимо также отметить, что Российская Академия Естественных наук работает не только со студентами, но и со школьниками. В 2016 г. начали издаваться научные журналы для школьников и учителей «Международный школьный научный вестник» и «Старт в науке». Основная цель журнала «Международный школьный научный вестник» – способствовать развитию творческих и исследовательских способностей школьников и студентов, обмен педагогами опытом в этом направлении. Журнал «Старт в науке» выпускается для учащихся начальной школы. Целью журнала «Старт в науке» является содействие развитию творческих и исследовательских способностей школьников. Для лауреатов конференций и конкурсов также проводится итоговое очное заседание. Например, 11 октября 2018 г. в Сочи состоялось итоговое очное заседание II этапа конкурса «Старт в науке», в котором приняли участие около 300 школьников со всех уголков России и ближнего зарубежья. Впервые приняли участие школьники из Якутска.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты деятельности студенческого научного кружка ежегодно обсуждаются на заседаниях кафедры, на заседании студенческого научного общества кафедры и института, утверждаются на годовом отчете на Ученом совете института. Итоги поездки на итоговое заседание в Москве помещаются на новостной ленте сайта педагогического института. После итогового заседания в Москве статьи студентов публикуются в журнале «Международный студенческий научный вестник».

С итогами работы кружка и поездки на конференцию в Москве студенты выступают на Фестивале науки в СВФУ, на ежегодной ярмарке кружков и факультативов СВФУ, Неделе науки, выставках публикаций студентов и др. мероприятиях, что подтверждено дипломами и сертификатами.

В процессе работы научного кружка в течение года студенты готовились не только к Международному студенческому форуму, но и участвовали в других конференциях. Например, Международной научно-практической конференции «Наука, образование и инновации» с публикацией в сборнике конференции, общеуниверситетской научной конференции студентов «Аммосов – 2017», Всероссийской конференции «Ломоносов – 2018», Всероссийской НПК «Развитие личности в онтогенезе», «Афанасьевские чтения» с публикацией в сборниках материалов конференции и др.

Заключение

Таким образом, в статье представлен опыт организации студенческого научного кружка на принципиально новом уровне – уровне сотрудничества с Российской Академией Естественных наук по проведению

студенческих конференций. Международный студенческий научный форум РАЕ, открытие секции «Современная система дошкольного образования: проблемы, поиски, перспективы» являются новой инновационной формой приобщения студентов к науке. Новизной и практической значимостью исследования является описание новой формы организации студенческого научного кружка и создание педагогических условий его реализации.

Участие студентов в научно-исследовательской деятельности положительно сказывается на учебном процессе студентов, делает их более организованными, расширяет кругозор, совершенствует профессиональные навыки и компетенции. В своих статьях студенты освещали результаты работ по дипломным и курсовым проектам. Студенты, прошедшие за годы студенчества от школьных, студенческих конференций до защиты диплома, эффективно работают по избранной специальности. Они продолжают темы исследовательской деятельности, участвуют в конференциях, конкурсах, педагогических чтениях. Из 12 членов кружка 2016 г. пять выпускников поступили и учатся в магистратуре, двое выпускники работают заведующей дошкольной образовательной организации и старшим воспитателем. Из 13 членов кружка 2017 г. пять выпускников поступили и учатся в магистратуре, выпускница кафедры Заболоцкая В.П. стала победителем республиканского конкурса «Воспитатель года 2018» и принимала участие во Всероссийском конкурсе «Воспитатель года России».

Хотелось бы отметить эффективность работы Российской Академии образования по организации студенческой конференции «Международный студенческий научный форум». Сотрудничество с Российской Академией Естествознания обогащает работу нашего научного кружка, дает возможность выезжать за пределы республики, выступать перед большой аудиторией, публиковать статьи, что мы относим к педагогическим условиям организации научного кружка.

Список литературы

1. Крутий Е.Л. Научно-исследовательская деятельность в профессиональном становлении студента // Университет в регионе: наука, образование, культура: материалы НПК (Магадан, 5–6 декабря 2006 г.). Магадан: Изд. СМУ, 2006. С. 212.
2. Петренко М.А., Абракова И.Ю. Сравнительный анализ значимости исследовательской компетенции у студентов вузов России и Германии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6–1. С. 153–157.
3. Алексеева А.В., Пестина И.В. Формирование компетенций студентов вузов средствами научно-исслед. Деят. – Известия МГТУ «МАМИ» 2014. № 3 (21). С. 139–144 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/formirovanie-kompetentsiy-studentov-vuza-sredstvami-nauchno-issledovatel'skoy-deyatelnosti> (дата обращения: 17.10.2018).
4. Калиновская Т.Г., Косолапова С.А., Прошкин А.В. НИРС как фактор развития творческой активности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 1. С. 75–78.
5. Калинина Н.М. Научно-исследовательская работа студентов: компетентностный подход // Сибирский торгово-экономический журнал. 2012. № 16 [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/nauchno-issledovatel'skaya-rabota-studentov-kompetentnostnyy-podhod> (дата обращения: 17.10.2018).
6. X Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум – 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/> (дата обращения: 17.10.2018).

УДК 372.4

НАСТОЛЬНЫЕ НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ РУК

Сидорова Е.Э., Румянцева Л.Э.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», Якутск,
e-mail: ms.see72@mail.ru, liya.eduardovna@bk.ru

Статья посвящена проблеме развития мелкой моторики младших школьников. Степень развития мелкой моторики у ребенка определяет самые важные для его будущего качества, такие как: внимание, речевые способности, концентрацию, воображение, координацию в пространстве. Одним из весьма эффективных и в то же время интересных занятий мы считаем якутские настольные национальные игры – «хабылык», «хаамыска» и «тырыынка». В данной статье представлены результаты экспериментальной работы по развитию мелкой моторики посредством настольных игр. Также уделяется внимание изучению способов, оказывающих влияние на развитие мелкой моторики рук младших школьников посредством якутских настольных национальных игр. Якутские народные настольные игры: «Тырыынка» – игра в палочки, «Хабылык» – игра в лучинки, «Хаамыска» – игра в камешки – способствуют координационным способностям, ловкости кистей и пальцев, скорости мышления. Эти игры развивают ловкость рук, смекалку, улучшают почерк. В процессе игры закрепляется представление о пространстве. Через настольные игры с подсчетами взрослые передавали детям свои знания о числах, действиях над ними. Играя, дети усваивали те или иные умения и навыки, необходимые им в жизни.

Ключевые слова: игра, мелкая моторика, младший школьник, якутские национальные игры, настольная игра

NATIONAL BOARD GAMES AS A MEANS OF DEVELOPING FINE MOTOR SKILLS OF HANDS

Sidorova E.E., Rumyantseva L.E.

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk,
e-mail: ms.see72@mail.ru, liya.eduardovna@bk.ru

The article is devoted to the development of fine motor skills of younger students. The degree of development of fine motor skills in a child determines the most important qualities for his future, such as attention, speech ability, concentration, imagination, coordination in space. The centers of the brain responsible for these abilities are directly connected to the fingers and their nerve endings. Therefore, it is important for the teacher to choose such exercises and classes, which involve the little fingers of the child. These exercises are extremely important for his mental and mental development of the child. One of the very effective and at the same time interesting activities we believe that the Yakut national games table – «habilik», «hamiska» and «tiriinka». This article presents the results of experimental work on the development of fine motor skills through Board games. Attention is also paid to the study of ways that influence the development of fine motor skills of younger schoolchildren through the Yakut national Board games. Yakut folk Board games «tiriinka» game of sticks «habilik» game in rays, «hamiska» – the game of pebbles, and promote the coordinating abilities, agility of hands and fingers, the speed of thought. These games develop sleight of hand, wit, improve handwriting. During the game the idea of space is fixed. Through Board games with counting adults passed on to children their knowledge of numbers, actions on them. Playing, children learn certain skills and abilities necessary for them in life.

Keyword: game, fine motor skills, junior high school student, Yakut national games, board game

Одна из серьезных проблем на сегодняшний день, на которых учителя акцентируют особое внимание – это подготовка к письму. Если у ребенка недостаточно развита мелкая моторика, он с первых дней обучения в школе начинает испытывать трудности, это может проявляться в том, что ученик не справляется с объемом письменных заданий, что замедляет общий темп работы в классе. Чтобы решить эту проблему учителя используют самые разнообразные методы и средства. Можно развить мелкую моторику рук посредством различных упражнений и развивающих игр. Такими играми, способствующими развитию мелкой моторики руки мы считаем национальные якутские игры – «хабылык» (ловить, поймать), «хаамыска» (камешки) и «тыры-

ынка» (игра в палочки), очень интересные и развивающие координацию, находчивость, ловкость, умственные способности, мелкую моторику, игры наших предков – «хабылык», «хаамыска» и «тырыынка».

По мнению Д.Б. Эльконина, «мелкая моторика – это совокупность скоординированных действий нервной, мышечной и костной систем, часто в сочетании со зрительной системой в выполнении мелких и точных движений кистями и пальцами рук и ног. В применении к моторным навыкам руки и пальцев часто используется термин ловкость» [1, с. 75].

Исходя от того, насколько развита у ребенка мелкая моторика, определяются его речевые способности, координация в пространстве, концентрация внимания и др.

Отвечающие за эти способности центры головного мозга связаны с нервными окончаниями на пальцах. В связи с этим важно, при помощи специальных упражнений развивать пальчики ребенка. Мелкая моторика взаимодействует и с высшими психическими функциями, такими как мышление, речь, память, воображение, оптико-пространственное восприятие и наблюдательность. Развитие мелкой моторики важно для младших школьников и для того, чтобы одеваться, рисовать, а также выполнять различные бытовые и учебные действия.

Развитость мелкой моторики является одним из показателей готовности ребенка к обучению в школе, безусловно, дети имеющие достаточный уровень развития, могут логически рассуждать, имеют связную речь, у них в достаточной степени развиты память и внимание. Опыт показывает, что ребенок, поступивший в школу, начинает испытывать трудности при овладении навыками письма, поскольку письмо – навык сложный, включает выполнение тонких координированных движений руки. Письмо от ребенка требует слаженной работы мышц всей руки, развитого произвольного внимания и зрительного восприятия. От степени развития мелкой моторики зависит почерк человека [2, с. 34].

Одним из критериев готовности ребенка к обучению в школе является развитие общих движений, таких как ловкость, точность, координация, скорость и моторики рук, если ребенок подготовлен к письму, имеет хорошую память, воображение, концентрацию внимания и связную речь, умеет рассуждать и логически мыслить.

