

Импакт-фактор РИНЦ = 0,641

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала top-technologies.ru/ru

Правила для авторов: top-technologies.ru/ru/rules/index

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 70062

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

Импакт-фактор РИНЦ = 0,641.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

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 – 29.09.2017
Дата выхода номера – 29.10.2017

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

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

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 15,63
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2017/9
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОМЕРНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАНИЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ И СТОХАСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ <i>Агibalов О.И.</i>	7
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫПУКЛОСТИ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕДНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ПРИ ХОЛОДНОЙ ОСАДКЕ ОТ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИИ <i>Антонюк Ф.И., Кузнецов И.В., Сорокин П.С., Степанов Е.Д.</i>	12
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ – ТРИГОНОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ <i>Беляков В.А., Галиахметов Р.Т.</i>	17
ОЦЕНКА НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛА СТАНИННЫХ ПЛАНОВ В ЧИСТОВЫХ КЛЕТЯХ ТОНКОЛИСТОВОГО СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ <i>Жильцов А.П., Харитonenко А.А., Мяжков А.С., Кузьмин А.Ю.</i>	23
ГИДРОТРАНСПОРТИРОВАНИЕ МОНОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ СРЕДНЕЙ КРУПНОСТИ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ТРУБАМ <i>Кондратьев А.С., Швыдько П.П.</i>	28
ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ В ЗАПОЛНИТЕЛЯХ НА СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И БЕТОНОВ <i>Курбатov В.Л., Печеный Б.Г., Киреев В.Г., Комарова Н.Д.</i>	34
МИНИАТЮРИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИМПУЛЬСОВ ЯМР-РЕЛАКСОМЕТРА <i>Лапшиков Е.М., Волков В.Я.</i>	42
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРЯМОТОЧНОГО РЕГУЛИРУЮЩЕГО КЛАПАНА С ВЕРХНИМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ЗАПИРАЮЩЕГО ОРГАНА <i>Лебедев А.Е., Капранова А.Б., Мельцер А.М., Неклюдов С.В., Серов Е.М., Воронин Д.В.</i>	48
ВЛИЯНИЕ ТВЕРДОСТИ КРУГА ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ И СОСТАВА СОЖ НА ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА <i>Носенко С.В., Носенко В.А., Кременецкий Л.Л., Буренина А.П., Сердюков Н.Д.</i>	53
УТОЧНЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОАГУЛЯЦИИ МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ <i>Просвирнин В.И., Масюткин Е.П., Масюткин Д.Е.</i>	58
ПОРАЗРЯДНО-ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОВПАДАЮЩИХ ФРАГМЕНТОВ СТРОК <i>Ромм Я.Е., Белоконова С.С.</i>	64
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЛАВНОГО ОКНА ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ OPENFOAM НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ PYQT4 И PYTHON 3.4 <i>Читалов Д.И., Калашиников С.Т.</i>	71
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ УРОВНЯ НАД ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ НА УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПОВЕРКИ УРОВНЕМЕРОВ И СИГНАЛИЗАТОРОВ <i>Шулаева Е.А., Успенская Н.Н., Алмакаев И.А., Исмоилов Т.Н., Ишикина Е.Р.</i>	77
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕЦИЗИОННОЙ БАЛАНСИРОВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИНЕРЦИОННЫХ ТЕЛ <i>Юльметова О.С., Щербак А.Г., Туманова М.А., Щербак С.А.</i>	82

Педагогические науки (13.00.00)

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СОВРЕМЕННОГО ВУЗА <i>Баранова Т.А.</i>	88
О РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ДОСТУПНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ СЕЛЬСКИХ ШКОЛ НА МАТЕРИАЛЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ <i>Безрукова Н.П., Тазьмина А.В., Власенко О.А.</i>	93
ИНТЕГРИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ <i>Данченко Л.В., Туктамышов Н.К.</i>	98
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИ СОЗДАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ <i>Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г.</i>	103
ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОБРАЗА ПРОФЕССИИ У СТАРШЕКЛАССНИКОВ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Лукьянова М.И., Кривцова Н.С.</i>	108
КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ВОЖАТОГО-ПРОФЕССИОНАЛА <i>Любченко О.А., Львова А.С.</i>	114
ЛИДЕРСКИЕ ФУНКЦИИ УСПЕШНОГО ТРЕНЕРА И КОМАНДНАЯ КУЛЬТУРА СПОРТИВНОГО КОЛЛЕКТИВА <i>Марков К.К.</i>	120
ЭВОЛЮЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ШКОЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ В ЯКУТИИ: АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (1960–1980 ГГ.) <i>Николаева А.Д.</i>	125
ТЕСТИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА НА ОСНОВЕ НОРМАТИВОВ ФИЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА «ГОТОВ К ТРУДУ И ОБОРОНЕ» <i>Прокопенко Л.А.</i>	130
КРИТЕРИИ СОЦИАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕДАГОГА <i>Сафин А.А.</i>	135
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ НРАВСТВЕННО-ЭСТЕТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ В ШКОЛЬНОМ ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ <i>Смирнова О.В., Грибанов С.В., Кориунов М.Ю., Долганова С.Л.</i>	140
ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН <i>Тарасова И.М.</i>	146
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ <i>Федорова О.А.</i>	151
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ <i>Цибизова Т.Ю., Комкова Т.Ю.</i>	156

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

COMBINATION OF DETERMINISTIC AND STOCHASTIC ALGORITHMS FOR MULTIDIMENSIONAL TASKS OPTIMIZATION <i>Agibalov O.I.</i>	7
INVESTIGATION OF DEPENDENCE OF THE BULGE OF THE SIDE SURFACE OF COPPER CYLINDRICAL WORKPIECES IN COLD UPSETTING FROM PARAMETERS OF OPERATION <i>Antonyuk F.I., Kuznetsov I.V., Sorokin P.S., Stepanov E.D.</i>	12
TO ASSESS THE POSSIBILITY OF USING REINFORCEMENT CAGES – TRIGONAL IN REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION PRODUCTS <i>Belyakov V.A., Galiakhmetov R.T.</i>	17
ESTIMATION OF THE MATERIAL'S FRAME STRIPS' STRESS STATE IN THIN-SHEET MILL'S FINISHING STAND OF HOT ROLLING <i>Zhiltsov A.P., Kharitonenko A.A., Myagkov A.S., Kuzmin A.Yu.</i>	23
HYDROTRANSPORTATION OF MONODISPERSE PARTICLES, THE AVERAGE SIZE FOR HORIZONTAL PIPES <i>Kondratev A.S., Shvydko P.P.</i>	28
INFLUENCE OF THE POLLUTING IMPURITY IN FILLERS ON PROPERTIES OF CONCRETE MIXES AND CONCRETE <i>Kurbatov V.L., Pechenyi B.G., Kireev V.G., Komarova N.D.</i>	34
MINIATURIZATION OF RF-PULSES SEQUENCE GENERATOR FOR NMR-RELAXOMETER <i>Lapshenkov E.M., Volkov V.Ya.</i>	42
DESIGN FLOW REGULATOR VALVE WITH OVERHEAD OF LOCKING ON <i>Lebedev A.E., Kapranova A.B., Meltser A.M., Neklyudov S.V., Serov E.M., Voronin D.V.</i>	48
THE EFFECT OF THE GRADE OF SILICON CARBIDE WHEEL ON ROUGHNESS PARAMETERS AT GRINDING TITANIUM ALLOY <i>Nosenko S.V., Nosenko V.A., Kremenetskiy L.L., Burenina A.P., Serdyukov N.D.</i>	53
REFINED MATHEMATICAL MODEL OF COAGULATION OF MAGNETIC PARTICLES IN CURVILINEAR MOTION <i>Prosvirnin V.I., Masyutkin E.P., Masyutkin D.E.</i>	58
BITWISE-PARALLEL IDENTIFICATION OF MATCHING FRAGMENTS OF LINES <i>Romm Ya.E., Belokonova S.S.</i>	64
DESIGNING THE MAIN WINDOW OF THE OPENFOAM SOFTWARE ENVIRONMENT INTERFACE BASED ON PYQT4 AND PYTHON 3.4 TECHNOLOGIES <i>Chitalov D.I., Kalashnikov S.T.</i>	71
RESEARCH ADVANTAGES OF SMART LEVEL GAUGES OVER PNEUMATIC AT INSTALLATION FOR CHECKING LEVELS AND SIGNALS <i>Shulaeva E.A., Uspenskaya N.N., Almakaev I.A., Ismoilov T.N., Ishkinina E.R.</i>	77
MODELING OF PRECISION BALANCING PROCESS FOR CYLINDRICAL INERTIAL BODIES <i>Yulmetova O.S., Scherbak A.G., Tumanova M.A., Scherbak S.A.</i>	82

Pedagogical sciences (13.00.00)

INTEGRATION OF STUDENT'S PROJECT ACTIVITY INTO THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGH SCHOOL <i>Baranova T.A.</i>	88
--	----

ON THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF AVAILABILITY AT THE ORGANIZATION OF RESEARCH ACTIVITY OF RURAL SCHOOL STUDENTS ON THE MATERIAL OF NATURAL SCIENCES AND ECOLOGY <i>Bezrukova N.P., Tazmina A.V., Vlasenko O.A.</i>	93
INTEGRATION OF PRACTICAL AND EDUCATIONAL ACTIVITIES OF FUTURE ARCHITECTS <i>Danchenko L.V., Tuktamyshov N.K.</i>	98
DEVELOPMENT OF INFORMATION SUPPORT IN ESTABLISHMENT OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES <i>Kiykova E.V., Lavrushina E.G.</i>	103
PEDAGOGICAL SUPPORT OF THE FORMATION A POSITIVE IMAGE OF THE PROFESSION AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS IN THE CONDITIONS OF REALIZATION OF THE PROGRAM OF EXTRACURRICULAR ACTIVITIES <i>Lukyanova M.I., Krivtsova N.S.</i>	108
THE COMPETENCE MODEL COUNSELOR-PROFESSIONAL <i>Lyubchenko O.A., Lvova A.S.</i>	114
LEADERSHIP FUNCTION OF SUCCESSFUL COACH AND TEAM CULTURE OF SPORT COLLECTIVE <i>Markov K.K.</i>	120
EVOLUTION OF COMMON EDUCATION IN YAKUTIA: AXIOLOGICAL ASSESSMENT (1960–1980) <i>Nikolaeva A.D.</i>	125
PHYSICAL FITNESS TESTING STUDENTS BASED ON THE STANDARDS OF THE COMPLEX «READY FOR LABOUR AND DEFENCE» <i>Prokopenko L.A.</i>	130
CRITERIA OF SOCIAL SECURITY TEACHER <i>Safin A.A.</i>	135
THEORETICAL-METHODOLOGICAL BASES OF REALIZATION OF MORAL-AESTHETIC EDUCATION OF STUDENTS IN SCHOOL GEOGRAPHIC EDUCATION <i>Smirnova O.V., Gribanov S.V., Korshunov M.Yu., Dolganova S.L.</i>	140
FORMATION OF COMPETENCES ON THE BASIS OF INTERDISCIPLINARY APPROACH IN CASE OF STUDY OF NATURAL-SCIENCE DISCIPLINES <i>Tarasova I.M.</i>	146
EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR THE DEVELOPMENT OF PERSONAL POTENTIAL OF THE YOUNGER GENERATION <i>Fedorova O.A.</i>	151
SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE AS A WAY OF IMPROVING THE QUALITY OF TRAINING OF ENGINEERS <i>Tsibizova T.Yu., Komkova T.Yu.</i>	156

УДК 519.858:004.02

ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОМЕРНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАНИЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ И СТОХАСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Агибалов О.И.

ФГАОУ «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: agibalovo@yandex.ru

Данная статья посвящена изучению совместного использования детерминированных и стохастических алгоритмов на примере комбинации метода обобщённого приближённого градиента и иммунного алгоритма. В рамках исследования была отобрана целевая функция, которая не может быть оптимизирована отдельно одним из перечисленных методов. Иммунный алгоритм хорошо подходит для поиска приближённого решения, но не точного. С другой стороны, метод обобщённого приближённого градиента может быстро находить точные решения, но сваливается в локальные экстремумы. Описываемая комбинация этих двух алгоритмов позволяет увидеть, как можно получить приближённое решение с помощью эвристики, а затем оптимизировать его до точного с использованием детерминированного метода. Результаты данного исследования могут найти широкое применение в современном мире ввиду того, что многие задачи слишком сложны для классических детерминированных алгоритмов, но требуют высокой точности решения, недосяжимой для эвристических стохастических подходов.

Ключевые слова: детерминированные алгоритмы, стохастические алгоритмы, метод обобщённого приведённого градиента, иммунный алгоритм, оптимизация

COMBINATION OF DETERMINISTIC AND STOCHASTIC ALGORITHMS FOR MULTIDIMENSIONAL TASKS OPTIMIZATION

Agibalov O.I.

Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Southern Federal University,
Rostov-on-Don, e-mail: agibalovo@yandex.ru

The paper is focused on studying of joint use of deterministic and stochastic algorithms. The examples of such classes of methods are method of generalized reduced gradient and immune algorithm. The research considers special purpose function which is too difficult for solving through generalized reduced gradient or immune algorithm separately. It is shown that stochastic algorithm is able to find just approximate instead of accurate solution vector. On the other hand determined algorithm is fast and accurate. However, it is not fit for really multidimensional and multiextremal tasks. Such methods hit only local extremum often ignoring global maximums and minimums. The results presented may be useful in the modern world with its complex tasks that both require accuracy and speed, unreachable for separate deterministic and stochastic methods.

Keywords: deterministic algorithms, stochastic algorithms, generalized reduced gradient method, immune algorithm, optimization

В современном мире алгоритмы оптимизации получают всё большее распространение, что вызвано усложнением задач и постоянной ограниченностью материальных и интеллектуальных ресурсов. Новые глобальные проблемы человечества приводят к усложнению задач, которое наблюдается во многих сферах, среди которых экология, производство, экономика, предсказание стихийных бедствий, безопасность граждан и многие другие. Конечность ресурсов диктует своим правилом необходимость оптимизации – получение лучшего результата при минимальных затратах. Поскольку оптимизация выражается поиском экстремумов математических функций, для неё изначально были созданы алгоритмы, именуемые сейчас детерминированными. Среди них такие алгоритмы, как метод Фибоначчи, метод обобщённого приведённого градиента, симплекс-метод и другие [1]. Однако в последние годы проблемы, зада-

чи и модели обретают такие масштабы, что классических подходов оказывается недостаточно. И им на смену приходят методы, относящиеся к классу эвристических и стохастических. Они появились ещё в прошлом веке и на данном этапе своего развития представлены такими небезызвестными алгоритмами, как генетические, иммунные, роевые и другие. Такие алгоритмы часто имитируют поведение биологических систем для решения математических задач [2].

Целью данного исследования является изучение комбинации детерминированных и стохастических алгоритмов для компенсации их недостатков и оптимального использования преимуществ каждого из этих классов.

Так, детерминированные методы оптимизируют переданные им целевые функции посредством заранее определённой комбинации формул. Такие алгоритмы точны, но зачастую легко сваливаются в локальные

экстремумы, не имея возможности из них выбраться. Кроме того, время работы таких методов экспоненциально возрастает при росте размерности задачи. В результате на достаточно больших задачах применение детерминированных алгоритмов зачастую оказывается нецелесообразным, если не невозможным.

Ввиду описанных недостатков стохастические методы антагонистичны детерминированным. Они не используют сложных математических вычислений, не пытаются аргументировать и объяснить свои решения, основаны на вероятностях и не гарантируют нахождения точного решения. Благодаря обширному вероятностному подходу такие методы проще выбираются из локальных экстремумов, имея больше возможностей по достижению глобальных.

В действительности, есть целый ряд задач, для которых ни один из предложенных классов алгоритмов не является панацеей. Детерминированные методы точны, но сваливаются в локальные максимумы и минимумы. Эвристические – могут определить глобальный экстремум, но находят лишь приближённые решения. Однако многие современные задачи настолько сложны и многомерны, что использование для их решения строгих математических алгоритмов становится невозможным. Проблематика таких задач постоянно изучается и расширяется [3].

С подобными задачами работают многие современные теории и науки. Среди них теория искусственного интеллекта во всех её аспектах и проявлениях, теория оптимизации и принятия решений, построения автоматизированных систем, управления ресурсами, логистики и другие. Данное исследование приводит упрощённый и понятный пример подобной задачи и описывает, как комбинация обоих классов алгоритмов позволяет сделать поиск оптимального решения и глобальным, и точным одновременно.

Так, в качестве детерминированного алгоритма был выбран метод обобщённо-

го приведённого градиента из состава надстройки «Поиск решений» пакета Microsoft Excel [4]. Этот метод хорошо подходит для решения с нелинейными функциями-ограничениями, однако обладает всеми описанными выше недостатками детерминированных алгоритмов.

Эвристическим алгоритмом стала специально разработанная иммунная система, написанная на языке C#. Относясь к классу эвристических стохастических алгоритмов оптимизации, искусственные иммунные системы имитируют поведение естественных иммунных систем живых организмов, оперируя так называемыми иммунными клетками, направленными на уничтожение проникших в организм антигенов путём генерации подходящих антител. Такие алгоритмы отлично распараллеливаются и хорошо подходят для исследования обширных пространств решений с большим количеством локальных экстремумов. Благодаря своей стохастичности иммунные алгоритмы (равно как и, например, генетические) в ряде случаев способны найти решение за гораздо меньшие промежутки времени по сравнению с детерминированными алгоритмами. Искусственные иммунные системы оперируют теми же понятиями, что и естественные, используя генерацию иммунных клеток, их приспособляемость и мутацию [5].

Постановка задачи

Как правило, эвристические алгоритмы наиболее рационально использовать на задачах очень большой размерности – несколько десятков, а то и сотен переменных. Именно в таких условиях применение детерминированных классических методов оказывается невозможным из-за экспоненциально возрастающего времени поиска решения. Однако в качестве тестового стенда была выбрана не слишком сложная функция Растригина в пятимерном пространстве и выглядящая следующим образом [6].

$$f(x_1, \dots, x_n) = 20 + \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 * \cos(2\pi x_i)) \rightarrow \max, x_i \in [-5, 5], i = 1, \dots, n.$$

Такая функция обладает всеми необходимыми свойствами для того, чтобы её оптимизация классическими детерминированными алгоритмами была затруднительна. Однако благодаря её простоте можно наглядно представить и её, и получаемое в ходе оптимизации решение. Графически такая функция в двухмерном пространстве выглядит так, как показано на рис. 1 [6].

Видим, что двухмерное представление этой функции имеет один глобальный минимум и четыре максимума, находящихся на концах спектра значений по обоим направлениям осей. Эти глобальные экстремумы находятся в тесном расположении с большим количеством локальных. В пятимерном пространстве минимум по-прежнему останется один, а вот количество

максимумов значительно возрастёт пропорционально размерности пространства.

Методика решения

Для начала используем Microsoft Excel с целью поиска решения детерминированным методом обобщённого приведённого градиента (ОПГ). Нам известно, что максимумы будут находиться близко к границам всех осей, то есть их координаты близки к значениям -5 и 5 . И это одно из допущений, используемых в рамках данного исследования, поскольку при решении реальных задач данных о расположении экстремумов

зачастую не бывает. Таким образом, обычно неизвестен ни диапазон оптимальных значений x_i , ни начальная точка, с которой лучше начинать искать. Мы же можем использовать в качестве точки старта поиска координату $\bar{X}_{start} = (0, 0, 0, 0, 0)$. Составив задачу для надстройки «Поиск решений», получим следующее решение (рис. 2).

Как видим, алгоритм ОПГ посчитал, что глобальный максимум находится в точке $\bar{X}_{max} = \bar{X}_{start} = (0, 0, 0, 0, 0)$. Продолжим анализ и возьмём новую стартовую точку $\bar{X}_{start} = (1, 1, 1, 1, 1)$. Результат будет другим (рис. 3).

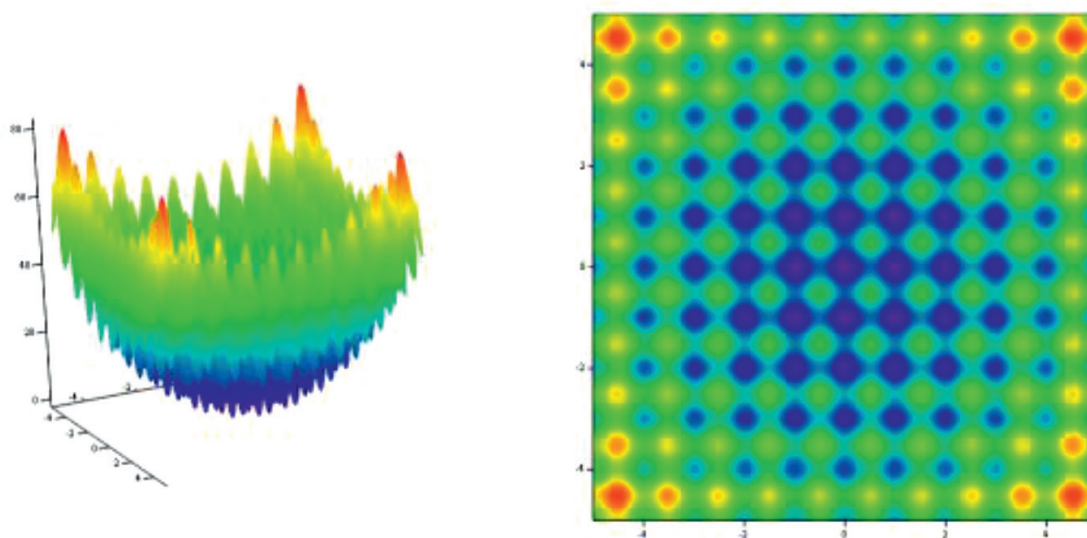


Рис. 1. Функция Растригина в двухмерном пространстве

	A	B	C	D	E	F	G
1	x_i		$F(\bar{x})$		$\min(\bar{x})$	$\max(\bar{x})$	
2	0		-30		-5	5	
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						

Рис. 2. Решение методом ОПГ

	A	B	C	D	E	F	G
1	x_i		$F(\bar{x})$		$\min(\bar{x})$	$\max(\bar{x})$	
2	1,507641		81,30729		-5	5	
3	1,507641						
4	1,507641						
5	1,507641						
6	1,507641						

Рис. 3. Повторное решение методом ОПГ

В действительности, мы видим сваливание алгоритма ОПГ в локальный экстремум, характерное для детерминированных методов. Он находит максимум, ближайший к начальной точке, и видит, что за ним следует косинусоидальный спад значения, не замечая, при этом, что за спадом следует ещё более сильный подъём. При этом такой алгоритм обладает высокой точностью, которая нам необходима. Следовательно, теперь задача сводится к поиску приблизительного решения, которое затем можно будет подать на вход метода ОПГ для получения точного результата. Для достижения этой цели будем использовать созданный иммунный алгоритм.

После составления программного представления задачи и запуска алгоритма получим решение (рис. 4).

Такой полученный результат демонстрирует, что решение не улучшалось на протяжении некоторого количества итераций, что послужило для остановки процесса дальнейшей оптимизации – была достигнута так называемая точка останова иммунного алгоритма.

Так, согласно иммунному алгоритму, максимум описанной функции Растригина находится в точке

$$\bar{X}_{\max} = (4,52, -4,52, -4,52, -4,52, 4,52).$$

При этом $F(\bar{X}_{\max}) = 171,7577$.

Поскольку нам необходимо было найти приближённое решение, то точность была задана равной двум верным знакам после запятой. Кроме того, стоит пояснить некоторые параметры, которыми оперирует

иммунный алгоритм и которые влияют на конечный результат. Так, многие эвристические алгоритмы работают над улучшением целевой функции посредством большого количества однородных программных объектов. В данном случае такими объектами являются иммунные клетки, аналогичные тем, которые призваны справляться с антигенами в биологических организмах. В рамках данной задачи количество таких клеток было равно 100. На каждом шаге алгоритма эти клетки обретали числовые значения и сортировались по убыванию. Следовательно, первыми в списке находились те клетки, приспособленность которых (значение целевой функции) была максимальной. Из этого поколения отбиралось 20 лучших клеток, для каждой из которых системой генерировалось по 20 клонов. Эти клоны мутировали, создавая вероятность получения ещё более качественных (приспособленных) клеток.

С учётом описанных выше параметров на решение задачи иммунному алгоритму понадобилось приблизительно 2 секунды. Изменяя же их, можно влиять и на скорость работы алгоритма. Однако в рамках данной задачи указанные значения параметров были приняты оптимальными.

Так, получив приблизительное решение, мы можем использовать его в качестве начального для дальнейшего уточнения при помощи алгоритма ОПГ. Подставив его в Microsoft Excel, получим следующий результат (рис. 5).

Таким образом, наиболее точным и окончательным решением является новая точка

$$\bar{X}_{\max} = (4,52299, -4,52299, -4,52299, -4,52299, 4,52299), \text{ при этом } F(\bar{X}_{\max}) = 171,7665.$$

4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724
4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724
4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724
4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724
4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724
4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724
4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724
4,52	-4,52	-4,52	-4,52	4,52	171,757735065724

Рис. 4. Решение задачи иммунным алгоритмом

	A	B	C	D	E	F
1	x_i		$F(\bar{x})$		$\min(\bar{x})$	$\max(\bar{x})$
2	4,52299		171,7665		-5	5
3	-4,52299					
4	-4,52299					
5	-4,52299					
6	4,52299					
7						

Рис. 5. Оптимизация методом ОПГ решения, полученного иммунным алгоритмом

Найдём отклонение между решением, полученным при помощи комбинированного алгоритма, и решением, найденным иммунной системой. Вектор отклонения координат между этими точками будет следующим.

$$\bar{X}_{diff} = \begin{cases} 4,52299 - 4,52 = 0,00299 \\ |-4,52299 + 4,52| = 0,00299 \\ |-4,52299 + 4,52| = 0,00299 \\ |-4,5299 + 4,52| = 0,00299 \\ 4,52299 - 4,52 = 0,00299 \end{cases}$$

Также можно легко посчитать разницу между целевыми функциями.

$$F_{diff} = 171,7665 - 171,7577 = 0,0088.$$

Заключение

Целью проведённого исследования являлся анализ скорее качественных, нежели количественных свойств сцепки детерминированных и стохастических алгоритмов. Поэтому был использован ряд упрощений и допущений. Очевидно, что на описанной задаче при увеличении параметра точности иммунной системы она способна самостоятельно показать полноценное решение, не нуждающееся в дальнейшей оптимизации. Целевая функция с пятью переменными слишком проста для того, чтобы решать её при помощи эвристического алгоритма, которые применяют на мерностях, кратных десяткам и сотням. Однако такую функцию легко использовать, описывать и представлять в удобочитаемом виде. При увеличении требуемой точности эвристический алгоритм будет работать всё медленнее, что серьёзно скажется в случае крупномасштабных задач. Поэтому если размерность целевой функции по-настоящему велика, то для её решения потребуется огромное количество особей, с которыми работает эвристика (будь то гены в генетических алгоритмах или клетки в иммунных). Тогда, для ускорения процесса решения потребуются

снижение точности, и результат получится крайне приближённым. В этом случае и понадобится дополнительное использование детерминированных методов для улучшения приближённого решения и превращения его в точное.

Тем не менее данное исследование показывает, как можно использовать комбинацию двух противоположных классов методов оптимизации для оптимизации такой целевой функции, которую ни один из описанных алгоритмов самостоятельно решить не смог. В реальности на задачах с десятикратными размерностями такая комбинация будет приносить очень ощутимый результат благодаря взаимному дополнению описанных классов алгоритмов и взаимной компенсации их слабых сторон.

Статья написана при поддержке гранта РФФИ № 16-01-00391 «Разработка комбинированных алгоритмов для решения распределительных и транспортных задач с использованием идеологии искусственных иммунных систем и биоинспирированных алгоритмов».

Список литературы

1. Лемешко Б.Ю. Методы оптимизации / Б.Ю. Лемешко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – 126 с.
2. Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой / А.П. Карпенко. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 446 с.
3. Золотарев А.А., Венцов Н.Н., Агибалов О.И., Деева А.С. Оптимизация распределительных процессов на основе аналитических методов и эвристических алгоритмов / А.А. Золотарев, Н.Н. Венцов, О.И. Агибалов, А.С. Деева // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2016. – № 1. – С. 1–8.
4. Барышев А.В., Федотова Е.Л. К вопросу использования надстройки Excel «поиск решения» в задачах линейного программирования // Интернет-журнал «Науковедение». – 2015. – № 3 [Электронный ресурс]. – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/54TVN315.pdf> (дата обращения: 22.07.2017).
5. Пантелеев А.В., Мелицкая Д.В. Применение метода искусственных иммунных систем в задачах поиска условного экстремума функций / А.В. Пантелеев, Д.В. Мелицкая // Научный вестник МГТУ ГА. – 2012. – № 184. – С. 54–61.
6. Сергиенко А.Б. Тестовые функции для глобальной оптимизации / А.Б. Сергиенко. – Красноярск: Изд-во СГАУ им. М.Ф. Решетнева, 2015. – 112 с.

УДК 621.735.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫПУКЛОСТИ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕДНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ПРИ ХОЛОДНОЙ ОСАДКЕ ОТ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИИ

Антонюк Ф.И., Кузнецов И.В., Сорокин П.С., Степанов Е.Д.

*Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
Калуга, e-mail: antonyuk.f.i.@yandex.ru*

Исследование выпуклости боковой поверхности цилиндрических заготовок из меди М1 при холодной осадке было выполнено с помощью полных факторных экспериментов. Полученные на основе обработки их результатов уравнения регрессионного анализа были дополнены дисперсионным анализом для более объективной оценки влияния исследуемых факторов и их взаимодействий на отклик – величину выпуклости, которую определяли разностью ее максимального и минимального диаметров. В результате определено, что сила и характер влияния относительной степени деформации и условий контактного трения (со смазкой и без нее) на величину выпуклости зависят от относительной высоты осаживаемых исходных заготовок. В частности, при осадке относительно низких исходных заготовок ($h_0/d_0 = 1,0$) влияние относительной степени деформации на величину выпуклости в 1,66 раза сильнее влияния условий контактного трения, а при осадке относительно высоких ($h_0/d_0 = 1,75$) – влияние этих факторов на выпуклость практически одинаково. Наряду с этим также выявлены сила и характер влияния относительной высоты исходных заготовок и степени их деформации на величину выпуклости осаживаемых поковок после их осадки как со смазкой, так и без нее.

Ключевые слова: осадка, бочкообразность, выпуклость, степень деформации, многофакторный эксперимент, дисперсионный и регрессионный анализ

INVESTIGATION OF DEPENDENCE OF THE BULGE OF THE SIDE SURFACE OF COPPER CYLINDRICAL WORKPIECES IN COLD UPSETTING FROM PARAMETERS OF OPERATION

Antonyuk F.I., Kuznetsov I.V., Sorokin P.S., Stepanov E.D.

*Moscow State Technical University n.a. Bauman (National Research University), Kaluga Branch,
Kaluga, e-mail: antonyuk.f.i.@yandex.ru*

Investigation of the bulge of the side surface of cylindrical workpieces made of copper M1 in cold upsetting was carried out with the help of complete factor experiments. The regression analysis equations obtained on the basis of the processing of their results were supplemented by a dispersion analysis for a more objective assessment of the influence of the factors investigated and their interactions on the response of the amount of bulge, which was determined by the difference in its maximum and minimum diameters. As a result, it was determined that the force and the nature of the influence of the upset ratio and contact friction conditions (with and without lubrication) on the bulge depends on the aspect ratio of the initial upsetting workpieces. In particular, when the relatively low initial workpieces are upsetting ($h_0/d_0 = 1,0$), the influence of the upset ratio on the bulge is 1.66 times stronger than the effect of contact friction conditions, and when the upsetting is relatively high ($h_0/d_0 = 1,75$) – the influence of these factors on the bulge is almost the same. Along with this, the strength and character of the effect of the aspect ratio of the initial workpieces and the upset ratio on the magnitude of the bulge of the upsetting forgings after their upsetting with or without lubrication were also revealed.

Keywords: upsetting, barreling, bulge, upset ratio, multifactorial experiment, dispersion and regression analysis

Осадка цилиндрических заготовок в холодном состоянии применяется для изготовления штучных заготовок, используемых для различных операций холодной объемной штамповки.

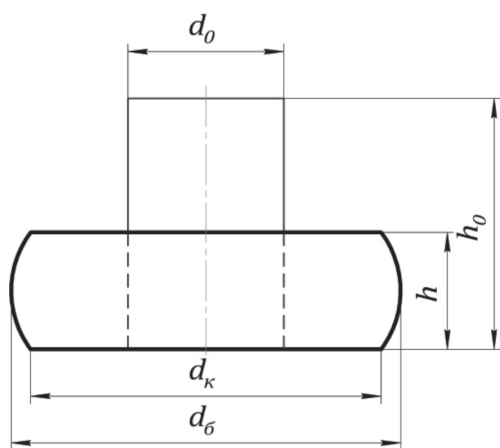
Как и при горячей осадке, наличие сил трения на торцах приводит к искажению формы боковой поверхности осаживаемых заготовок, которая приобретает выпуклость. Однако различия в технологическом назначении заготовок после горячей и холодной осадки приводят к необходимости использования различных оценок эффекта проявления сил трения.