Чтобы развить мелкую моторику рук у младших школьников, нужно провести ежедневные занятия с ребенком: задания и упражнения, которые направлены на развитие тонкой моторики пальцев рук, таких как пальчиковая гимнастика, пальчиковые игры, рисование по трафаретам, шаблонам, фигурным линейкам, графические упражнения, диктанты, игры на развитие тактильных ощущений, лепка, аппликация, конструирование из бумаги, вышивание, игры на базе конструктора лего, мозаика.

Одним из таких средств, которые способствуют развитию мелкой моторики, являются якутские настольные игры «Тырыныка» – игра в палочки, «Хабылык» – игра в лучинки, «Хаамыска» – игра в камешки. Эти игры являются неотъемлемой частью традиционной культуры якутского народа, отражением этноса в целом и историей его развития.

Велика роль народных игр в воспитании ребенка, укреплении его духа и тела, в развитии способностей мышления, воображения. Они занимали особое место в повседневной жизни наших предков. После тяжелого трудового дня молодежь собиралась, и старшее поколение состязалось в ловкости, силе и сноровке. В якутских национальных играх мы видим особенности менталитета и мировоззрения якутского народа, его почитания, культуру природы [3, с. 21].

Якутские настольные игры, в которые современные дети с удовольствием играют, имеют тесную связь с укладом жизни якутского народа, видами традиционного хозяйствования, такими как разведение крупного рогатого скота, лошадей, охотничий промысел и рыболовство. Ценными качествами для молодых людей считались сильные руки, ловкость, зоркость, спокойствие и выдержка. Поэтому в играх издавна преобладали такие качества как выносливость, точность движений, ловкость рук и т.д.

Эти игры получили свое развитие в начале XVI в., когда наши предки жили по берегам озер (алаасам), и дошли до наших дней. Игры в камешки и лучинки способствуют в первую очередь развитию ловкости рук, скорости реакции, развитию умственных способностей человека. Это, по мнению многих ученых, имеет важное значение для развития головного мозга [4, с. 4].

По мнению К.Д. Уткина, «хабылык» – якутская настольная игра, где одновременно развивается меткий глаз, острый ум, гибкие пальцы. Эмоциональный подъём, чувство удовлетворения игрой и радость, которая охватывает человека в процессе игры, эти неповторимые чувства положительных эмоций пронесли через многие годы наши игры в лучинки, камешки и палочки. «Хап» – корень слова «лови», «лык» – приложение, «ы» – соединение. Все звери, птицы таким образом достают пропитание. Человек учится у матушки-природы. Он тоже научился «ловить». Выработанные способности ловкости рукгодились человеку в повседневной борьбе за свое выживание: как на междоусобных войнах, на охоте, так и в процессе трудовой деятельности [5, с. 7].

Таким образом, организуя настольные игры «хабылык» и «хаамыска», учитель должен сознательно и целенаправленно формировать навыки игры школьников [5, с. 5].

В игре «Хабылык» инструментом являются палочки длиной 16 см, шириной 0,9 мм, толщиной 0,4 мм с острыми краями по обеим бокам, всего их должно быть 30 штук.

Перед игрой проводится жеребьевка. Игрок подходит к столу и по 5 палочек кладет на стол для лучшего подсчета. Затем собирает всем «хабылык» и разминается.

Судья сначала командует «подготовиться», а через 2–3 секунды по сигналу «Марш!» начинается игра. Если игрок ошибается или нарушает правила, то судья дает знак (легкий стук по столу ладонью) повторить игру.

Игра длится две минуты. Из подобранных вверх палочек подхватывает по одной палочке. Руке, которая не участвует в броске, разрешается принять участие в сборе палочек только после того, как все подобранные палочки легли на пол.

В случае, когда палочка падает со стола, игрок сам поднимает ее. При этом болельщики не имеют права помочь поднять, а могут только указать, где лежит. Последнюю палочку игрок должен подхватить между мизинцем.

Сегодня «хабылык» получает новое развитие как вид спорта в Республике Саха (Якутия). Эта игра очень увлекательна, полезна, развивает ловкость рук и пальцев, мелкую моторику, точную координацию движений.

«Хаамыска» (камешек) – происхождение этой игры скрывает в глубокой древности. Наши предки стали играть в эту игру в начале XVII в. Якуты изготовили «хаамыска» из костей тайменя. Потом стали изготавливать кубики из дерева размером 1,5×1,5 см. Играют 5, 7, 9 штуками. Есть 6 этапов этой игры:

На первом этапе игрок подбрасывает вверх один камешек, и во время его полета подбирает со стола по одному камешку и ловит подобранный вверх камешек.

На втором этапе игрок, подбрасывая вверх один камешек, поднимает каждый раз по две и ловит подобранный.

Третий этап, подбрасывая вверх один камешек, участник поднимает со стола сначала один, а затем и все остальные три или наоборот.

Четвертый этап, участник подкидывает один камешек, во время ее полета кладет на стол остальные четыре. Снова подкидывает одну и во время ее полета должен успеть подобрать все четыре и поймать подобранный.

Пятый этап, участник бросает на стол все камешки. Берет одну и подкидывая ее вверх, собирает в ладонь остальные камни по одному.

Шестой этап: все камешки участник держит в ладони, подбрасывает всех и ловит тыльной стороной ладони, снова подбрасывает и ловит всех камешек с прихватом упавших на стол при первом подбрасывании. Из этих шести этапов состоит один заход.

Если за 2 минуты игрок прошел один заход, то получает 5 очков. Если прошел два захода, то 10 очков. Так, каждый пройденный заход оценивается на 5 очков. А если игрок за две минуты закончил третий этап второго захода, то получает 10/3 очка.

«Тырынка» – (лучинки) игра, развивающая логику у детей. Игроков может быть двое или больше. «Тырынки» изготавливаются из нащепанных лучинок. Длина лучинок должна равняться ширине ладони, тоньше спичечных палочек и иметь округлую форму. Участник зажимает в ладони лучинки, затем опускает их на стол, те лучинки, которые упали отдельно, игрок забирает себе. И начинает с верхней из лежащих друг на друге лучинок отсоединять от других при помощи специальной лучинки с загнутым концом. При этом не сдвигает соседние, в этом случае игра переходит к другому участнику. Играют до последней лучинки. Выигрывает участник, у которого в итоге останется большее количество лучинок [7, с. 84].

Цель исследования теоретически доказать и обосновать в результате педагогического эксперимента возможности развития мелкой моторики детей младшего школьного возраста посредством якутских национальных настольных игр («хабылык», «хаамыска», «тырынка»).

Материалы и методы исследования

Экспериментальная работа по развитию мелкой моторики рук младших школьников проводилась на базе МОБУ «Якутской городской национальной гимназии» г. Якутска. В эксперименте приняли участие 20 учащихся 2 класса, из них 10 мальчиков и 10 девочек.

Работа разделена на 3 этапа:

1) констатирующий этап: разделение класса на экспериментальную и контрольную группы, выявление первоначального уровня развития мелкой моторики рук младших школьников посредством методик «Полоски», «Мячики», «Фигуры», «Домик», «Узоры» С.Е. Гавриной, Н.Л. Кутявиной, И.Г. Топорковой и С.В. Щербининой;

2) формирующий этап – проведение якутских настольных национальных игр «хабылык», «хаамыска», «тырынка», развивающих мелкую моторику рук.

3) контрольный этап: повторное проведение методик «Полоски», «Мячики», «Фигуры», «Домик», «Узоры» С.Е. Гавриной, Н.Л. Кутявиной, И.Г. Топорковой и С.В. Щербининой, сравнительная работа двух групп и анализ полученных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

Для выявления первоначального уровня развития мелкой моторики рук для учащихся проводился комплекс методик «Полоски», «Мячики», «Фигуры», «Домик»,

«Узоры» С.Е. Гавриной, Н.Л. Кутявиной, И.Г. Топорковой и С.В. Щербининой. Результаты этих методик суммируются и дают общий итог.

Если общий результат составляет 12 баллов и выше, то это свидетельствует о высокой автоматизированности у учащихся графических навыков, развитой произвольности. Эти особенности являются подтверждением высокого уровня развития моторики ребенка, что показывает успешное овладение двигательными навыками, необходимыми в учебной деятельности.

Если же результат составляет 8–11 баллов, это говорит о том, что у ребенка достаточно сформированы и умеренно автоматизированы навыки графической деятельности, а также умеренно развита произвольность регуляции движений. Такие показатели являются достаточными для дальнейшего обучения.

И, наконец, если общий результат не превышает 7 баллов, это свидетельствует о том, что у ребенка недостаточно сформированы навыки графической деятельности, плохо развиты произвольная регуляция и контроль за выполнением движений, которые требуют точности и достаточной производительности. Такие показатели являются недостаточными для того, чтобы ребенок успешно овладел навыками учебной деятельности [4].

Исходя из результатов методик «Полоски», «Мячики», «Фигуры», «Домик», «Узоры» С.Е. Гавриной, Н.Л. Кутявиной, И.Г. Топорковой и С.В. Щербининой, определения уровней развития мелкой моторики.

Таблица 1

Первоначальный уровень развития мелкой моторики

	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Контрольная группа	20%	50%	30%
Экспериментальная группа	30%	50%	20%

Цель формирующего этапа – провести якутские настольные национальные игры для экспериментальной группы.

Исследование длилось в течение третьей четверти, ходили 2 раза в неделю. Нам понадобилось по пять комплектов настольных игр. Занятие длилось в течение 45 минут.

В первый день для экспериментальной группы был проведен мастер-класс, в ко-

тором рассказали про якутские настольные национальные игры и наглядно показали, как в них играть.

Все виды подготовки в сочетании проводятся в начале, т.е. подготовительной части каждого занятия, с целью разогрева мышц для полноценной подготовки организма к занятию и развития тех или иных качеств, необходимых для игры.

Занятие начинали с самомассажа ладоней, ладоней и пальцев, кончиков пальцев и внешней стороны кисти рук. После самомассажа руки, дети приступали к упражнениям с предметами:

- перебрасывание мяча с одной руки на другую перед собой, подбрасывание, ловля;
- перебрасывание палочки с одной руки на другую перед собой, подбрасывание, ловля.

Затем познакомили детей с правилами игры «Тырынка», «Хабылык», «Хаамыска». Объяснили и показали:

- выбор позиции игрока
- стойка игрока;
- технические приемы игры;
- способы игры;
- овладение техникой подбрасывания и ловли лучинок, камешек, палочек.

Затем организовали свободную, тренировочную игру.

После проведенного формирующего этапа экспериментальной работы, нами был проведен контрольный эксперимент, где была проведена повторная диагностика по методикам С.Е. Гавриной, Н.Л. Кутявиной, И.Г. Топорковой и С.В. Щербининой: «Полоски», «Мячики», «Фигуры», «Домик», «Узоры».

Таблица 2

Результаты повторной диагностики

	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Контрольная группа № 1	20%	50%	30%
Контрольная группа № 2	20%	50%	30%
Экспериментальная группа № 1	30%	50%	20%
Экспериментальная группа № 2	20%	40%	40%

Заключение

При помощи комплекса методик «Полоски», «Мячики», «Фигуры», «Домик», «Узоры» С.Е. Гавриной, Н.Л. Кутявиной, И.Г. Топорковой и С.В. Щербининой выяснили первоначальный уровень развития мелкой моторики рук.

При проведении эксперимента у учеников экспериментальной группы по развитию мелкой моторики рук посредством якутских настольных национальных игр, уровень мелкой моторики повысился, улучшился почерк, они стали учиться лучше.

Таким образом, организуя настольные игры «тырыынка», «хабылык» и «хаамыска», учитель должен сознательно и целенаправленно формировать навыки игры младших школьников. Родителям рекомендуется играть с детьми в настольные игры дома, а также больше участвовать в турнирах различного уровня для формирования соревновательного опыта, для повышения самооценки. Важно предоставлять детям возможность делать то, чем они могут гордиться.

Список литературы

1. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды. М.: Педагогика, 1989. 560 с.
2. Вераксы Н.Е. Диагностика готовности ребенка к школе. М.: Мозаика-Синтез, 2007. 130 с.
3. Федоров А.С. Саха төрүт оонньуулар. Народные игры и забавы Саха Якутск: Бичик, 2013. 79 с. (на якутском языке).
4. Попкова О.М. Развитие мелкой моторики рук у младшего школьного возраста [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/razvitie-melkoj-motoriki-ruk-u-detey-mladshego-shkolnogo-vozrasta-1013385.html> (дата обращения: 10.11.2018).
5. Национальные виды спорта Якутии: правила соревнований / Под ред. Кочнева В.П. Государственный комитет Республики Саха (Якутия) по физической культуре и спорту; Республиканский центр национальных видов спорта им. В. Манчаары. М.: Советский спорт, 2009. 100 с. ISBN 978-5-9718-0395-9 (на якутском языке).

УДК 378:331.55

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Тимощук Н.А., Мякинкова С.Н.

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: 7.60@list.ru, msn_77@mail.ru*

В статье уделено внимание решению задачи формирования конкурентоспособности специалиста технического профиля, готового к изменению своей образовательной и профессиональной траектории в ответ на смену жизненных условий. Обосновывается важность формирования профессиональной мобильности и профессиональной компетентности как необходимых личностных структур с точки зрения обеспечения адаптации личности специалиста технического профиля к ситуации экономической и структурной неопределенности в обществе. Подтверждается значение сформированной профессиональной мобильности для реализации профессиональной устойчивости и самоактуализации. Рассматривается взаимосвязь и взаимообусловленность профессиональной компетентности, профессиональной мобильности, конкурентоспособности в структуре личности специалиста технического профиля. Обосновывается необходимость обеспечения подготовки конкурентоспособного выпускника как показателя конкурентоспособности вуза и качества профессионального образования. Конкурентоспособность выпускника технического вуза рассматривается как сложное личностное образование с двумя компонентами: профессиональной компетентностью и профессиональной мобильностью. Приводится конструктивная схема системы подготовки конкурентоспособного выпускника технического вуза. Определяется содержательное наполнение компонентов вышеназванной системы. Рассматривается роль образовательной политики государства и ее реализация в программно-целевом компоненте системы подготовки в вузе. Определяется особая роль инновационно-технологического компонента в системе. Обосновываются изменения процесса преподавания социально-гуманитарных дисциплин в вузе с целью формирования информационно-коммуникативной компетентности как структурно необходимого качества личности специалиста технического профиля для обеспечения его конкурентоспособности. Описаны возможности преподавания дисциплины «Русский язык и культура речи» при формировании информационно-коммуникативной компетентности.

Ключевые слова: конкурентоспособность специалиста технического профиля, профессиональная мобильность, профессиональная компетентность, метапредметный образовательный результат, система подготовки конкурентоспособного специалиста технического профиля, информационно-коммуникативная компетентность

PROFESSIONAL MOBILITY IN TECHNICAL SPECIALIST COMPETITIVENESS FORMING SYSTEM

Timoshchuk N.A., Myakinkova S.N.

Samara State Technical University, Samara, e-mail: 7.60@list.ru, msn_77@mail.ru

The attention is paid to the solution of the problem of technical specialist competitiveness formation, ready to change their educational and professional paths in response to changing living conditions. The importance of professional mobility formation and professional competence as necessary personal structures in terms of ensuring the adaptation of the person of technical profile specialization to the situation of economic and structural uncertainty in society is proved. The importance of professional mobility for the implementation of professional stability and self-actualization is confirmed. The interrelation and interdependence of professional competence, professional mobility, competitiveness in the structure of a technical specialist personality is considered. The necessity of training a competitive graduate as an indicator of the competitiveness of the University and the quality of professional education is proved. The competitiveness of a technical University graduate is considered as a complex personal education with two components: professional competence and professional mobility. A constructive scheme of the training system of technical University competitive graduate is given. The content filling of the components of the above-mentioned system is determined. The role of the state educational policy and its implementation in the program-target component of the training system at the University is considered. The special role of the innovation and technological component in the system is determined. The article substantiates the changes in the process of teaching social and humanitarian disciplines at the University in order to form information and communication competence as a structurally necessary quality of the personality of a technical specialist to ensure his competitiveness. The article describes the possibilities of teaching the discipline «Russian language and culture of speech» in the formation of information and communication competence.

Keywords: technical profile specialist competitiveness, professional mobility, professional competence, metasubject educational result, system of preparation of the competitive expert of a technical profile, information and communicative competence

Высокая скорость и непрерывность социальных и экономических преобразований в начале XXI в. обусловили то, что конкурентоспособность становится важнейшей характеристикой для работника. Технологи-

ческие инновации, оказывающие все более глубокое и сильное влияние на рынок труда, обуславливают критерии выбора профессиональной траектории. Обоснованный с точки зрения экономической востребованности

и конкуренции на рынке труда выбор профессии может в короткий временной промежуток оказаться неактуальным.

Цель исследования: определить особую роль профессиональной мобильности в системе формирования конкурентоспособности специалиста технического профиля.

Материалы и методы исследования

Предметом исследования является формирование профессиональной мобильности в системе подготовки конкурентоспособного выпускника технического вуза. Методы исследования: теоретический анализ психолого-педагогической литературы по теме исследования, анкетирование работодателей, студентов и выпускников технического вуза, организация и проведение эксперимента. Экспериментальная база исследования: студенты и выпускники факультета автоматизации и информационных технологий Самарского государственного технического университета.

Результаты исследования и их обсуждение

Современная ситуация на рынке труда привела к тому, что активная позиция самого работника играет решающую роль, так как «конкурентоспособная личность – это личность, для которой характерно стремление и способности к высокому качеству и эффективности своей деятельности, а также к лидерству в условиях состязательности, соперничества и напряженной борьбы со своими конкурентами» [1, с. 67].

Исследователи определяют «конкурентоспособность специалиста-профессионала в общем виде ... как интегративную характеристику, обеспечивающую ему более высокий профессиональный статус, более высокую рейтинговую позицию на соответствующем отраслевом рынке труда, устойчиво высокий спрос на его услуги. Конкурентоспособность определяется комплексом конкурентозначимых профессиональных и личностных качеств, индивидуальных способностей решения конкретных задач, вопросов, проблем и необходимых для этого профессиональных знаний, умений и навыков, компетенций» [2].

Исследователи отмечают, что «конкурентоспособность молодого специалиста является, с одной стороны, фактором развития профессиональных и личностных качеств выпускника высшей школы в интересах современного общества, а с другой – показателем качества вузовской подготовки» [3].

При этом необходимо отметить, что формирование профессионального потенциала выпускника вуза «зависит от многих факторов: биологической организации человека, социальной ситуации, характера профессиональной деятельности, активности личности, ее потребности в саморазвитии и самоактуализации» [4].

Конкурентоспособность выпускника технического вуза начинает рассматриваться как сложное личностное образование, так как «конкурентоспособный инженер должен обладать:

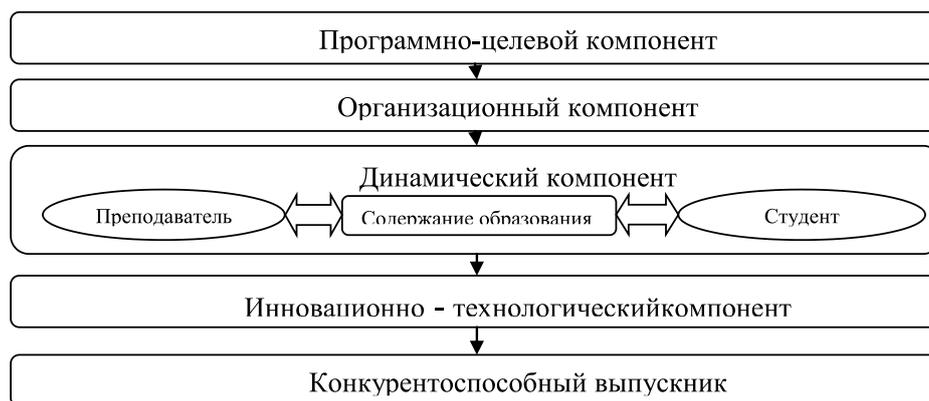
– во-первых, профессиональной компетентностью, под которой мы понимаем совокупность взаимосвязанных смысловых ориентаций, знаний, умений, навыков и опыта, необходимых для решения профессиональных задач;

– во-вторых, набором специальных способностей, состояние уровня развития которых соответствует актуальному востребованному уровню развития их в социуме, т.е. которое обеспечивает эффективное решение потока проблем в области инженерной деятельности» [5].

Формирование профессиональной компетентности достаточно глубоко рассматривается в профессиональной педагогике, в том числе формирование компетентности в процессе получения высшего технического образования. При этом вопросу формирования профессионально важных качеств конкурентоспособной личности выпускника технического вуза уделено недостаточное внимание. «Профессиональная успешность человека зависит не столько от его способности перемещаться с одного рабочего места на другое, из одной области профессиональной деятельности в другую, сколько от его умения активно и продуктивно реагировать на изменения профессиональной среды и профессиональной ситуации, что является ключевым фактором для его профессиональной устойчивости» [6].

«Это позволяет рассматривать профессиональную мобильность, прежде всего, с точки зрения возможности преодоления человеком внутренних психологических барьеров, препятствующих профессиональной самореализации, умением принимать самостоятельные и нестандартные решения, направленные на повышение уровня своего профессионализма, а также способностью быстро осваивать новую образовательную, профессиональную, социальную и культурную среду» [7].