При горячей осадке коэффициент относительной бочкообразности характеризу-

ет относительную часть объема исходной заготовки, затрачиваемую на образование выпуклости. Он является объемным показателем, не отражающим форму выпуклости, так как не учитывает ее наибольший диаметр (d_6) (см. рисунок). В отличие от горячей, при холодной осадке форма выпуклости учитывается и оценивается разностью диаметра в срединном сечении (d_6) и диаметра контактной поверхности торцов (d_k). При этом наибольший диаметр в срединном сечении осаживаемой заготовки (d_6) является важнейшим показателем качества штучных заготовок [1].

Еще одним существенным отличием холодной осадки от горячей является фактор

контактного трения, который в технологии принято условно определять величиной коэффициента контактного трения (μ). По сравнению с горячей осадкой, при холодной величина сил трения зависит от значительно большего количества факторов, важнейшими из которых, наряду с типом технологической смазки, являются твердость материала осаживаемой заготовки, интенсивность его упрочнения, а также микрогеометрия контактных поверхностей заготовки и рабочих деталей штампа [2]. Поэтому величина коэффициента трения при холодной осадке изменяется в значительно более широком диапазоне. По этой причине количество исследований по определению показателей изменения формы боковой поверхности цилиндрических заготовок при холодной осадке заметно больше по сравнению с горячей.



Параметры формоизменения цилиндрической заготовки в процессе осадки

Следует отметить, что подавляющее большинство таких исследований являются экспериментальными, основанными на однофакторных экспериментах. Однако технологическая система – операция холодной осадки – является многофакторной, и поэтому ее идентификация с помощью однофакторных экспериментов недостаточно информативна.

Исходя из изложенного, определена цель выполненной работы: на основе многофакторных экспериментов с использованием статистических методов анализа исследовать зависимость выпуклости боковой поверхности ($\Delta d = d_6 - d_k$) заготовок из термически разупрочненной электротехнической меди М1 от относительной высоты исходных заготовок (h_0/d_0), относительной степени их деформации $\varepsilon = (1 - h/h_0)$ и условий контактного трения (μ).

Обзор литературных источников

Анализ показывает, что чаще всего авторы в своих исследованиях определяют зависимость величины выпуклости от относительной высоты исходных заготовок и степени их деформации, значительно меньше уделяя внимание условиям контактного трения, осуществляя осадку заготовок из различных сплавов, как правило, при отсутствии технологической смазки. При этом, исходя из величины выпуклости и высоты осаживаемой заготовки, определяют радиус дуги окружности, который, по мнению авторов, с достаточной для практических целей точностью соответствует форме выпуклости.

Например, в работе [3] автор исследовал влияние относительной высоты осаживаемых заготовок из коммерчески чистого алюминия, а также степени их деформации на величину радиуса дуги окружности, аппроксимирующей форму выпуклости их боковой поверхности. Он выявил линейный характер зависимости между относительной высотой и максимальным диаметром выпуклости в условиях отсутствия технологической смазки.

В работе [4] авторы исследовали влияние шероховатости контактных поверхностей на величину контактного трения при осадке заготовок из различных сплавов, ограничив эксперименты относительно узким диапазоном степеней деформации заготовок с одинаковой относительной высотой.

Авторы работы [5], выполнив многофакторные эксперименты, учитывали практически все факторы, влияющие на величину относительной бочкообразности при осадке заготовок из алюминиевого сплава АД31: относительную высоту исходных заготовок, степень их деформации и условия контактного трения (со смазкой и без нее). Наряду с этим они также учитывали влияние на бочкообразность заготовок скорости деформирования при осадке на гидравлическом и кривошипном прессах. В результате было определено, что повышение скорости деформирования с 4 мм/сек до 200 мм/сек способствует уменьшению относительной бочкообразности в 1,5...4 раза в зависимости от уровней исследуемых факторов. Однако свои исследования авторы ограничили сравнительно малой величиной относительной высоты осаживаемых заготовок ($h_0/d_0 \leq 1,3$) и малой степенью осадки ($\varepsilon \leq 0,36$).

Комплексные теоретические и экспериментальные исследования формы боковой

поверхности осаживаемых заготовок представлены в работе [6]. Их автор исходил из того, что задача определения формы боковой поверхности заготовок при осадке является вариационной, и поэтому для ее решения применил метод Ритца. Полученные автором решения позволяют описать форму боковой поверхности осаживаемой заготовки сечениями, в которых диаметры определяются исходя из размеров исходной заготовки с учетом коэффициента контактного трения и конечных размеров осаживаемых заготовок. Однако при экспериментальной проверке теоретических решений автор для осадки заготовок из сплава АД1 принял следующие значения коэффициентов трения: $\mu = 0,5$ (без смазки) и $\mu = 0,3$ (со смазкой), которые, как известно, характерны для горячей деформации.

В заключение отметим, что зачастую авторы ограничивают свои исследования анализом одного, двух и реже трех факторов, влияющих на величину выпуклости боковой поверхности заготовок в процессе холодной осадки. Поэтому актуальной задачей является не только комплексное исследование всех факторов, влияющих на величину выпуклости, но и раскрытие их сложного взаимного влияния на основе уравнений регрессионного анализа, полученных с помощью многофакторных экспериментов.

Материалы и методы исследования

При планировании и выполнении полного факторного эксперимента (ПФЭ 2^3) учитывали основные факторы, оказывающие наибольшее влияние на величину исследуемого параметра (отклика) – выпуклости боковой поверхности ($\Delta d = d_6 - d_0$). Все факторы устанавливали на двух уровнях: относительная высота исходных заготовок (h_0/d_0) – 1,75 и 1,0; относительная степень деформации $\varepsilon = (1 - h/h_0) - 0,5$ и 0,2; условия контактного трения (μ) – $\mu = 0,3$ (без применения смазки) и $\mu = 0,1$ (со смазкой). Материал заготовок – термически разупрочненная электротехническая медь М1. Диаметр исходных заготовок – 25 мм. Их

осадку выполняли на гидравлическом прессе П481А с номинальной силой 400 кН; скорость деформирования – 4 мм/сек. В качестве технологической смазки использовали животный жир.

В таблице представлен план полного факторного эксперимента (ПФЭ 2^3) и результаты его обработки. Все опыты в эксперименте дублировали равномерно ($n = 3$).

Результаты исследования и их обсуждение

В результате обработки эксперимента было получено следующее уравнение регрессионного анализа, в котором уровни факторов представлены в нормализованном масштабе:

$$y(\Delta d) = 1,25 + 0,68 \cdot \varepsilon + 0,565 \cdot \mu + 0,44 \cdot h_0/d_0 + 0,23 \cdot \varepsilon \cdot \mu + 0,271 \cdot \varepsilon \cdot h_0/d_0 + 0,318 \cdot \mu \cdot h_0/d_0 + 0,127 \cdot \varepsilon \cdot \mu \cdot h_0/d_0. \quad (1)$$

В (1) величина коэффициентов свидетельствует о силе (степени) влияния того или иного фактора или эффекта взаимодействия факторов на отклик (Δd). Знак перед коэффициентом указывает на характер влияния: если перед коэффициентом регрессии стоит знак (+) – это значит, что при увеличении фактора (при его переходе от меньшего значения к большему) отклик увеличивается. Если перед коэффициентом стоит знак (–), то при переходе фактора от меньшего значения к большему – отклик уменьшается.

Основываясь на изложенном, анализируя (1), можно заключить, что наиболее сильное влияние на величину выпуклости (Δd) оказывает степень деформации (ε). Влияние этого фактора в 1,2 раза сильнее влияния коэффициента контактного трения (μ) и в 1,5 раза сильнее влияния относительной высоты исходных заготовок (h_0/d_0).

Для более объективной оценки факторов и их взаимодействий результаты эксперимента были подвергнуты дисперсионному анализу, на основании которого можно судить о вкладе того или иного фактора в дисперсию отклика [7].

План ПФЭ 2^3 и его результаты

№ п/п	ε	μ	d/h	Δd , мм	№ п/п	ε	μ	d/h	Δd , мм
1	0,5	0,3	1,75	3,885	5	0,5	0,3	1,0	1,566
2	0,2	0,3	1,75	1,278	6	0,2	0,3	1,0	0,548
3	0,5	0,1	1,75	1,411	7	0,5	0,1	1,0	0,872
4	0,2	0,1	1,75	0,219	8	0,2	0,1	1,0	0,255

В частности, дисперсионный анализ (1) свидетельствует, что вклад фактора ε в дисперсию отклика (Δd) составляет 37,8%, коэффициента трения (μ) – 26% и фактора h_0/d_0 – 16,2%.

Из анализа (1) можно отметить относительно заметное влияние на отклик эффектов совместного влияния факторов (ε и h_0/d_0) и (μ и h_0/d_0). Столь относительно большая величина коэффициентов при парных эффектах взаимодействия, с участием фактора относительной высоты исходных заготовок (h_0/d_0), говорит о том, что влияние факторов ε и μ следует рассматривать отдельно с учетом уровней фактора h_0/d_0 : осадку относительно высоких ($h_0/d_0 = 1,75$) и относительно низких ($h_0/d_0 = 1,0$) заготовок.

Следуя этому, для высоких исходных заготовок (опыты 1...4, таблица) получили следующее уравнение регрессионного анализа:

$$\Delta d = 1,7 + 0,95 \cdot \varepsilon + 0,88 \cdot \mu + 0,35 \cdot \varepsilon \cdot \mu. \quad (2)$$

Из анализа (2) легко заметить, что влияние степени деформации (ε) на величину выпуклости (Δd) относительно высоких исходных заготовок ($h_0/d_0 = 1,75$) лишь в 1,08 раза сильнее влияния коэффициента контактного трения (μ) и в 2,7 раза сильнее влияния их парного взаимодействия. Дисперсионный анализ (2) показывает, что вклад фактора ε в дисперсию отклика составляет 49%, а фактора μ – 44%. Это говорит об их сравнительно равной силе влияния на отклик.

Обработка ПФЭ 2^2 (опыты 5...8, таблица) позволила получить следующую модель регрессионного анализа выпуклости при осадке относительно низких исходных заготовок ($h_0/d_0 = 1,0$):

$$\Delta d = 0,81 + 0,41 \cdot \varepsilon + 0,24 \cdot \mu + 0,1 \cdot \varepsilon \cdot \mu. \quad (3)$$

Из (3) видно, что влияние степени деформации (ε) на величину выпуклости (Δd) в 1,66 раза сильнее влияния фактора трения (μ) и в 4 раза сильнее влияния их парного взаимодействия. Дисперсионный анализ (3) показывает, что доминирующий вклад фактора степени деформации (ε) в дисперсию отклика составляет 70%, а фактора (μ) лишь 25,5%.

В (2) и (3) коэффициенты при мнимых факторах (1,7 и 0,81) означают, что их величина численно равна отклику, если все факторы установлены на нулевом уровне. Это позволяет по отношению указанных коэффициентов ($1,7/0,8 = 2,1$) судить о соотношении выпуклостей относительно высоких ($h_0/d_0 = 1,75$) и низких ($h_0/d_0 = 1,0$) заготовок,

если уровень фактора $\varepsilon = \frac{0,5 + 0,2}{2} = 0,35$,

а фактора $\mu = \frac{0,3 + 0,1}{2} = 0,2$.

Известно, что на практике очень часто осадку из меди и алюминиевых сплавов могут выполнять как со смазкой ($\mu = 0,1$), так и без нее ($\mu = 0,3$), вследствие этого изменяется величина выпуклости их боковой поверхности.

Если осадку заготовок из меди М1 выполняют без смазки ($\mu = 0,3$), тогда уравнение регрессионного анализа (опыты 1, 2, 5, 6, таблица) получит вид

$$\Delta d = 1,82 + 0,91 \cdot \varepsilon + 0,76 \cdot h_0/d_0 + 0,397 \cdot \varepsilon \cdot h_0/d_0. \quad (4)$$

Из (4) видно, что влияние степени деформации (ε) на отклик (Δd) в 1,2 раза сильнее влияния фактора h_0/d_0 и в 2,3 раза сильнее влияния парного взаимодействия этих факторов ($\varepsilon \cdot h_0/d_0$). Дисперсионный анализ (4) показывает, что вклад степени деформации в дисперсию отклика (Δd) составляет 52,65%, а фактора относительной высоты исходных заготовок – 37,24%. Вклад эффекта взаимодействия факторов – 10%.

Если осадка заготовок выполняется со смазкой ($\mu = 0,1$), тогда уравнение регрессионного анализа (опыты 3, 4, 7, 8, таблица) получит вид

$$\Delta d = 0,69 + 0,45 \cdot \varepsilon + 0,126 \cdot h_0/d_0 + 0,144 \cdot \varepsilon \cdot h_0/d_0. \quad (5)$$

Из (5) следует, что при осадке со смазкой влияние степени деформации на величину выпуклости в 3,6 раза сильнее влияния фактора h_0/d_0 и в 3,2 раза сильнее эффекта их взаимодействия. Дисперсионный анализ (5) свидетельствует о доминирующем влиянии степени деформации: ее вклад в дисперсию отклика составляет почти 85%, фактора h_0/d_0 – 6,5%, а их совместного влияния – 8,6%.

Выводы

1. Определено, что сила и характер влияния степени деформации и коэффициента контактного трения на величину выпуклости боковой поверхности существенно зависит от относительной высоты исходных заготовок.

2. При осадке относительно высоких исходных заготовок ($h_0/d_0 = 1,75$) величина выпуклости их боковой поверхности практически в равной степени зависит от коэффициента контактного трения и относительной степени деформации исходных заготовок. В частности, вклад относительной степени деформации в дисперсию отклика (Δd) составляет 49%, а условий контактного трения – 43%.

3. При осадке относительно низких исходных заготовок ($h_0/d_0 = 1,0$) вклад относи-

тельной степени деформации в дисперсию выпуклости доминирует и составляет 70%, в то время как вклад фактора трения – лишь 25%.

4. Определено, что при осадке заготовок из меди М1 без применения смазки вклад относительной степени деформации в дисперсию выпуклости составляет 52,6%, а относительной высоты исходных заготовок – 37%. При осадке со смазкой на величину выпуклости доминирующее влияние оказывает относительная степень деформации. Ее вклад в дисперсию выпуклости составляет почти 84%, а фактора относительной высоты осаживаемых заготовок – лишь 6,5%, что сопоставимо с эффектом взаимодействия этих факторов – 8,5%.

Список литературы

1. Евстратов В.А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов. – Харьков: Высшая школа, 1987. – 144 с.
2. Kroi B., Engel U., Merklein M. Comprehensive approach for process modeling and optimization in cold forging considering interactions between process, toll and press // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2013. – Vol. 213, № 7.7. – P. 1118–1127.
3. Mukhopadhyay A. A systematic approach to determine the impact of upsetting ratio during free cold forging operation of commercially pure aluminium in dry condition // *Procedia Materials Science*. – 2014. – Vol. 5. – P. 1281–1290.
4. Sahu K., Jha A.K. Effect of Height to Diameter Ratio on Barreling of Cylindrical Billets Deformed During Cold Forging under Different Inter-Facial Friction Conditions // *International Journal of Manufacturing Technology and Research*. – 2012. – № 8 (2). – P. 1–6.
5. Антонюк Ф.И., Калмыков В.В., Сорокина И.И. Формоизменение цилиндрических заготовок при холодной осадке на кривошипном и гидравлическом прессах // *Заготовительные производства в машиностроении*. – 2016. – № 6. – С. 13–18.
6. Воронцов А.Л. Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением: Учебное пособие: в 2 т. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.
7. Рыжов Э.В., Горленко О.А. Математические методы в технологических исследованиях. – Киев: Наукова думка, 1990. – 187 с.

УДК 691.714.122/.87

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ – ТРИГОНОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

¹Беляков В.А., ²Галиахметов Р.Т.

¹ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: 9222283482@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», Екатеринбург, e-mail: gaym1111@mail.ru

В научной статье приведены результаты экспериментально-теоретических исследований поведения арматурных каркасов – тригонов в среде тяжелого и легкого бетонов с определением рациональных областей применения и разработкой рекомендаций по условиям их использования. Выполнено изучение работы металлических каркасов нового типа вне среды бетона для дальнейшего сопоставления с железобетонными строительными изделиями с аналогичными каркасами. Представлены результаты испытания каркасов при различных схемах загрузки. Полученные экспериментальные данные позволили определить прочность и деформативность каркасов. Выявлены причины понижения жесткости каркасов по сравнению с теоретической оценкой. Результаты испытания каркасов позволяют разработать опытные конструкции сборно-монолитных перекрытий «Юнит» с использованием тяжелого и легкого бетонов и провести анализ работы арматурных каркасов с треугольной решеткой в таких конструкциях.

Ключевые слова: арматурный каркас, прочность, деформативность, жесткость, тригон, прогиб, разрушение

TO ASSESS THE POSSIBILITY OF USING REINFORCEMENT CAGES – TRIGONAL IN REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION PRODUCTS

¹Belyakov V.A., ²Galiakhmetov R.T.

¹Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, e-mail: 9222283482@mail.ru;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State Agricultural University, Ekaterinburg, e-mail: gaym1111@mail.ru

In the scientific article the results of experimental and theoretical studies of the behavior of reinforcement cages – trigonal in the environment of heavy and lightweight concrete with the definition of rational applications and develop recommendations for their use. Performed work study of metal frames of a new type outside the concrete for future comparison with concrete construction products with similar frames. Presents the results of the test frames for various loading schemes. The obtained experimental data allowed to determine the strength and deformability of scaffolds. Identify the causes of the lowering of the rigidity of frameworks for the comparison with the theoretical estimate. The results of the test frameworks allow you to develop a pilot design of precast-monolithic slabs «Yunit» with the use of heavy and light concrete and to conduct analysis of reinforcement cages with a triangular lattice in such constructions.

Keywords: the armature frame, strength, deformability, stiffness, trigon, deflection, destruction

Кафедрой «Материаловедение в строительстве» Института новых материалов и технологий совместно с кафедрой «Городское строительство» СТИ УрФУ по заказу производственной компании «Юниклинкер» проведено исследование характеристик арматурных каркасов треугольного сечения. Целью данного исследования явилось изучение их работы в качестве воспринимающих нагрузку металлических конструкций – прутковых ферм и для анализа работы каркасов в составе балок сборно-монолитных перекрытий. Изучение каркасов данного типа для применения в железобетонных пере-мычках из полистиролбетона ранее проводилось в 2006 г. при участии одного из авторов и с.н.с., к.т.н. В.А. Никишкина под руководством к.т.н. В.Г. Трынова в Испытательном центре ОАО «Уральский науч-

но-исследовательский институт архитектуры и строительства» [1, 2].

Общий вид балки-перемычки из полистиролбетона приведен на рис. 1.

По итогам исследований строительных конструкций и изделий из полистиролбетона в 2010 г. с применением новых видов армирования автором В.А. Беляковым была защищена диссертация на ученую степень кандидата технических наук [3].

Объект исследования

Пространственные арматурные каркасы треугольного сечения (тригоны) изготавливаются методом контактной сварки промышленным способом на автоматическом оборудовании [4]. Тригоны изготавливаются из арматуры класса В500С согласно действующим российским и зарубежным строительным нормам [5].



Рис. 1. Полистиролбетонная балка на опорах в Испытательном центре

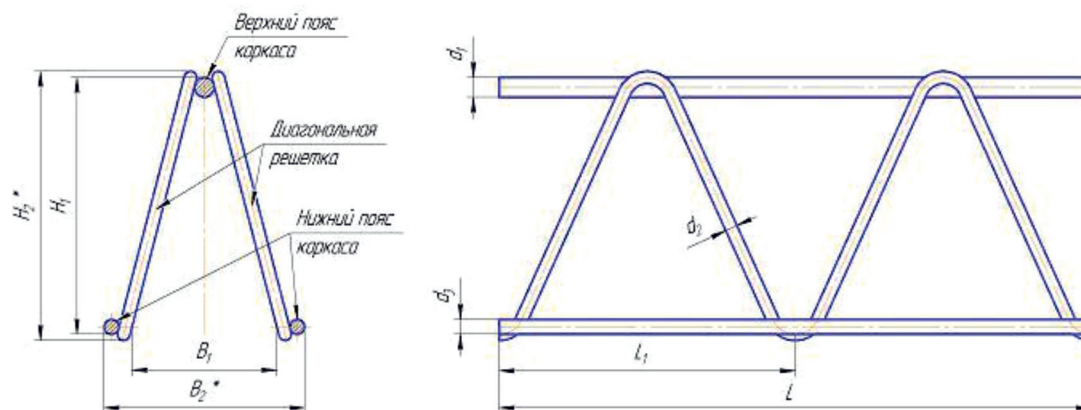


Рис. 2. Общий вид каркаса-тригона

Каркасы треугольного сечения перспективны для применения в качестве армирования монолитных железобетонных конструкций стен и перекрытий, а также специальных железобетонных и легкобетонных элементов [6]. Для армирования железобетонных плит перекрытий, панелей стен с целью повышения пространственной жесткости и технологичности конструкции ранее были разработаны варианты близких по конструкции треугольных каркасов, в которых параллельно разнесенные прямолинейные арматурные стержни соединены с непрерывным зигзагообразным элементом, расположенным внутри пространства, ограниченного прямолинейными арматурными стержнями, и имеющим V-образный, трапециевидный или петлеобразный контур [7]. Прямоли-

нейные арматурные стержни также могут быть разнесены по контуру треугольного каркаса и при необходимости могут располагаться группами [8, 9].

Диаметр арматуры и высота тригонов назначается в соответствии с расчетом рабочего армирования монолитных железобетонных конструкций.

Общий вид каркаса показан на рис. 2.

Основные технические характеристики каркаса:

- рабочая высота каркаса (H_1) – расстояние между самой низкой точкой стержней нижнего пояса и самой высокой точкой стержней верхнего пояса и может составлять от 80 до 300 мм;

- общая высота каркаса (H_2) считается с учетом выступов диагоналей за пределы верхнего и нижнего поясов. Выступ диаго-

налей составляет $2 \div 5$ мм в зависимости от диаметра арматуры;

– ширина основания каркаса (B_1) – расстояние между диагоналями на уровне стержней нижнего пояса, составляет 48 мм;

– общая ширина каркаса (B_2) – расстояние между внешними точками нижнего пояса, зависящее от диаметра стержней нижнего пояса и диагоналей;

– шаг диагоналей (L_1) – расстояние между осями изгибов диагонали одного пояса. Стандартный шаг диагоналей 200 мм, при необходимости шаг может составлять от 190 до 210 мм, при этом шаг диагоналей в отдельном изделии является постоянным;

– длина (L) – общая длина каркаса по нижнему поясу. Может составлять от 2000 до 14000 мм, исходя из предполагаемой длины железобетонного элемента, в составе которого может быть использован каркас. Резка каркаса выполняется по центру узла сварки.

Методика испытаний и задачи работы

Задачами испытаний являлось исследование прочности сопряжений элементов в зоне контактной сварки и устойчивости сжатых элементов с учетом особенностей примыкающих зон сварки. Образцы запро-

ектированы таким образом, чтобы получить потерю устойчивости как продольных, так и наклонных стержней (см. табл. 1), геометрия подобрана с целью получения обоих видов разрушения.

Таблица 1

Исследования арматурных каркасов, как прутковых ферм

Обозначение	Исследуемое напряженное состояние	Количество образцов
ТК-1-2	Поперечная сила	2
ТК-1-1	Изгиб	2
ТК-1-3	Поперечная сила, изгиб	2

Расстановка приборов должна была уточнить момент начала выпучивания стержней, для этого были установлены индикаторы, измеряющие общие деформации образца, и индикаторы, измеряющие укорочение отдельного сжатого стержня. В ходе испытаний с учетом полученных результатов испытаний расстановка приборов была несколько изменена. Расстановка приборов на опоре показана на рис. 3.

Общий вид испытания каркаса

Таблица 2

Результаты испытаний арматурных каркасов – тригонов

Шифр испытания	Характер разрушения	Максимальная нагрузка N, кг
ТК-1-2.1	Потеря устойчивости крайнего раскоса	1000
ТК-1-2.2	Разрушение сварного узла крайнего раскоса	1050
ТК-1-1.1	Потеря устойчивости центрального стержня сжатого пояса	860
ТК-1-1.2	Потеря устойчивости центрального стержня сжатого пояса	760
ТК-1-3.1	Потеря устойчивости средних стержней сжатого пояса	740(640)
ТК-1-3.2	Потеря устойчивости раскоса под грузом	780

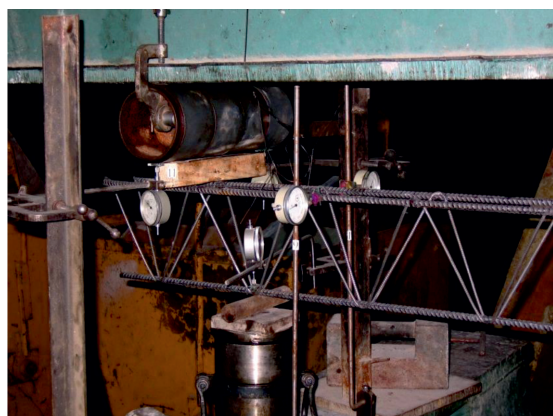


Рис. 3. Расстановка приборов на опоре



Рис. 4. Общий вид испытания каркаса

Результаты испытаний и их анализ

Основные результаты испытаний приведены в табл. 2. Исчерпание несущей способности каркасов в пяти случаях из шести произошло в результате потери устойчивости отдельных стержней.

В одном из образцов произошло исчерпание несущей способности каркасов в результате разрушения сварки в месте соединения поперечного и продольного стержней. Разрушение сварного соединения в узле арматурного каркаса в процессе испытания показано на рис. 5.



Рис. 5. Разрушение сварного соединения каркаса-тригона под нагрузкой

Фактическая прочность образцов сопоставлена с расчетной, подсчитанной, как для прутковой металлической фермы по СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции», при этом характеристики материалов принимались по СП 52-101-2003. При определении расчетной длины для сжатого пояса принималось $\mu = 1$, для раскосов – $\mu = 0,75$, как для элементов структурных конструкций согласно данным нормативной документации.

Соотношение теоретической и фактической прочности при разрушении сжатого пояса находится в интервале $C = 0,812 - 1,134$, раскоса – в интервале $1,114 - 1,54$. Теоретический коэффициент безопасности (C) в данном случае представляет собой произведение коэффициента надежности по материалу (γ_m) и коэффициента условий работы (γ_y). Коэффициент надежности по материалу определялся как отношение предела текучести ($\sigma_T, \sigma_{0,2}$) к расчетному сопротивлению (R_s). Для арматуры класса А400 $\sigma_T = 4000 \text{ кг/см}^2$ (ГОСТ 5781-82), $R_s = 3620 \text{ кг/см}^2$, $\gamma_m = 4000/3620 = 1,105$, со-

ответственно коэффициент условий работы для сжатого пояса $\gamma_y = 0,735 - 1,026$ (среднее значение 0,880). Для арматуры диаметром 5 мм класса В500 $\sigma_{0,2} = 5016,5 \text{ кг/см}^2$ (ГОСТ 6727 – 80*), $R_s = 4230 \text{ кг/см}^2$, $\gamma_m = 5016,5 / 4230 = 1,186$, соответственно коэффициент условий работы для раскосов $\gamma_y = 0,939 - 1,298$ (среднее значение 1,12).

В ходе испытаний замерялись деформации отдельных элементов каркасов и конструкции в целом. Были построены кривые деформаций. На первых ступенях нагружения зависимость между деформациями и нагрузкой носит линейный характер, далее в большинстве случаев отмечено отклонение кривых от прямой. Неупругие деформации появляются при нагрузке, составляющей величину в 0,65–0,88 от разрушающей. Причиной появления неупругих деформаций является изгиб сжатых стержней, связанный с их начальной погибью. Коэффициент условий работы, введенный выше, учитывает эти начальные погиби. Более высокое значение этого коэффициента для раскосов связано с тем, что проволока В500С не имеет площадки текучести, и деформации стали после достижения напряжения в арматуре величины $\sigma_{0,2}$ продолжают нарастать плавно. Установлено, что при расчетной оценке каркаса как самостоятельного элемента необходимо вводить дополнительный коэффициент условий работы, величина которого может быть принята не более 0,735.

Потеря устойчивости стержней проходила плавно при постоянной неизменяющейся нагрузке и подобна текучести арматуры. Однако окончание процесса потери устойчивости стержней сопровождается снижением общей несущей способности конструкции.

В одном из испытаний исчерпание несущей способности произошло вследствие разрушения узла сварки. Из этого факта можно сделать вывод о необходимости контроля за качеством точечной сварки, соединяющей стержни. Преждевременное разрушение сварных соединений может существенно снизить несущую способность каркасов.

Максимальный прогиб каркасов при испытании до начала потери устойчивости арматурных стержней во всех случаях не превышал 13 мм, что меньше рассчитанного предельно допустимого прогиба, равного 14,66 мм. Указанная величина прогиба является применимой также для результатов, представленных в табл. 3 ниже по тексту статьи.

По результатам испытания был проведен расчет жесткости каркасов при раз-

личных расчетных схемах приложения нагрузки, при этом имелось в виду, что во всех случаях изгиба деформирование каркасов подчинялось линейному закону. Величина жесткости каркасов определялась по формуле

$$EI = \frac{Pl^3}{24f} \left(\frac{3a}{l} + \frac{4a^3}{l^3} \right),$$

где P – сила, приложенная к каркасу, l – пролет; a – расстояние от опоры до точки приложения силы; f – прогиб каркаса.

В процессе эксперимента было получено, что треугольные каркасы обладают собственной несущей способностью. Это свойство может быть использовано в сборно-монолитном домостроении [10]. Каркасы могут служить элементами, которые служат для закрепления опалубки, а также могут воспринять вес бетонной смеси до ее затвердевания и полного набора прочности. Результаты замера и расчета прогибов приведены в табл. 3, а результаты замера и расчета жесткости каркасов приведены в табл. 4.

Установлено наличие изменения жесткости каркаса в зависимости от расчетной схемы приложения нагрузки к нему, что является закономерным фактом.

Анализируя данные, приведенные в табл. 3 и 4, можно сказать, что фактически опытные каркасы оказались менее жесткими, чем это следует из теоретических расчетов. Данный факт можно объяснить наличием несовершенств в стержневой системе каркаса, которые возникают в процессе их изготовления. Несовершенства в основном проявляются в том, что раскосы не имеют строгой линейной формы, и в них присутствует начальный эксцентриситет продольной сжимающей

силы. Данный эксцентриситет необходимо учитывать при расчете каркасов. В связи с этим при приложении нагрузки у опор (каркасы ТК-1-2) жесткость оказывается почти в два раза меньше, чем в остальных случаях.

Фактическая жесткость каркаса даже при потере устойчивости продольного стержня оказалась значительно меньше теоретической жесткости (каркасы ТК-1-1).

Из вышесказанного следует, что при теоретическом расчете величины прогиба арматурного каркаса, которая может понадобиться при использовании каркаса как элемента, поддерживающего опалубку, необходимо снижать жесткость каркаса и в тем большей степени, чем ближе к опоре предполагается расположить полезную нагрузку.

Заключение

1. Испытанные каркасы обладают собственной несущей способностью, что позволяет использовать их как самостоятельные элементы, несущие опалубку, а также использовать каркасы в изделиях из конструкционного полистиролбетона в случаях, когда прочность бетона будет недостаточна для восприятия поперечных сил.

2. Прочность испытанных каркасов связана с устойчивостью стержней, из которых они состоят. Зависимость между прочностью каркасов и их жесткостью носит линейный характер. При расчете несущей способности каркаса, как самостоятельного элемента, необходимо вводить дополнительный коэффициент условий работы, величина которого может быть принята не более 0,735.

3. Потеря несущей способности испытанных каркасов – тригонов наступила до достижения ими предельных прогибов.

Таблица 3

Результаты замера и расчета прогибов

Маркировка каркаса	Величина N, кг	Средний экспериментальный прогиб, см	Расчетный прогиб, см	Отношение экспериментального прогиба к расчетному
ТК-1-2	550	0,588	0,234	2,51
ТК-1-1	400	1,31	0,974	1,34
ТК-1-3	400	1,15	0,882	1,3

Таблица 4

Результаты замера и расчета жесткости каркасов

Маркировка каркаса	Величина N, кг	Средняя экспериментальная жесткость, кг·см ²	Расчетная жесткость, кг·см ²	Отношение экспериментальной жесткости к расчетной
ТК-1-2	550	5485	25780	0,213
ТК-1-1	400	12340	30400	0,406
ТК-1-3	400	11660	29070	0,401

4. Для обеспечения надежной работы арматурных каркасов с треугольной решеткой в изгибаемых железобетонных элементах необходимо обеспечить качество сварных соединений между стержнями для исключения их разрушения при работе конструкций.

5. Результаты испытания каркасов позволяют разработать опытные конструкции сборно-монолитных перекрытий «Юнит» с использованием тяжелого и легкого бетонов и провести анализ работы арматурных каркасов с треугольной решеткой в таких конструкциях.

Список литературы

1. Беляков В.А., Никишкин В.А. Конструкции из полистиролбетона для строительства жилых зданий, сочетающие несущую и теплоизоляционную функции / В.А. Беляков, В.А. Никишкин // Архитектура и строительство Омской области. – 2013. – № 1–2(112–113). – С. 80–81.
2. Оценка несущей способности армокаркасов, изготовленных по ТУ 1120-003-77148144-2006 [Текст]: отчет о НИР (промежуточ.): 42–44 / ОАО «Уральский науч.-исслед. ин-т архитектуры и строительства; рук. Трынов В.Г. – Екатеринбург, 2006 – 32 с. – Исполн.: Никишкин В.А., Чижевский В.В., Федосин П.А., Беляков В.А. – № ГР 01840071145. – Инв. № 04534733843.
3. Беляков В.А. Прочностные, деформационные и эксплуатационные свойства полистиролбетона для строительных конструкций и изделий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2010. – 24 с.
4. Ильин Н.А., Гимадетдинов М.К., Славкин П.Н., Шепелев А.П. Новые арматурные каркасы для железобетонных конструкций и изделий / Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Материалы 68-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2010 года. – Самара: СГАСУ, 2011. – С. 675–676.
5. ACI 318. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. – Farmington Hills. American Concrete Institute. 1985. – 21 p.
6. Рекомендации по проектированию и изготовлению ячеистобетонных конструкций, армированных каркасами из волнообразных сеток. НИИЖБ, Госстрой СССР. – М., 2008. – 19 с.
7. Патент на полезную модель № 47406 7 E04C5/06 – Арматурный каркас Авторы Старцев Н.В. (RU), Скрипкин Б.К. (RU) заявитель и патентообладатель ЗАО «Корпорация СИТЕХ» 2005 [Электронный ресурс]. – URL: <http://bankpatentov.ru/node/441012> (дата обращения: 19.07.2017).
8. Ильин Н.А., Славкин П.Н., Шепелев А.П. Патент 2388876 RU, МПК Е 04 С 5/06 Способ изготовления арматурного каркаса для железобетонных элементов; заявка СГАСУ от 8.07.08.; опубл.10.05.2010. Бюл. № 13.
9. Ильин Н.А., Славкин П.Н., Шепелев А.П. Патент 2388877 RU, МПК Е 04 С 5/06 Арматурный каркас для железобетонных элементов, заявка СГАСУ от 5.07.08; опубл.10.01.2010. Бюл. № 13.
10. Пушкарёв Б.А., Кореньков П.А. Сборно-монолитные железобетонные конструкции, сферы применения и особенности расчёта // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – № 46. – С. 30–35.

УДК 621.771.06

ОЦЕНКА НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛА СТАНИННЫХ ПЛАНОВ В ЧИСТОВЫХ КЛЕТЯХ ТОНКОЛИСТОВОГО СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

Жильцов А.П., Харитоненко А.А., Мягков А.С., Кузьмин А.Ю.
 ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Липецк,
 e-mail: kaf-mo@stu.lipetsk.ru

Проведен анализ упругого взаимодействия облицовочных планок станин и подушек валков в чистовых клетях тонколистового стана горячей прокатки с учетом динамического нагружения. С учетом коэффициента динамичности определены действующие горизонтальные нагрузки в системе «подушка – станина». Проведена оценка напряженного состояния материала планок станин и подушек по уровню напряжений смятия с учетом действующих динамических нагрузок. Установлено превышение действующих напряжений смятия по сравнению с допускаемыми для станинных планок из стали 45. Выявлен и рассмотрен уровень и характер изменения относительной площади упругого взаимодействия планок станин и подушек валков в течение периода эксплуатации планок. Выявлены зоны расположения локальных дефектов на поверхности планок и характер их перераспределения за период эксплуатации. При использовании биметаллических планок показана необходимость учета рационального соотношения твердости поверхностей базового и плакирующего слоев планок в целях минимизации повреждений поверхности стоек станин при ударном взаимодействии в системе «подушка – станина».

Ключевые слова: прокатная клеть, облицовочная планка, коэффициент динамичности, напряжение смятия, упругое взаимодействие

ESTIMATION OF THE MATERIAL'S FRAME STRIPS' STRESS STATE IN THIN-SHEET MILL'S FINISHING STAND OF HOT ROLLING

Zhiltsov A.P., Kharitononko A.A., Myagkov A.S., Kuzmin A.Yu.
 Lipetsk State Technical University, Lipetsk, e-mail: kaf-mo@stu.lipetsk.ru

There was made an analysis of elastic interaction of faced bench strips and roll chocks in thin-sheet mill's finishing stand of hot rolling while considering a dynamic loading. Taking into account the dynamic factor, actual horizontal loads in the «chock-bench» system were determined. The stress state of the bench strips' and chocks' material was evaluated by the level of bearing stress, taking into account the actual dynamic loads. Exceeding of the actual bearing stress compared to working stress for bench strips made from steel 45 was detected. The level and behavior of the bench's chocks and strips relative area of elastic interaction over an operating period were detected and considered. The level and behavior of relative area of chocks and strips of bench's elastic interaction over an operating period of strips were detected and considered. Positioning areas of local defects on the strips' surface and nature of the redistribution over an operating period were revealed. When using bimetallic strips, it is shown that it is necessary to take into account the rational ratio of the surfaces' hardness of the strips' basic and planning layers in order to minimize damage to the surface of the frames' strips in the chock-frame system.

Keywords: roll stand, faced strip, dynamic factor, bearing stress, elastic interaction

Для современных непрерывных тонколистовых станов горячей прокатки IV поколения важным условием обеспечения долговечности составных элементов прокатных клетей является применение главных приводов с минимальной динамикой. Однако расширение сортамента прокатываемых полос, связанное с востребованностью в различных отраслях промышленности готовой листопрокатной продукции из высоколегированных, труднодеформируемых марок сталей, приводит к росту энергосиловых и скоростных параметров прокатки, необходимости увеличивать загрузку главных приводов, что приводит к росту динамических явлений в процессе прокатки.

В общем виде динамические нагрузки на элементы прокатной клетки и её привода определяют следующие факторы [1]: структура и свойства главных приводных линий как динамических систем, технологические и эксплуатационные факторы.

Система валок – подушка – стойка станины относится к тем элементам прокатной клетки, которые в первую очередь воспринимают динамические удары в большей степени в периоды захвата полосы валками и в меньшей – при её выходе из валков. Динамическая нагрузка воспринимается указанной системой подушка – стойка станины при наличии гарантированного зазора между ними вследствие перекоса в начальный период прокатки осей рабочих и опорных валков из-за наличия входной поперечной разнотолщинности полосы, возможного увода головы полосы с оси прокатки, формы активной образующей валков.

Наличие данного гарантированного зазора, с одной стороны, обеспечивает возможность установки и выемки комплектов рабочих и опорных валков при перевалках, с другой, как отмечено выше, приводит к ударному нагружению планок, подушек и стоек станин при захвате раската валками

и выходе из валков вследствие перекося осей. Динамический характер нагружения системы «подушка вала – стойка станины» со временем приводит к пластическим деформациям проёмов станин, лицевых планок и наделок [2, 3].

Одними из наиболее «опасных» динамических нагрузок, которые действуют на оборудование валковой группы и станин при прокатке, являются горизонтальные силы из-за наличия зазоров в горизонтальном направлении между элементами узлов подушек и станин и перекося осей валков с подушками, при этом горизонтальные динамические нагрузки могут достигать величины 9÷12 МН [4, 5]. При упругом взаимодействии элементов прокатной клетки происходят упругие деформации четырехвалковой системы [6], при условии применения систем осевой сдвижки [7] реализуются особые условия взаимодействия валковых узлов с подушками и стоек станин.

При появлении ударных динамических нагрузок в периоды захвата полосы валками и выхода полосы из валков на поверхности контактирующих станинных планок и облицовочных планок на подушках валков возникают большие контурные давления, величины которых могут превышать предел текучести материала станины или подушки [8]. В результате в поверхностных слоях возникают пластические деформации, которые характеризуются повреждениями поверхностного слоя стоек станин и увеличением боковых зазоров между подушкой и станиной [8]. Подобные явления подробно рассмотрены в работе [9], где также проведён анализ напряжённого состояния материала станинных планок, смоделирована и экспериментально подтверждена картина распределения напряжений смятия в материале станинных планок применительно к клетям непрерывного широкополосного стана 2000 ПАО «ММК».

Замена планок – довольно трудоёмкий по времени процесс, который, как правило, планируется во время текущих, а чаще – капитальных ремонтов стана. Однако планирование замен планок во время капитальных ремонтов обусловлено, как правило, значительным резервом времени ремонтов, что не является рациональным с точки зрения учёта напряжённо-деформированного состояния планок.

Поэтому для оценки возможности применения облицовочных планок, обеспечивающих сохранность контактирующих поверхностей стоек станин и подушек с учётом межремонтного периода, поставлены следующие актуальные задачи исследования:

– получить оценку напряженно-деформированного состояния планок по клетям

чистой группы непрерывного тонколистового стана горячей прокатки в условиях динамического нагружения;

– выявить характер изменения относительной площади упругого взаимодействия контактирующих поверхностей планок в течение межремонтного цикла (периода эксплуатации);

– разработать обобщённые рекомендации по улучшению эксплуатационных характеристик планок.

Напряжённое состояние материала планок оценивается величиной напряжения смятия $\sigma_{см}$. При воздействии динамических нагрузок величина $\sigma_{см}$ должна быть скорректирована на коэффициент динамичности k_d :

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{T_0}{U_d}},$$

где T_0 – потери кинетической энергии при ударном взаимодействии контактирующих планок;

U_d – потенциальная энергия деформации материала планок.

Напряжение смятия $\sigma_{см,дин.}$ при динамическом нагружении определяется площадью контактирующих поверхностей планок S_k и действующей горизонтальной нагрузкой $F_{\Sigma,дин.}$:

$$\sigma_{\Sigma,дин.} = \frac{F_{\Sigma,дин.}}{S_k},$$

где $F_{\Sigma,дин.} = F \times k_d$.

При этом суммарная статическая нагрузка F_{Σ} векторно определяется суммой горизонтальной составляющей $F_{гор.}$ усилия прокатки с учётом «свала» осей рабочих валков относительно опорных и весом комплекта валков с подушками $G_{к.в.}$.

Основным силовым параметром при определении горизонтальной составляющей $F_{гор.}$ является усилие прокатки P . При этом величина $F_{гор.}$ определяется по выражению

$$F_{гор.} = \frac{P \cdot \Delta}{h},$$

где Δ – величина «свала» осей рабочих валков относительно опорных;

h – расстояние между центрами осей рабочего и опорного валков.

Характерной особенностью при прокатке полос на рассматриваемых станах является наличие в течение межперевалочной кампании валков значительного количества типоразмеров прокатываемых полос, каждый из которых характеризуется своим уровнем нагружения по усилию прокатки P_{ij} . Индекс « i » означает номер типоразмера, индекс « j » – номер клетки.

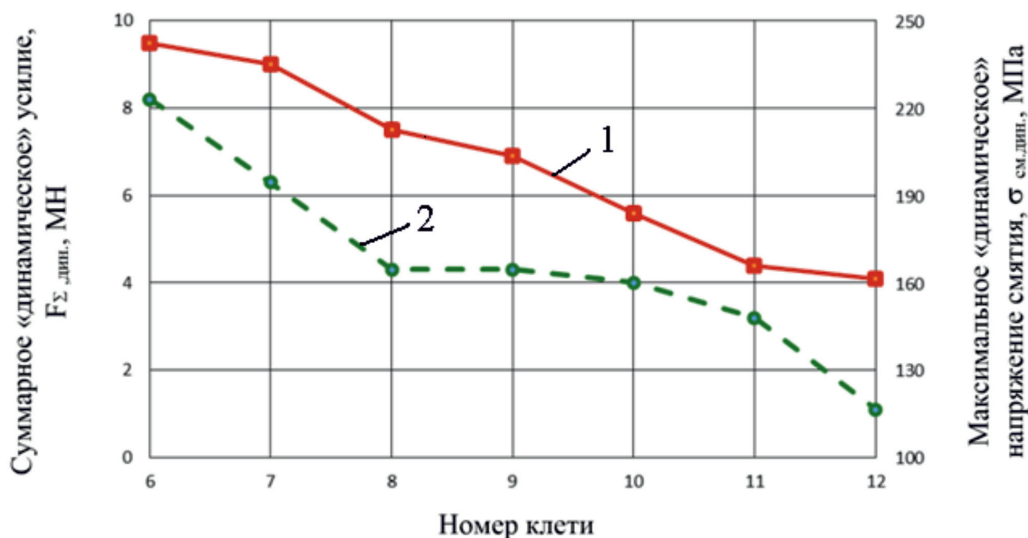


Рис. 1. Распределение суммарных горизонтальных усилий (1) и максимальных напряжений смятия (2) с учётом коэффициентов динамичности по клетям НШС 2000

Поэтому для учёта реального спектра нагрузок при расчётах величины $F_{\text{гор.}}$ определены значения средневзвешенных усилий P_j по клетям:

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i},$$

где P_i — усилие при прокатке i -го типоразмера; m_i — суммарный вес полос i -го типоразмера за перевалочную кампанию.

С учётом анализа энергосиловых и скоростных параметров прокатки по клетям НШС 2000 ПАО «НЛМК» [5] с применением предложенного метода расчёта средневзвешенных усилий P_j , а также с использованием расчётных методик по оценке уровня и величин коэффициентов динамичности [2, 10] рассчитаны величины действующих нагрузок $F_{\Sigma \text{дин.}}$ по клетям чистовой группы НШС 2000, распределение которых приведено на рис. 1. Полученные результаты удовлетворительно коррелируются с данными по уровню нагрузок, приведёнными в работе [4].

Практика и опыт эксплуатации свидетельствуют о применении облицовочных планок из сталей различных марок и с различной термообработкой, например стали 45 (нормализация или улучшение), биметаллов с базовым слоем из стали 30 или стали 45 и основным слоем из стали 65Г (нормализация или улучшение) и др. При этом в рассматриваемых наиболее нагруженных 6 и 7 клетях применяются планки из стали 45. Важно оценить действующие напряжения смятия, ответственные за появление

поверхностных дефектов планок с учётом коэффициента динамичности.

С этой целью произведены соответствующие расчёты $\sigma_{\text{см.ст.}}$ при действии статических нагрузок F_{Σ} , а также расчёты $\sigma_{\text{см.дин.}}$ с учётом динамического нагружения для заключительного периода эксплуатации планок из стали 45 с минимальной контактной площадью и максимальной степенью повреждений в виде дефектов упругопластического характера (вмятины, задиры и др.). Результаты приведены на рис. 1, их анализ свидетельствует о существенном нагружении станинных планок в 6 и 7 клетях, причём действующие напряжения смятия с учётом k_d превышают допускаемые напряжения (по пределу упругости σ_y) материала планок из стали 45, для которой предел упругости σ_y составляет 220–240 МПа. Данные результаты получены расчётным путём с учётом, как отмечено выше, реальных спектров нагрузок (средневзвешенных усилий) при прокатке монтажных партий типоразмеров полос за межперевалочную кампанию.

Наблюдение за состоянием планок из стали 45 в течение периода эксплуатации для наиболее нагруженных 6 и 7 клеток при контактом ударном взаимодействии подушек рабочих и опорных валков и облицовочных планок внутренних поверхностей стоек станин позволяет выделить следующие этапы.

1. Начальный период для новых планок, который характеризуется интенсивным образованием дефектов смятия поверхности планок (вмятины, задиры и т.п.) в краевых зонах, что согласуется с результатами исследования в работе [4].

2. Основной период, для которого характерным является смещение пятен контакта от периферийных зон по направлению к центру с уменьшением суммарной площади упругого взаимодействия.

3. Заключительный период, в котором суммарная площадь упругого взаимодействия продолжает уменьшаться вследствие роста площади пластически деформированных участков.

Таким образом, период эксплуатации планки характеризуется постепенным ростом суммарной площади деформи-

рованной поверхности планки. Расчёт при этом коэффициентов динамичности свидетельствует об относительном уменьшении их величины от начального к заключительному периоду, вследствие накопления потенциальной энергии деформации в материале деформируемой планки. Характер изменения относительной площади упругого взаимодействия за счёт роста суммарной площади деформированной поверхности планки и изменения коэффициента динамичности приведён на рис. 2.

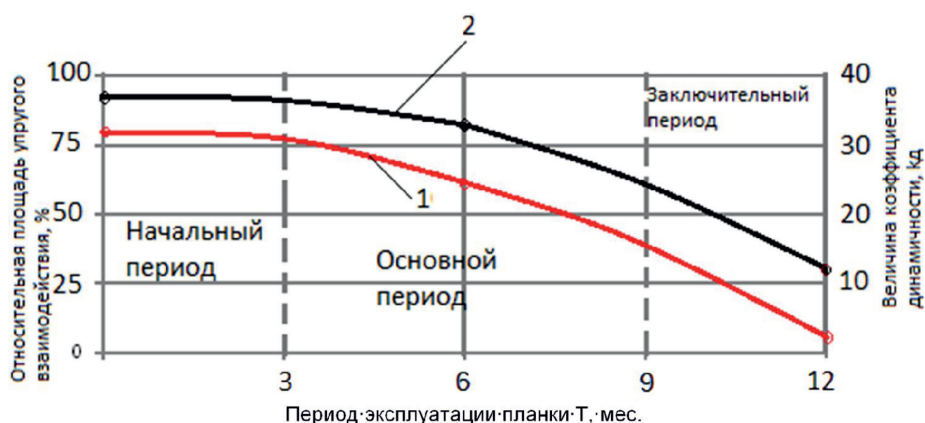


Рис. 2. Изменение относительной площади контакта при упругом взаимодействии подушки и планки (кривая 1) и коэффициента динамичности (кривая 2) за период эксплуатации планки

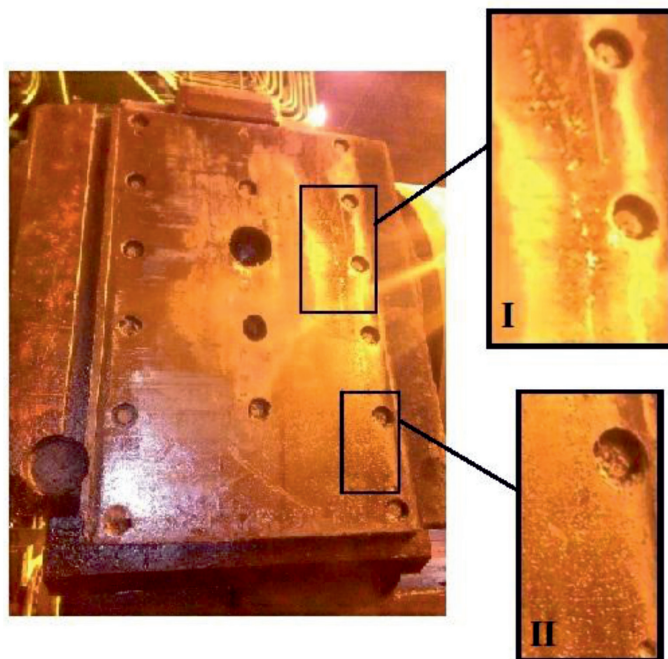


Рис. 3. Фрагмент поверхности планки подушки опорного вала 6 клетки для начального периода. I, II – зоны краевой пластической деформации

Важно учесть, что как для рабочих, так и для опорных валков процесс изменения относительной площади упругого взаимодействия планок станин и подушек (см. рис. 2) определяется характером перераспределения уровней напряжений и местоположения зон пластической деформации на поверхности планки с постепенным переходом максимальных значений напряжений смятия от краевых зон (рис. 3) к средним, а затем к центральной. Логично предположить, что для поверхности планки, контактирующей с поверхностью стойки станины, качественное распределение напряжений смятия и характер их изменения в течение периода эксплуатации должен быть подобным в том случае, когда твёрдость базовой поверхности материала планки, например из стали 45, контактирующей с поверхностью стойки станины из стали 30Л, соответствует или больше твёрдости поверхности материала стойки. Поэтому применение планок с меньшим уровнем твёрдости базовой поверхности является оправданным для материала из биметалла с плакирующим слоем с определённым соотношением твёрдостей базового и плакирующего слоя [8].

В результате проведённого анализа и оценки напряжённого состояния динамически нагруженных планок в процессе их ударного взаимодействия получены следующие результаты:

– установлена различная степень влияния динамики рассматриваемого процесса по рассчитанным коэффициентам динамичности на напряжённое состояние материала планок;

– произведена оценка изменения относительной площади контакта при упругом взаимодействии планок за период эксплуатации планки;

– применение биметаллических планок в наиболее нагруженных клетях чистовых групп НШС 2000 может быть оправданным при соотношении твёрдостей базового и плакирующего слоёв планок, обеспечивающего меньший уровень твёрдости базового слоя по отношению к твёрдости поверхности стойки станины, контактирующей с планкой.

Выводы

1. Различный уровень динамического нагружения в клетях чистовых групп тонколистовых станов с учётом силовых и скоростных параметров обуславливает дифференцированный подход к выбору материала и уровней твёрдости облицовочных планок стоек станин и подушек валков.

2. При планировании межремонтного цикла эксплуатируемых планок необходим учёт характера изменения относительной площади их упругого взаимодействия в течение периода эксплуатации.

Список литературы

1. Динамика процессов прокатки: учебное пособие / С.Л. Коцарь, А.В. Третьяков, А.Н. Цупров, А.Б. Поляков. – М.: Металлургия, 1997. – 255 с.
2. Ищенко А.А. Экспериментальная оценка ударных нагрузок на станины рабочих клеток листовых станов / А.А. Ищенко, И.А. Калинин, В.П. Гришко // Сталь. – 2009. – № 5. – С. 56–58.
3. Липухин Ю.В. Повышение работоспособности валковых опор широкополосных станов / Ю.В. Липухин [и др.] // Сталь. – 1987. – № 1. – С. 56–61.
4. Артюх В.Г. Целесообразность использования устройств горизонтального распура рабочих клеток / В.Г. Артюх, Г.В. Артюх, Н.В. Ломакина, В.О. Мазур // Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: технические науки. – 2010. – Вып. 21. – С. 95–100.
5. Жильцов А.П. Исследование уровня нагружения станинных планок при их эксплуатации в чистовых клетях НШС 2000 горячей прокатки / А.П. Жильцов, В.В. Меркушин // Вестник Липецкого государственного технического университета. – 2016. – № 4(30). – С. 64–67.
6. Бельский С.М. Взаимосвязь упругих деформаций четырёхвалковой системы при формировании профиля и плоскостности прокатываемых полос / С.М. Бельский, Ю.А. Мухин // Известия МГТУ «МАМИ». – 2013. – Т. 2, № 2(16). – С. 105–110.
7. Мазур И.П., Жовнодий Н.Н., Астахов А.А., Кавалек А.А., Чабоненко А.А. Станочное профилирование рабочих валков как способ регулирования поперечного профиля прокатываемых полос // Производство проката. – 2013. – № 5. – С. 13–16.
8. Патент РФ №2004105067/02, 19.02.2004 / Скорыхватов Н.Б., Плахтин В.Д., Бобух И.А., Смирнов В.С., Смирнов О.В. Облицовочная биметаллическая планка прокатной клетки // Патент России № 2263580. 2005. Бюл. № 31.
9. Коковихин А.В. Повышение долговечности станин прокатных клеток на основе результатов моделирования их ударного взаимодействия с подушками валков: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2010. – 28 с.
10. Ибрагимов Ф.Г. Определение остаточной деформации облицовочной планки прокатной клетки с учетом динамических явлений при ударе / Ф.Г. Ибрагимов, А.В. Коковихин, Л.Е. Кондрауров // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2006. – № 1. – С. 48–50.

УДК 66.021.1:532.5

ГИДРОТРАНСПОРТИРОВАНИЕ МОНОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ СРЕДНЕЙ КРУПНОСТИ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ТРУБАМ

Кондратьев А.С., Швыдько П.П.*Московский политехнический университет, Москва, e-mail: ask41@mail.ru*

Разработанная авторами физико-математическая модель и метод расчета гидротранспортирования монодисперсных твердых частиц ранее сопоставлялась с опытными данными зарубежных авторов для частиц мелких песчаных фракций. В настоящей работе разработанный авторами метод использовался для анализа опытных данных и расчетных методов движения песчаных частиц средней крупности 0,165–0,55 мм в трубе диаметром 263 мм со скоростями в диапазоне 3,5–4,7 м/с и объемной долей твердой фазы 0,184–0,34. Показано, что разработанный метод качественно и количественно значительно лучше согласуется с опытными данными, в сравнении с методом расчета, используемым иностранными авторами, полученным на основе уравнений движения двухфазной среды с использованием различных моделей представления турбулентности двухфазной среды.

Ключевые слова: твердые частицы, распределение объемной доли, потери напора, скорость движения, профиль скорости, критическая скорость

HYDROTRANSPORTATION OF MONODISPERSE PARTICLES, THE AVERAGE SIZE FOR HORIZONTAL PIPES

Kondratev A.S., Shvydtko P.P.*Moscow Polytechnical University, Moscow, e-mail: ask41@mail.ru*

The authors developed a physico-mathematical model and calculation method hydrotransportation of monodisperse solid particles were compared with experimental data of foreign authors for the particles of fine sand fractions. In the present work the authors developed method was used to analyze the experimental data and computational methods for the movement of sand particles of average particle size of 0,165–0,55 mm in a pipe with a diameter of 263 mm with velocities in the range of 3,5–4,7 m/s and the volume fraction of the solid phase 0,184–0,34. It is shown that the developed method is qualitatively and quantitatively much better consistent with the experimental data in comparison with the method of calculation used by foreign authors obtained by using the equations of motion of two-phase medium with the use of different representation models of turbulence two-phase medium

Keywords: solid particles, the distribution of the volume fraction, the pressure loss, velocity, velocity profile, critical speed

Анализируемые процессы используются при разработке различных химических технологий и аппаратов с использованием гидромеханических процессов переноса частиц твердых веществ в жидкости [1]. В рамках общей физико-математической модели процесс движения полидисперсной смеси твердых частиц в горизонтальном трубопроводе рассматривался в работе [2]. Основные положения физико-математической модели движения монодисперсных твердых частиц сферической формы в горизонтальном трубопроводе можно сформулировать в следующем виде [3].

1. Движение потока частиц в потоке жидкости в горизонтальной трубе представляется в виде суперпозиции движений в горизонтальных плоских слоях и плоского слоя в вертикальной диаметральной плоскости трубы.

2. Объемная доля частиц твердой фазы постоянна для каждого горизонтального сечения.

3. Твердые частицы не создают на нижней образующей трубы неподвижный или движущийся слой твердых частиц. То есть

рассматривается так называемый критический (гетерогенный) режим гидротранспортирования, при котором образование такого слоя вдоль нижней образующей горизонтальной трубы ещё не происходит, и режимы течения с более высокими гидродинамическими параметрами, при котором распределение твердой фазы стремится к осесимметричному (гомогенному) распределению частиц твердой фазы относительно оси трубы.

4. В продольном направлении движущиеся частицы не сталкиваются друг с другом.

5. В поперечном направлении движущиеся частицы упруго сталкиваются между собой, поскольку, за счет действия разности силы тяжести и Архимеда, частицы перемещаются вниз, а за счет процесса диффузии частицы переносятся снизу вверх.

Методические основы метода расчета

На основе сформулированной физико-математической модели процесса движения твердых частиц в потоке жидкости, конкретный процесс вычислений реализуется следующим образом [3].

Как следует из анализа опытных данных и общих теоретических представлений о гидромеханике двухфазных потоков (см., например [4]) при движении двухфазных смесей из-за значительного изменения концентрации твердой фазы в вертикальной плоскости, динамическая ось потока (место расположения максимума скорости) смещается вверх по отношению к геометрической оси трубы. В придонной области течения характерным размером является не радиус трубы, а величина расстояния от дна трубы до динамической оси потока h_d , а в верхней зоне течения величина h_u – расстояние от динамической оси потока до верхней образующей трубы. Причем $h_d + h_u = D$. При гомогенном режиме течения $h_d = h_u = D/2$.

При заданном значении градиента давления, из рассмотрения движения плоского турбулентного слоя в вертикальной диаметральной плоскости определяются локальные распределения объемной доли твердой фазы, скорости частиц и жидкости в вертикальном диаметральном сечении. При этом, в рамках распространения модели Прандтля на двухфазные течения, суммарное трение в двухфазном потоке представлялось в виде суммы сил трения, возникающих в жидкости при её движении, и сил трения, которые возникают в жидкости при перемещении в ней твердых частиц [2]. Из условия вертикальной симметрии потока следует, что эти скорости будут максимальными для каждого горизонтального сечения. При известных локальных значениях скоростей жидкой и твердой фаз в горизонтальных слоях плоских течений определяются расход жидкой и твердой фаз в горизонтальных сечениях и общий объемный расход.

При установившемся движении двухфазного потока в горизонтальном трубопроводе уравнение движения твердых частиц записывается в виде равенства сил, определяемых величиной градиента давления, действующего на частицу, и гидродинамического трения. В результате определяется скорость движения частицы относительно жидкости. Далее с использованием модифицированной модели Прандтля для турбулентного трения рассчитывается средняя локальная скорость движения двухфазной среды.

При рассмотрении движения частиц в вертикальном направлении принимается, что на частицы, наряду с силами веса и Архимеда, действуют силы Магнуса, Саффмана, которые направлены от стенки трубы в сторону динамической оси потока и знакопеременная сила турбофореза, которая направлена из области максимальных пульсаций скорости потока в область минимальных пульсаций скорости. В ре-

зультате действия этих сил объемная доля твердых частиц уменьшается при возрастании расстояния от нижней (донной) образующей стенки трубы. При неравномерном распределении объемной доли частиц твердой фазы по вертикальному сечению возникает вертикальный турбулентный диффузионный поток частиц, направленный в противоположную сторону, то есть снизу вверх. В связи с наличием встречных потоков частиц, перемещающихся сверху вниз, за счет указанных выше сил, и переносимых снизу вверх за счет процесса диффузии, учитывается столкновение частиц между собой, которое считается упругим. В области $0 < y < h_d$ на твердые частицы действуют силы Магнуса, Саффмана и Архимеда, направленные вверх, сила тяжести, направленная вниз, и знакопеременная сила турбофореза. Заметим, что поскольку средняя объемная доля частиц в каждом сечении поддерживается постоянной, средняя скорость жидкости в поперечном направлении равна нулю. В области $h_d \leq y \leq D$ частично изменяется направление действия сил в вертикальном сечении. В частности, силы тяжести, Магнуса, Саффмана направлены вниз, сила Архимеда вверх, а сила турбофореза переменна по направлению. Совокупность получаемых соотношений позволяет рассчитать распределение концентрации по высоте вертикального диаметрального сечения трубы. Положение динамической оси потока определяется из условия, что максимальные значения скоростей, отсчитываемые от нижней U_d и верхней U_u образующих трубы на динамической оси потока, равны с заданной погрешностью. В полном объеме расчетные зависимости приведены в работе [3].

Цель работы

Целью настоящей работы является доказательство возможности расширения области применения метода расчета на движение твердых частиц среднего размера.

Анализ опытных данных

В работе [3] приведены результаты расчета поперечной объемной доли частиц твердой фазы ϕ – мелкодисперсных частиц песка плотностью 2650 кг/м^3 со средними диаметрами $0,090 \text{ мм}$ и $0,165 \text{ мм}$ в трубопроводах диаметром $102,5 \text{ мм}$, $158,5 \text{ мм}$ и $51,5 \text{ мм}$ соответственно, опубликованными в работах [5–7]. Расхождение между расчетными и опытными значениями, как интегральных характеристик потока, так и распределением объемной доли частиц твердой фазы ϕ в вертикальном диаметральном сечении не превышает 15% .

Таблица 1

Сравнение опытных и расчетных интегральных характеристик двухфазных потоков

№ п/п	d, мкм	Эксперимент [8]			Расчет [9]			Расчет по [3]		
		φ_{mid}	$(-dp/dx)$, Па/м	U_{mid} , м/с	φ_{mid}	$(-dp/dx)$, Па/м	U_{mid} , м/с	φ_{mid}	$(-dp/dx)$, Па/м	U_{mid} , м/с
1	165	0,184	360	3,5	0,184	—	3,5	0,183	415	3,5
2	165	0,268	400	3,5	0,268	—	3,5	0,267	445	3,5
3	290	0,34	665	4,0	0,34	—	4,0	0,339	650	4,0
4	290	0,34	830	4,7	0,34	—	4,7	0,34	810	4,7
5	550	0,30	920	3,9	0,30	—	3,9	0,293	660	3,9
6	550	0,30	1100	4,4	0,30	—	4,4	0,296	870	4,4

В данной работе проводится аналогичное сопоставление с движением монодисперсных частиц песка более крупных фракций в трубопроводе большего диаметра. Расчет основных параметров гидротранспортирования частиц средней крупности, выполненный по изложенному методу [3], сопоставлялся с опубликованными экспериментальными данными и расчетными значениями, приведенными в работе [8]. Проанализируем опытные данные, которые представлены для частиц песка плотностью $\rho_p = 2650 \text{ кг/м}^3$ с тремя условными диаметрами $d = 0,165 \text{ мм}$, $d = 0,290 \text{ мм}$ и $d = 0,550 \text{ мм}$ в трубопроводе с внутренним диаметром $D = 263 \text{ мм}$. Первичные опытные данные представлены в виде графических зависимостей: $\varphi = \Phi_1(y/D)$ и $(-dp/dx) = \Phi_2(\varphi_{mid}, U_{mid} = \text{const})$, где φ_{mid} – средняя объемная доля частиц в поперечном сечении трубы, $(-dp/dx)$ – градиент давления и U_{mid} – средняя скорость двухфазного потока, определенная по объемному расходу. Из всего объема экспериментальных данных – 16 опытов, выделим 6 опытов, в которых имеется существенное отклонение, не только количественное, но и качественное в распределении объемной доли твердой фазы в вертикальном диаметрально сечении трубы.