В результате профессиональную мобильность исследователи определяют «как интегративное качество личности, объединяющее в себе сформированную внутреннюю потребность в профессиональном росте и профессиональной карьере специалиста, способности к профессиональной адаптации в результате смены профессионального поля деятельности и знаниевую основу профессионально-личностной компетентности как условия формирования профессиональной мобильности» [8].



Конструктивная схема системы подготовки конкурентоспособного выпускника технического вуза

Проведенный анализ литературных источников обосновывает мысль о том, что выпускник технического вуза не может считаться конкурентоспособным без сформированной профессиональной мобильности. Вся система подготовки бакалавра, магистра, специалиста в вузе должна быть построена с учетом этой взаимосвязи (рисунок).

Программно-целевой компонент такой системы включает в себя нормативную документацию вуза: Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования, являющиеся документами общероссийского уровня, основные образовательные программы, учебные планы, программы учебных дисциплин, составляющие блок общевузовской документации. Кроме того, в этот компонент входят различные положения, регламенты, определяющие политику вуза по его развитию, а также стимулированию научно-исследовательской, творческой работы как преподавателей, так и обучающихся. Профессиональная мобильность как фактор конкурентоспособности выпускника формируется в течение всего срока обучения в вузе, то есть является метапредметным образовательным результатом. «Реализация метапредметного подхода в высшем профессиональном образовании способствует подготовке компетентного, квалифицированного бакалавра и специалиста такого уровня и профиля, который способен к продуктивной работе по специальности, готов к непрерывному профессиональному росту, социальной, культурной и профессиональной мобильности» [9].

Организационный компонент проявляется в структуре образовательного процесса, тех формах и методах, которые применяются в обучении студентов. Этот компонент характеризуется наибольшей степенью интеграции традиционных и инновационных

процессов (дистанционных образовательных технологий, сетевой формы обучения). То, насколько заинтересовано руководство образовательного учреждения в использовании в учебном процессе интерактивных форм, проявляется в интенсификации учебного процесса, его практико-ориентированности, позволяющей в дальнейшем студенту проявлять профессиональную мобильность, быть конкурентоспособным на рынке труда.

Динамический компонент системы включает в себя постоянно взаимодействующих субъектов образовательного пространства вуза – преподавателя и студента, а также изменяющееся под влиянием этого взаимодействия содержание образования. Схема отображает тесную взаимосвязь всех субъектов образовательного процесса: невозможно определить, кто имеет более важную роль. Традиционно считается, что преподаватель обеспечивает качество подготовки студентов к профессиональной деятельности. Действительно, от него зависит, насколько наглядными и понятными, содержательными будут лекции, кроме того, именно преподаватель задает траекторию движения студента при изучении дисциплины – темы практических и лабораторных работ, задания для самостоятельного изучения и выполнения. Но как бы ни распланировал работу преподаватель, результативность будет во многом зависеть от студента – его заинтересованности, уровня начальных знаний, когнитивных компетенций. Третий «субъект» динамического компонента системы зависит от преподавателя и студента, но и сам оказывает влияние. Компетентный подход в образовании, переход на двухуровневую систему высшего образования, введение Федеральных государственных образовательных стандартов во многом поменяли содержание

образования: регламентирован процент лекционных потоковых занятий, увеличено количество часов на самостоятельную работу студентов, достаточно сильно изменен состав дисциплин учебных планов.

Инновационно-технологический компонент играет важную роль в обеспечении конкурентоспособности выпускника. Именно этот компонент включает в себя те инновации, которые должны стать основой высшего образования, особенно технического. Программа «5-100» основной задачей высшего технического образования ставит формирование выпускника, готового и способного создавать новые технологии начиная со времени обучения в вузе. «Цель Проекта 5–100 – максимизация конкурентной позиции группы ведущих российских университетов на глобальном рынке образовательных услуг и исследовательских программ» [10]. В процессе работы над междисциплинарными исследовательскими проектами студенты учатся не только решать поставленную задачу на стыке разных наук, но и осуществлять коммуникацию между различными исследовательскими группами, состав участников которых зачастую международный. Значит, необходимо быть готовым проявить и межкультурные коммуникативные способности. Инновационно-технологический компонент закладывает основу конкурентоспособности выпускника, так как работа с различными проектами в междисциплинарных и межкультурных группах позволяет снять психологический барьер перед инновациями, разработать и опробовать на практике личный алгоритм работы в нестандартных ситуациях, требующих решения нетиповых задач. Такой опыт, полученный на этапе получения образования, позволит в дальнейшем успешно действовать в самых разных, даже стрессовых, ситуациях в профессиональной деятельности.

Способность студента, а в дальнейшем выпускника вуза проанализировать, структурировать и систематизировать междисциплинарную научную информацию, успешно интегрироваться в поликультурную исследовательскую команду, при необходимости взять на себя руководство каким-либо этапом работы, подразумевается у профессионально компетентного специалиста. Но в условиях современного технического вуза это профессионально важное качество личности не формируется в процессе изучения дисциплин специализации. В такой ситуации становится оправданным системное преобразование преподавания дисциплин социально-гуманитарного профиля, направленного на формирование инфор-

мационно-коммуникативной компетентности (ИКК) [11], обеспечивающей проявление конкурентоспособности. Проведенное анкетирование работодателей, студентов и выпускников технического вуза (156 человек) показало, что в зависимости от этапа продвижения в профессии, отдельные компоненты компетентности приобретают особое значение. Для работодателя решающим является высокий уровень сформированности деятельностного компонента (мнение более 55% опрошенных). Для выпускников важной становится сформированность оценочно-рефлексивного компонента ИКК, как способствующего эффективному самоопределению на этапе трудоустройства (60% опрошенных). Для студентов же необходимым является формирование когнитивного компонента (45% опрошенных), что вполне объяснимо с точки зрения успешности обучения в вузе.

В Самарском государственном техническом университете преподается дисциплина «Русский язык и культура речи», которая формирует у студентов способность рациональной работы с информацией, когда с минимальными затратами сил перерабатывается ее большой объем; готовность для выполнения профессиональных задач сформулировать цель сбора и анализа информации. Разные виды сжатия информации (составление плана, выделение тезисов, создание разных типов конспектов) помогают оптимизировать работу, сделать ее более эффективной. Способность осознать взаимосвязь ключевых понятий в контексте выполняемой междисциплинарной работы дает возможность развить системное мышление – готовность анализировать реализацию сложных процессов, работу механизмов или организаций. Способность в соответствии с законами логики структурировать подготавливаемый текст публичной речи, использовать приемы аргументации, а также активное применение способов наглядного представления (схемы, графики) информации обеспечивает формирование коммуникативной составляющей информационно-коммуникативной компетентности, овладение которой позволяет оптимизировать профессиональное взаимодействие. Готовность учитывать индивидуальные особенности коммуникантов, обусловленные принадлежностью к разным этническим, социальным группам, позволяет реализовать межкультурную составляющую коммуникативной компетенции. Способность определить свое место в команде, готовность взять на себя ответственность за результаты командной работы обеспечивает возможность управления проектами.

Заключение

В результате выполненного исследования создана модель системы подготовки конкурентоспособного выпускника технического вуза в виде конструктивной схемы, включающая программно-целевой, организационный, динамический и инновационно-технологический компоненты, описано их содержание. Обоснованы изменения процесса преподавания социально-гуманитарных дисциплин в вузе с целью формирования информационно-коммуникативной компетентности как структурно необходимого качества личности специалиста технического профиля для обеспечения его конкурентоспособности, на примере обучения дисциплине «Русский язык и культура речи». Интенсивность социально-культурных преобразований начала XXI в. предопределила то, что формирование конкурентоспособности и профессиональной мобильности (в качестве ее компонента) стало одной из приоритетных целей высшего технического образования.

Список литературы

1. Андреев В.И. Педагогическая эвристика для творческого саморазвития многомерного мышления и мудрости: монография. Казань: Центр инновационных технологий, 2015. 288 с.
2. Бодьян Л.А. Гуманизация образования и развитие конкурентоспособности выпускника технического вуза // Казанский педагогический журнал. 2009. № 5. С. 60–69.
3. Панкова Т.Н. Профессиональная мобильность как неотъемлемая характеристика современного специалиста в системе непрерывного профессионального образования // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2013. № 1. С. 99–102.
4. Коноплянский Д.А. Структура профессионально-образовательного пространства вуза как фактор формирования конкурентоспособности выпускников // Высшее образование сегодня. 2016. № 10. С. 29–33.
5. Рубина Г.В., Сальникова Н.А. Ролевая игра как эффективный метод формирования конкурентоспособности будущего инженера // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. 2012. Т. 18. № 2. С. 174–177.
6. Амирова Л.В. Формирование профессиональной мобильности студентов в процессе интеграции основного и дополнительного профессионального образования // Современные педагогические и информационные технологии в образовании и медицине: сборник научных статей / Под ред. академика РАН Г.П. Котельникова. Самара: Изд-во «Инсома-Пресс», 2015. С. 19–22.
7. Гогленков А.М. Профессиональная мобильность в контексте непрерывного образования: опыт стран Скандинавии // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 32. С. 185–192.
8. Хоронько Л.Я., Боярко Е.С. Профессиональная мобильность как свойство личности специалиста // Вестник непрерывного образования. 2010. № 1. С. 60–63.
9. Тимощук Н.А. Применение познавательной деятельности матрицы в процессе формирования метапредметных компетенций студентов // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2016. № 10–3–2. С. 121–125.
10. Проект повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров [Электронный ресурс]. URL: <http://5top100.ru.html> (дата обращения: 18.10.2018).
11. Мьякинкова С.Н. Информационно-коммуникативная компетентность и ее роль в профессионально-творческом развитии студентов // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. 2016. № 10–3–2. С. 40–44.

УДК 378.1

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Чарикова И.Н., Жаданов В.И., Манаева Н.Н.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,

e-mail: irnic@bk.ru, prorectornr@mail.osu.ru

Курсовое проектирование является одним из важнейших инструментов для качественной подготовки специалистов строительных специальностей. Индивидуальная самостоятельная работа обучающегося над полученным заданием способствует развитию у него творческого мышления, способности самостоятельно принимать технически и экономически обоснованные конструкторские и объемно-планировочные решения. При выполнении курсового проекта студент реализует ранее полученные знания по изучаемой и сопутствующим дисциплинам образовательного цикла. Это позволяет, с одной стороны, проводить комплексный контроль полученных им знаний, с другой стороны, увидеть и устранить проблемы в освоении обучающимися как базовых, так и специальных курсов. При этом традиционная ориентация ведения практических занятий, связанных с курсовым проектированием, направлена на получение определенного объема теоретических знаний, конкретных умений и навыков, которые не способствуют взаимосвязи выполняемой работы с реалиями профессиональных аспектов. Такой подход не обеспечивает инновационный характер современного инженерно-технического образования. Необходимо смещать акцент в сторону самостоятельной активной учебной деятельности студентов, направленной на формирование у них профессиональных компетенций, благодаря которым обучающиеся органично вписывались бы в свою будущую практическую деятельность. Предлагаемый читателю материал посвящен вопросам повышения эффективности подготовки студентов строительных специальностей за счет совершенствования способов и методов ведения курсовых проектов на примере дисциплин, посвященных строительным конструкциям. Обоснована целесообразность обязательного выполнения студентами раздела вариантного проектирования, основанного на информационном методе анализа выбора наиболее оптимального конструкторского решения с наилучшими технико-экономическими показателями. Приведены принципы организации образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи, отраженной в теме курсового проекта. На всех этапах выполнения проекта предполагается использование информационных технологий, за счет чего достигается активизация самостоятельной деятельности студента. Рассмотрены вопросы мотивации обучающихся для использования в курсовом проектировании научно-технических достижений в области строительных конструкций и технологий.

Ключевые слова: курсовой проект, строительство, учебный план, методология обучения, самостоятельная работа, научно-технические разработки, информационные технологии

COURSE DESIGNING AS AN INSTRUMENT TO INCREASE TRAINING EFFICIENCY OF STUDENTS OF CONSTRUCTION ENGINEERING SPECIALTIES

Charikova I.N., Zhadanov V.I., Manaeva N.N.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: irnic@bk.ru, prorectornr@mail.osu.ru

Course design is one of the major instruments for high-quality training of specialists of construction engineering specialties. Individual independent work of student on the task contributes to the development of creative thinking, ability to independently accept technically and economically reasonable constructive and space-planning decisions. Doing a coursework student realizes earlier gained knowledge on studied and related disciplines of an educational cycle. On the one hand it allows to carry out the complex control on gained knowledge, and on the other hand to see and fix problems in development by students of both basic and special courses. At the same time traditional orientation of teaching the practical training connected with course designing is directed on obtaining a certain volume of theoretical knowledge, concrete skills which does not promote interrelation of the performed work with realities of professional aspects. Such approach does not provide the innovative nature of modern technical education. It is necessary to shift focus towards the independent educational activity of students directed to formation of professional competences in them thanks to which students organically would fit into the future practical activities. In this regard, taking into account the importance of course designing, it is necessary to improve training methodology, including independent work of the student. The offered material is devoted to questions of efficiency increase of training of construction engineering specialties students due to improvement of ways and methods of teaching coursework on the example of the disciplines devoted to building constructions. The expediency of obligatory execution of the section of the alternative design based on information method of the analysis of the choice of the most optimal design solution with the best technical and economic indicators by students is proved. The principles of the organization of educational process according to an algorithm of the stage-by-stage solution of the problem task reflected in a subject of coursework are given. Use of information technologies is supposed at all stages of implementation of the project, at the expense of what activation of independent activity of the student is reached. Questions of motivation of students for use in course designing of scientific and technical achievements in the field of building constructions and technologies are considered.

Keyword: coursework, construction engineering, curriculum, teaching methodology, independent work, scientific and technical developments, information technologies

В современных условиях отрасль строительства является базовым элементом по созданию новых, расширению и реконструкции действующих основных фондов, к которым, в частности, относятся здания и сооружения промышленного, граждан-

ского и сельскохозяйственного назначения. Именно она предопределяет развитие практически всех других сегментов российской экономики. При многомиллиардных вложениях в строительную сферу повышение эффективности их использования трудно переоценить [1]. Общеизвестно, что оптимальные технико-экономические показатели возводимых и реконструируемых объектов обеспечиваются на этапе их проектирования, что предопределяет необходимость работы в проектных организациях и на строительных площадках высокопрофессиональных специалистов, обладающих творческим мышлением, способностью самостоятельно принимать технически и экономически обоснованные конструкторские и технологические решения, умением внедрять в реальные проекты и производство инновационные технологии и передовые достижения науки и техники. Нужность таких специалистов, подготовленных на базе «...адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ», особо подчеркивал Президент России В.В. Путин в своем «майском» указе [2].

Подготовка специалистов для строительной отрасли, обладающих всеми вышеперечисленными навыками и умениями, во многом обеспечивается качественной организацией самостоятельной работы студентов, важнейшим инструментом в которой является курсовое проектирование. Высокое значение курсового проектирования для обучения студентов строительных специальностей подчеркивали в своих трудах Л.Б. Великовский, Н.В. Гуляницкий, А.В. Захаров, А.С. Ильяшев, О.М. Кузнецова, Т.Г. Маклакова, А.С. Мещеряков, Н.Н. Миловидов, Б.Я. Орловский, В.М. Предтеченский, Е.Г. Эйдельсон и другие. Важность курсового проектирования предопределяется тем, что оно завершает изучение строительной дисциплины, обеспечивает систематизацию полученных знаний при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий. Именно в курсовом проектировании решаются взаимосвязанные задачи, связанные со сферой профессиональной деятельности будущих строителей. Курсовое проектирование является своего рода стартовой площадкой перед выпускной квалификационной работой. При подготовке студента к эффективной практической деятельности необходимо научить его работать с большим объемом информации, которую надо преобразовать, систематизировать и произвести необходимые расчеты, привить ему желание к научно-исследовательской работе, развить у него творческую инициативу, самостоятельность

мышления, ответственность за принятые решения и способность организованно работать в коллективе для достижения намеченных целей. Все эти критерии студент может освоить при выполнении курсовых проектов, и с этой точки зрения проблема совершенствования методики ведения курсового проектирования является, несомненно, актуальной задачей.

Цель исследования: разработка предложений по совершенствованию методологии проведения занятий, тематики и содержания разделов курсовых проектов по строительным дисциплинам, нацеленных на повышение эффективности подготовки высокопрофессиональных специалистов для строительного комплекса.

Материалы и методы исследования

На основании теоретического анализа в рамках исследования представляется возможным выделить ряд подходов и методов в подготовке инженеров:

- целевая ориентация обучения на инновационную деятельность;
- приоритет развития творческого потенциала будущих инженеров;
- междисциплинарный подход в содержании и процессе подготовки;
- контекстное обучение, когда мотивация к усвоению знания достигается путём выстраивания взаимосвязи между конкретным знанием и его применением;
- обучение на основе опыта, когда студенты имеют возможность ассоциировать свой собственный опыт с предметом изучения.

Необходимо отметить, что анализ выделенных подходов и методов исследования, реализуемых в русле компетентностно-деятельностного, направлен на формирование профессиональных компетенций и развития творческого потенциала будущих инженеров. Реализация этих методов и подходов осуществляется на базе ряда практико-ориентированных дисциплин, в которых происходит включение студентов в командную работу над исследовательскими проектами и в рамках курсового проектирования.

Междисциплинарный подход к развитию творческого потенциала является важным условием осознания студентами связей между дисциплинами и подготовкой компетентных конкурентоспособных специалистов к инновационной инженерной деятельности, а также служит повышению мотивации студентов, заинтересованности в обучении и, как следствие этого, более высоким результатам образовательного процесса.

Методология поиска путей оптимизации тематики и внутреннего наполнения курсовых проектов по строительным дисциплинам, излагаемая в предлагаемой читателям статье, базируется на нескольких тезисах и положениях. В частности, выполняя курсовой проект, студент применяет ранее полученные знания по изучаемой и сопутствующим дисциплинам образовательного цикла. Это позволяет преподавателю в итоге, с одной стороны, проводить комплексный контроль полученных им знаний, с другой стороны, увидеть и устранить проблемы в освоении обучающимися как базовых, так и специальных курсов. Суть этих проблем состоит в том, что вопросам интегра-

ции общетехнических и специальных дисциплин в курсовом проектировании не уделяется должного внимания. Из-за этого ранее полученные знания по предметам базового цикла, причем достаточно полноценные, студенты с трудом переносят на другие специальные дисциплины вариативной части учебного плана. В итоге студенты старших курсов испытывают не только трудности в выполнении курсовых проектов, но и после окончания вуза, им необходимы несколько лет практической работы по специальности для подготовки к полноценной профессиональной деятельности. В связи с этим необходимо предложить научно обоснованные методические подходы к интеграции общетехнических и специальных дисциплин, обеспечивающие адекватный алгоритм профессионального становления будущего инженера-строителя. Такая интеграция нужна в первую очередь в курсовом проектировании.

Кроме этого, методология хода выполнения курсового проекта должна учитывать самостоятельность работы студента, направленной на формирование у них профессиональных компетенций, благодаря которым обучающиеся органично вписывались бы в свою будущую практическую деятельность. В этом аспекте представляет интерес применение в курсовом проектировании реальных практических заданий, информационных технологий и выполнение полученного задания с использованием последних достижений науки и техники в области изучаемой дисциплины [3–5].

Для конкретизации в качестве примеров в статье использованы материалы курсовых проектов по курсу «Конструкции из дерева и пластмасс» (КДиП) [6]. При этом авторы считают, что изложенные алгоритмы и предложения могут быть с успехом реализованы как в других строительных дисциплинах, так и в других технических специальностях, например, аэрокосмической отрасли, машиностроении, автотранспорт, электротехнические специальности и т.п.

Результаты исследования и их обсуждение

При изучении строительных дисциплин учебный план специальности, наряду с лекционными, практическими и лабораторными занятиями, как правило, включает курсовые проекты, которые рассматриваются как вид учебной работы и выполняются в пределах часов, отводимых на ее обучение. Особенностью курсового проектирования является то, что основная масса времени отводится на самостоятельную работу студента. Например, в соответствии с рабочей программой курса КДиП общая трудоемкость дисциплины составляет 216 академических часов, а из них 147 часов отводится на самостоятельную работу студента по курсовому проекту. Такое соотношение наблюдается и по всем аналогичным дисциплинам вариативной части учебных планов строительных специальностей, предусматривающих выполнение курсового проекта (промышленное и гражданское строительство, городское строительство, строительство автомобильных дорог и аэродромов

и т.п.). Учет этого обстоятельства, а также того, что при помощи курсового проектирования необходимо развивать творческую работу студентов, их способности решать конкретные проектные и технологические задачи, в том числе при помощи научно-исследовательской работы, позволил авторам сформулировать основные методологические положения организации курсового проектирования, реализация которых должна обеспечить повышение эффективности студентов строительных специальностей.