В табл. 1 в столбцах указаны значения физических величин, которые были измерены и затем рассчитаны интегрированием по поперечному сечению трубопровода, это величины φ_{mid} и U_{mid} . Полужирным шрифтом выделены опытные значения $(-dp/dx)$, которые определялись с соответствующего графика, приведенного в работе [8], при этом погрешность определения величины градиента давления оценивается в $\pm 25 \text{ Па/м}$. В работе [8] не указаны расчетные значения величин градиента давления, поэтому в табл. 1 они не приведены.

Метод расчета, использованный в работе [8], включает коммерческий программный комплекс Computation Fluid Dynamics (CFD), основывающийся на эйлеровой модели двухфазного потока, дополненной моде-

лями турбулентности для жидкой и твердой фаз. Как показывает анализ используемых в [8] зависимостей, при использовании сложных математических моделей необходимо привлечение дополнительных гипотез о представлении и (или) связи различных определяющих параметров, что приводит к использованию полуэмпирических зависимостей, общее число которых может достигать десяти и более. Как будет показано ниже, априори это не обеспечивает наилучшего соответствия с опытными данными. Отметим, что в работе [2] показано, что аналогичное положение имеет место и при сравнении опытных данных по полидисперсным потокам, приведенным в работе [9], с результатами расчетов авторов и методом расчета, изложенным в работе [2].

Результаты сопоставления опытных и расчетных данных

Из данных, приведенных в табл. 1, следует, что расчетные интегральные характеристики рассмотренных двухфазных потоков: φ_{mid} , $(-dp/dx)$ и U_{mid} достаточно удовлетворительно согласуются с опытными данными. При этом отклонения по величине $(-dp/dx)$ по предложенному методу расчета в сравнении с опытными данными возрастают при увеличении диаметра частиц.

На рис. 1 и 2 приведены распределения объемной доли твердой фазы для частиц с размером $d = 165 \text{ мкм}$. Из результатов сравнений известного [8] и используемого метода расчета [3] следует, что используемый метод заметно лучше согласуется с опытными данными вблизи во всей области течения, как при $\varphi_{mid} = 0,184$, так и, в еще большей степени, при $\varphi_{mid} = 0,268$. В последнем случае можно отметить, что расчетные данные работы [8] значительно, до 25 %, отличаются от опытных данных, вблизи нижней образующей трубы и, в кратность (на порядок), вблизи верхней образующей трубы. Поэтому в последнем случае можно говорить, лишь о качественном соответствии между опытом и расчетом в [8].

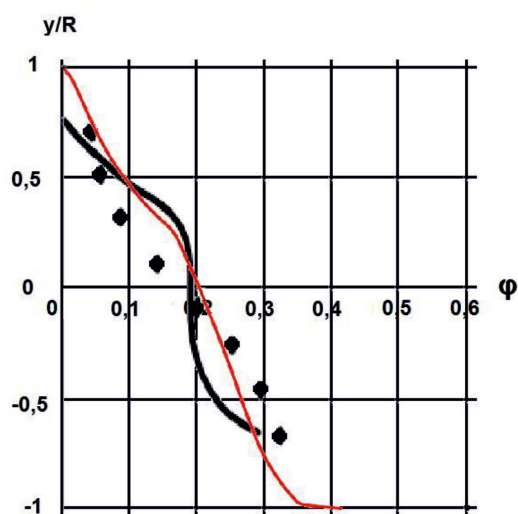


Рис. 1. Распределение объемной доли твердой фазы φ в вертикальном диаметрально сечении трубы для $d = 0,165$ мм и $\varphi_{mid} = 0,184$ и $U_{mid} = 3,5$ м/с: опыт • [8], и расчет по – [8], – расчет по [3]

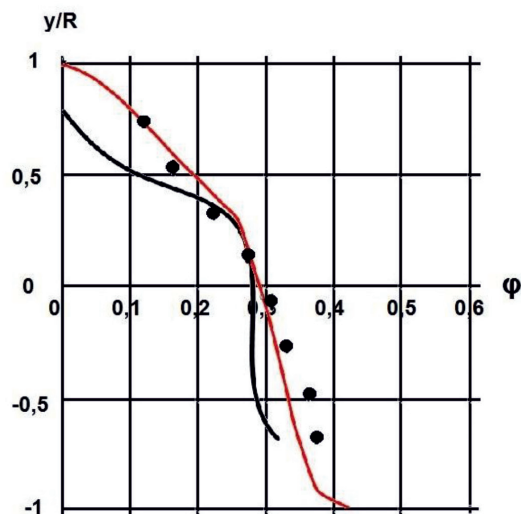


Рис. 2. Распределение объемной доли твердой фазы φ в вертикальном диаметрально сечении трубы для $d = 0,165$ мм и $\varphi_{mid} = 0,269$ и $U_{mid} = 3,5$ м/с: опыт • [8], расчет по – [8], – расчет по [3]

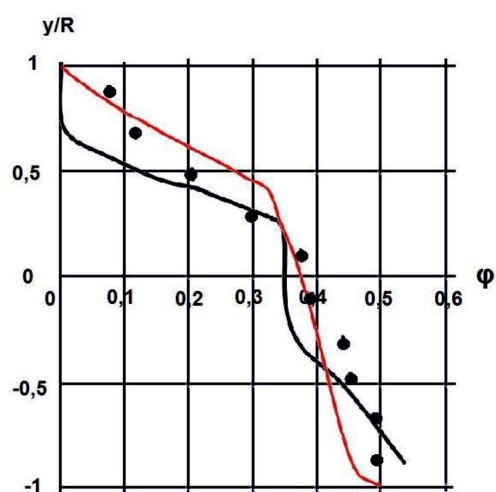


Рис. 3. Распределение объемной доли твердой фазы φ в вертикальном диаметрально сечении трубы для $d = 0,290$ мм и $\varphi_{mid} = 0,34$ и $U_{mid} = 4$ м/с: опыт • [8], расчет по – [8], – расчет по [3]

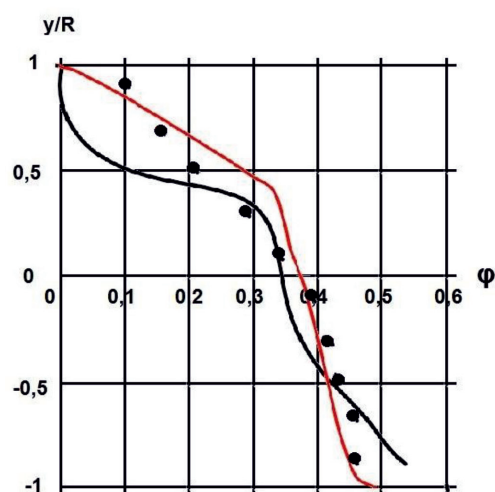


Рис. 4. Распределение объемной доли твердой фазы φ в вертикальном диаметрально сечении трубы для $d = 0,290$ мм и $\varphi_{mid} = 0,34$ и $U_{mid} = 4,7$ м/с: опыт • [8], расчет по – [8], – расчет по [3]

На рис. 3 и 4 приведены распределения объемной доли твердой фазы для частиц с размером $d = 0,290$ мм. Как и в предыдущем случае, предложенный метод лучше согласуется с опытными данными, нежели метод расчета работы [8], особенно вблизи верхней образующей трубы при $U_{mid} = 4,0$ м/с. Примерно такое же положение сохраняется и при $U_{mid} = 4,7$ м/с.

Следует отметить, что горбообразный характер расчетных кривых по [8], показан-

ный на рис. 1–4, имеет место не только на представленных расчетных зависимостях, но и в расчетах с другими параметрами по φ_{mid} и U_{mid} , которые приведены в [8], что даже качественно не согласуется с сопоставляемыми опытными данными по распределению объемной доли твердой фазы в вертикальном диаметрально сечении трубы, хотя авторы и считают соответствие расчетных значений с опытом удовлетворительным.

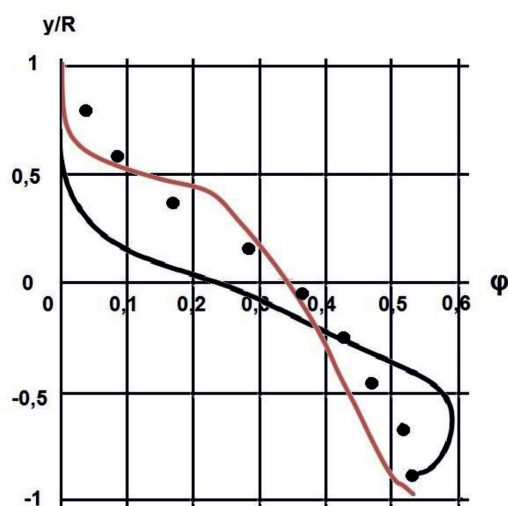


Рис. 5. Распределение объемной доли твердой фазы ϕ в вертикальном диаметрально сечении трубы для $d = 0,550$ мм и $\phi_{mid} = 0,30$ и $U_{mid} = 3,9$ м/с: опыт • [8], расчет по – [8], – расчет по [2]

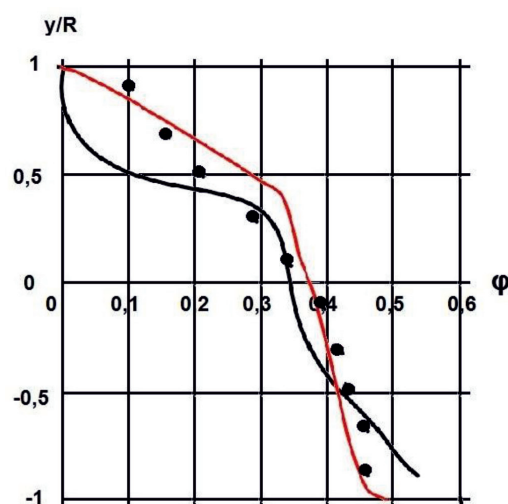


Рис. 6. Распределение объемной доли твердой фазы ϕ в вертикальном диаметрально сечении трубы для $d = 0,550$ мм и $\phi_{mid} = 0,30$ и $U_{mid} = 4,4$ м/с: опыт • [8], расчет по – [8], – расчет по [3]

На рис. 5 и 6 приведены распределения объемной доли твердой фазы для частиц с размером $d = 0,550$ мм. Предложенный метод лучше согласуется с опытными данными, нежели метод расчета работы [8], особенно вблизи верхней образующей трубы при $U_{mid} = 3,9$ м/с. Примерно такое же положение сохраняется и при $U_{mid} = 4,4$ м/с.

Из расчетных зависимостей, полученных в работе [8], видно, что при возрастании размера частиц с 0,165 и 0,290 мм до 0,550 мм горбообразный характер расчетной кривой перемещается из области над осью трубы в придонную область, приняв петлеобразный характер. Подобная расчетная зависимость, качественно противоречащая опытными данным, насколько известно, демонстрируется впервые.

В целом проведенный анализ свидетельствует о неполноте физико-математической модели, использованной в работе [8], и большей степени приемлемости предложенной физико-математической модели гидравлического транспортирования [3] для частиц мелких и средних фракций.

В работе [3] при анализе движения сравнительно более мелких песчаных частиц крупностью 0,09 мм и 0,165 мм было показано, что наблюдаемое расхождение опытных и расчетных данных может быть связано с тем, что скорость движения потока ниже или примерно равна критической скорости, меньше которой на нижней образующей трубы возможно возникновение подвижного осадка, наличие которого не

учитывается расчетными моделями. Определим критические скорости для потоков, рассмотренных в табл. 1. Расчеты проведем с использованием зависимостей, полученных в работах [4, 10, 11].

Таблица 2

Расчетные значения критических скоростей

d, MM	0,165		0,290	0,550
Φ_{mid}	0,184	0,268	0,34	0,30
U_{midcr} M/c [11]	2,58	3,47	5,49	6,02
U_{midcr} M/c [4]	3,10	3,20	3,85	4,24
U_{midcr} M/c [10]	2,90	3,09	3,71	4,01

Из расчетных данных, приведенных в табл. 2, следует, что расчет величины критической скорости гидросмеси U_{midcr} по формуле работы [11] дает большей частью максимальные значения критической скорости и, в частности, при движении частиц диаметром 0,290 мм и более крупных частиц диаметром 0,550 мм для частиц такого же размера, опытные значения средних скоростей U_{mid} , приведенных в табл. 1, значительно ниже критической скорости. Расчеты по формулам, полученным в работах [4, 10], дают близкие результаты. Из этих расчетов следует, что для частиц с $d = 0,290$ мм значения U_{mid} превышают значения U_{midcr} , то есть устанавливается режим течения без образования осадка вдоль нижней образующей трубы.

Для более крупных частиц $d = 0,550$ мм значение $U_{mid} = 3,9$ м/с ниже $U_{midcr} = 4,24$ м/с

и отличается примерно на 4% от опытного значения скорости $U_{mid} = 4,4$ м/с. Из этих расчетов следует, что оба этих режима достаточно близки к критическому режиму с возможным образованием подвижного слоя твердых частиц, что не учитывалось в использованных методах расчетов.

Заключение

Из проанализированных опытных данных следует, что при всех трех размерах твердых частиц общий характер опытных данных имеет единообразный характер, а именно, практически монотонное увеличение объемной доли твердой фазы при перемещении сверху вниз. Удовлетворительное соответствие опытных и расчетных данных позволяет рекомендовать использованный метод расчета при проведении инженерных расчетов гидротранспортирования частиц средней крупности в горизонтальных трубопроводах. В дальнейшем представляется целесообразным определить максимальный размер частиц, параметры гидротранспортирования которых могут определяться с помощью используемого метода расчета.

Список литературы

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Альянс, 2004. – 753 с.
2. Кондратьев А.С., Швыдько П.П. Расчет движения полидисперсных смесей твердых частиц в потоке жидкости в горизонтальной трубе // Теорет. основы химич. технол. – 2017. – Т. 51, № 1. – С. 99–110.
3. Кондратьев А.С., Швыдько П.П. Физико-математическая модель и метод расчета гидротранспортирования монодисперсных частиц // Вест. МГПУ, сер. Естественные науки – 2017. – № 2(26). – С. 59–69.
4. Силин Н.А., Витошкин Ю.К., Карасик В.М., Очеретько В.Ф. Гидротранспорт (вопросы гидравлики). – Киев: Наукова думка, 1971. – 160 с.
5. Roco M.C., Shook C.A. Modeling of SlurryFlow: The Effect of Particle Size // Can. J. Chem. Engin. – 1983. – V. 61(4). – P. 494–503.
6. Shaan J., Summer R.J., Gillies R.G., Shook C.A. The Effect of Particle Shape on Pipeline Friction for Newtonian Slurries of Fine Particles // Can. J. Chem. Engin. – 2000. – V. 78(4). – P. 717–725.
7. Gillies R.G., Shook C.A., Xu J. Modeling Heterogeneous Slurry Flow at High Velocities // Can. J. Chem. Engin. – 2004. – V. 82(5). – P. 1060–1065.
8. Gopaliya M.K., Kaushal D.R. Modeling of sand-water slurry flow through horizontal pipe using CFD // J. Hydrol. Hydromech. – 2016. – V. 64. – № 3. – P. 261–272.
9. Kaushal D.R., Tomia Yuji. Comparative study of pressure drop in multisized particulate slurry flow through pipe and rectangular duct // Int. J. Multiphase Flow. – 2003. – V. 29. – P. 1473–1492.
10. Кондратьев А.С., Швыдько П.П. Критическая скорость транспортирования монодисперсных минеральных гидросмесей // Изв. МГТУ «МАМИ». – 2015. – Т. 4, № 1 (23). – С. 49–55.
11. Souza Pinto T.C., Moraes Junior D., Slatter P.T., Leal Filho L.S. Modeling the critical velocity for heterogeneous flow of mineral slurries // Inter. Jour. Multiph. Flow. – 2014. – V. 65. – P. 31–37.

УДК 666.972.1

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ В ЗАПОЛНИТЕЛЯХ НА СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И БЕТОНОВ

Курбатов В.Л., Печеный Б.Г., Киреев В.Г., Комарова Н.Д.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Северо-Кавказский филиал, Минеральные Воды, e-mail: kurbatov_bgtnu@list.ru

Настоящая статья посвящена исследованию влияния загрязняющих примесей различного гранулометрического состава в заполнителях различных карьеров на технологические свойства бетонных смесей и физико-механические свойства бетонов. Установлен пластифицирующий эффект пылевидных и глинистых частиц в заполнителях. Показано, что оценка удобоукладываемости бетонных смесей с загрязняющими примесями по осадке конуса не позволяет достоверно оценить эту важную технологическую характеристику смесей. В связи с тиксотропностью и зависимостью вязкости от скорости сдвига при одинаковых значениях осадки конуса удобоукладываемость, определенная по жесткости бетонных смесей, различается. При подборе состава бетонных смесей на заполнителях, содержащих загрязняющие примеси, их удобоукладываемость необходимо характеризовать не только по осадке конуса, но и по жесткости. Введение суперпластификатора С-3 МУ значительно повышает морозостойкость бетонов, как на чистых заполнителях, так и с примесями глинистых и пылевидных частиц в целом, и достигает максимальных значений при содержании пылевидных и глинистых частиц в смеси в пределах 4,5–6,0% (в заполнителе приблизительно 6–10%).

Ключевые слова: загрязняющие примеси в заполнителях, технологические свойства бетонных смесей, свойства бетонов

INFLUENCE OF THE POLLUTING IMPURITY IN FILLERS ON PROPERTIES OF CONCRETE MIXES AND CONCRETE

Kurbatov V.L., Pechenyy B.G., Kireev V.G., Komarova N.D.

Belgorod State Technological University of V.G. Shukhov the North Caucasian branch, Mineralnye Vody,
e-mail: kurbatov_bgtnu@list.ru.

This article is devoted to a research of influence of the polluting impurity of various particle size distribution in fillers of various pits on technological properties of concrete mixes and physicommechanical properties of concrete. The plasticizing effect of dust-like and clay particles in fillers is established. It is shown that assessment of an udoboukladyvayemost of concrete mixes with the polluting impurity on the draft of a cone doesn't allow to estimate authentically this important technical characteristics on mixes. Due to the tiksotropnost and dependence of viscosity on shift speed in case of identical values of draft of a cone the udoboukladyvayemost determined by rigidity of concrete mixes differs. When matching composition of concrete mixes on the fillers containing the polluting impurity, their udoboukladyvayemost needs to be characterized not only on cone draft, but also on rigidity. Entering of S-3 MU supersoftener considerably increases frost resistance of concrete, both on net fillers, and with impurity of clay and dust-like particles in general, and reaches the maximum values in case of a soderzhakniya of dust-like and clay particles in mix within 4,5–6,0% (in filler about 6–10%).

Keywords: the polluting impurity in fillers, technological property of concrete mixes, properties of concrete

Статистический анализ качества минеральных заполнителей, выпускаемых карьерами Ставропольского края и Северного Кавказа, показывает, что объемы выпуска мытого щебня и песка составляют примерно 35–40%, остальные 60–65% – это заполнители, содержащие от 3% до 15% загрязняющих пылевидных, глинистых и илистых частиц. Стоимость мытых заполнителей на 20–30% выше немых.

Современные представления о влиянии качества заполнителей на структуру бетонов, его свойствах и возможностях их регулирования в требуемых направлениях развивались в исследованиях известных ученых И.Н. Ахвердова, В.В. Бабкова, В.И. Бабушкина, Ю.М. Баженова, Г.И. Горчакова, Е.А. Гузеева, В.С. Данюшевского и многих других. Свойства бетонов в достаточной мере зависят от свойств заполните-

лей, что объясняет повышенные требования к их качественным характеристикам.

Изменения в процессе образования структуры бетонов и их смесей в том числе происходят из-за наличия загрязняющих примесей (частиц пыли, глины, ила) [1, 2]. В нормативной документации, регламентирующей качественные показатели применяемых заполнителей для бетонов различного назначения, установлены допустимые значения содержания загрязняющих примесей, так как их наличие в значительной степени ухудшает адгезию между цементным камнем и заполнителем [3]. Для бетонов всех классов допустимое количество примесных частиц в щебне не должно превышать 1% по массе; в песке 2–5% для бетонов различного назначения [4]. Требования ГОСТ 8736-93 допускают в песке II класса из отсевов дробления наличие пыле-

видных и глинистых частиц до 10 % по массе [5]. Вообще содержание примесей в виде пылевидных, илистых и глинистых частиц в бетонной смеси может варьироваться в весьма широком диапазоне в зависимости от количества в смеси песка и щебня, что, безусловно, отразится на свойствах бетонных смесей и бетонов. Однако еще в 1928 г. Р. Залигер отмечал, что трудно предъявить исчерпывающие требования к материалам, необходимым для производства бетона. Примесные частицы ила, глины и аналогичные им снижают прочность бетона в особенности, если они контактируют с поверхностью частиц мелкого и крупного заполнителя [6]. А в случае равномерного распределения этих примесей в массе песка и отсутствия сцепления с зернами их наличие не вредит качеству бетонов и даже при общеизвестных обстоятельствах повышает прочность. Ю.М. Баженов [7], В.Г. Батраков [8] и другие ученые – исследователи [9] полагают, что совокупность примесей, «грязнящих» песок, не может полностью охарактеризовать его качество. Вполне допустима вероятность того, что 3–5 % примесей одного состава могут быть многократно вреднее, чем 10–15 % примесей другого состава. Из практики известно, что добавление к цементу глины или глинистых горных пород практически не оказывает влияния на его качество. Общеизвестно, что ранее при изготовлении строительных материалов и изделий различного назначения использовались грунто-бетонные смеси или песчано-грунто-цементные смеси в которых содержание глинистых и илистых веществ доходило до 40–45 % [10]. Последние десятилетия озаменованы новейшими разработками и приемами увеличения прочности и морозостойкости бетонов за счет внедрения разработанных воздухоовлекающих, демпфирующих, пластифицирующих и другого вида добавок. Физико-механические свойства бетонов с указанными добавками в присутствии [7] загрязняющих примесей в заполнителе малоизучены. Без сомнения, нормируемые пределы по количественному содержанию загрязняющих примесей в заполнителях для бетонов могут быть более высокими при каждом конкретном изучении их влияния на [5] качественные показатели бетонов в присутствии добавок [7, 11]. Оказавшиеся в заполнителе глинистые, илистые и пылевидные примеси образуют на поверхности заполнителя монослой, который снижает адгезию цементного камня с заполнителем, а также прочность и морозостойкость бетонов. Обычные расчеты дают возможность утверждать, что при 10 % содержании примесей они

могут образовывать поверхностный слой на частичках заполнителя около 8–10 мкм в тонкодисперсных бетонах и 12–14 мкм в обычных бетонах. Конечно, при перемешивании бетонных смесей слои этих частиц в водной среде сдвигаются с поверхности заполнителя, распределяясь в водцементной части бетонной смеси. Именно это позволит несколько повысить контакт и сцепление цементного камня с поверхностью заполнителя [12]. Наличие загрязняющих частиц может способствовать сохранению достаточно высоких показателей прочности при испытании водонасыщенных бетонов, создавая преграду прониканию воды вверх трещины и ее рост [10]. Соответственно можно предположить, наличие загрязняющих частицы в порах бетонов в случае их взаимодействия с водой будут набухать и тем самым уменьшать водопоглощение бетона. При замораживании адсорбированная на поверхности тонкодисперсных примесей вода превращается в лед при температурах значительно ниже 0 °С, что может повлиять [2] на сохранение морозостойкости и трещиностойкости бетонов.

Цель исследования

Выявление особенностей влияния на свойства бетонной смеси заполнителей, содержащих мелкодисперсные загрязняющие примеси. Исследование воздействия загрязняющих примесей различного гранулометрического состава в заполнителях исследуемых карьеров Ставропольского края на технологические свойства бетонных смесей. Предложение оптимизированного метода подбора состава бетонных смесей на засоренных примесями заполнителях. Обоснование рационального применения суперпластификатора С-3 МУ в бетонах с заполнителями, содержащих илистые и глинистые примеси.

Материалы и методы исследования

Были проведены экспериментальные исследования влияния пылевидных, илистых и глинистых загрязняющих примесей, извлеченных из заполнителей всевозможных карьеров, на технологические свойства бетонных смесей и физико-механические свойства бетонов. В бетонные смеси, состоящие из чистого заполнителя, добавляли в качестве загрязняющих примесей тонкодисперсные (пылевидные, глинистые и илистые) частицы, извлеченные из заполнителей трех карьеров (табл. 1).

Виды загрязняющих примесей заполнителей и их фракционный состав, определенный по ГОСТ Р 50298.2-92, ГОСТ 8735-88, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Фракционный состав загрязняющих примесей заполнителей

Фракции, мм	Надзорненский карьер	Невинномысский карьер	Старомарьевский карьер
>0,06	4,1*/4,1	3,1/3,1	0,8/0,8
0,06–0,01	49,9/54,0	37,7/40,8	14,4/15,2
0,01–0,005	4,8/58,8	8,4/49,2	14,4/29,6
0,005–0,001	11,2/70,0	47,2/96,4	36,8/66,4
0,001	30,0/100	3,6/100	36,6/100

Примечание. *в числителе – частные остатки, в знаменателе – полные остатки на ситах.

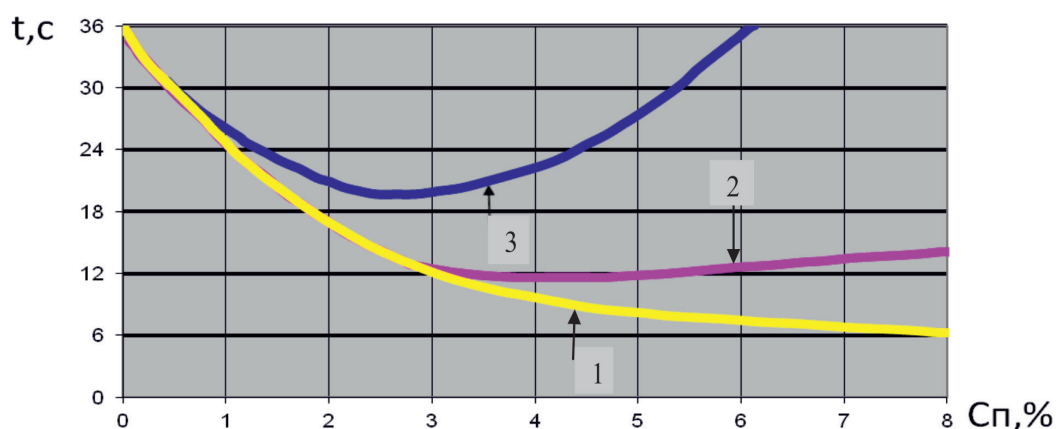


График (а)

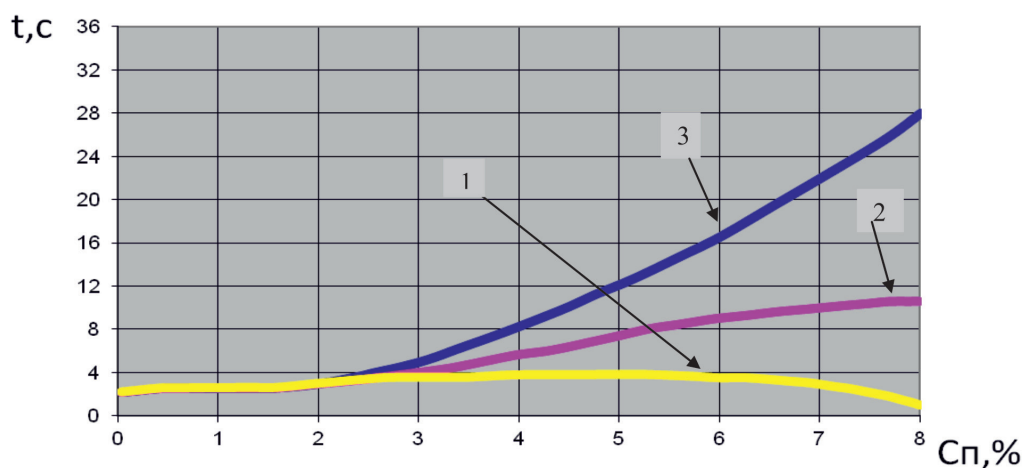


График (б)

Рис. 1. Зависимость жесткости t мелкозернистого бетона без добавки – а) и с добавкой суперпластификатора С-3 МУ – б) от содержания в смеси загрязняющих примесей S_p Надзорненского карьера – 1; Невинномысского карьера – 2; Старомарьевского карьера – 3

Результаты исследования и их обсуждение

Итоги определения жесткости мелкозернистых пластифицированных и непла-

стифицированных бетонных смесей показаны на рис. 1. В бесщебеночных бетонных смесях максимальный разжижающий эффект дает наличие в составе смеси тонкодисперсных загрязняющих примесей Надзор-

ненского карьера. Загрязняющие примеси Старомарьевского и Невинномысского карьеров в количестве от 0 до приблизительно 4% оказывают пластифицирующее действие, но при дальнейшем увеличении до 10% их содержание в смеси вызывает повышение жесткости бетонной смеси. Проводя анализ фракционного состава тонкодисперсных фракций загрязняющих примесей заполнителей, можно сделать вывод: пластифицирующее действие оказывают примеси, содержащие большее количество фракций размером более 0,01 мм, а понижа-

ют удобоукладываемость смесей примеси, содержащие большее количество фракций размером менее 0,01 мм, что подтверждает предположение, сделанное еще в 1979 г. А.Е. Шейкиным с соавторами [9].

Изучение влияния суперпластификатора С-3МУ [13] на бетонную смесь свидетельствует об улучшении удобоукладываемости смесей даже при наличии в них загрязняющих примесей Невинномысского карьера до 8% (13,6% по отношению к заполнителю) по сравнению с контрольным составом без добавки на чистом заполнителе.



График (а)

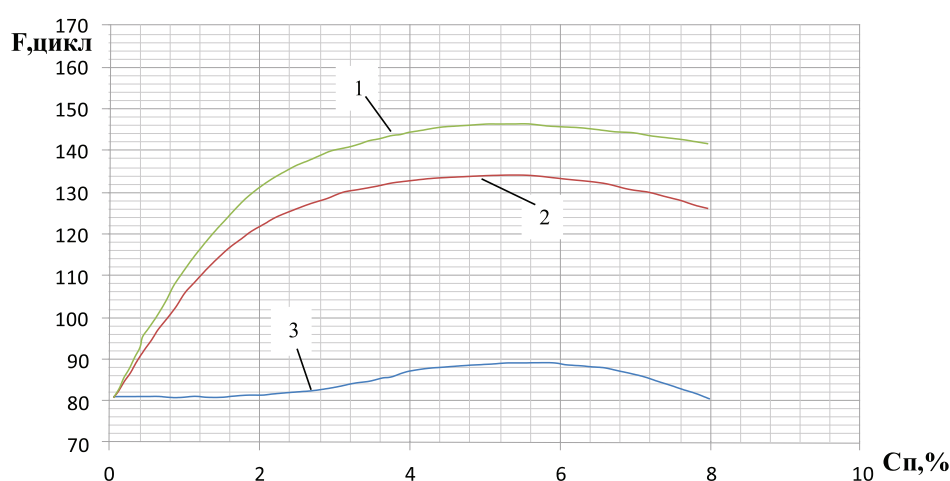


График (б)

Рис. 2. Зависимость жесткости t (—) и осадки конуса ОК (---) тяжелых бетонных смесей без пластификатора – а) и с суперпластификатором – б) от содержания в смеси загрязняющих примесей S_p Надзорненского карьера – 1; Невинномысского карьера – 2; Старомарьевского карьера – 3

При введении тонкодисперсных загрязняющих примесей в тяжелую бетонную смесь их удобоукладываемость, оцениваемая по осадке конуса (ОК), ухудшается, однако примеси различного зернового состава поразному влияют на изменение осадки конуса. Содержание примесей Старомарьевского карьера в количестве 1 % в бетонной смеси приводит к снижению ОК до 0, тогда как на чистом заполнителе ОК была равной 4 см. В то же время снижение ОК до 0 в бетонной смеси с примесями Надзорненского карьера наблюдается при их содержании в смеси в количестве 2,1 % (рис. 1 и 2).

Изменение жесткости бетонных смесей в зависимости от содержания загрязняющих примесей различного зернового состава показывает интересные закономерности, которые не фиксируются ОК (рис. 3) [3]. По мере повышения в бетонных смесях содержания загрязняющих примесей Надзорненского карьера (до 8 %) жесткость понижается. В то же время жесткость бетонных смесей с примесями Невинномысского и Старомарьевского карьеров сначала понижается, а затем при достижении содержания этих примесей в количестве 3–4 % начинает возрастать, и при содержании примесей 6–8 % жесткость достигает значений жесткости бетонной смеси на чистом заполнителе (рис. 2, а). В бетонных смесях с суперпластификатором С-3 МУ при общем повышении подвижности бетонных смесей соблюдаются аналогичные закономерности (рис. 2, б).