1. Курсовой проект по дисциплине всегда должен завершать её изучение. Он позволяет студенту закрепить, усовершенствовать и практически применить знания, полученные на лекционных, практических и лабораторных занятиях. Логическое построение курса должно предусматривать на первом этапе изучение теоретических основ дисциплины и на втором этапе – их реализацию в курсовом проекте. Однако в расписании занятий, составленных по учебным планам, как правило, все занятия начинаются параллельно и зачастую студент получает задание на курсовой проект и должен приступить к его выполнению, не прослушав ни одной лекции по изучаемой дисциплине и не посетив ни одного практического занятия.

Этот нонсенс можно устранить двумя вариантами. Первый – дисциплину, предусматривающую в своем содержании курсовой проект, необходимо вести по учебному плану в двух семестрах: в первом изучение теоретического материала, практические и лабораторные занятия, во втором – занятия и самостоятельная работа по курсовому проектированию. Второй вариант – в течение одного семестра предусмотреть два блока, аналогично ведению дисциплины по первому варианту. Например, дисциплина КДиП преподается в течение одного 7 семестра 17 недель. Для обеспечения плановой трудоемкости (лекции – 34 часа, практические занятия – 16 часов, лабораторные работы – 16 часов) разбиваем семестр на два блока продолжительностью 8 и 9 недель. В первом блоке на каждой неделе студенты слушают 2 лекции (на 8-й неделе три лекции), посещают по одному практическому и лабораторному занятию. Во втором блоке студенты самостоятельно, с консультациями преподавателя, выполняют курсовой проект, реализуя, в частности, полученные в первом блоке знания и умения. Такой подход к организации учебного процесса обеспечит активизацию творческой деятельности студента, повысит его самостоятельность в решении конкретных инженерных задач.

2. В настоящее время практически во всех вузах, занимающихся подготовкой специалистов строительного профиля, тема курсового проекта выдается студенту в виде общего названия, не привязанного к какому-либо реальному объекту. Обучающийся понимает, что он разрабатывает условное задание, которое никогда не будет реализовано на практике или даже обсуждено научной и строительной общественностью. Такой подход резко снижает интерес студента к выполняемой работе. С другой стороны, в самом задании, как правило, прописываются конкретные параметры проектируемого объекта, которые

не позволяют исполнителю творчески подойти к процессу проектирования, принять те или иные параметры не по заданию, а на основе научно-технического и экономического анализов с учетом технологического процесса, принятых критериев оптимальности объекта и т.п. В таблице представлен пример стандартного задания на курсовой проект по дисциплине КДиП, ярко показывающий жесткие рамки, в которых должен работать студент и которые ограничивают его конструкторский и научный поиск. Такой подход исключает самореализацию творческих и исследовательских способностей обучающихся.

Пример стандартного задания на курсовой проект по курсу КДиП

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ		СХЕМА ЗДАНИЯ
1. Пролет, м	$\ell = 23,0$	
2. Шаг основных несущих конструкций, м	$B = 3,9$	
3. Общая длина здания, м	$L = 78,0$	
4. Высота от уровня чистого пола до низа несущей конструкции, м	$H = 5,3$	
5. Район строительства	Самара	
6. Назначение здания	Цех по производству оконных и дверных блоков	
7. Тип ограждающих конструкций	Клефанерные плиты покрытия и панели стен заводского изготовления	
8. Тип стропильных конструкций	Клеедощатые балки прямоугольного поперечного сечения	
9. Тип колонн	Клеедощатые прямоугольного поперечного сечения	

Для устранения этого недостатка тематика курсового проектирования должна строиться на потребностях строительного рынка региона, на задачах современного производства и перспективах его развития, на научно-исследовательских разработках, связанных с изучаемой дисциплиной. В названии темы и непосредственно в задании желателен отразить комплексность проекта, направленного на решение нескольких взаимно связанных между собой задач. С учетом объема курсового проекта и отведенного на его выполнение времени в задании целесообразно конкретизировать задачи, требующие от студента детальной проработки, и задачи, допускающие общее концептуальное решение. Например, при названии курсового проекта «Цех по производству деревянных панельных конструкций производительностью 4000 м³/год» предполагается проработка студентами особенностей технологического процесса, исследование возможных вариантов объемно-планировочного решения здания с учетом требований размещения оборудования, компоновочной схемы каркаса, определение эффективных типов несущих и ограждающих конструкций, расчет на прочность и жесткость конструкций покрытия. При этом размеры и типы элементов стенового ограждения, колонн, связевых блоков могут быть определены из конструкторских сообщений, без расчетов [7].

3. В курсовом проектировании необходимо акцентировать внимание обучающегося на вариантном проектировании как на основном элементе развития творческого подхода к выполняемой работе. Например, в курсовом проекте по дисциплине КДиП, после определения основных параметров проектируемого здания, студент начинает проводить информационный поиск наилучших вариантов несущих и ограждающих конструкций, применимых для своего объекта. В этом поиске он исследует технико-экономические характеристики возможных вариантов, их преимущества и недостатки, обосновывает оптимальность принятого решения. Именно в вариантном проектировании обучающийся знакомится с передовыми техническими решениями, известными как в России, так и за рубежом. Кроме этого, он может предложить и свое конструктивное решение, имеющее, по его мнению, определенные преимущества перед исследованными аналогами. Обоснование выбранного варианта вызывает у студента потребность вспомнить и применить на практике ранее полученные знания по экономическим дисциплинам. Такой подход способствует развитию навыков у студентов по применению

знаний по ранее изученным базовым дисциплинам в новом изучаемом курсе.

4. Уже на этапе выполнения вариантного проектирования у студента должна возникнуть потребность в разработке своего проекта с учетом научно-технических достижений в области строительных конструкций и технологий. Несомненно, что научная часть курсового проекта должна затрагивать не всю его тему, а какой-то узкий участок, который студент может исследовать, обобщить и применить в своей работе. При этом целесообразно, чтобы эта часть проекта содержала в себе все элементы научного исследования, начиная от анализа литературных источников и обоснования актуальности рассматриваемого вопроса и кончая практическим применением полученных результатов. Необходимо допускать, что результаты исследуемого вопроса не будут обладать неоспоримой научной новизной, они будут новыми для студента, их изучившего. Это допущение направлено на то, чтобы привить студентам навыки исследовательской деятельности, развить их способность в решении творческих задач в рамках одного исследования. В этом аспекте главная задача преподавателя – заинтересовать обучающегося в активной научно-исследовательской деятельности, для чего нужны определенные элементы стимулирования [8, 9]. Например, в вышеназванной теме курсового проекта по курсу КДиП студент рассматривает вопрос применения в проектируемых конструкциях древесины местных пород. Здесь он с успехом может применить результаты своей научной работы по дисциплине «Материаловедение», исследовать виды местных пород древесины, их свойства и применить их в проектируемых конструкциях, обосновав целесообразность замены стандартной древесины сосны и технико-экономическую эффективность принятого решения. В дальнейшем преподаватель обеспечивает студенту использование этого научно-исследовательского блока в дипломном проектировании, а при защите курсового проекта дополнительные баллы к итоговой оценке выполненной работы.

5. Информационные технологии в курсовом проектировании рекомендуются использовать на всех этапах выполнения проекта как один из элементов активизации самостоятельной деятельности студента. Для повышения эффективности подготовки студентов строительных специальностей в курсовом проектировании авторы предлагают использовать программные средства, совмещающие в себе функции обучения

и поиска оптимальных технических решений. В качестве примера можно привести разработанный в Оренбургском государственном университете программный комплекс «Автоматизированная информационно-расчетная система проектирования металлических конструкций» [10]. Он представляет собой приложение для операционной системы MS Windows, разработанное с использованием Microsoft Visual Studio на языке программирования C#. Процесс проектирования представляет собой ввод пользователем числовых данных или выбор одного из предложенных вариантов, а также вывод на экран всей необходимой справочной информации. Для удобства восприятия процесс проектирования разбит на шаги, а графический интерфейс построен по принципу «мастера», когда на экране отображается единственный текущий шаг проектирования, а переход к следующему шагу осуществляется только после корректного выполнения текущего шага. Кроме того, в окне шагов проектирования есть пункты меню: «Главное меню» (позволяющий вернуться в главное меню программы), «Параметры задачи» (отображающий на экране текущий вариант условий проектирования), «Методические материалы» (отображающий на экране текст учебного пособия, необходимого для выполнения проектирования). Сохранения прогресса проектирования в файл, указанный в начале, осуществляется автоматически при каждом переходе между шагами проектирования или при выходе в главное меню [11].

Разработанный программный комплекс направлен на восприятие и усвоение студентами структуры и алгоритмов проектной деятельности в учебном процессе, применение компьютерного моделирования как основы усвоения содержания элементов исследовательской работы, на стимулирование усвоения студентами основ организации проектной деятельности при пользовании компьютерными технологиями. Он позволяет студенту сочетать фундаментальные теоретические знания с освоением современных информационных технологий и интеграцией интеллектуальных, коммуникативных и креативных умений.

Отметим, что вышеназванное программное средство прошло апробацию и используется в учебном процессе по дисциплине «Металлические конструкции» у студентов специальностей «Городское строительство и хозяйство» и «Промышленное и гражданское строительство» Оренбургского государственного университета и инженерно-строительного института Сибирского

федерального университета (г. Красноярск). При незначительных доработках его платформа может быть легко адаптирована для дисциплин КДиП и «Железобетонные конструкции».

Заключение

Несомненно, что перечисленные предложения по совершенствованию методологии проведения занятий, тематике и содержанию разделов курсовых проектов по строительным дисциплинам надо расценивать только как первый шаг в направлении повышения эффективности подготовки высокопрофессиональных специалистов для строительного комплекса. Комплексное сочетание изложенных предложений может служить стартовой площадкой для дальнейших предложений преподавателей-исследователей высшей школы по способам и методам ведения курсового проектирования. Представляется целесообразным адаптировать и усовершенствовать приведенные предложения не только на строительные дисциплины, но и распространить их на другие технические специальности. При этом вне зависимости от специальности в качестве исходного постулата надо иметь в виду, что курсовое проектирование не является чисто научным исследованием – оно связано с обучением и одновременным развитием творческого потенциала и индивидуальности студента. С другой стороны, методология организации курсового проектирования должна с большей или с меньшей полнотой воспроизводить структуру научного исследования. Органическое сочетание этих двух постулатов позволит получить качественный скачок в процессе подготовки высокопрофессиональных кадров как для строительной, так и для других отраслей народного хозяйства России.

Статья опубликована при поддержке Правительства Оренбургской области (постановление Правительства Оренбургской области от 19.07.2018 г. № 444-н), в рамках научно-исследовательского проекта «Разработка подходов и методов повышения инженерно-технического потенциала региона средствами развития когнитивных способностей студентов в проектной деятельности».

Список литературы

1. Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://nopriz.ru/upload/iblock/49f/str_2030.pdf (дата обращения: 07.10.2018).
2. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024

года (Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf>. (дата обращения: 11.10.2018).

3. Гордеева М.М. Курсовая и выпускная квалификационная работа (бакалаврская, дипломная, магистерская). Ростов-н/Д., 2007. 50 с.

4. Кирьякова А.В., Каргапольцев С.М., Каргапольцева Н.А. Образовательная интеграция в региональном университетском кластере // Высшее образование в России. 2018. № 10. С. 115–124.

5. Ануфриев А.Ф. Научное исследование: курсовые, дипломные и диссертационные работы. М.: ООО «Ось – 89», 2004. 112 с.

6. Жаданов В.И., Дмитриев П.А., Михайленко О.А. Конструкции из дерева и пластмасс. Курс в вопросах и ответах. Оренбург: ООО «НикОс», 2011. 480 с.

7. Зимняя И.А. Научно-исследовательская работа: методология, теория, практика организации и проведения. М.: Наука, 2010. 28 с.

8. Леднев В.С. Научное образование. Развитие способностей к научному творчеству. М., Изд-во Мир, 2012. 119 с.

9. Белоновская И.Д., Аверьянова Е.В., Рахимова О.Н. Применение инновационного проектирования в образовательной деятельности бакалавра-строителя // Казанский педагогический журнал. 2018. № 3 (128). С. 72–77.

10. Чарикова И.Н. Особенности математического моделирования балочных систем в интерактивной образовательной среде // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 11. С. 112–116.

11. Charikova I.N., Zhadanov V.I. A Phenomenon of «Living Knowledge» in Engineering and Technical Education. International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. № 9(10). P. 325–333.

УДК 372.83:37.01

АКСИОЛОГИЧЕСКИЕ ДОМИНАНТЫ ГРАЖДАНСКО-ПРАВОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН

Янгирова В.М., Шамигулова О.А.

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», Уфа,
e-mail: v.yangirova@yandex.ru, oash77@mail.ru*

Цель исследования заключалась в формировании у учащихся ценностного отношения к изучаемым социальным явлениям как системообразующего фактора гражданско-правового образования. При этом проблема проектирования и реализации гражданско-правового образования в современной общеобразовательной школе рассматривается через обращение к его аксиологическим доминантам и поиску методов их предъявления учащимся, используя преемственность и образовательный потенциал учебных предметов «Окружающий мир», «История» и «Обществознание». Ведущими методами исследования, описанными в данной статье, являлись педагогический эксперимент, педагогические измерения, математическая обработка данных эксперимента. Участниками педагогического эксперимента являлись выпускники 4-х классов из трех базовых школ ФГБОУ ВО «БГПУ им. М. Акмуллы». Материалы, представленные в статье, содержат описание диагностического инструментария, адаптированного к гражданско-правовому содержанию учебных предметов и возрастным особенностям испытуемых. Инструментарий разработан на основе цветового теста отношений, предложенного А.М. Эткиндо, и метода семантического дифференциала Ч. Осгуда. В статье приведены примеры использования данного инструментария и некоторые результаты, полученные в контрольной и экспериментальной группах. Выводы обращены к особенностям ценностного восприятия социальной информации и подтверждению прямой зависимости между эмоциональным принятием изучаемых социальных событий и личностными смыслами, между принятием гражданско-правовых ценностей и пониманием их значимости для общества и человека.

Ключевые слова: ценности гражданско-правового образования, ценностное отношение, аксиология образования

AXIOLOGICAL DOMINANTS OF CIVIL LEGAL EDUCATION AS A PEDAGOGICAL PHENOMENON

Yangirova V.M., Shamigulova O.A.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, e-mail: v.yangirova@yandex.ru, oash77@mail.ru

The purpose of the study was to form students' value attitude to the studied social phenomena as a system-forming factor of civil law education. The problem of designing and implementing civil law education in a modern secondary school is addressed through an appeal to axiological dominants, using the continuity and educational potential of the «The Biology», «History» and «Social Studies» subjects. The leading research methods described in this article were pedagogical experiment, pedagogical measurements, mathematical processing of experimental data. The participants of the pedagogical experiment were graduates of the 4th grade from the three basic schools of FSBEI HE BSPU named after M. Akmulla. The materials presented in the article contain a description of diagnostic toolkit adapted to the civil law content of school subjects and the age characteristics of the subjects. The toolkit was developed on the basis of the relationship color test proposed by A.M. Etkind, and Osgood Ch. Semantic differential method. The article gives examples of using this tool and some results obtained in the control and experimental groups. The conclusions are drawn to the peculiarities of the value perception of social information and the confirmation of a direct relationship between the emotional acceptance of the social events studied and personal meanings, between the acceptance of civil law values and the understanding of their significance for society and man.

Keywords: values of civil law education, value relation, axiology of education

Изучая сущность гражданско-правового образования, многие исследователи [1, 2] сводят его к воспитанию патриотизма и военно-исторической тематике. Другие ученые [3, 4] видят результат гражданско-правового образования в формировании «гражданских качеств» и «гражданственности», по-разному трактуя данные понятия. Поэтому обращение к проблеме аксиологической доминанты гражданско-правового образования в ее педагогическом контексте потребовало дополнительного комплексного изучения научных исследований ценностной природы человека в области философии, психологии и педагогики.

Аксиологический принцип отбора содержания образования направлен на выявление и отражение в учебном материале общественных ценностей, выступающих ориентиром в личностном развитии учащихся [5, 6]. Матрица ценностей личности будущего гражданина задана обществом и является результатом его духовной деятельности на протяжении различных исторических периодов развития страны. Поэтому содержательным источником термина «аксиологические доминанты» в гражданско-правовом образовании должны выступать ценности общества, сохраняющие и развивающие его. Базовые российские

ценности отражены в требованиях Федеральных государственных стандартов общего образования к результатам обучения и перечислены в Концепции духовно-нравственного развития и воспитания. В аксиологическом аспекте образовательные результаты представляют систему координат, определяющую ценностно-смысловое поле для проектирования образовательного процесса и освоения обучающимися предметного содержания.

Анализ основных образовательных программ общего образования показывает, что функции и содержание гражданско-правовой подготовки могут быть успешно реализованы через обществоведческое и историческое образование, поскольку учебные предметы «Окружающий мир», «История» и «Обществознание» составляют информативную и смысловую доминанты гражданских ценностей и позволяют успешно формировать у учащихся ценностное эмоционально-позитивное отношение к социокультурным событиям и явлениям.

Основой ценностной матрицы, определяющей гражданскую позицию человека и его социальное поведение, является ценностное отношение человека к общественным стимулам. Поэтому в педагогическом аспекте формирование ценностного отношения к изучаемым социальным событиям и явлениям, деятельности людей в истории рассматривается как системообразующий фактор гражданско-правового образования [7, с. 139]. Данный тезис определяет замысел проведенной экспериментальной работы, цель которой заключалась в формировании у обучающихся ценностного отношения к миру через проекцию ценности изучаемых социальных явлений и событий.

Материалы и методы исследования

На организационно-аналитическом этапе исследования применялись общенаучные и практические методы: индуктивно-дедуктивный анализ, конкретизация и обобщение, экспертные опросы, анализ нормативных документов, анализ результатов деятельности, изучение и обобщение опыта профессиональной деятельности педагогов в области реализации гражданско-правового образования, наблюдение. Для организации эмпирического этапа исследования были использованы педагогический эксперимент и методы математической статистики.

Опытно-экспериментальная работа осуществлялась в базовых общеобразовательных школах при ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы».

В ходе исследования для выявления эмоционального восприятия изучаемых социальных явлений, несущих ценностно-смысловую нагрузку была применена методика, предложенная А.М. Эткин-дом [8, с. 85].

Выпускникам 4-х классов контрольной и экспериментальной групп были предложены специальные стимулы (показатели) для оценки. Выбранные стимулы (показатели) выступают в роли аксиологической доминанты в изучаемом материале. При этом для объективности результата предложенные показатели были сгруппированы в два содержательных модуля.

Исходя из возрастных возможностей школьников – участников эксперимента и изучаемого содержания учебных предметов «Окружающий мир», «История», «Обществознание», рассмотрим возможные стимулы (показатели) с опорой на ценностное обоснование их выбора. Например: Первый модуль – «Историко-обществоведческие события, символы». Маркер: Памятник К. Минину и Д. Пожарскому. В аксиологическом аспекте изучаемые в школе общественные события 1611 г., связанные с личностями К. Минина и Д. Пожарского, могут быть олицетворением ценностей Патриотизма, Гражданственности, Добра, Истины. Маркеры: Собор Христа Спасителя в Москве – значение Добра и Истины. Маркер: Парад в 1945 г. на Красной площади – демонстрация ценностей Жизнь, Мир, Добро. Маркер: Разрушенный Ленинград во время Второй мировой войны отражает антиценности: уничтожение человека, уничтожение жизни на Земле, разрушение культурного наследия. Маркер: Конституция РФ символизирует характеристики гаранта безопасности жизни человека, гражданина, свободы. Право в государстве представляется ценностью и должно быть рассмотрено в процессе изучения в качестве аксиологической доминанты как в историческом так и современном контексте.

Второй модуль – «Личность в истории». Стимулы иллюстрируют портреты личностей в истории России, результаты деятельности которых также рассматриваются с аксиологической точки зрения. Например: Маркер: Александр Невский – ценности Любви к Родине, Свободы, Истины. Маркер: Даша Севастопольская. Школьники получают информацию о ней как о первой сестре милосердия. Маркер отражает осмысление значимости и принятие ценностей Добра, Любви. Маркер: Ученый Михаил Ломоносов – доминанты Знания, Истины, Труда.

Для выявления внутренних связей между изучаемыми объектами и ценностями личности была применена методика семантического дифференциала [9, с. 7].

В соответствии с целью исследования участники эксперимента давали свою оценку социальных объектов с точки зрения гражданско-правовых ценностей. Предложенные объекты были условно объединены в блоки 1 – «Человек» и 2 – «Общество». Анкеты составлялись по типу репертуарных решеток [10, с. 12]. Подбор характеристик проводился на основе предварительных неформализованных интервью. Определенный таким образом набор характеристик был объединен в группы ценностей: человеколюбие – добрый, миролюбивый, милосердный, отзывчивый; гражданственность – правдивый, ответственный; созидательный труд – трудолюбивый, созидатель; толерантность – терпимый к различиям, общительный; знания – образованный, любознательный (табл. 1) [8, с. 194].

Результаты исследования и их обсуждение

В формате данной статьи проанализируем некоторые наиболее значимые результаты эксперимента.