В итоге проведенные исследования позволяют утверждать, что, подбирая состав бетонных смесей с использованием заполнителей, содержащих загрязняющие примеси, удобоукладываемость необходимо характеризовать не только по осадке конуса, но и по ее жесткости. Наличие тонкодисперсных загрязняющих примесей повышает водопотребность бетонной смеси при ее оценке по осадке конуса, а при оценке удобоукладываемости бетонной смеси по ее жесткости водопотребность может быть снижена (графики рис. 2). Как видно, в бесщебеночных бетонных смесях, так же как и в обычных тяжелых, тонкодисперсные частицы оказывают незначительное пластифицирующее действие на бетонную смесь [14] при оценке удобоукладываемости по жесткости бетонной смеси, как с введением пластификатора, так и без него (рис. 1 и 2). Наличие в заполнителях и в целом в мелкозернистой бетонной смеси загрязняющих частиц Надзорненского карьера до 8 % приводит к увеличению прочности на растяжение при изгибе бетона и прочности при сжатии, как для бетонов с добавками, так и с суперпластификатором С-3 МУ (табл. 1). Это можно объяснить тем,

что бетонная смесь с пылевидными глинистыми и илистыми включениями этого карьера обладает меньшей водопотребностью и лучшей уплотняемостью. Присутствие в мелкозернистой бетонной смеси тонкодисперсных (пылевидных, глинистых и илистых) частиц Невинномысского карьера до 6 % приводит к повышению прочности на растяжение при изгибе и прочности при сжатии бетона, как образцов без добавки, так и с суперпластификатором С-3 МУ. Это можно объяснить пластифицирующим действием загрязняющих частиц в заполнителе этого карьера при их содержании в бетонной смеси до 6 %. Присутствие в мелкозернистой бетонной смеси тонкодисперсных загрязняющих частиц Старомарьевского карьера в количестве приблизительно 3 % приводит к повышению предела прочности на растяжение при изгибе и предела прочности при сжатии бетона, как образцов без добавки, так и с суперпластификатором С-3 МУ [5]. Объясняется это пластифицирующим действием загрязняющих частиц в заполнителе этого карьера при их введении в бетонную смесь в количестве до 3 % (табл. 1).

Согласно физико-химической теории бетонных смесей в цементном тесте, представляющем собой структурированную систему, в которой дисперсионной средой является коллоидный цементный клей, образованный водой и частичками коллоидных размеров – осколками цементного клинкера и частиц кристаллизующихся новообразований, а дисперсной фазой – крупные зерна цемента и заполнителя, при наличии загрязняющих тонкодисперсных примесей может меняться соотношение дисперсная фаза – дисперсионная среда. Следствием этого является изменение степени структурированности системы. Структурированные системы характеризуются переменной вязкостью, резко падающей при возрастании градиента скорости (скорости сдвига). При малых градиентах скорости, при которых структура цементного теста почти не разрушается, вязкость такой системы предельно высока [5]. Это характерно при определении осадки конуса бетонных смесей, когда сдвиг происходит под действием собственного веса смеси при чрезвычайно малой скорости сдвига [4]. Определение жесткости бетонной смеси производится при вибрационном воздействии, то есть при гораздо большей скорости сдвига, чем при определении осадки конуса. Соответственно, жесткость бетонных смесей, содержащих тонкодисперсные загрязняющие примеси, и является более чувствительным и теоретически обоснованным критерием удобоукладываемости таких смесей.

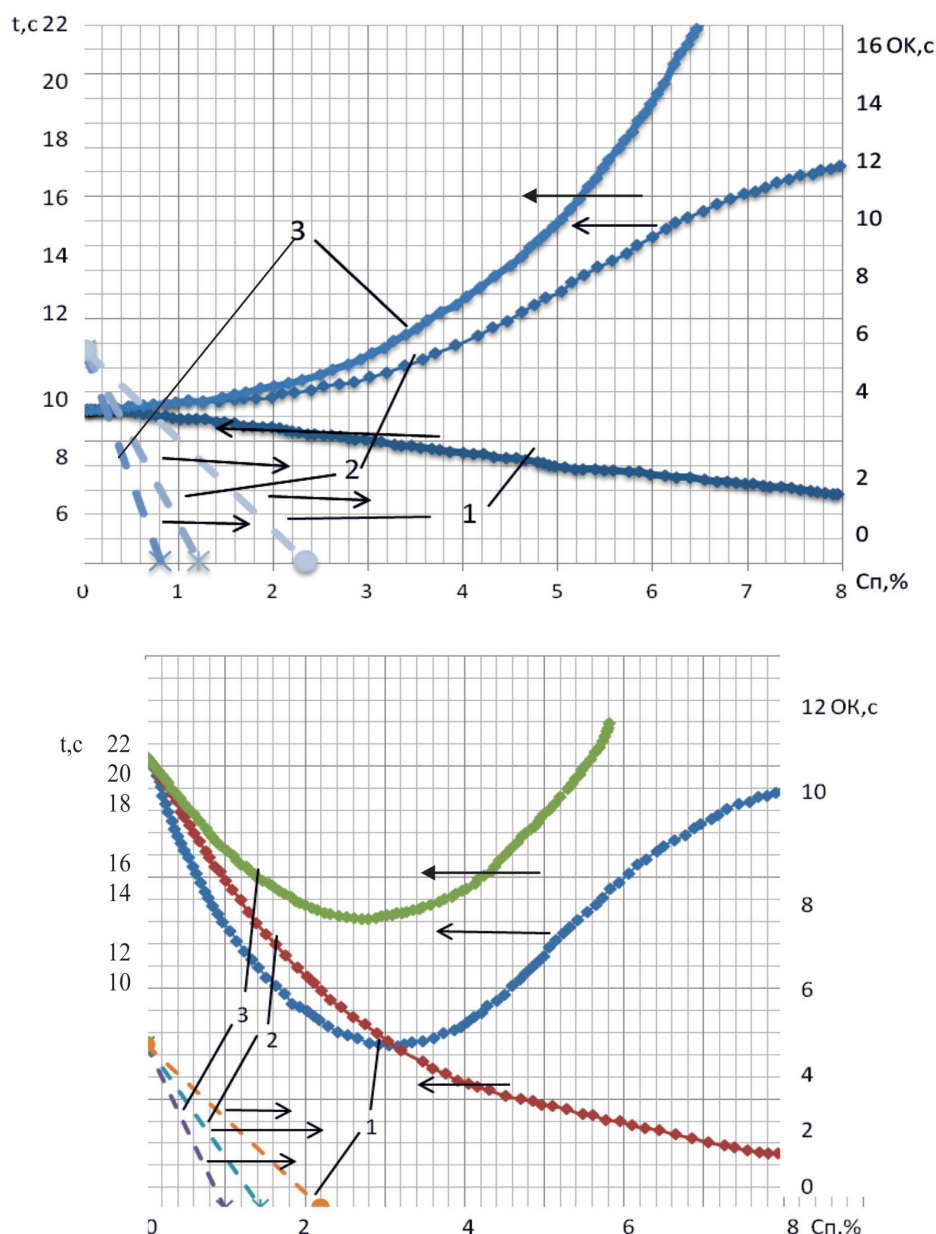


Рис. 3. Зависимость морозостойкости F мелкозернистого бетона от содержания загрязняющих примесей в смеси S_p Надзорненского карьера – 1; Невинномысского карьера – 2; Старомарьевского карьера – 3: а) без пластификатора; б) с суперпластификатором С-3МУ

Таким образом, при наличии в заполнителях бетонных смесей загрязняющих примесей (пылевидных, глинистых и илистых), подбор составов бетонных смесей следует производить не только по осадке конуса, но и по их жесткости, так как загрязняющие мелкодисперсные примеси изменяют реологическое состояние и технологические свойства смесей [15]. Находящиеся в порах и микрокапиллярах бетона пылевидные и глинистые частицы при их увлажнении и набухании снижают водопоглощение бе-

тона [16]. При замораживании вода, адсорбированная на поверхности частиц мелкодисперсных примесей, превращается в лед при температуре значительно ниже 0°C , что может способствовать повышению морозостойкости и трещиностойкости бетонов. Это хорошо подтверждается графиками рис. 3, откуда следует, что морозостойкость мелкозернистых бетонов возрастает по мере повышения до 6% в бетонной смеси содержания загрязняющих примесей Надзорненского и Невинномысского карьеров и практиче-

ски остается неизменной при этом количестве примесей Старомарьевского карьера. Присутствие в заполнителях загрязняющих примесей Старомарьевского карьера приводит к естественному понижению прочности при сжатии тяжелого бетона, так как эта бетонная смесь обладает наибольшей водопотребностью, что проявляется в повышенной пористости бетонных образцов. Причем обращает на себя внимание тот факт, что морозостойкость бетонов возрастает по мере увеличения в них содержания пылевидных и глинистых частиц [4]. Надзорненского и Невинномысского карьеров до 7,5%, в то же время введение суперпластификатора С-3 МУ значительно повышает морозостойкость бетонов с примесями глинистых и пылевидных частиц в целом и имеет максимальное значение при содержании пылевидных и глинистых частиц Надзорненского и Не-

винномысского карьеров в смеси 4,5–6,0%. При этом же содержании примесей наблюдается и максимум прочности при сжатии и растяжении при изгибе непластифицированных и пластифицированных образцов бетонов (табл. 2).

Выводы

1. Исследовано воздействие загрязняющих примесей разного гранулометрического состава в заполнителях исследуемых карьеров на технологические свойства бетонных смесей. Подтвержден пластифицирующий эффект пылевидных и глинистых частиц в заполнителях. Максимальное пластифицирующее воздействие на бетонные смеси оказывают пылевидные примеси заполнителей с размером частиц более 0,01 мм, а фракции с размером менее 0,01 мм понижают удобоукладываемость смесей.

Таблица 2

Влияние загрязняющих примесей на свойства мелкозернистых бетонных смесей и бетонов

№ составов	Жесткость с.		ОК, см	Прочность, МПа, при		Морозостойкость F, циклы	Содержание%			
	бетонов			сжатии	растяжении при изгибе		Добавки С-3МУ	Примесей из карьера		
	мелкозернистых	тяжелых						Надзорненского	Невинномысского	Старомарьевского
1	35,3	21,0	4,0	8,6*/30,0	1,03/3,5	51/96	0	0	0	0
2	7,1	10,5	6,0	10,0/33,7	1,40/4,8	79/180	0,22	0	0	0
3	16,2	15,4	0,4	14,0/32,5	1,28/3,9	69/145	0	2(3,1) **	0	0
4	6,3	9,8	2,6	20,8/38,4	1,98/5,5	127/142	0,22	2(3,1)	0	0
5	7,45	12,4	0	21,6/35,5	2,18/4,1	80/177	0	5(8,1)	0	0
6	5,6	9,1	0	28,6/41,5	2,95/5,8	145/289	0,22	5(8,1)	0	0
7	6,8	11,4	0	26,8/36,6	2,92/4,3	82/185	0	8(13,6)	0	0
8	4,9	8,1	0	31,2/42,4	3,36/5,9	138/308	0,22	8(13,6)	0	0
9	15,7	14,7	0,8	15,5/32,0	1,24/3,7	61/124	0	0	2(3,1)	0
10	5,9	9,8	0	20,5/36,7	1,96/5,1	117/223	0,22	0	2(3,1)	0
11	10,8	16,1	0	21,5/33,6	1,80/3,9	75/144	0	0	5(8,1)	0
12	9,1	14,0	0	26,3/39,2	2,82/5,5	130/244	0,22	0	5(8,1)	0
13	14,4	20,3	0	25,3/33,9	2,72/4,0	76/140	0	0	8(13,6)	0
14	12,3	17,5	0	28,8/39,7	3,2/5,6	126/236	0,22	0	8(13,6)	0
15	21,0	17,5	0	11,6/30,5	1,3/3,5	54/101	0	0	0	2(3,1)
16	7,0	10,6	0	15,7/34,7	1,9/4,9	81/186	0,22	0	0	2(3,1)
17	28,7	19,7	0	12,1/30,0	1,4/3,5	53/96	0	0	0	5(8,1)
18	14,0	16,8	0	17,2/34,5	2,1/5,0	86/190	0,22	0	0	5(8,1)
19	71,6	30,9	0	9,0/28,4	1,3/3,6	47/85	0	0	0	8(13,6)
20	29,6	30,2	0	13,4/33,7	1,8/4,7	80/181	0,22	0	0	8(13,6)

Примечание. * – в числителе показатели для мелкозернистых бетонов, в знаменателе для тяжелых бетонов, ** – в скобках – содержание примесей по отношению к заполнителю.

2. Установлено, что при определении удобоукладываемости бетонных смесей с включениями загрязняющих примесей, по осадке конуса не дает полной картины этой технологической характеристики. Такие бетонные смеси обладают тиксотропностью и зависимостью их вязкости от скорости сдвига. В итоге, при одинаковых значениях осадки конуса удобоукладываемость, определенной по жесткости бетонных смесей, имеет различные значения. Следовательно, в ходе подбора состава бетонных смесей на засоренных примесях заполнителях, их удобоукладываемость нужно оценивать не только осадкой конуса, но и по жесткости.

3. Учет пластифицирующего эффекта пылевидных и глинистых частиц, который оценивается по жесткости бетонных смесей, дает возможность снизить В/Ц отношение, кроме этого при определенном содержании загрязняющих частиц, и повысить прочность, трещиностойкость и морозостойкость бетонов.

4. Применение суперпластификатора С-3 МУ в значительной степени увеличивает морозостойкость бетонов, как на мытых инертных материалах, так и на заполнителях, имеющих глино- и илосодержащие примеси. Максимальные значения достигаются при содержании пылевидных и глинистых частиц в смеси в пределах 4,5–6,0% (в заполнителе приблизительно 6–10%). При таком содержании примесей пылевидных и глинистых частиц наблюдается максимальная прочность при сжатии и растяжении, при изгибе непластифицированных и пластифицированных бетонов.

Список литературы

1. Комарова Н.Д. Особенности проектирования бетонной смеси с использованием заполнителей из ВПГС / Н.Д. Комарова, А.Ф. Лениш // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3–1. – С. 38–43.
2. Повышение эффективности бетонов для зданий и сооружений оптимизацией гранулометрического состава / Н.Д. Комарова [и др.] // Бюллетень строительной техники. – 2015. – № 11(975). – С. 52–55.
3. Литвинова Ю.В., Нетребенко А.В. Характер микроструктуры цементного камня и его влияние на контакт с компонентами исходного материала // Эффективные строительные композиты: материалы науч.-практ. конф. к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, Баженова Юрия Михайловича. – Белгород, 2015. – С. 1–10.
4. Лукьяненко В.В. Регулирование внутренних напряжений в бетонах с целью повышения их трещино- и морозостойкости: дис. ... канд. тех. наук. – Ставрополь, 2002. – 243 с.
5. Киреев В.Г. Принципы создания бетонов требуемого качества на некондиционных заполнителях: дис. ... канд. техн. наук. – Ставрополь, 2004. – 201 с.
6. Лесовик В.С. Закон сродства структур в строительном материаловедении / В.С. Лесовик, Л.Х. Загороднюк, И.Л. Чулкова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3–2. – С. 267–271.
7. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
8. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны / В.Г. Батраков – М.: Стройиздат, 1990. – 396 с.
9. Шейкин А.Е. Структура и свойства цементных бетонов / А.Е. Шейкин, Ю.В. Чеховский, М.И. Бруссер – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.
10. Капленко О.А. Влияние воздухововлечения на температурные напряжения и растрескивание бетонов // Эффективные строительные композиты: материалы науч.-практ. конф. к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук, Баженова Юрия Михайловича. – Белгород, 2015. – С. 1–8.
11. Курбатов В.Л., Бочаров С.С., Галайко Л.С., Кондраков И.М. Способ очистки жилых и производственных помещений зданий из бетона от аммиака // Патент России № 2603686.2016. Бюл. № 33.
12. Курбатов В.Л. Ползучесть цементных бетонов при расчете строительных конструкций / В.Л. Курбатов, Н.Д. Комарова, В.И. Римшин // Бюллетень строительной техники. – 2016. – № 5(981). – С. 27–32.
13. ТУ 2493-069-00203766-02. Суперпластификатор С-3 МУ. 2002. – 9 с.
14. Тепсаев И.С. Мелкозернистый ремонтный бетон на основе пропитанного наполнителя: дис. ... канд. тех. наук. – Махачкала, 2010. – 215 с.
15. Середа О.А. Дорожные цементобетоны на некондиционных заполнителях Северного Кавказа: дис. ... канд. тех. наук. – Белгород, 2009. – 208 с.
16. Kurbatov V.L., Komarova N.D., Esipova A.A. Creep of cement concretes research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences // RJPBCS. – 2016. – № 7(3). – P. 2665–2673.

УДК 004.4:621.37

МИНИАТЮРИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИМПУЛЬСОВ ЯМР-РЕЛАКСОМЕТРА

Лапшенков Е.М., Волков В.Я.

Московский технологический университет (МИРЭА), Москва, e-mail: elapshenkov@mail.ru

Статья посвящена применению современных схемотехнических решений для миниатюризации узлов ЯМР-релаксометра. Предложена структурная схема цифрового генератора последовательностей радиочастотных импульсов на основе алгоритмов прямого цифрового синтеза (ПЦС). Данная схема реализована на миниатюрной элементной базе в виде программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС), и проведено её тестирование методами компьютерного моделирования в системе ModelSim. В ходе тестирования показана возможность синтезировать последовательности радиочастотных импульсов с частотой несущей 20 МГц и фазами 0, $\pi/2$, π , $2\pi/3$ при точности интервалов по шкале времени 6,25 нс. Предлагаемый генератор имеет возможность подстройки частоты несущей с шагом 0,125 МГц. Планируется тестирование предложенных технических решений на реальных макетных образцах и определение возможности их использования в серийных аналитических приборах.

Ключевые слова: ядерный магнитный резонанс, аппаратура ЯМР, прямой цифровой синтез сигналов

MINIATURIZATION OF RF-PULSES SEQUENCE GENERATOR FOR NMR-RELAXOMETER

Lapshenkov E.M., Volkov V.Ya.

Moscow Technological University, Moscow, e-mail: elapshenkov@mail.ru

The article is dedicated to using of advanced circuit solutions for miniaturization of NMR-relaxometer modules. It is suggested the functional block diagram of RF pulses sequence digital generator based of direct digital synthesis (DDS) method. The circuit is created by miniaturized electronic elements such as Field Programmable Gate Array (FPGA) and then its testing was executed by computer modeling methods in ModelSim system. The computer modelling shown the capability to synthesis of RF pulses sequences having frequency 20 MHz and phases of 0, 90, 180, 270 degrees and 6,25ns precision of time intervals. The tune of generator is allowed by 0,125 MHz steps. The Authors is planning the practical testing of described engineering solutions and determining of possibility using their in serial analytical instruments.

Keywords: nuclear magnetic resonance, hardware of pulse NMR, direct digital synthesis (DDS)

Явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР) с момента своего открытия было положено в основу функционирования большого количества приборов, предназначенных для анализа состава и структуры веществ и материалов. Основной тенденцией развития этого направления было использование всё более сильных магнитов для увеличения разрешающей способности ЯМР-спектроскопии. Применение магнитов на основе сверхпроводящих соленоидов вывело ядерный магнитный резонанс в число базовых аналитических технологий 21 столетия, однако стоимость таких приборов оказывается чрезвычайно высокой.

Развитие микроэлектроники и появление новых магнитожёстких материалов в последние годы выявило новые возможности для создания малогабаритных и достаточно дешёвых ЯМР-анализаторов, пригодных для широкого применения в самых разных областях хозяйственной деятельности человека, включая научные исследования. Это уже позволило, наряду с уменьшением размеров и массы, приблизить возможности низкочастотных приборов

к ЯМР-спектрометрам в сильных полях по целому ряду показателей. В настоящее время работы, направленные на миниатюризацию ЯМР приборов контроля, активно продолжаются [1–3]. В настоящей работе представлен вариант генератора последовательностей радиочастотных импульсов, основанный на применении алгоритма прямого цифрового синтеза и современной интегральной схемотехники.

Особенности импульсного ЯМР и требования к аппаратуре

Основными узлами ЯМР-релаксометра являются: источник постоянного магнитного поля H_0 , генератор радиочастотных импульсов; датчик, состоящий из катушки, включенной в состав колебательного контура, который используется как для создания импульсного магнитного поля H_1 в анализируемом образце, так и для приёма слабых сигналов ЯМР; усилитель и детектор сигналов ЯМР. Имеется также устройство управления, как правило взаимодействующее с компьютером.

Сформулируем требования для радиочастотного передатчика ЯМР-релаксометра [4, 5],

в состав которого входит генератор последовательности радиочастотных импульсов. Основное требование – способность создавать короткие радиочастотные импульсы высокой мощности в микросекундном диапазоне длительностей. Требуемая мощность зависит от объёма и свойств анализируемого образца и задаётся выходным усилителем передатчика. При этом время нарастания и спада огибающей импульса должно быть мало по сравнению с длительностью импульса. Частота несущей радиочастотного импульса должна быть равна резонансной частоте ядер атомов исследуемого вещества, которая определяется как частота прецессии Лармора f_L .

При анализе образцов в ЯМР-релаксометрах используются импульсные последовательности, которые накладывают требования на длительность и амплитуду импульсов, поворачивающих вектор ядерной намагниченности M на заданный угол (90° , 180° и др.) в зависимости от измеряемого показателя. Этот угол прямо пропорционален амплитуде ВЧ поля H_1 и длительности импульса t , то есть, по существу, он определяется площадью импульса.

Обычно управляют длительностью импульса, так как её проще оперативно изменять. Следовательно, генератор передатчика должен иметь возможность формировать радиочастотные импульсы разной длительности с точной и управляемой выдержкой времени. А для методов на основе спинного эха требуется высокая точность временных интервалов и между импульсами.

Также в ряде методик [6, 7] требуются изменения фазы радиочастотных колебаний относительно опорной (начальной). То есть генератор передатчика ЯМР-релаксометра должен иметь возможность управления фазой радиочастотных колебаний.

В современных условиях передатчик ЯМР-релаксометра может быть построен

полностью на основе аналоговой схемотехники или на основе цифровой и аналоговой схемотехники. Во втором случае на цифровую часть приходится генератор (синтезатор) последовательностей радиочастотных импульсов, а на аналоговую – фильтры и силовые выходные каскады. Такой подход позволяет исключить из конструкции некоторые аналоговые узлы, в частности для задачи разных длительностей импульса и для коммутации несущей сигнала. При использовании современных программируемых больших интегральных схем (БИС) это несомненно ведёт к уменьшению габаритов цифровой части конечного изделия, особенно если данная БИС будет основой и для других цифровых узлов прибора. Также существуют проблемы, связанные с уменьшением размеров аналоговых силовых узлов: передатчика и приёмника ЯМР-релаксометра, но их решение вынесено за рамки настоящей работы для будущих исследований.

К цифровому генератору применяется ещё одно важное требование. Это наличие встроенного программируемого устройства управления, задающего параметры и последовательность импульсов. При этом устройство должно быть синхронизовано с опорной частотой генератора, а программирование должно осуществляться перед началом сеанса, так как управление непосредственно в ходе сеанса измерений может вносить дополнительную погрешность интервалов времени в импульсной последовательности.

Основные аспекты прямого цифрового синтеза

Рассматриваемый радиочастотный генератор может быть основан на алгоритме прямого цифрового синтеза (ПЦС) [8]. Классическая структурная схема такого генератора показана на рис. 1.

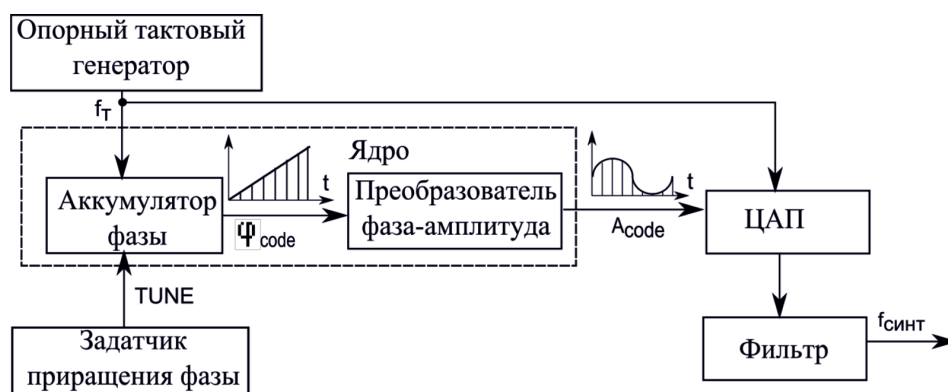


Рис. 1. Классическая структурная схема генератора на основе ПЦС

В ядро генератора входит аккумулятор фазы и преобразователь фаза-амплитуда. Аккумулятор фазы при каждом импульсе от опорного тактового генератора увеличивает своё значение на величину условного приращения фазы TUNE. Преобразователь фаза-амплитуда формирует на выходе значение, соответствующее входному коду фазы. Аккумулятор фазы должен переполняться при фазе 2π , то есть реальное значение фазы φ связано с кодированным значением фазы φ_{code} на выходе аккумулятора выражением

$$\varphi = 2\pi \frac{\varphi_{code}}{2^{N_{acc}}}, \quad (1)$$

где N_{acc} – двоичная разрядность аккумулятора фазы. Исходя из этого преобразователь фаза-амплитуда можно реализовать на основе таблицы соответствия между кодированной амплитудой и кодированной фазой. Данное соответствие устанавливается формулой

$$A_{code} = \sin\left(2\pi \frac{\varphi_{code}}{2^{N_{acc}}}\right) (2^{N-1} - 1), \quad (2)$$

где N – двоичная разрядность выхода преобразователя фаза-амплитуда и соответственно цифро-аналогового преобразователя ЦАП. При этом в реальной таблице обычно кодируют только первый квадрант (от 0 до $\pi/2$), остальные квадранты получают путём манипуляции со знаком и косвенным индексом обращения к таблице. Управление частотой генератора возможно при помощи изменения параметра приращения фазы TUNE. Частота на выходе генератора зависит от TUNE в соответствии с выражением

$$f_{сигт} = f_t \frac{TUNE}{2^{N_{acc}}}, \quad (3)$$

где f_t – опорная тактовая частота. То есть частоту можно задавать с шагом ($f_m/2^{N_{acc}}$) в пределах от 0 до $f_t/2$, в соответствии с теоремой Котельникова.

Цифровой синтез программируемых последовательностей РЧ импульсов в генераторе передатчика ЯМР-релаксометра

На основе ранее приведенных требований к генератору передатчика ЯМР-релаксометра предложена усложнённая схема ПЦС, ориентированная на генерацию последовательностей радиочастотных импульсов различной длительности и фазы с возможностью программирования. Данная схема приведена на рис. 2.

Помимо этого, для каждого импульса МПУ формирует код фазы синтезируемого радиочастотного импульса. Если требуется формировать фазу из набора 0, $\pi/2$, π , $3\pi/2$,

то для кода сдвига фазы достаточно только 2 бита, которые будут складываться с учётом переноса с двумя старшими битами кода фазы φ_{code} .

Реализация генератора на основе алгоритма прямого цифрового синтеза с использованием ПЛИС

Существуют современные примеры конструкций генераторов на основе ПЦС для ЯМР-релаксометров. Обычно они основаны на использовании специализированной микросхемы ПЦС, что требует присутствия внешнего быстродействующего управляющего устройства, например микроконтроллера или ПЛИС, для запуска и прекращения синтеза импульса [9, 10]. Так как управление запуском осуществляется командами через внешнюю шину, а микропроцессорное управляющее устройство может выполнять и другие подпрограммы, то не исключены ошибки формирования интервалов времени в последовательности импульсов. Другим вариантом является использование схемотехники на основе цифрового сигнального процессора (ЦСП, DSP) [11]. Однако при использовании ЦСП могут возникнуть указанные выше проблемы в том случае, если от него требуется параллельное выполнение нескольких операций по обработки потоков данных. В случае ЯМР-релаксометра, помимо синтеза передаваемого сигнала, требуется анализ принимаемого сигнала по определённым алгоритмам и поддержка внешних быстродействующих интерфейсов.

Возможность распараллеливания процессов обработки данных при условии их полной синхронизации даёт применение ПЛИС, тем более, что в рамках конструкции ЯМР-релаксометра на одной ПЛИС могут быть реализованы цифровые узлы генератора, приёмника и высокоскоростного интерфейса [12]. Недостатком конструкции в указанной работе является невозможность оперативной перенастройки параметров импульсной последовательности, так как она описывается VHDL кодом, загружаемым в процессе конфигурирования ПЛИС.

В рамках настоящей работы предлагается реализация генератора с ПЦС на ПЛИС Altera, лишённого данного недостатка. При этом для аппаратного описания каждого блока применён язык VerilogHDL [13], что позволяет легко перенести разработанное техническое решение на ПЛИС других производителей или заказать производство серии микросхем на базовом микрокристалле с требуемой конфигурацией.

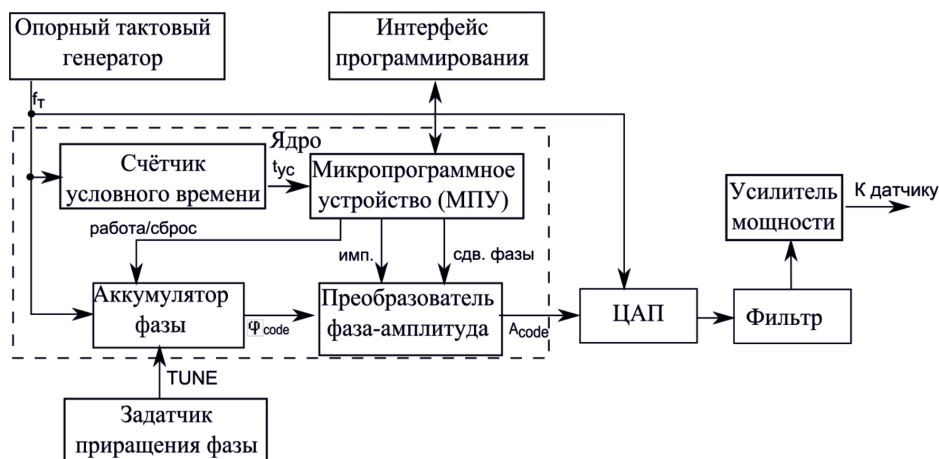


Рис. 2. Структурная схема генератора последовательностей РЧ импульсов на основе ПЦС

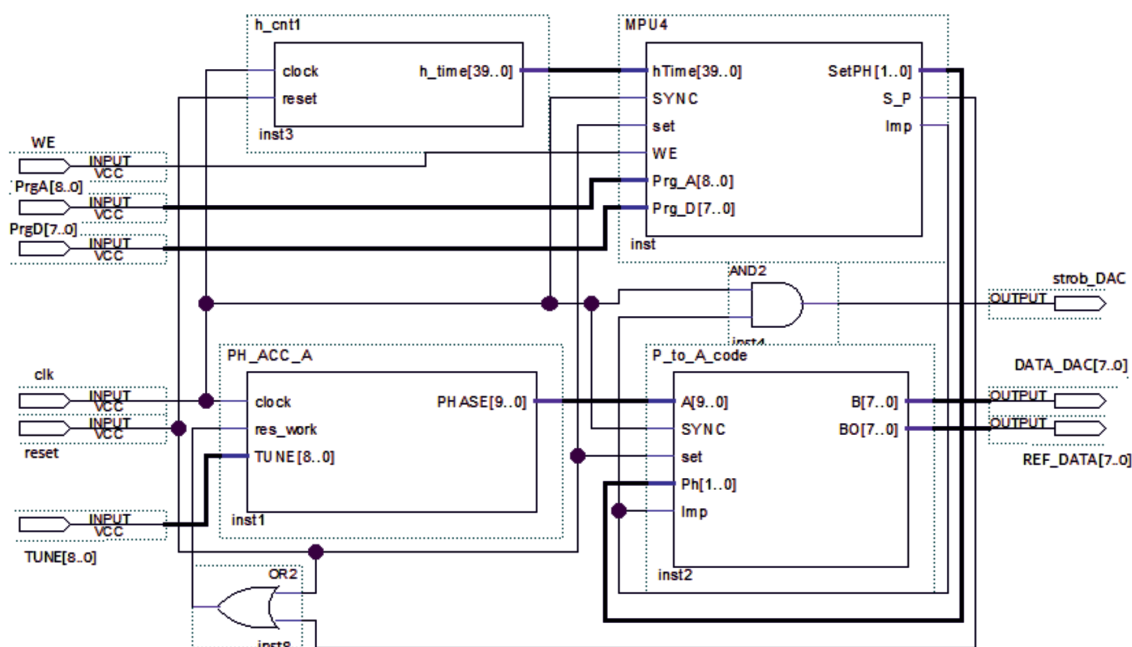


Рис. 3. Схема верхнего уровня генератора с ПЦС, сформированная в среде автоматизированного проектирования структур на ПЛИС Altera Quartus II Lite

Схема верхнего уровня, сформированная в среде автоматизированного проектирования структур на ПЛИС Altera Quartus II Lite, приведена на рис. 3.

Частота опорного тактового генератора выбрана 160 МГц. Блок аккумулятора фазы (PH_ACC_A) выполнен с разрядностью 10 двоичных разрядов. Через шину TUNE [8:0] задаётся код приращения фазы в каждом такте. В соответствии с выражением (3) это позволяет производить настройку частоты с шагом 0,156 МГц.