Таблица 1

Анкета по типу семантического дифференциала. Блок 1 «Человек»

Характеристики (+)	Человек в истории, на которого я хотел бы быть похожим	Великий человек в истории России	Человек в истории, на которого я бы не хотел быть похожим	Характеристики (-)
	?	?	?	
Созидатель				Разрушитель
Волевой				Без воли

Таблица 2

Описательная статистика результатов ЦТО. Модуль «Личности в истории»

Маркеры	Значение	Медиана	Стандартное отклонение	Асимметрия	Стандартная ошибка асимметрии	Экссесс	Стандартная ошибка эксцесса
1. Иван Калита	3,89	4	2,38	0,18	0,29	-1,39	0,57
2. Иван Грозный	6,11	7	2,17	-0,98	0,29	-0,13	0,57
3. Петр Первый	2,64	2	1,60	0,68	0,29	-0,59	0,57
4. Александр Невский	3,73	3	2,24	0,38	0,29	-1,02	0,57
5. Даша Севастопольская	3,67	3	2,15	0,65	0,29	-0,61	0,57
6. А.В. Суворов	3,37	3	2,08	0,40	0,29	-1,11	0,57
7. М.В. Ломоносов	3,35	3	1,88	0,26	0,29	-1,05	0,57
8. Александр II	3,07	3	1,77	0,81	0,29	-0,00	0,57
9. А. Гитлер	6,37	7	1,91	-1,02	0,29	0,15	0,57
10. Я.Ф. Павлов	3,43	3	1,89	0,77	0,29	-0,02	0,57

Качественный анализ результатов цветового теста отношений позволил выстроить индивидуальную иерархию эмоционально-ценностного восприятия объектов от более значимого к менее значимому. Различия в осмыслении аксиологических доминант и эмоциональном принятии социальных ценностей через историко-обществоведческое содержание, были определены на основе описательной статистики (табл. 2) [8, с. 199].

Значимые различия между двумя группами испытуемых были выявлены по четырем маркерам модуля «Историко-обществоведческие события, символы» и двум маркерам модуля «Личность в истории». Проанализируем некоторые результаты, например:

Маркер Парад в 1945 г. на Красной площади, модуль 1: ($U = 1790$, $p < 0,05$). Данный показатель отражает такие ценности, как Жизнь, Мир на Земле, Добро. Различия между контрольной и экспериментальной группами по выделенному показателю демонстрирует наиболее высокий уровень у участников экспериментальной группы по эмоциональному отношению к изученному факту, ценность объекта для испытуемого, понимание его общественной значимости.

Маркер Государственные символы РФ, модуль 1: По цветовым ассоциациям выделенного маркера выявлено значимое различие между контрольной и экспериментальной группами ($U = 1776$, $p < 0,05$). У экспериментальной группы выявлена

более высокая эмоциональная близость к данному символу. В аксиологическом контексте символы государства – это знак суверенности, свидетельство уникальной исторической страницы становления государственности. Положительные цветовые ассоциации указывают на эмоциональное отношение испытуемых к гражданским ценностям, к родной стране.

Маркер Александр Невский, модуль 2: По цветовой оценке данного показателя наблюдается значимое различие между контрольной и экспериментальной группами ($U = 1735$, $p < 0,05$). Школьники экспериментальной группы указали для князя Александра Невского предпочитаемые цвета, что демонстрирует позитивное отношение к предлагаемому оцениваемому объекту. Изучая в экспериментальной группе роль результатов политики князя для государства, аксиологические доминанты были определены ценностями Свободы, Патриотизма, Истины. В дополнительной беседе по обозначенному маркеру школьники из контрольной группы характеризуют личность Александра Невского словами «хороший», «храбрый», «волевой», «созидатель». Дети из экспериментальной группы отмечают значение результатов его государственной деятельности в тот период: «Князь спасал родную землю от рыцарей-завоевателей», «Если бы не новгородский князь, русские земли могли бы быть завоеваны».

Анализируемые результаты в целом указывают на прямую взаимосвязь между приобретенными знаниями об объекте и эмоционально-позитивным отношением к этому объекту. Чтобы изучаемые события и социальные явления могли быть осмыслены учеником на ценностном уровне, он должен иметь о них базовые представления и собственные суждения. Поэтому полученные результаты позволяют заключить, что предварительная информация об изучаемой личности и способы ее предъявления в экспериментальной группе положительно повлияли на уровень формирования ценностного отношения учеников.

Результаты анкетирования по типу семантического дифференциала рассмотрим на примере первых двух объектов из блока «Человек» (табл. 3), [8, с. 132].

По пятибалльной оценке объекта № 1 по каждому из 14-ти предложенных маркеров между контрольной и экспериментальной группами были выявлены наибольшие различия в следующих качествах: правдивость ($U = 1800$, $p < 0,05$), ответственность ($U = 1604,5$, $p < 0,01$), терпимость ($U = 1557$, $p < 0,01$), общительность ($U = 1697,5$, $p < 0,05$), созидательность ($U = 1708$, $p < 0,05$). Сумма баллов по характеристикам правдивость, ответственность, терпимость, созидательность в экспериментальной группе больше, что демонстрирует выделение маркеров как доминанты в деятельности рассматриваемой личности, вызывающих положительное отношение у школьников. Выделение данных качеств демонстрирует одобрение его деятельности и позитивное отношении к цен-

ностям Гражданственность, Толерантность, Созидательный труд. Сравнение результатов семантического дифференциала по объекту № 2 «Великий человек в истории России» позволил выявить значимые различия между контрольной и экспериментальной группами по характеристикам добрый ($U = 1596$, $p < 0,01$), правдивый ($U = 1737$, $p < 0,01$), трудолюбивый ($U = 1802,5$, $p < 0,05$), волевой ($U = 1757,5$, $p < 0,05$), ответственный ($U = 1494,5$, $p < 0,01$), созидатель ($U = 1200,5$, $p < 0,01$). При этом, сравнивая суммы рангов, замечено, что участники экспериментальной группы, анализируя личностные качества и результаты деятельности великого человека в истории, аксиологической доминантой определяют правдивость, трудолюбие, волю, ответственность, созидательность. Участники контрольной группы считают, что великий человек в истории – это добрый человек, указывая на доминанты добра среди других характеристик. Очевидно, что испытуемые экспериментальной группы понимают «величие» человека в истории через результаты его деятельности. Выявленные показатели соответствуют значению ценностей Гражданственность, Труд, Созидательность. При этом анализ позволяет заметить общее между выделенными характеристиками по объектам № 1 и № 2. К таким общим характеристикам относятся ценности правдивости, ответственности и созидательности, что демонстрирует принятие этих ценностей, осмысление их значимости в государственной и общественной деятельности исторической личности, ценностное отношение к ним.

Таблица 3

Сравнительный анализ результатов семантического дифференциала по анкете № 1: «Человек в истории, на которого я хотел бы быть похожим»

Маркеры	Сумма рангов Контр. группа	Сумма рангов Эксп. группа	U-критерий Манна – Уитни	Показатель значимости
Любознательный	4540,5	4504,5	2226,5	0,92
Образованный	4324,5	4720,5	2046,5	0,19
Добрый	4840,5	4204,5	1926,5	0,09
Миролюбивый	4310,5	4734,5	2032,5	0,25
Правдивый	4188,0	4975,0	1800,0	0,05
Трудолюбивый	4159,0	4886,0	1881,0	0,20
Волевой	4420,0	4625,0	2142,0	0,60
Ответственный	3882,5	5162,5	1604,5	0,01
Милосердный	4214,5	4830,5	1936,5	0,11
Отзывчивый	4244,0	4801,0	1966,0	0,15
Терпимый к различиям	3835,0	5210,0	1557,0	0,01
Смелый	4445,5	4599,5	2167,5	0,68
Общительный	5075,5	3969,5	1691,5	0,05
Созидатель	3986,0	5059,0	1708,0	0,05

Заключение

Внимание к ценностным аспектам гражданско-правового образования, понимание ценностно-мировоззренческой функции изучаемого в школе исторического и обществоведческого содержания, определение аксиологических доминант при разборе социальных явлений и деятельности исторических личностей имеют самое непосредственное влияние на результат гражданско-правового образования в целом.

Анализ полученных результатов между контрольной и экспериментальной группами позволил выявить различия в ценностном отношении к изучаемой социальной информации и подтвердить зависимость его формирования от способов предъявления учебного материала. В экспериментальных группах деятельность педагогов была направлена на формирование у обучающихся понятий и представлений о гражданских ценностях, включение ценностей в эмоциональный опыт школьников, стимулирование к реализации эмоционального переживания в действии, что способствовало возникновению и развитию ценностного отношения. Для того чтобы объект окружающего мира принял для обучающегося значение ценности, он должен быть предварительно информационно нагружен. В данном аспекте обществоведческий материал позволяет в полной мере обеспечивать информационно-смысловую нагрузку. Действуя в логике эксперимента, педагоги большое внимание уделили аксиологическому анализу учебного материала, разъяснению аксиологических доминант в изучаемых социальных событиях

и явлениях, созданию ситуации для эмоционального отклика на уроке.

Надеемся, что полученные результаты исследования помогут совершенствовать процесс обучения и воспитания будущих граждан в системе общего образования и будут полезны для научных исследований в области профессиональной подготовки будущего учителя и обеспечения преемственности между школой и вузом.

Список литературы

1. Мусина В.Е. Учитель как субъект патриотического воспитания школьников // Ярославский педагогический вестник. 2015. № 4. С. 38–41.
2. Гладких В.В. Гражданско-патриотическое воспитание молодежи в поликультурной среде вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Тамбов, 2011. С. 3–5.
3. Гревцева Г.Я. Воспитание ответственности подростков в процессе гражданского образования // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2015. Т. 7. № 3. С. 58–67.
4. Князев А.М. Акмеолого-педагогическая концепция воспитания гражданственности в системе российского образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2008. С. 12–14.
5. Вильданов Х.С. Аксиологическая эпистемология. Уфа: РИО РУНМЦ МО РБ, 2009. 227 с.
6. Lench A. Fortunately, humans need meaning. Or: Can we make ourselves happy? In: ORF Studio booklet 52. 2010. P. 16–27.
7. Янгирова В.М., Шамигулова О.А. Ценностно-мировоззренческая функция социально-гуманитарного образования в школе // Школа будущего. 2016. № 3. С. 137–146.
8. Шамигулова О.А. Формирование у младших школьников ценностного отношения к окружающему миру на основе историко-обществоведческих знаний: дис. ... канд. пед. наук. Уфа, 2007. 209 с.
9. Osgood C.E. Semantic differential technique in the comparative study of cultures. *American Anthropologist*, 1964. P. 79–98.
10. Kelly G.A. The psychology of personal constructs. V. 1: A theory of personality., 556. N.Y.: Norton, 1955. 556 p.