Преобразователь фаза-амплитуда реализован в виде блока P_to_A_code, таблица перекодирования в его составе синтезирована на основе выражения (2). Указанный блок имеет два восьмиразрядных выхода: B0 и B. Выход B0 запускается после запуска аккумулятора фазы, как правило, при первом импульсе, и с него снимается опорный цифровой сигнал с нулевой фазой. Выход B запускается только при появлении сигнала Imp, его фаза определяется кодом на входе Ph [1:0].

Сигнал с выхода В подаётся на вход ЦАП через шину DATA_DAC, которая синхронизируется сигналом strob_DAC.

Счётчик условного времени (блок h_cnt) описан как классический двоичный счётчик с тактовой частотой $f_T = 160$ МГц и количеством разрядов 40. Таким образом, квант условного времени t_q может быть рассчитан по формуле (4) и составит $6,25 \cdot 10^{-9}$ с (6,25 нс), а максимальная продолжительность времени программируемой последовательности t_c (рассчитывается по формуле (5)) составит 6871,94 с.

$$t_q = \frac{1}{f_T}, \quad (4)$$

$$t_c = \frac{2^{N_{acc}}}{f_T}, \quad (5)$$

где N_{h_cnt} – разрядность счётчика.

В предложенном варианте МПУ (блок МПУ4) позволяет производить программирование последовательности импульсов с возможностью выбора фазы несущей для каждого радиочастотного импульса из ряда $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$. Количество импульсов в последовательности определяется объёмом памяти конкретной ПЛИС. Запуск и остановка со сбросом аккумулятора фазы осуществляется через линию S_P,

а установка фазы через порт SetPh[1:0], запуск синтеза импульсов производится через линию Imp. МПУ имеет интерфейс программирования, реализованный в виде шин PrgA(адрес), PrgD(данные), WE(разрешение записи), который позволяет программировать последовательности импульсов, записывая их параметры в соответствующие регистры.

Перед созданием макетного образца с указанными параметрами экономически целесообразно произвести компьютерное моделирование выполнения генератором заданных функций. Для этих целей использована система моделирования ModelSim [14], совместимая со средой Quartus II Lite с возможностью визуализации результатов. Результаты моделирования представлены на рис. 4 и 5.

На рис. 4 представлена последовательность из нескольких импульсов разной ширины. На рис. 5 представлены импульсы с разной фазой относительно опорного сигнала, а именно $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$. Стоит отметить, что масштабы временных интервалов оптимизированы для визуализации возможностей предлагаемого генератора и могут несколько отличаться от применяемых в практических методиках ЯМР-спектроскопии.

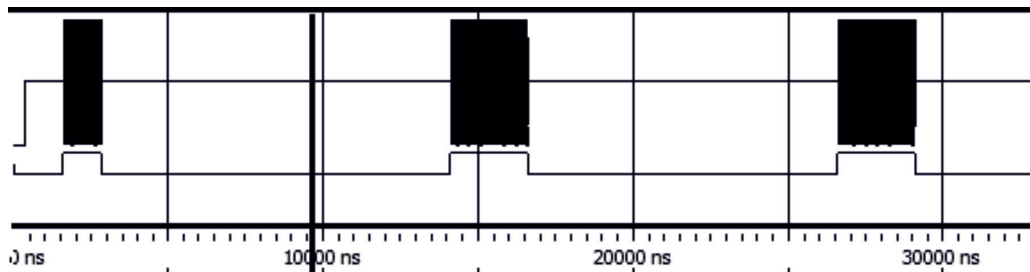


Рис. 4. Последовательность радиочастотных импульсов разной ширины, полученная при моделировании генератора в среде ModelSim

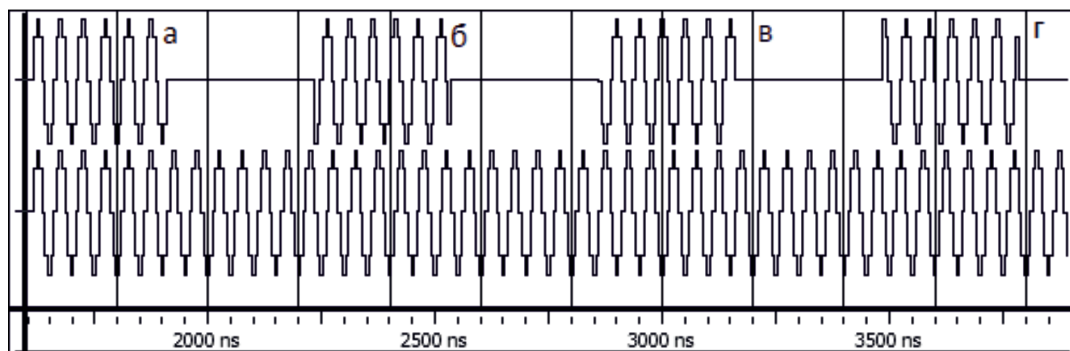


Рис. 5. Пример генерации последовательности радиочастотных импульсов (вверху) с частотой 20 МГц и фазой 0 (а), $\pi/2$ (б), π (в), $3\pi/2$ (г) относительно опорной несущей (внизу)

Заключение

В настоящей работе предложена структурная схема генератора последовательностей радиочастотных импульсов для ЯМР-релаксометра, реализованная с использованием ПЛИС. Методами компьютерного моделирования показана возможность генерации радиочастотных импульсов различной длительности с достаточно точной выдержкой по времени и возможность задавать фазу несущей для каждого конкретного радиочастотного импульса, что требуется в многоимпульсных методиках измерения времён ЯМР-релаксации. Частота несущей также может быть изменена без переконфигурирования ПЛИС, то есть генератор может быть использован для приборов, регистрирующих времена релаксации ЯМР разного типа атомных ядер в образце.

Возможно применить предложенную структуру генератора последовательностей радиочастотных импульсов при проектировании цифровой части приёмника и передатчика ЯМР-релаксометра на одной микросхеме ПЛИС, что позволит миниатюризировать данный прибор.

Список литературы

1. Mitchell J., Gladden L.F., Chandrasekera T.C., Fordham E.J. Low-field permanent magnets for industrial process and quality control // *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*. – 2014. – Vol. 76. – P. 1–60.
2. Zaleskiy S.S., Danieli E., Blumich B., Ananikov V.P. Miniaturization of NMR Systems: Desktop Spectrometers, Microcoil Spectroscopy, and «NMR on a Chip» for Chemistry, Biochemistry, and Industry // *Chem. Rev.* – 2014. – Vol. 114. – P. 5641–5694.
3. Волков В.Я., ЯМР в низких магнитных полях. Состояние и перспективы применения // *Приборы*. – 2016. – № 9. – С. 21–27.
4. Блюмич Б. Основы ЯМР для учёных и инженеров / Б. Блюмич. – М.: Техносфера, 2011. – 256 с.
5. Импульсная и Фурье спектроскопия ЯМР / Т. Фарпар, Э.Беккер. – М.: Мир, 1973. – 167 с.
6. Meiboom S., Gill D. Modified spin-echo method for measuring nuclear relaxation times // *Rev Sci Instrum.* – 1958. – № 29. – P. 688–691.
7. Levitt M.H. Composite Pulses // *Encyclopedia of Magnetic Resonance*. – 1996. – P. 1396–1410.
8. Иванов Д.В., Иванов В.А., Чернов А.А. Теоретические основы метода прямого цифрового синтеза радиосигналов для цифровых систем связи // *Вестник ПГТУ. Радиотехнические и инфокоммуникационные системы*. – 2012. – № 1. – С. 3–34.
9. Габидуллин Д.Д., Гафиятуллин Н.М., Крылатых Н.А., Фаттахов Я.В. Прецизионный синтезатор частот с прямым цифровым синтезом для низкочастотного магнитно-резонансного томографа // *Приборы и техника эксперимента*. – 2012. – № 4. – С. 49–51.
10. Kazuyuki Takeda. A highly integrated FPGA-based nuclear magnetic resonance spectrometer // *Rev. Sci. Instrum.* – 2007. – Vol. 78. – P. 033103.
11. Aktham Asfour, Kosai Raoof, Jean-Paul Yonnet. Software Defined Radio (SDR) and Direct Digital Synthesizer (DDS) for NMR/MRI Instruments at Low-Field // *Sensors*. – 2013. – Vol. 13. – P. 16245–16262.
12. Preeti Hemnani, A.K. Rajarajanb, Gopal joshi, S.V.G. Ravindranath. FPGA based RF pulse generator for NQR/ NMR spectrometer // *Procedia Computer Science*. – 2016. – Vol. 93. – P. 161–168.
13. Соловьев В.В. Основы языка проектирования цифровой аппаратуры Verilog / В.В. Соловьев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 208 с.
14. ModelSim. ASICandFPGAdesign [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.mentor.com/products/fv/modelsim/>.

УДК 66.011

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРЯМОТОЧНОГО РЕГУЛИРУЮЩЕГО КЛАПАНА С ВЕРХНИМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ЗАПИРАЮЩЕГО ОРГАНА**¹Лебедев А.Е., ¹Капранова А.Б., ²Мельцер А.М., ²Неклюдов С.В.,
²Серов Е.М., ²Воронин Д.В.**¹Ярославский государственный технический университет, Ярославль, e-mail: lae4444@gmail.com;²ЗАО «НПО РЕГУЛЯТОР», Ярославль, e-mail: info@nporeg.ru

Осевые регулирующие клапаны нашли широкое распространение во многих отраслях промышленности: химической, нефтедобывающей и других. Благодаря особенностям конструкции данный тип клапанов позволяет осуществлять регулирование параметров потока в широких пределах с требуемыми характеристиками, что практически невозможно в устройствах других типов. Однако несмотря на многочисленные достоинства осевые клапаны имеют высокий уровень шума и вибраций, вызванных кавитационными явлениями. Проанализировав многочисленные варианты конструктивных исполнений прямооточных клапанов различных производителей, авторы статьи разработали новую конструкцию клапана с внешним расположением запирающего органа, применение которого позволит снизить интенсивность кавитации, вибраций и шума, кроме того, предложена новая конструкция привода эксцентрикового типа. Для исследования работы предлагаемого клапана разработана и изготовлена опытная установка, на которой проведен цикл экспериментов, подтверждающий эффективность применения разработанного оборудования с целью снижения кавитационных эффектов. Представлены распределения кавитационных пузырей по размерам на начальном, среднем и конечном этапах открытия клапана.

Ключевые слова: регулирующий клапан, регулирование параметров потоков, дросселирующее устройство, делитель потока, давление

DESIGN FLOW REGULATOR VALVE WITH OVERHEAD OF LOCKING ON**¹Lebedev A.E., ¹Kapranova A.B., ²Metszer A.M., ²Neklyudov S.V., ²Serov E.M., ²Voronin D.V.**¹Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, e-mail: lae4444@gmail.com;²ZAO «NPO REGULATOR», Yaroslavl, e-mail: info@nporeg.ru

Axial control valves are widely used in many industries: chemical, oil and others. Thanks to the special design of this type of valve allows to regulate flow parameters in a wide range of desired characteristics, which is practically impossible in other devices. However, despite the many strengths of the axial valves have a high level of noise and vibration caused by cavitation phenomena. After analyzing numerous variants of the embodiment of a direct-flow valves of various manufacturers the authors of the article developed a new valve design with an external location, locking on, the use of which will reduce the intensity of cavitation, vibrations and noise, in addition, the proposed new Konstrukcija drive the eccentric type. To study the performance of the proposed valve is designed and manufactured pilot plant, which carried out a series of experiments confirming the effectiveness of the developed equipment in order to reduce cavitation effects. Presents the distribution of cavitation bubbles in the initial, middle and final stages of opening the valve.

Keywords: control valve, flow control, throttling device, flow divider, pressure

В настоящее время осесимметричные регулирующие клапаны являются одними из наиболее эффективных типов регулирующей арматуры, используемой на нефте-, газо- и других трубопроводах [1–5]. Практически прямолинейный характер движения жидкой среды обеспечивает минимальное сопротивление при открытом клапане, а наличие соосно установленных делителя потока и запирающего органа позволяет эффективно осуществлять процесс регулирования расхода и давления транспортируемой среды. В большинстве осесимметричных клапанов процесс регулирования вышеописанных параметров происходит путем перекрытия проходных отверстий сепаратора подвижным внутренним поршнем, приводимым в движение от реечного или реже кривошипно-шатунного механизма.

Однако несмотря на многочисленные достоинства и наличие достаточно большого количества конструкций клапанов данного типа проблемы кавитации, шумов, вибраций и нагруженности привода решены не окончательно [1, 6–9]. Это приводит к снижению срока службы устройств и достаточно частым и дорогостоящим ремонтам.

Причинами возникновения кавитационных эффектов являются турбулентные течения во внутреннем объеме клапана и перепады давлений, вызванные перемещением подвижных частей (запирающих органов), выполненных в виде поршня. Образование внутренних областей с различными давлениями приводит к перегрузке механизмов привода, что сказывается на точности регулирования и сроке службы всего клапана.

Одним из путей решения данной проблемы является выполнение подвижных

запирающих органов в виде полых цилиндрических обечайек, контактирующих с внешней поверхностью делителя потока и имеющих крепление в изолированном объеме внутреннего корпуса, это позволит уменьшить турбулентные течения и разгрузить привод.

С целью снижения интенсивности кавитации авторами статьи была разработана конструкция нового клапана [10], схема которого показана на рис. 1.

Главным отличием от существующих аналогов [3–5] является верхнее расположение запирающего элемента с наклонной поверхностью в передней зоне. Использование данных конструктивных особенностей позволит существенно снизить кавитационные явления, возникающие в клапане за счет снижения турбулентных течений, которые в существующих конструкциях возникают при перемещении запирающих органов [4, 6, 8].

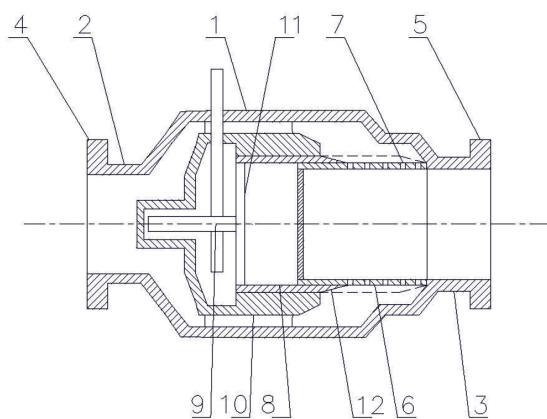


Рис. 1. Схема клапана (штриховой линией показано закрытое положение)

Разработанный прямооточный регулирующий клапан содержит внешний корпус 1, по обе стороны которого размещены входной и выходной патрубки 2 и 3 соответственно, с фланцами 4 и 5. Во внутреннем объеме установлен внутренний корпус 10. С целью формирования отдельных струй в данном клапане применен делитель потока, выполненный в виде перфорированного полого цилиндра 6, с отверстиями 7. Для снижения турбулентных течений и кавитации запирающее устройство представляет собой цилиндро-коническую обечайку 8, коническая часть 12 которой установлена со стороны выходного патрубка 3. Наличие конической части позволяет организовать направленное течение жидкости непосредственно к отверстиям делителя потока.

Привод поступательного движения обечайки 8 (запирающего органа) осуществляется от реечного механизма 9. На внутренней поверхности, в зоне цилиндрической части обечайки 8 снабжена радиальными перегородками 11, соединенными с реечным механизмом 9. Обечайка 8 своей цилиндрической частью взаимодействует с внутренней поверхностью внутреннего корпуса 10, который выполняет роль направляющей.

Прямоточный регулирующий клапан работает следующим образом.

В полностью открытом положении (крайнее левое положение обечайки 8, при котором открыты все отверстия 7 в перфорированном полом цилиндра 6) жидкость поступает во внутренний объем внешнего корпуса 1 входной патрубок 2. Далее поток проходит через вдоль клапана, обтекая внутренний корпус 10, и направляется к отверстиям 7 перфорированного полого цилиндра 6. Проходя через них, жидкость попадает во выходной патрубок 3.

Процесс регулирования в данном клапане осуществляется путем перекрытия отверстий 7 перфорированного цилиндра 6 поступательно движущейся обечайкой 8, внутренняя поверхность которой взаимодействует с внешней поверхностью перфорированного полого цилиндра 6 и при перемещении открывает (движение влево) или закрывает (движение вправо) отверстия 7.

Закрытие всех отверстий 7 обечайкой 8 соответствует полностью закрытому клапану (крайнему правому положению обечайки 8).

Промежуточные положения обечайки 8 соответствуют частичному перекрытию отверстий 7 (часть отверстий открыта, часть закрыта обечайкой).

С целью снижения турбулентности и образования застойных зон во внутреннем объеме клапана запирающее устройство выполнено в виде цилиндро-конической обечайки, коническая часть которой установлена со стороны выходного патрубка, а перфорированный цилиндр выполнен закрытым с одного торца. Кроме того, такое конструктивное исполнение запирающего устройства позволяет существенно уменьшить гидродинамическое сопротивление его перемещению и понизить нагрузки в приводе.

Благодаря тому, что перфорированный цилиндр выполнен закрытым с одного торца, полость внутреннего корпуса 10 остается герметичной. С целью снижения массы обечайки и облегчения ее перемещения (свободного перетекания воздуха в полости внутреннего корпуса) в зоне ее цилиндрической части размещены радиальные перегородки, соединенные с реечным механизмом.

Предлагаемый прямооточный регулирующий клапан имеет сравнительно простую конструкцию, позволяет существенно разгрузить запирающее устройство, снизить нагрузки на привод и уменьшить турбулентность.

Кроме представленной на рис. 1 конструкции регулирующего клапана в работе была проведена модернизация привода запирающего органа. Было предложено использовать вместо реечного привода запирающего органа кривошипно-шатунный механизм эксцентрикового типа [10], схема которого приводится на рис. 2.

Основными особенностями и конструктивными преимуществами разработанной конструкции являются компактность, возможность размещения во внутреннем объеме клапана (во внутреннем корпусе), а также повышенные по сравнению с существующими конструкциями реечных и кривошипно-шатунных приводов рычажного (классического типа) передаваемые усилия.

Возможность работы с более высокими нагрузками обеспечивается наличием

в приводе нижней кинематической пары эксцентрикового типа. Кроме того, данный тип привода обеспечивает более плавный и точный характер перемещения запирающего органа, что позволит обеспечить требуемые регулировочные характеристики клапана.

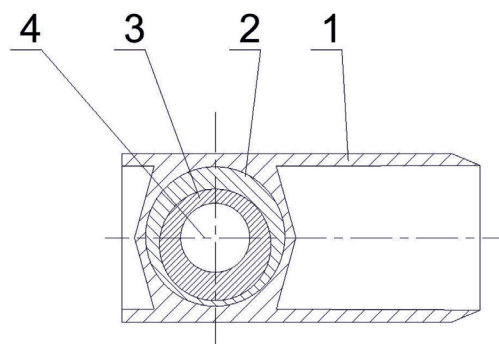


Рис. 2. Схема привода: 1 – запирающий орган, 2 – внешний эксцентрик, 3 – внутренний эксцентрик, 4 – вал привода

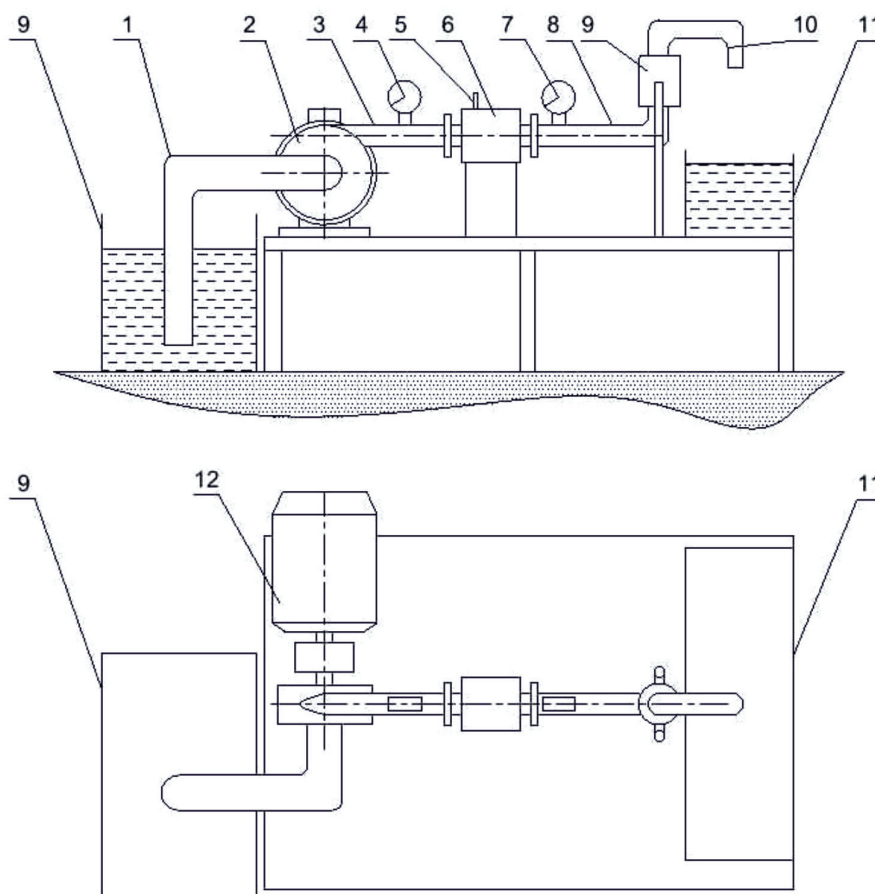


Рис. 3. Схема опытной установки: 1 – электродвигатель, 2 – центробежный насос, 3 – напорный патрубок, 4 – манометр, 5 – регулирующее приспособление, 6 – клапан, 7 – манометр, 8 – трубопровод, 9 – устройство для изменения давления, 10 – сливной патрубок, 11 – емкость, 12 – вертикальный патрубок с возможностью изменения высоты

Для исследования процессов течения жидкости во внутренних объемах разработанного регулирующего клапана была разработана опытная установка, схема которой показана на рис. 3. Фотографии изготовленных из полимерных материалов корпуса и внутренних узлов разработанного регулирующего клапана приведены на рис. 4–5.

Принцип действия установки и методика проведения эксперимента

Жидкость (вода) из емкости 9 при помощи центробежного насоса 2 нагнетается в напорный патрубок 3. Давление на этом участке замеряется при помощи манометра 4. К патрубку 3 подсоединен регулируемый клапан 6 (опытный макет). Проходя через клапан 6 (при открытом или частич-

но открытом положении) поток жидкости испытывает гидравлическое сопротивление внутренних элементов, что приводит к снижению давления в трубопроводе 8, находящемся за клапаном. В этой зоне замер давления осуществляется при помощи манометра 7.

В случае работы реальных регулирующих клапанов, устанавливаемых на различных трубопроводах, давление на участке, находящемся за клапаном, существенно отличается от атмосферного. Для имитации данного «противодавления» в данной опытной установке размещено устройство для изменения давления 12 (вертикальный патрубок с возможностью изменения высоты). Прошедшая весь цикл жидкость сливается в емкость 11.



Рис. 4. Внутренний корпус с делителем потока и запирающим органом



Рис. 5. Фотография внешнего корпуса опытного образца клапана

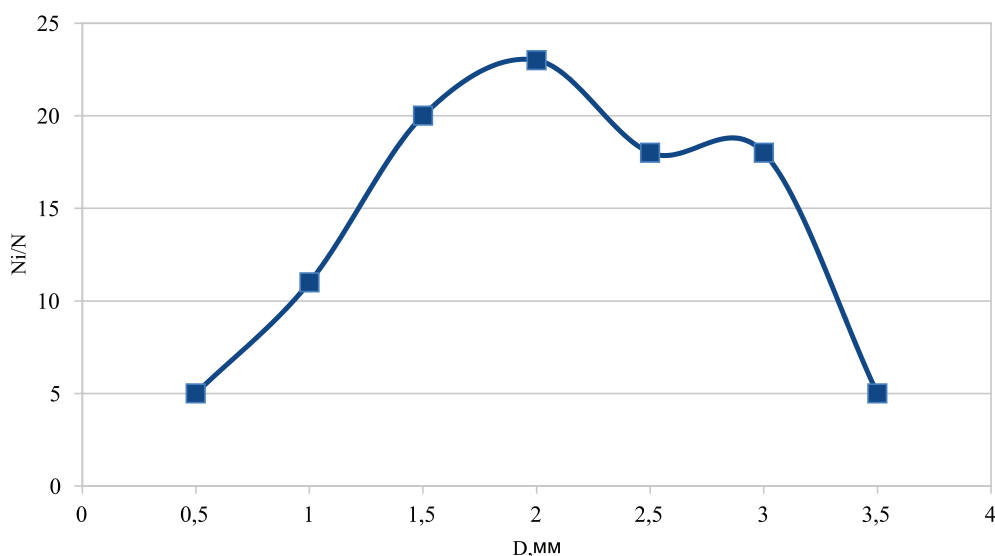


Рис. 6. Распределение числа пузырьков по размерам (опытное) в начальной фазе открытия клапана

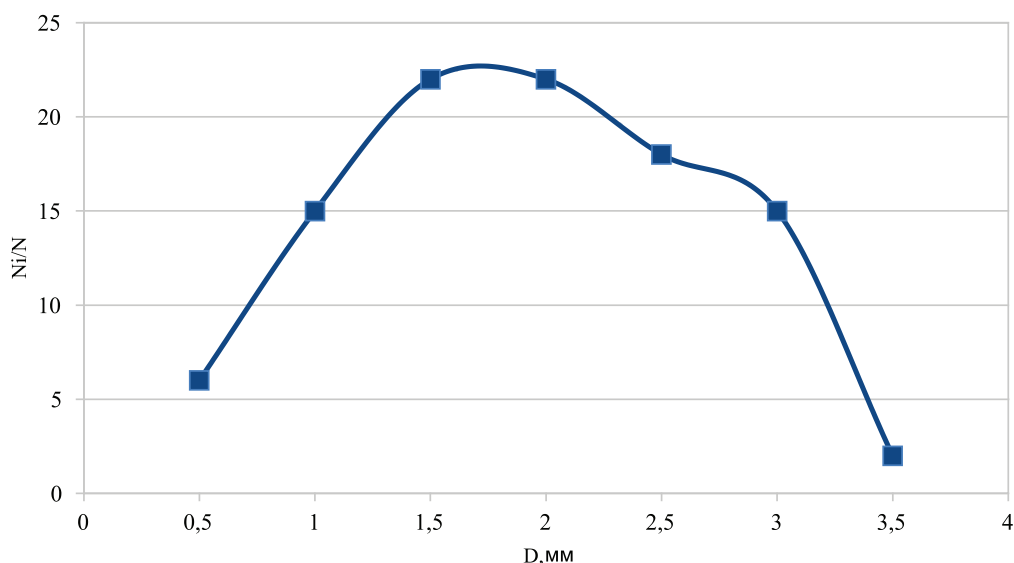


Рис. 7. Опытное распределение числа пузырьков по размерам в промежуточном положении запорного органа

Размеры и количество образованных пузырей определяли при помощи экспресс-метода, разработанного сотрудниками Ярославского государственного технического университета (рис. 6).

На рис. 6 представлены результаты для начальной фазы – процесса открытия клапана. Степень открытия – 20% от полного хода запорного органа.

Анализируя приведенную зависимость, можно сделать вывод о том, что в процессе истечения через запорное приспособление данной опытной установки преобладают пузырьки размером от 1,5 до 3 мм. Количество мелких пузырьков (размерами от 0,5 до 1,5 мм) и более крупных (размером более 3 мм) значительно меньше.

На рис. 7 изображено опытное распределение числа пузырьков по размерам при среднем положении запирающего органа.

В промежуточном положении имеет место некоторое увеличение количества образованных пузырьков с размерами от 1 до 3 мм и снижение количества мелких (от 0 до 1) и крупных газовых образований (от 3 и более мм).

Сравнивая полученную зависимость с распределениями для других конструкций прямооточных регулирующих клапанов [3, 4], можно сделать вывод о том, что использование запорного органа с внешним расположением относительно перфорированного

цилиндра позволяет уменьшить количество кавитационных пузырьков с размерами от 1,5 до 3 мм на 10–15%.

Список литературы

1. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://helpiks.org/5-49789.html> (дата обращения: 07.09.17).
2. Гидравлические машины и гидравлические приводы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://textarchive.ru/c-2543620-pall.html> (дата обращения: 07.09.17).
3. Оборудование нефтеперекачивающих станций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://doidpo.rusoil.net/storage/GNP_1/teor/teor2_2.htm?2_1 (дата обращения: 07.09.17).
4. Регулирующие клапаны ФИШЕР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.airar.ru/pdf/catalogue/158/doc9.pdf> (дата обращения: 07.09.17).
5. Моквелд. Регулирующие клапаны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mokveldm.com/attachments/article/10/1-1.pdf> (дата обращения: 07.09.17).
6. Ионяйтис Р.Р. Дроссельная вставка // Патент России № 2406001. 2014, Бюл. № 34.
7. Кондрашев А.В. Исследование и разработка дроссельно-регулирующих клапанов и поворотных заслонок для перспективных турбин ТЭС и АЭС: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2014. – 24 с.
8. Фэйгерлунд Э.К. Устройство для снижения давления текучей среды, используемое в процессах с высокими коэффициентами падения давления // Патент России № 2453753. 2006, Бюл. № 17.
9. Бутаков А.В., Кудряшов В.В. Клапан регулирующий осевого типа // Патент России № 2476742. 2013, Бюл. № 5.
10. Лебедев А.Е. Регулирующий клапан // Патент России № 2620617. 2017, Бюл. № 16.

УДК 621.923

ВЛИЯНИЕ ТВЕРДОСТИ КРУГА ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ И СОСТАВА СОЖ НА ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

¹Носенко С.В., ¹Носенко В.А., ²Кременецкий Л.Л., ¹Буренина А.П., ¹Сердюков Н.Д.

¹Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, e-mail: nosenko@volpi.ru;

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, e-mail: kreonid@yandex.ru

Статья посвящена исследованию влияния условий глубинного шлифования титанового сплава ВТ9 на высотные, шаговые, гибридные параметры шероховатости обрабатываемой поверхности и износ абразивного инструмента твердостью G и I. Исследование влияния твердости высокопористого, высокоструктурного круга из карбида кремния и состава СОЖ на значения параметров шероховатости и коэффициент шлифования было осуществлено путем анализа экспериментальных данных, обработанных методами математической статистики. На основе полученных данных были построены диаграммы зависимости между исследуемыми параметрами и условиями шлифования. Повышение твердости абразивного инструмента в большей степени оказывает влияние на высотные параметры шероховатости. Состав СОЖ оказывает наибольшее влияние на шероховатость при черновых режимах шлифования. Для обработки на заданных режимах рекомендуется круг твердостью I и СОЖ с присадкой Na_3PO_4 .

Ключевые слова: титановый сплав, глубинное шлифование, твердость круга, шероховатость, смазочно-охлаждающая жидкость, износ, коэффициент шлифования

THE EFFECT OF THE GRADE OF SILICON CARBIDE WHEEL ON ROUGHNESS PARAMETERS AT GRINDING TITANIUM ALLOY

¹Nosenko S.V., ¹Nosenko V.A., ²Kremenetskiy L.L., ¹Burenina A.P., ¹Serdyukov N.D.

¹Volzhsky Polytechnical Institute (Branch), Volgograd State Technical University, Volzhsky, e-mail: nosenko@volpi.ru;

²Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: kreonid@yandex.ru

The article is dedicated to the research of effect of creep-feed grinding of titanium alloy «VT9» conditions on amplitude, slope, spacing and counting parameters of surface roughness and wear of abrasive instrument with G and I grades. The research of effect of the grade of highly porous and highly structural silicon carbide wheel and coolant composition on values of roughness parameters and G-ratio was implemented through analysis of experimental data which was calculated with methods of mathematical statistics. Figures of relations between investigated parameters and grinding conditions are shown. It is shown that increase of grade of abrasive instrument has the greatest impact on amplitude parameters of surface roughness. Coolant composition has the greatest impact on surface roughness at rough modes of grinding. The wheel with I grade and coolant with the Na_3PO_4 additive are recommended for grinding at presented modes.

Keywords: titanium alloy, creep-feed grinding, grade of abrasive instrument, surface roughness, coolant, wear, g-ratio

Основной причиной плохой обрабатываемости титановых сплавов шлифованием является их высокая адгезионная активность [1]. При глубинном шлифовании, отличительной особенностью которого является большая длина дуги контакта, интенсивность адгезионного взаимодействия возрастает [2–5], что затрудняет получение обработанной поверхности с заданными параметрами шероховатости.

Существенное влияние на шероховатость поверхности оказывают характеристика абразивного инструмента [6, 7], режимы шлифования [8, 9] и состав смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) [10].

В соответствии с ГОСТ 25142-82 параметры шероховатости подразделяются на высотные, шаговые и связанные с формой неровности профиля (гибридные). В ряде научных работ отражены результаты ис-

следований влияния условий шлифования на один из высотных параметров – среднее арифметическое отклонение профиля Ra [3, 9, 11–13]. Исследование прочих параметров шероховатости также имеет теоретический и практический интерес. Целью данной работы является исследование влияния условий обработки титанового сплава на высотные, шаговые и связанные с формой неровности профиля (гибридные) параметры шероховатости поверхности.

Материалы и методы исследования

В качестве обрабатываемого материала выбран титановый сплав ВТ9. Размер образцов $46,5 \times 38 \times 16$ мм. Шлифование проводили на прецизионном плоскошлифовальном станке с ЧПУ CHEVALIER модели «Smart-B1224П». Для обработки использовались высокопористые круги из карбида кремния

64CF100G12V и 64CF100I12V (далее круги *G* и *I*). Каждый опыт повторяли три раза.

Режимы обработки выбраны с учетом производственного опыта: подача на глубину $S_f = 0,15$ мм, число проходов $n = 12$, скорость подачи стола $v = 400$ мм/мин (режим 1); $S_f = 0,1$ мм, $n = 12$, $v = 500$ мм/мин (режим 2); $S_f = 0,05$ мм, $n = 12$, $v = 500$ мм/мин (режим 3); $S_f = 0$ мм, $n = 2$, $v = 500$ мм/мин (режим 4, выхаживание). Скорость шлифования – 25 м/с.

Перед каждым опытом периферию абразивного круга правили алмазно-металлическим карандашом 3908-0051 ГОСТ 607-80: вертикальная подача 0,010 мм/ход, поперечная скорость перемещения – 150 мм/мин.

Использовали СОЖ на водной основе: сода кальцинированная Na_2CO_3 – 0,5% (СОЖ 1); натрий фосфорноокислый трехзамещенный Na_3PO_4 – 4%, гексаметафосфат натрия $(\text{NaPO}_3)_6$ – 0,8%, сода кальцинированная Na_2CO_3 – 0,3% (СОЖ 2). Расход СОЖ – 14 л/мин.

Шероховатость поверхности измеряли профилографом-профилометром «СЕЙТРОНИК ПШ8-4 С.С.». Предел допускаемой основной относительной погрешности прибора $\pm 5\%$. Контроль шероховатости поверхности осуществляли в 10 сечениях, равномерно распределенных по всей длине образца. Длина базовой линии $l = 2,5$ мм.

Износ круга измеряли многооборотным индикатором типа «МИГ» ГОСТ 9696-82. Съем металла определяли как разность между заданным припуском, равным производству S на количество ходов n , и износом круга h . По съему металла и износу круга рассчитывали коэффициент шлифования $K_G = (S_n - h)l / \pi D h$, где D – фактический диаметр шлифовального круга.

Результаты исследования и их обсуждение

На рисунках приняты следующие обозначения: первая прописная латинская буква означает твердость инструмента, далее указан параметр шероховатости обработанной поверхности. Например, $G R_{max}$ означает, что заготовку титанового сплава обрабатывали кругом твердостью G , анализируемый параметр шероховатости обработанной поверхности R_{max} – наибольшая высота неровности профиля.

С увеличением твердости круга на две степени с G до I высотные параметры шероховатости возрастают в 1,3–1,8 раза при использовании СОЖ 1 (рис. 1, *a*). Наибольшее отличие высотные параметры R_a , R_{max} , R_z , R_p , R_v , R_q имеют на первых двух режимах: для круга твердостью I все параметры на 25–30% меньше, чем для круга G . На ре-

жимах 3 и 4 различие между параметрами от твердости круга снижается до 20–22%. Параметры R_a , R_{max} , R_z при переходе от режима 1 к режиму 4 изменяются одинаково – их значения по обоим кругам снижаются в 1,1–1,4 раза. Параметры R_p и R_v при переходе от режима 1 к режиму 4 при обработке кругом G снижаются в среднем в 1,4–1,6 раза, а при обработке кругом I – в 1,3 раза. Из этого следует, что влияние режимов шлифования в большей степени отражается на круге меньшей твердости.

С переходом от СОЖ 1 к СОЖ 2 значения всех высотных параметров шероховатости снижаются: для круга твердостью I в 0,9–1,6 раза, для круга меньшей твердости G в 1,7–2,2 раза (рис. 1, *б*). При обработке кругом G , с переходом от режима 1 к режиму 3, все параметры снижаются в 1,1–1,3 раза, с переходом от чистового режима к режиму с выхаживанием – в 1,3–1,7 раза. Для круга I параметры R_{max} и R_z , R_p снижаются в 1,2 раза; параметры R_a , R_v и R_q – в 1,1–1,4 раза.

В соответствии с ГОСТ 25142-82 для нормирования шероховатости поверхности установлены следующие шаговые параметры: S_m – среднее значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины; S – среднее значение шага местных выступов профиля в пределах базовой длины; λ_q – средняя квадратическая длина волны профиля, λ_a – средняя длина волны профиля. Параметры λ_q и λ_a позволяют проводить дополнительный анализ состояния поверхности, предпочтительны для определения коэффициента парной корреляции с высотными параметрами.

Значения шагового параметра S_m при обработке кругами различной твердости на СОЖ 1 отличаются в 1,1–1,2 раза. Влияние твердости на значения параметра S незначимо. С переходом от режима 1 к режиму 4 значения параметров S и S_m при обработке кругом I снижаются на 6% и 11% соответственно. При обработке кругом меньшей твердости значения S снижаются всего на 3%, значения S_m – на 13%. С переходом от СОЖ 1 к СОЖ 2 шаговый параметр S уменьшается незначительно – в 1,1–1,2 раза, параметр S_m снижается для круга твердостью I в 1,1–1,5 раза, для круга G – в 1,1–1,4 раза.

Как при СОЖ 1, так и при СОЖ 2 значения параметра λ_q при шлифовании кругом G выше в 1,2–1,4 раза, чем кругом I . С переходом одного режима к другому значения данного параметра снижаются в 1,4 раза по обоим кругам при СОЖ 1. На СОЖ 2 значения λ_q снижаются с переходом от режима 1 к режиму 2 на 5%, с переходом от режима 2 к режиму 3 – на 10%, с переходом к режиму 4 – еще на 2%.

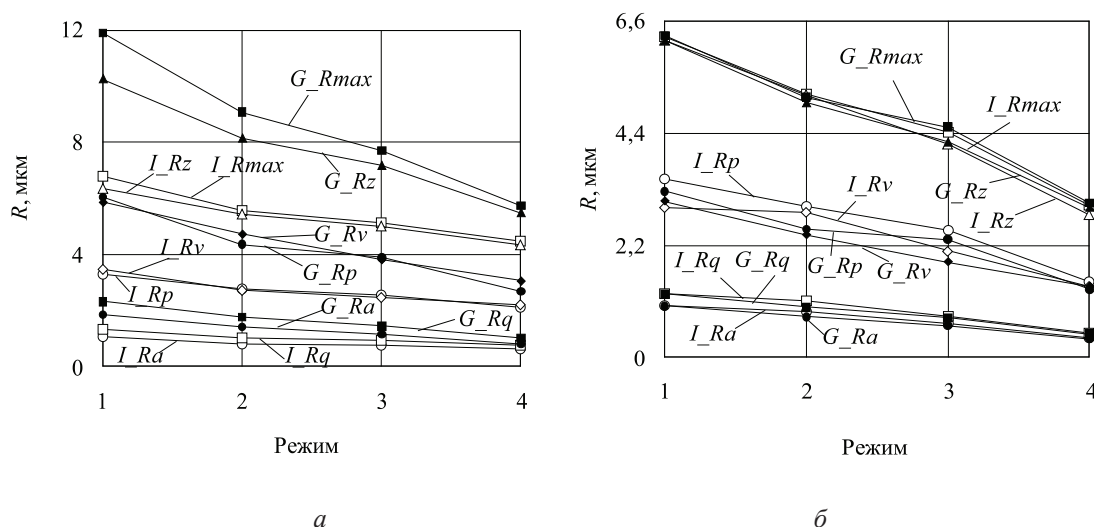


Рис. 1. Влияние твердости круга, режимов шлифования и состава СОЖ на высотные параметры шероховатости: 1 – режим 1; 2 – режим 2; 3 – режим 3; 4 – режим 4. а) СОЖ 1, б) СОЖ 2

Значения параметра λ_a при обработке кругами разной твердости на СОЖ 1 отличаются в меньшей степени, чем λ_q – в 1,0–1,2 раза, то есть влияние твердости круга незначимо. С уменьшением подачи на глубину S_g разница между значениями данного параметра также сокращается – с 27% до 23%. С уменьшением режимов значения параметров снижаются несущественно – в 1,1–1,3 раза для круга G и в 1,0–1,2 раза для круга I . С использованием СОЖ 2 значения λ_a при обработке кругами разной твердости отличаются в 1,1 раза. Со сменой режимов значения снижаются на 15% для круга G и на 14% для круга I , т.е. влияние режимов на данный параметр при шлифовании кругами различной твердости одинаково.

Относительная опорная длина профиля tp комплексно характеризует высоту и форму неровностей профиля, данный параметр аналогичен функции распределения. Сравнивая значения параметра tp , полученные при шлифовании кругами различной твердости на СОЖ 1, можно сказать, что площадь материала, отсекаемая на заданном уровне p , увеличивается в 1,3–1,8 раза быстрее при шлифовании кругом I , чем при шлифовании кругом G . Так, максимальное значение tp на режиме I при шлифовании кругом G соответствует $R_{max} = 11,9$ мкм, а при шлифовании кругом большей твердости I максимальное значение tp соответствует $R_{max} = 6,3$ мкм. Сравнивая значения параметра tp , полученные при шлифовании кругами

различной твердости на СОЖ 2, можно сказать, что значения данного параметра с переходом от режима 1 к режиму 4 изменяются одинаково.

Значения среднеарифметического наклона профиля Δa при обработке кругом G в 1,3–1,4 раза выше, чем кругом I (рис. 2). Значения данного параметра с изменением режимов обработки от 1 до 4 при использовании круга G изменяются в 1,2 раза, с использованием круга I – в 1,1 раза. Параметр среднеквадратического наклона профиля Δq с уменьшением подачи на глубину для кругов различной твердости практически не изменяется.

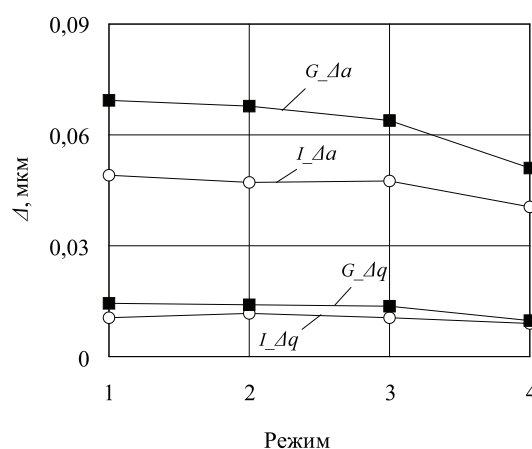


Рис. 2. Влияние твердости шлифовального круга на гибридные параметры Δq и Δa : 1 – режим 1; 2 – режим 2; 3 – режим 3; 4 – режим 4

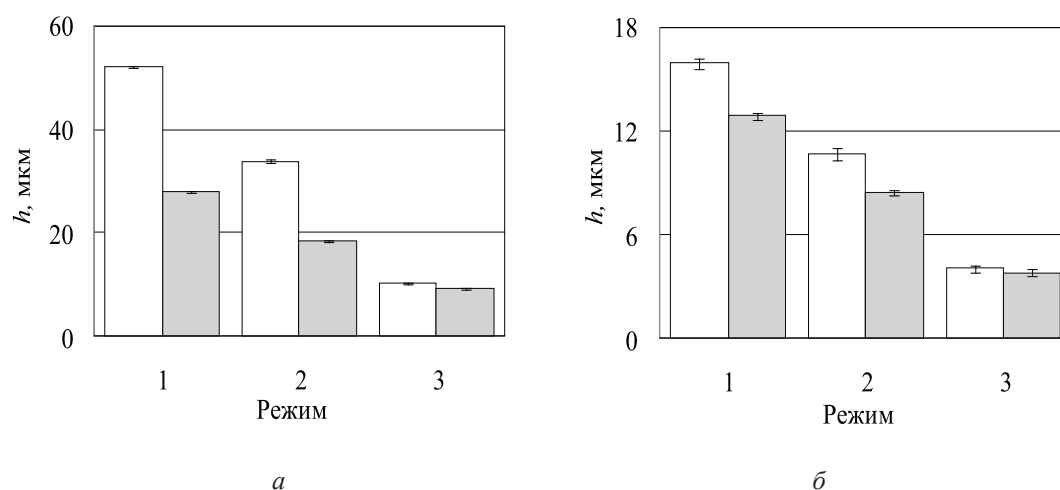


Рис. 3. Влияние твердости круга на радиальный износ круга h при шлифовании с охлаждением СОЖ 1 (а) и СОЖ 2 (б): □ – круг твердостью G ; ■ – круг твердостью I .
1 – режим 1; 2 – режим 2; 3 – режим 3

С переходом от СОЖ 1 к СОЖ 2 снижение значений гибридных параметров в большей степени наблюдается при обработке кругом твердостью G . При использовании СОЖ 2, в отличие от СОЖ 1, значения Δa при обработке кругом большей твердости I в 1,1–1,2 раза выше, чем кругом G . Значения Δa со сменой режимов от 1 до 4 при обработке кругом G снижаются в 1,1–1,4 раза.

Режим обработки оказывает существенное влияние на коэффициент шлифования K_G и радиальный износ h инструмента из карбида кремния [14]. Рассмотрим закономерности изменения данных показателей в условиях обработки кругами твердостью G и I при использовании СОЖ различных составов.

При шлифовании на черновом режиме 1 с увеличением твердости круга на две степени K_G возрастает в 1,90 раза, полустойкой режим 2 характеризует рост K_G в 1,84 раза. С переходом от режима 1 к режиму 2 при шлифовании кругом G K_G возрастает всего на 4%, при шлифовании кругом I – на 1%. С переходом от режима 2 к чистовому режиму 3 при шлифовании кругом G K_G возрастает в 1,64 раза, на круге I – всего на 3%. Значения K_G на режиме 4 практически не изменились по сравнению со значениями K_G на режиме 3, так как после чистового режима правка круга не выполнялась.

С охлаждением СОЖ 2 на режиме 1 по сравнению с СОЖ 1 для кругов G и I K_G увеличивается соответственно в 3,3 и 2,5 раза. С переходом к режиму 2 K_G для кругов G и I увеличивается практически в той же степени – в 3,3 и 2,3 раза. На режиме 3 K_G кругов G и I увеличивается в 2,5–2,6 раза по

сравнению с СОЖ 1. Таким образом, при шлифовании на более жестких режимах наибольшее влияние СОЖ оказывает на K_G круга меньшей твердости.

При использовании СОЖ 2 с увеличением твердости круга от степени G до I K_G на более жестких режимах 1 и 2 увеличивается в 1,3 раза, что на 40–50% меньше, чем при шлифовании с СОЖ 1. На чистовом режиме 3 различие между кругами G и I по K_G не превышает 10%. Из этого следует, что наибольшее влияние твердости круга на коэффициент шлифования прослеживается при обработке на более жестких режимах с охлаждением СОЖ 1.

Выбор режима резания непосредственно влияет на износ круга h . Круг большей твердости изнашивается меньше, что подтверждается значениями h (рис. 3). С переходом от режима 1 к режиму 2 и, соответственно, уменьшением подачи на глубину S_i на треть, h круга G снижается на 53%, h круга I снижается на 50%. Уменьшение S_i до 0,05 мм/ход обеспечивает уменьшение h в 3,3 раза в случае круга G , и в 2,0 раза в случае круга I . Изменение режима резания в большей степени отражается на круге G , но износ данного абразивного инструмента во всех случаях выше, чем у круга I . Так, при режимах 1 и 2 круг G изнашивается на 85% больше круга I , а при самом мягком из представленных режимов обработки h круга G на 10% превышает этот же показатель круга I . Данные закономерности позволяют полагать, что более подходящим инструментом для обработки на заданных режимах является круг I .

Выявлена закономерность – с уменьшением h параметр Ra снижается. Существенно различаются между собой данные, полученные при шлифовании с охлаждением СОЖ 1 кругами различной твердости: Ra поверхности, полученной кругом G , в среднем на 60 % больше Ra поверхности, полученной кругом I ; h круга G в среднем на 70 % больше, чем h круга I . На СОЖ 2 различие в средних значениях Ra между кругами твердостью G и I составляет всего 6 %, различие в h – более 20 %, т.е. при существенном различии в h кругов G и I разница в значениях Ra обработанных поверхностей незначительна. Значимое различие получено только при шлифовании на режиме 2.

Выводы

В большей степени со сменой режимов от 1 до 4 изменяются высотные параметры. Значения всех параметров шероховатости выше при обработке кругом меньшей твердости G . Наибольшее влияние на шероховатость состав СОЖ оказывает при шлифовании кругом G на черновых режимах. Наибольшее влияние твердости круга на параметры шероховатости прослеживается при обработке на более жестких режимах с охлаждением СОЖ 1. Для обработки титанового сплава ВТ9 в рассмотренных режимах шлифования рекомендуется круг твердостью I , обеспечивающий наименьшие значения параметров шероховатости обработанной поверхности и отсутствие шлифовочных прижогов при меньшем износе инструмента.

Список литературы

1. Носенко В.А. Морфология поверхности корунда после микроцарапания титанового сплава / В.А. Носенко, С.В. Носенко, А.В. Авилов и др. // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2014. – № 3. – С. 66–71.
2. Xipeng Xu, Yiqing Yu. Mechanisms of abrasive wear in the grinding of titanium (TC4) and nickel (K417) alloys // Wear. – 2003. – Vol. 255, № 7. – P. 1421–1426.
3. Носенко С.В. Влияние правки абразивного инструмента и направления движения стола на шероховатость обработанной поверхности при глубинном шлифовании заготовок из титановых сплавов / С.В. Носенко, В.А. Носенко, А.А. Байрамов // СТИН. – 2015. – № 1. – С. 21–26.
4. Силин С.С. Глубинное шлифование деталей из труднообрабатываемых материалов / С.С. Силин, В.А. Хрульков, А.В. Лобанов и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 64 с.
5. Худобин Л.В. Минимизация засаливания шлифовальных кругов / Л.В. Худобин, А.Н. Унянин. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет. – 2007. – 299 с.
6. Солер Я.И. Повышение эффективности использования карбидкремниевых абразивных кругов при плоском шлифовании титанового сплава ВТ20 / Я.И. Солер, Д.Ш. Май // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2016. – № 8(115). – С. 43–55.
7. Старков В.К. Шлифование высокопористыми кругами / В.К. Старков. – М.: Машиностроение, 2007. – 688 с.
8. Hood R., Lechner F., Aspinwall D.K., Voice W. Creep feed grinding of gamma titanium aluminide and burn resistant titanium alloys using SiC abrasive // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2007. – Vol. 47, № 9. – P. 1486–1492.
9. Носенко В.А. Шероховатость поверхности при плоском глубинном шлифовании титанового сплава / В.А. Носенко, А.А. Васильев, С.В. Носенко // Известия вузов. Машиностроение. – 2007. – № 9. – С. 66–70.
10. Полетаев В.А. Глубинное шлифование лопаток турбин / В.А. Полетаев, Д.И. Волков. – М.: Машиностроение, 2009. – 272 с.
11. Калинин С.В. Получение шероховатости высокой чистоты на поверхности штока гидроцилиндра из титанового сплава ВТ-6 / С.В. Калинин, А.О. Григарин // Сборник научных трудов 5-ой Международной научно-практической конференции. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2015. – С. 160–162.
12. Солер Я.И. Выбор абразивных кругов при маятниковом шлифовании деталей из титанового сплава ВТ22 по высотным параметрам шероховатости / Я.И. Солер, Д.Ш. Май // Обработка металлов. – 2015. – № 4 (69). – С. 18–30.
13. Степанов Д.Н. Влияние параметров полимерно-абразивного инструмента и режимов обработки на шероховатость поверхности титанового сплава ВТ8-М / Д.Н. Степанов // Новые материалы и технологии в металлургии и машиностроении. – 2012. – № 2. – С. 90–97.
14. Носенко С.В. Влияние СОТС и твердости круга на коэффициент шлифования и шероховатость поверхности при обработке титанового сплава / С.В. Носенко, В.А. Носенко, Л.Л. Кременецкий, Н.Д. Сердюков // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 12 (54) Часть 3. – С. 156–161.

УДК 66.09:004.942

**УТОЧНЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОАГУЛЯЦИИ
МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ****Просвирнин В.И., Масюткин Е.П., Масюткин Д.Е.***ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь,
e-mail: vip-3434@mail.ru*

Разработана уточненная математическая модель коагуляции двух ферромагнитных частиц в рабочей камере гидроциклона с радиальным магнитным полем. В основу модели положен подход Лагранжа. Математическая модель выполнена в полярной системе координат. Полученная модель является более точной иллюстрацией кинетики коагуляции ферромагнитных частиц в рабочей камере гидроциклона, вызванной воздействием магнитного поля. Отличительной особенностью данной математической модели является учет времени релаксации частицы и изменяющейся в зависимости от радиуса тангенциальной составляющей скорости потока. Благодаря этому достигается большая точность при моделировании кинетики коагуляции ферромагнитных частиц при криволинейном движении. Показано, что коагуляция способствует сепарации частиц в гидроциклоне и интенсифицирует процесс. В качестве поясняющего материала приведены рисунки, иллюстрирующие процесс взаимодействия двух частиц при движении в рабочей камере аппарата инерционного типа. Приведено численное решение системы дифференциальных уравнений в виде графических зависимостей.

Ключевые слова: модель, магнитный гидроциклон, магнитная коагуляция**REFINED MATHEMATICAL MODEL OF COAGULATION
OF MAGNETIC PARTICLES IN CURVILINEAR MOTION****Prosvirnin V.I., Masyutkin E.P., Masyutkin D.E.***Kerch State Maritime Technological University, Kerch, e-mail: vip-3434@mail.ru*

A refined mathematical model of the coagulation of two ferromagnetic particles in a working chamber of a hydrocyclone with a radial magnetic field has been developed. The model is based on the Lagrange approach. The mathematical model is executed in the polar coordinate system. The obtained model is a more accurate illustration of the kinetics of coagulation of ferromagnetic particles in the working chamber of a hydrocyclone caused by the action of a magnetic field. A distinctive feature of this mathematical model is the allowance for the relaxation time of a particle and the tangential component of the flow velocity that varies with the radius. Thanks to this, greater accuracy is achieved in modeling the kinetics of coagulation of ferromagnetic particles in curvilinear motion. It is shown that coagulation facilitates the separation of particles in the hydrocyclone and intensifies the process. As an explanatory material are figures illustrating the process of interaction of two particles when moving in the working chamber of the inertial type apparatus. A numerical solution of the system of differential equations in the form of graphical dependences is given.

Keywords: model, magnetic hydrocyclone, magnetic coagulation

Рациональное использование природных богатств является одной из важнейших задач XXI века. К одному из путей решений данной задачи относится очистка различных технических жидкостей от посторонних примесей [1]. Особое место среди всех типов технических жидкостей занимают смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), предназначенные в основном для смазки и охлаждения металлообрабатывающих инструментов, деталей и трущихся частей механизмов, что способствует снижению износа инструментов, повышению точности обработанных деталей и надежности работы механизмов [2]. Средний срок использования СОЖ составляет от двух недель до нескольких месяцев. Главными причинами их замены являются превышение предельно допустимой концентрации механических посторонних примесей (металлическая пыль, сажа, частицы абразивных материалов), расслаивание и загнивание.

На сегодняшний день существует только четыре базовые механизма извлечения примесей из жидкостей или газов механического способа: под действием сил гравитации (осадители, отстойники); инерции (циклоны, гидроциклоны, скрубберы, центрифуги); ситовый эффект (фильтры) и сепарация под действием внешнего воздействия (сепараторы, классификаторы) [3, 4]. В связи с тем, что СОЖ применяются в основном при работе с металлическими предметами, частицы, загрязняющие эти самые жидкости, часто являются ферромагнитными. Таким образом целесообразно применять магнитное поле для интенсификации процесса их извлечения. Более подробно воздействие магнитного поля на процесс извлечения представлено в [5, 6].

Одним из самых перспективных способов использования магнитного поля для повышения эффективности извлечения ферромагнитных частиц является магнитный

гидроциклон. В данной статье будет рассматриваться гидроциклон с радиальным магнитным полем, как аппарат с наиболее простой и эффективной конструкцией.

Целью работы является создание математической модели кинетики частиц в рабочей камере магнитного гидроциклона.

Коагуляция – объединение мелких частиц в более крупные под воздействием сил сцепления. Этот процесс играет важную роль в металлургии, аппаратах химической промышленности, горно-обогатительном комплексе и т.д.

Процесс коагуляции схематически изображен на рис. 1.

В [7] приведена модель коагуляции двух частиц в криволинейном потоке, однако и она требует дальнейшего совершенствования.

Рассмотрим движение твердой или жидкой частицы в жидкости, начиная с общего обсуждения и фокусируясь на движении частицы в закрученном потоке.

В гидроциклоне частицы почти всегда движутся относительно потока с их конечной скоростью, а конечная скорость данной частицы определяет, будет ли она захвачена или потеряна. Эта предельная скорость в точности аналогична скорости оседания частицы в гравитационном поле Земли в стационарных условиях, за исключением того, что для аппаратов инерциального типа радиально направленная центробежная сила заменяет гравитационную.

Для вычисления конечной скорости частицы в вихревом потоке начнем с урав-

нения движения частицы. Применяя закон Ньютона к частице, движущейся в жидкости, приравняв произведение ускорения на массу к сумме действующих на нее сил F_p , получим

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}_C + \vec{F}_D + \vec{F}_M + \vec{F}_{Add}, \quad (1)$$

где m – масса частицы, кг; v – скорость частицы, м/с; F_C – центробежная сила, Н; F_D – сила сопротивления среды, Н; F_M – магнитная сила, Н; F_{Add} – дополнительные силы, влияние которых значительно меньше, чем перечисленных выше. К дополнительным силам можно отнести гравитационную, архимедову, подъемную силу (эффект Магнуса), силу Саффмана, силу, создаваемую дополнительной массой, и силу Бассета. Более подробно анализ сил, действующих на частицу приведен в [7].

Магнитная сила вычисляется по формуле:

$$F_M = \mu_0 \cdot \chi \cdot V \cdot H \cdot \text{grad}H, \quad (2)$$

где H и $\text{grad}H$ – напряженность поля (А/м) и его градиент соответственно; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$, χ и V – магнитная восприимчивость и объем (м^3) частицы соответственно.

Так как магнитная сила велика только у выходного патрубка, а в большей части рабочей камеры она близка к нулю ($\text{grad}H \approx 0$), то для дальнейших расчетов магнитную силу будем опускать. При соответствующей подстановке в выражение (1) общее уравнение движения частицы в ньютоновской жидкости становится:

$$\left(\frac{\pi d^3}{6} \right) \rho_p \frac{dv}{dt} = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) (\rho_p - \rho) a - \frac{1}{2} C_D \rho v \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) + F_{Add}, \quad (3)$$

где a – вектор ускорения внешнего силового поля; ρ_p и ρ – плотность частиц и жидкости соответственно, кг/м^3 ; C_D – коэффициент сопротивления.

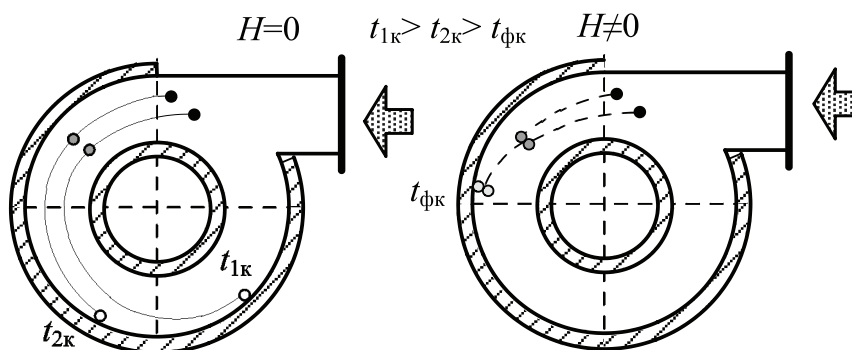


Рис. 1. Процесс извлечения дисперсной среды в гидроциклоне без наложения магнитного поля (а) и с наложенным магнитным полем (б); H – напряженность поля; $t_{1к}$, $t_{2к}$, $t_{фк}$ – время достижения внешней стенки гидроциклона первой частицей, второй и образовавшейся флоккулы соответственно

F_{Add} относится к быстрому нестационарному движению. Добавленный массовый член учитывает тот факт, что при ускорении частицы из покоя окружающая жидкость также должна быть ускорена. Сила Бассета показывает, что за счет быстрого изменения движения сопротивление будет зависеть не только от его мгновенной скорости относительно жидкости, но и от предыдущего движения, поскольку картина течения жидкости может не успевать регулироваться из-за инерции жидкости. Эти два члена равны нулю при устойчивом движении.

Сила сопротивления среды определяется по формуле:

$$F_D = \frac{C_D \cdot \rho_f \cdot S_p \cdot (\vec{U} - \vec{v})^2}{2}, \quad (4)$$

где S_p – поперечное сечение частицы, m^2 ; U – скорость потока вязкой среды, m/s .

При малых значениях числа Рейнольдса можно воспользоваться более простой формулой – приближенным законом Стокса для шарообразных частиц [8]:

$$F_D = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \mu \cdot (U - v). \quad (5)$$

Эти упрощения дают следующее уравнение движения частицы:

$$\left(\frac{\pi d^3}{6} \right) \rho_p \frac{dU}{dt} = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) (\rho_p - \rho) a - 3\pi \cdot d \cdot \mu \cdot (U - v) + F_{Add}. \quad (6)$$

Решаем дифференциальное уравнение (6) в одном направлении, считая $U(0) = U_0$, относительная скорость частицы к потоку примет следующий вид:

$$U' = \frac{d^2 (\rho_p - \rho) a_i}{18\mu} \left(1 - \exp \left[-\frac{18\mu t}{d^2 \rho_p} \right] \right) + U'_0 \exp \left[-\frac{18\mu t}{d^2 \rho_p} \right];$$

$$U' = \left(\frac{\rho_p - \rho}{\rho_p} \right) \tau a_i (1 - e^{-t/\tau}) + U'_0 e^{-t/\tau}, \quad (7)$$

где τ называется «временем релаксации частицы», с [9]:

$$\tau = \frac{d^2 \rho_p}{18\mu}. \quad (8)$$

При больших t экспоненциальные члены обращаются в нуль, а частица достигает конечной скорости. Конечная скорость вычисляется:

$$U = U_{Sik} = \tau a = \left(\frac{\rho_p - \rho}{\rho_p} \right) \frac{x^2 \rho_p}{18\mu} a, \quad (9)$$

где U_{Sik} – скорость Стокса, то есть конечная скорость частицы при применении закона Стокса [10]. Небольшие частицы быстро достигают конечной скорости. Это следует из уравнения (9): τ мало при малых d , поэтому экспоненциальный член быстро стремится к нулю. Исходя из вышесказанного можно пренебречь нестационарной частью уравнения (9) даже для быстрых, мелкомасштабных флуктуаций скорости, вызванных турбулентностью, и предположить, что частица всегда будет находиться на конечной скорости относительно несущего потока.

На рис. 2 представлена зависимость скорости частицы от времени. Частица приближается к своей конечной скорости

в течение нескольких микросекунд. Как уже упоминалось, закон Стокса для лобового сопротивления справедлив для малых чисел Рейнольдса. Другое требование применения закона Стокса состоит в том, что окружающая жидкость может рассматриваться как сплошная среда. Это условие не соблюдается для очень маленьких частиц (в субмикронных размерах) или в циклонах, работающих в условиях высокого вакуума. Здесь необходимо принять во внимание тот факт, что газ состоит из отдельных молекул. Это имеет два эффекта:

1. Столкновения с молекулами потока вызывают колебательное движение частиц (броуновское движение). Этим можно пренебречь по сравнению с любой крупномасштабной дисперсией турбулентных частиц.

2. Между потоком несущей среды и частицей происходит скольжение, поскольку свободное пространство между молекулами становится сравнимым с размером частиц. Это учтено поправочным коэффициентом Каннингема:

$$U = U_{Sik} = \tau a = \left(\frac{\rho_p - \rho}{\rho_p} \right) \frac{d^2 \rho_p}{18\mu} a, \quad (10)$$

где λ – длина свободного пробега молекул.

Обратим теперь внимание на поведение частицы в закрученном потоке. Сила, возникающая из-за градиента давления в жидкости, которая в этом контексте сродни архимедовой силе, действующей в гравитационном поле, не будет удерживать частицу на своем пути, если она не будет иметь ту же плотность, что и жидкость. В инерционных аппаратах плотность частиц значительно выше плотности среды, поэтому «плавучесть» мала и частица будет двигаться радиально наружу в вихре. В отдельных случаях можно даже игнорировать плавучесть при вычислении скорости частицы, так что единственной значительной силой, противостоящей наружному радиальному движению частицы, является сила сопротивления. Центробежная сила для современных циклонов и гидроциклонов в несколько десятков или сотен раз может превышать гравитационную.

Для того чтобы оценить тангенциальную скорость жидкости, воспользуемся формулой Дриссена [11]:

$$U_{\theta}(R) = \frac{U_{in}(D - D_{in})}{2R} \cdot \frac{1 + \ln(R/R_0)}{1 + \ln(R/R_{out})}, \quad (11)$$

где U_{in} – входная скорость жидкости, м/с; D_{in} – диаметр входного патрубка, м; R_0 – диаметр выходного патрубка, м; R_{out} – диаметр сливного патрубка, м.

В случае, когда входной патрубок МГЦ в сечении имеет форму прямоугольника, эквивалентный диаметр высчитывается по следующей формуле:

$$D_{in} = 2\sqrt{\frac{a_{in} \cdot b_{in}}{\pi}}, \quad (12)$$

где a_{in} и b_{in} – соответственно высота и ширина входного патрубка прямоугольного сечения.

Подставив значения тангенциальной скорости потока (9) в систему уравнений коагуляции частиц, представленной в [7], получим следующую математическую модель:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 R_1}{dt^2} &= R_1 \cdot \left(\frac{d\theta_1}{dt} \right) - A_1 \cdot \frac{dR_1}{dt} - B_1 \cdot H_1 \cdot dH_{R1} + E_1 \cdot \frac{H_1 \cdot H_2 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \cos \phi_1}{S^2}; \\ \frac{d^2 \theta_1}{dt^2} &= -\frac{2}{R_1} \cdot \frac{d\theta_1}{dt} \cdot \frac{dR_1}{dt} + A_1 \cdot \left(U_{\theta 1}(R) - R_1 \cdot \frac{d\theta_1}{dt} \right) - E_1 \cdot \frac{H_1 \cdot H_2 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \sin \phi_1}{S^2}; \\ \frac{d^2 R_2}{dt^2} &= R_2 \cdot \left(\frac{d\theta_2}{dt} \right) - A_2 \cdot \frac{dR_2}{dt} - B_2 \cdot H_2 \cdot dH_{R2} + E_2 \cdot \frac{H_1 \cdot H_2 \cdot \sin \alpha_2 \cdot \cos \phi_2}{S^2}; \\ \frac{d^2 \theta_2}{dt^2} &= -\frac{2}{R_2} \cdot \frac{d\theta_2}{dt} \cdot \frac{dR_2}{dt} + A_2 \cdot \left(U_{\theta 2}(R) - R_2 \cdot \frac{d\theta_2}{dt} \right) + E_1 \cdot \frac{H_1 \cdot H_2 \cdot \sin \alpha_2 \cdot \sin \phi_2}{S^2}; \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} A_i &= \frac{18 \cdot \mu \cdot \varphi_{wi}^2}{d_i^2 \cdot C_K \cdot (\rho_i - 0,5\rho_f)}; \quad B_i = \frac{\mu_0 \cdot \alpha_i}{(\rho_i - 0,5\rho_f)}; \\ E_1 &= \frac{2}{3} \cdot \frac{\pi^2 \cdot \mu_0 \cdot d_2^2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}{d_1 \cdot \rho_1}; \quad E_2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{\pi^2 \cdot \mu_0 \cdot d_1^2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}{d_2 \cdot \rho_2}; \end{aligned}$$

$$U_{\theta i}(R) = \frac{U_{in}(D - D_{in})}{2R} \cdot \frac{1 + \ln(R/R_0)}{1 + \ln(R/R_{out})}; \quad H_i = \left[H_A + (H_0 - H_A) \cdot e^{-\frac{Z_i \cdot n_Z}{h_C}} \right] \cdot \left(\frac{D_0}{2 \cdot R_i} \right)^{n_R};$$

$$dH_{Ri} = \frac{\partial H_i}{\partial R} = - \left[H_A + (H_0 - H_A) \cdot e^{-\frac{Z_i \cdot n_Z}{h_C}} \right] \cdot \left(\frac{D_0}{2} \right)^{n_R} \cdot \frac{n_R}{R_i^{n_R+1}}.$$

Система уравнений (13) решалась численным методом с помощью САПР MathCAD при следующих условиях (рис. 3): $d_1 = 70$ мкм; $d_2 = 90$ мкм; частицы – железный порошок, среда – вода; $H_0 = 4 \cdot 10^4$ А/м. Начальные условия: $R_{10} = 0,037$ м; $R_{20} = 0,03$ м; $\theta_{10} = 1,75$ рад; $\theta_{10} = 1,6$ рад; $v_{R10} = v_{R20} = 0$ м/с; $v_{\theta 10} = v_{\theta 20} = 2$ м/с.

Полученная модель является более точной иллюстрацией кинетики коагуляции ферромагнитных частиц в рабочей камере гидроциклона под действием магнитного поля.

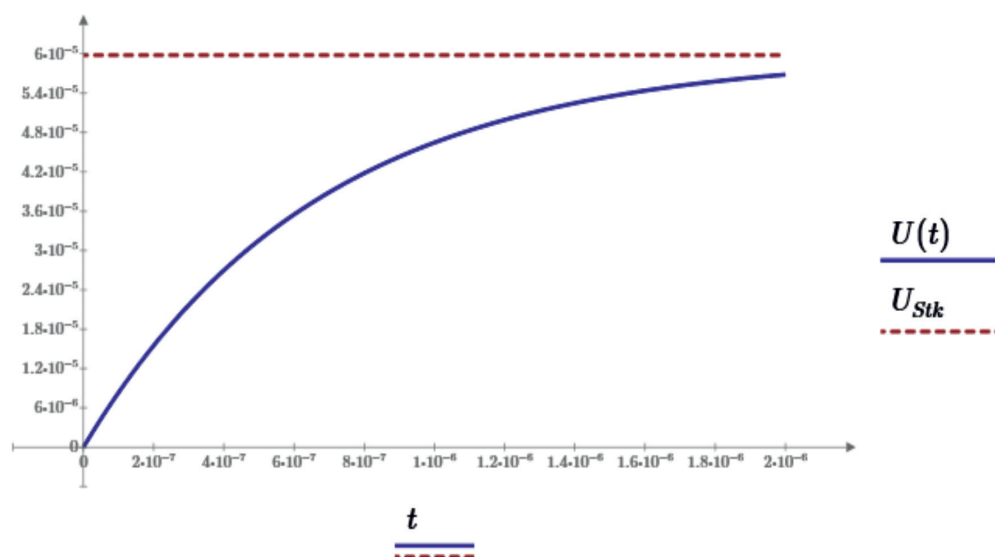


Рис. 2. Скорость частицы в вязкой среде
 $(d = 10 \text{ мкм}, \rho_p = 7800 \text{ кг/м}^3, \rho = 800 \text{ кг/м}^3, a = 100 \text{ м/с}^2, \mu = 65 \text{ мПа}\cdot\text{с})$

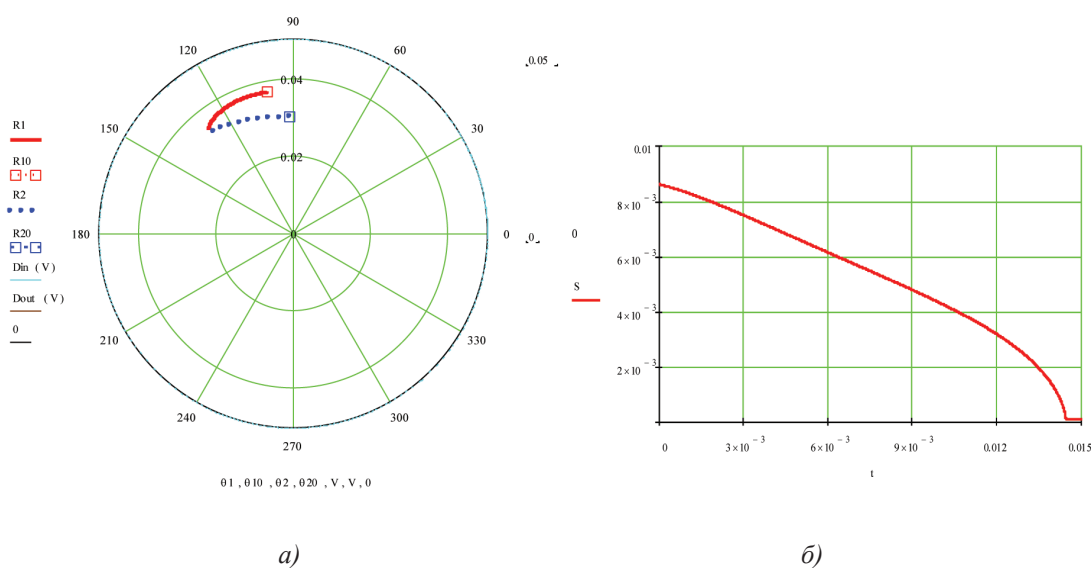


Рис. 3. Результаты численного исследования математической модели процесса коагуляции двух частиц в рабочей камере гидроциклона (а) и зависимость расстояния от времени между двумя коагулирующими частицами (б)

Выводы

Разработана уточненная математическая модель взаимодействия двух частиц в рабочей камере гидроциклона под действием магнитного поля. Отличительной особенностью данной математической модели является учет времени релаксации частицы и изменяющейся в зависимости от радиуса тангенциальной составляющей скорости среды. Благодаря этому достигается большая точность при моде-

лировании кинетики коагуляции ферромагнитных частиц при криволинейном движении.

Список литературы

1. Zhukov V., Masyutkin E., Avdeyev B. The application of mathematical modeling for the development of devices as an example of viscous fluid purification from magnetic impurity // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – № 177. – P. 012015.
2. Остриков В.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков,

С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов [и др.]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с.

3. Авдеев Б.А. Расчет электромагнитной системы магнитного гидроциклона / Б.А. Авдеев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 2. – С. 64–71.

4. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. II / Г.М. Островский, Р.Ш. Абиев, В.М. Александров [и др.]; под ред. Г.М. Островского. – СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – 916 с.

5. Avdeyev B., Masyutkin E. [and others]. Calculation of efficiency curve of magnetic hydrocyclone. 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). – St. Petersburg, 2017. – P. 1225–1228.

6. Булыжев Е.М. Математическая теория магнитной коагуляции ферромагнитных частиц в слабозагрязненных сточных водах / Е.М. Булыжев, Е.Н. Меньшов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 247–254.

7. Авдеев Б.А. Численное решение задачи о коагуляции двух частиц в потоке текучей среды в полярных координатах / Б.А. Авдеев, Е.П. Масюткин, В.И. Просвирнин // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2014. – № 4(179). – С. 13–17.

8. Смайлов С.А. Механика жидкости и газа: учебное пособие / С.А. Смайлов, К.А. Кувшинов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 121 с.

9. Асламова В.С. Прямоточные циклоны: Теория, расчёт, практика / В.С. Асламова. – Ангарск: АГТА, 2008. – 236 с.

10. Авдеев Б.А. Модель движения частиц в магнитном гидроциклоне / Б.А. Авдеев // Технический аудит и резервы производства. – 2013. – № 5/1(13). – С. 36–41.

11. Голованчиков А.Б. Моделирование процессов очистки нефтяных шламов в гидроциклоне одновременно от «тяжелых» и «легких» частиц дисперсной фазы / А.Б. Голованчиков, М.И. Ламскова, М.И. Филимонов, А.Е. Новиков // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2016. – № 11 (190). – С. 8–13.

УДК 004.6/.7:007

ПОРАЗРЯДНО-ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОВПАДАЮЩИХ ФРАГМЕНТОВ СТРОК**Ромм Я.Е., Белоконова С.С.***Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)», Таганрог,
e-mail: romm@list.ru*

Изложен метод идентификации совпадающих фрагментов слов, ориентированный на применение в области информационного поиска. Метод является поразрядно-параллельным, основан на преобразовании сложения чисел без вычисления переноса, распространяется на идентификацию числовых данных. Предложены алгоритмы реализации метода с помощью схемы сдвигания, которая формально не является необходимой. При использовании схемы сдвигания временная сложность идентификации всех совпадающих фрагментов двух n -разрядных слов оценивается из соотношения $T = O(\log_2 n)$, вариант без схемы сдвигания приводит к оценке $T = O(1)$. Одновременно идентифицируются все несовпадающие фрагменты слов. Отмечены возможности применения метода с целью ускорения операций поиска, вставки, замены в двоичных и декартовых деревьях структур данных. Возможные области использования включают параллельную идентификацию значений условных выражений, идентификацию бинарных изображений и их фрагментов.

Ключевые слова: разрядное распараллеливание сравнения слов, параллельная идентификация совпадающих фрагментов строк, логарифмическая и единичная временная сложность идентификации фрагментов строк

BITWISE-PARALLEL IDENTIFICATION OF MATCHING FRAGMENTS OF LINES**Romm Ya.E., Belokonova S.S.***Taganrog Institute named after A.P. Chekhov (branch) Rostov State University of Economics (RSUE),
Taganrog, e-mail: romm@list.ru*

A method of identifying a matching word fragments-oriented application in the field of information retrieval. The method is bitwise-parallel based on the conversion adding numbers without calculation transfer, applies to the identification of the numerical data. The algorithms implementing the method with a scheme of doubling, which formally is not required. When using the scheme of doubling the time complexity of identifying all overlapping fragments of two n -bit words is estimated from the ratio $T = O(\log_2 n)$, the option scheme without doubling leads to assessment $T = O(1)$. At the same time identifier all mismatched fragments of words. Noted the application of the method to speed up search operations, insert, and replace in a binary Cartesian tree data structures. Possible areas of use include: parallel identification of the values of the conditional expressions, the identification of binary images and their fragments.

Keywords: bit word parallelization, parallel identification of coincident fragments of lines, a logarithmic and a single time complexity of identifying line fragments

Поиск информации в полнотекстовых базах данных – актуальное направление исследований. Рост количества электронных документов коррелируется с ростом возможностей компьютеров по хранению больших объемов информации и скорости ее обработки. Создаются полнотекстовые базы, включающие миллионы страниц тематических материалов. На персональных компьютерах и серверах накапливаются электронные архивы эквивалентные десяткам тысяч томов, поиск в них проводится за 1–2 сек. [1]. Как правило, эффективный поиск выполняется в два этапа [1, 2]: предварительный поиск и отбор информации в тематические базы данных, затем поиск нужной информации конечным пользователем в сетевых или локальных полнотекстовых базах. Различаются следующие разновидности поиска в текстовом массиве [1]. Контекстный поиск – весь текст последовательно просматривается программой, слова сравниваются с запросом, выполняются логические операции и дополнительные условия поиска. Такой поиск

прост, однако он медленный. Подокументно-контекстный поиск – предварительно создается индекс, в котором есть списки слов каждого документа. По индексу определяются документы, содержащие слова запроса, для уточнения программа производит контекстный поиск в найденных документах. Индексный поиск [3–5] по всему содержанию документов – включает полную информацию обо всех словах текстовых баз данных, включая их взаимное расположение. Содержание запроса сравнивается с полным полем информации в базе данных, при этом ищутся не документы, а требуемая информация. По найденным фрагментам текста выдаются тексты самих документов. Скорость такого поиска измеряется десятками гигабайт в секунду. Наиболее развитые технологии поиска обеспечиваются полнотекстовыми системами, при этом они опираются на модели поиска. Модель понимается как сочетание способов создания представлений документов, представлений поисковых запросов, критерия релевантности. К числу простей-

ших относят модели дескрипторных информационно-поисковых систем, систем, использующих Дублинское ядро, а также модели, основанные на классификаторах. В последнем случае документы представляются идентификаторами классов в иерархической структуре классификатора, к которым относится искомым документ. Запрос – идентификатор интересующего пользователя класса, критерий релевантности определяется как совпадение класса или подкласса документа с классом в представлении запроса. В моделях контекстного поиска документ представляется как совокупность всевозможных слов и словосочетаний, не считая стоп-слов (служебные слова, предлоги, союзы и т.п.). По всем встречающимся в документах словам и словосочетаниям, кроме стоп-слов, строится индекс, слова, выделенные из текста документа, приводятся к «каноническому виду» с помощью поддерживаемых в системе словарей и средств грамматического разбора. Запрос подвергается грамматическому разбору, в процессе которого выделяются встречающиеся в его тексте слова и словосочетания. Документ считается релевантным, если какие-либо слова или словосочетания из запроса в тексте документа встречаются с точностью до грамматических форм. Более жесткий критерий релевантности – вхождение в текст документа всех названных в запросе слов и словосочетаний [6].

Предлагаемые ниже способы идентификации множества слов соотносятся с моделью контекстного поиска. Способ ориентирован на ускорение идентификации в исследуемом документе слов запроса. В качестве алгоритмической основы ускорения рассматривается разрядное распараллеливание операций сравнения и идентификации множества слов строкового типа. Метод строится по аналогии с поразрядно-параллельным алгебраическим сложением чисел без вычисления переноса, описание оригинала заимствуется из [8].

Сравнение двоичных чисел. Предполагается, что сравниваемые числа имеют формат целочисленных двоичных полиномов с нумерацией разрядов справа налево:

$$P_1 = \sum_{i=0}^n \beta_i 2^i, \beta_i = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}, P_2 = \sum_{i=0}^n \gamma_i 2^i, \gamma_i = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}, (1)$$

Пусть число A принято в качестве уменьшаемого, B – за вычитаемое. В этом случае B записывается в обратном коде (единицы

заменяются нулями, нули – единицами), затем используется тождественное преобразование:

$$A - B = A + ((2^{n+1} - 1) - B) - (2^{n+1} - 1), (2)$$

с учетом

$$2^{n+1} - 1 = 2^n + 2^{n-1} + 2^{n-2} + \dots + 2^1 + 2^0, (3)$$

или, в позиционной системе,

$$2^{n+1} - 1 = \underbrace{111\dots11}_{n+1}. (4)$$

Над числом A и числом B , взятым в обратном коде, параллельно по всем номерам разрядов выполняется операция вертикального суммирования бит одного веса, затем A и B (в обратном коде) суммируются по схеме [7, 8], излагаемой ниже в примере 1. Согласно (2)–(4) для правильного результата от полученной суммы в виде однорядного знакоразрядного двоичного кода следует вычесть $2^{n+1} - 1$. Это равносильно тому, что с полученным результатом складывается $-2^{n+1} + 1$ – к младшему разряду добавляется $+1$, а к разряду веса 2^{n+1} добавляется -1 . Результат сравнения определяется знаком старшего ненулевого разряда в окончательном однорядном коде. Если знак этого разряда отрицательный, то $A < B$, если положительный, то $A > B$, если все разряды нулевые, то $A = B$.

Пример 1. Сравняются двоичные числа 0110101100000000 (уменьшаемое) и 011001010110010 (вычитаемое). После перевода вычитаемого в обратный код алгебраическому сложению подлежат:

$$\begin{array}{r} 0110101100000000 \\ 1001101010001101 \end{array}$$

Параллельно по всем номерам разрядов j выполняется операция вертикального суммирования (СВ _{j}) бит равного веса:

$$\begin{array}{r} 0110101100000000 \\ + 1001101010001101 \\ \hline 1111000110001101 \\ 0000101000000000 \end{array}$$

Над двухрядной суммой выполняется преобразование $\Delta_j \equiv 2\Delta_j - \Delta_j$, $j = 0, 1, \dots, n$, при этом $-\Delta_j$ заменяет значение j -го разряда в верхней разрядной сетке (РС_{вых}⁽⁰⁾), а $2\Delta_j$ заменяет значение $j+1$ -го разряда (он всегда нулевой в результате СВ _{j} [7]) в нижней разрядной сетке (РС_{вых}⁽¹⁾):

$$\begin{array}{cccccccccccccccc} + & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{array}$$

мент – ненулевое значение, то на уровень с номером j передается значение ненулевого элемента.

2.3. Если элементы a_{2i}^{j-1} и a_{2i-1}^{j-1} имеют ненулевое значение, то на уровень с номером j передается значение старшего по номеру разряда в паре ненулевого элемента a_{2i}^{j-1} .

Перейти на шаг 3.

Шаг 3. Если $j = \lceil \log_2(n+1) \rceil$, то выполнить переход на шаг 4. Иначе положить $j = j+1$ и выполнить переход на шаг 2.

Шаг 4. Конец. Алгоритм заканчивает работу по условию: крайняя слева ветвь при

сдвигании встречает в узле ненулевое значение, или, на шаге с номером $\lceil \log_2(n+1) \rceil$, в узле этой ветви оказывается разряд с нулевым значением.

Отслеживание знака старшего ненулевого разряда выполняется по шагам пути значения $(n+1)$ -го разряда в схеме сдвигания до первого уровня с ненулевым значением узла, которое и явится идентификатором знака. Если ненулевое значение не появилось, то на шаге $\lceil \log_2(n+1) \rceil$ алгоритм останавливает свою работу, идентифицируя совпадение слов (равенство двоичных кодов). Временная сложность алгоритма:

$$T_{\text{идентификации знака}}(n+1) \leq \lceil \log_2(n+1) \rceil \tau_{\text{бинарное}} = O(\log_2 n).$$

Алгоритм 1 используется в дальнейшем с незначительными изменениями.

Поразрядно-параллельная идентификация совпадающих фрагментов строк. Главная особенность способа состоит в том, что выполняется только один – первый – шаг поразрядно-параллельного вертикального сложения двоичных кодов двух сравниваемых строк [8]. Именно параллельно по всем номерам разрядов j выполняется операция СВ _{j} суммирования бит равного веса, $j = 0, 1, \dots, n$. Все совпадающие по номерам разрядов биты в результате одного такого шага дадут в выходной верхней

разрядной сетке $PC_{\text{вых}}^{(0)}$ нули [10]. Нижняя выходная разрядная сетка $PC_{\text{вых}}^{(1)}$ для дальнейшего использования практически не понадобится. Выравнивание старших разрядов в примерах условно, поскольку ищется совпадение подмножества бит, вообще говоря, не обязательно в случае одинаковой по весам нумерации разрядов сравниваемых слов.

Пример 3. Идентифицировать все совпадающие части двоичных слов 11000001 1110010111100011 и 11001011111001011110001. Единственный шаг параллельного по всем разрядам выполнения СВ _{j} влечет

$$\begin{array}{r} + 110000011110010111100011 \\ + 11001011111001011110001 \\ \hline 000010100000000000010010 \quad PC_{\text{вых}}^{(0)} \\ 110000011110010111100001 \quad PC_{\text{вых}}^{(1)} \end{array}$$

Группы подряд идущих нулей в $PC_{\text{вых}}^{(0)}$ в точности идентифицируют все совпавшие части двоичных кодов:

0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Идентификация совпадающих частей формализуется следующим алгоритмом.

Алгоритм 2.

Шаг 1. Слева от старшего разряда $PC_{\text{вых}}^{(0)}$ формально полагается еще один единичный разряд для правильного начала алгоритма справа от единицы. Перейти на шаг 2.

Шаг 2. За границей $PC_{\text{вых}}^{(0)}$ справа формально дописывается еще один единичный разряд для правильного окончания алгоритма. Перейти на шаг 3.

Шаг 3. Идентификация каждой группы начинается с первого слева направо нуля, после ненулевого бита. При этом идентификация первого справа налево от цепочки нулей единичного бита выполняется по алгоритму

1 при условии его начала с первого слева направо нуля цепочки. Перейти на шаг 4.

Шаг 4. Если идентифицирован первый сверху вниз единичный разряд на шаге схемы сдвигания, то идентификация совпадающих частей завершена (единица в идентифицированное совпадение не входит), иначе перейти на шаг 3.

Число нулей идентифицированной группы равно числу бит двоичного представления совпавших фрагментов. Это число, равно как и местоположение идентифицированных промежуточных нулей, определяется номерами начального и конечного единичного разрядов в схеме сдвигания, выполняемой по алгоритму 1 при его вложении в алгоритм 2 [10].

Анализ выполняется параллельно по всем группам подряд идущих нулей. При этом в каждой группе он выполняется по алгоритму 2 от соответственного анализируемой группы первого слева направо нулевого разряда вдоль пути, который проходит значение первого слева направо после цепочки нулей ненулевого значения по схеме сдваивания сверху вниз к окончанию двоичного дерева. С целью максимального параллелизма от отмеченного первого сле-

ва направо нулевого разряда каждая группа включает в дерево все подряд младшие разряды двоичного представления слов до последнего слева направо включительно. Алгоритм останавливает работу на том шаге вдоль пути первого слева направо нуля, где после него первый раз встретилось ненулевое значение.

Нетрудно подсчитать, что временная сложность данного алгоритма в максимально параллельной форме составит

$$T_{\text{идентификации всех совпадений}}((n+1)n/2) \leq \lceil \log_2(n+1) \rceil \tau_{\text{бинарное}} = O(\log_2 n).$$

Такая схема довольно громоздка, ниже излагаются варианты сокращения количества сдваиваемых элементов.

Минимизированная по числу схемных компонентов идентификация совпадающих фрагментов строк получится, если каждая схема сдваивания будет начинаться, как на шаге 3 алгоритма 2, но при этом не будет включать все подряд младшие разряды сравниваемых слов, а только подряд идущие нулевые – с первой после них единицей.

Пример 4. Идентифицировать все совпадающие части в словах 'Лес' и 'Бег'.

Двоичный код сравниваемых слов с выравниванием старших разрядов соответственно примет вид

$$\begin{array}{r} 110000011110010111100011 \\ 110010111110010111110001 \\ \text{Поразрядно-параллельное сложение влечет} \\ + 110000011110010111100011 \\ \hline 110010111110010111110001 \\ 0000101000000000000010010 \\ \hline 110000011110010111100001 \end{array} \begin{array}{l} \text{PC}_{\text{вых}}^{(0)} \\ \text{PC}_{\text{вых}}^{(1)} \end{array}$$

Предложенный способ поясняется на рисунке.

Проблема будет заключаться в том, как правильно указать расположение всех сдваиваемых элементов для начального шага схемы сдваивания. Если это делать последовательно слева направо вдоль цепочки подряд идущих нулей, то утратится эффект максимального распараллеливания. Номер первого слева направо нуля в цепочке всегда известен по номеру включающего его разряда. В алгоритме 1 это был n -й разряд при отсчете от нуля, содержащий a_n . Местоположение заключительного нуля цепочки не требовалось. Теперь требуется знать такой номер для каждой цепочки нулей. Тогда по разности начального и конечного номеров нулей цепочки можно будет указать точное число сдваиваемых элементов на первом шаге схемы сдваивания, не прибегая к их последовательному построению. Требуемую идентификацию номеров можно выполнить следующим образом. Начальный слева направо номер разряда для цепочки нулей определяет сочетание подряд слева направо расположенной пары значений 1,0. Конечный слева направо номер разряда для этой же цепочки нулей определяет сочетание пары бит в обратном порядке: 0,1. Пусть сопоставлен-

ные процессорные элементы выдают номера разрядов каждого нуля при условии сочетания соседних бит 1,0, и пусть, аналогично, выдаются номера разряда каждой единицы при условии сочетания соседних бит 0,1. Пусть эти номера выдаются с соответственным каждому номеру идентификатором 1,0 или 0,1. Тогда они будут попарно обращены друг к другу как пара квадратных скобок, если потребовать, чтобы никакие другие процессорные элементы не выдавали каких-либо номеров, не удовлетворяющих данным условиям. Теперь достаточно попарно взять разность обращенных друг к другу соседних номеров, чтобы получить точное значение числа сдваиваемых элементов на первом шаге схемы сдваивания. Формально, чтобы каждая из таких схем обрабатывалась по алгоритму 1, достаточно в нем n заменить на значение разности начального и конечного номера цепочки нулей, а остальные номера элементов цепочки заменить на их разность с конечным номером. Так, например, для наибольшей схемы сдваивания на рисунке получатся модифицированные номера разрядов слева направо: 12, 11, 10, ..., 2, 1, 0. Это даст 6 пар сдваиваемых слева направо нулей и не вошедшую в пару единицу (она получила нулевой номер). Все такие схемы сдваи-

вания строятся и выполняются параллельно. В результате число схемных компонентов сокращается до количества разрядов слова, и временная сложность идентификации всех совпадающих частей составит

$$T(n+1) \leq \lceil \log_2(n+1) \rceil \tau_{\text{бинарное}} = O(\log_2 n).$$

Замечание 1. При таком способе надобность собственно в схеме сдваивания, строго говоря, отпадает: пары соседних обращенных друг к другу номеров уже идентифицируют заключенную между ними цепочку нулей, а разность между этими номерами идентифицирует количество нулей цепочки, т.е. совпавшие компоненты слов и количество элементов совпадения.

Замечание 2. Требуется оговорки способ обмена между процессорными элементами, идентифицирующими пары соседних номеров, обращенных друг к другу. Это, однако, зависит от архитектуры параллельной вычислительной системы, от которой в целом абстрагировалось изложение данного метода.

Необходимо отметить, что при поиске всех совпадений, без выравнивания старших разрядов, пришлось бы выполнять взаимный сдвиг слов на один, два разряда и т.д. Правда все взаимно сдвинутые пары слов можно проверить на совпадение параллельно, что вновь увеличит число схемных компонент до значения $(n+1)n/2 \cong n^2/2$. Без учета обмена, ввиду отсутствия схемы сдваивания, временная сложность последней модификации составит $T(n^2/2) = O(1)$.

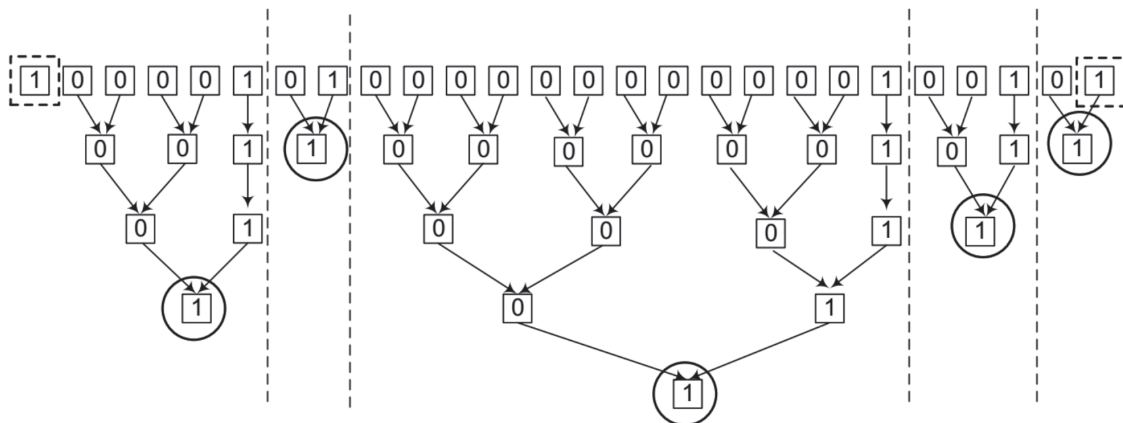
Замечание 3. Все разряды в $PC_{\text{вых}}^{(0)}$, помимо нулевых цепочек, представляют собой цепочки единиц, что означает идентификацию всех несовпадающих фрагментов слов.

Возможные области применения. Предложенные схемы позволяют выполнять поразрядно-параллельный поиск

в строке одновременно по нескольким маскам, параллельно идентифицировать полное и частичное совпадение с одной или несколькими масками поиска с единичной временной сложностью. Схемы распространяются на выявление совпадающих частей любой информации в двоичном коде, включая числовую. Без принципиальных изменений схемы переносятся на параллельную идентификацию значений условных выражений. С применением максимально параллельной сортировки схемы применимы для ускорения операций поиска, вставки, замены в двоичных и декартовых деревьях структур баз данных. Кроме того, схемы могут быть применены к идентификации бинарных двоично закодированных изображений или их фрагментов. Для этого достаточно матрицу изображения перевести в одномерный массив. Аналогично, могут идентифицироваться графы в матричном представлении. Схемы позволяют идентифицировать участки несовпадения (совпадения) с эталоном, что целесообразно при идентификации биометрических данных.

Заключение

Изложен метод разрядного распараллеливания элементарных операций информационного поиска. Метод основан на бинарном алгебраическом сложении двоичных полиномов без вычислений переноса. Представлено видоизменение метода для параллельной идентификации совпадающих фрагментов строк с логарифмической и единичной временной сложностью. Одно из возможных применений заключается в ускорении операций поиска, вставки, замены в двоичных и декартовых деревьях структур баз данных. Возможно применение для идентификации бинарных изображений и их фрагментов.



Пример идентификации групп подряд идущих нулей в $PC_{\text{вых}}^{(0)}$

Список литературы

1. Захарченко В. Программы поиска информации в полнотекстовых базах данных (Аналитический обзор). – URL: http://www.mbdsoft.ru/articles_files/sereview.htm (дата обращения: 30.06.17).
2. Диковицкий В.В., Шишаев М.Г. Обработка текстов естественного языка в моделях поисковых систем // Труды Кольского научного центра РАН. – 2010. – № 1. – С. 29–34.
3. Злыгостев И.С. Обработка текста в поисковых системах // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – № 2(79). – С. 179–180.
4. Трифонов А.А. Алгоритмы построения инвертированного индекса для коллекции текстовых данных // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2013. – № 3(27). – С. 52–61.
5. Борисюк Ф.В. Распределенная реализация построения индекса поискового каталога // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 1. – С. 201–204.
6. Розенберг И.Н. Комплексность информационного поиска // Образовательные ресурсы и технологии. – 2017. – № 1. – С. 41–47.
7. Ромм Я.Е. Метод вертикальной обработки потока целочисленных групповых данных. II. Приложение к бинарным арифметическим операциям // Кибернетика и системный анализ. – 1998. – № 6. – С. 146–162.
8. Ромм Я.Е., Белоконова С.С. Алгоритмизация и моделирование поразрядно-параллельного сравнения чисел и строк / Деп. в ВИНТИ 11.05.2016, № 72 – В 2016. – 14 с.
9. Иванова А.С. Расширение диапазона данных для вертикальной обработки применительно к сортировке со слиянием и поиску: автореф. дис. ... кан. техн. наук. – Таганрог: ЮФУ, 2013. – 22 с.
10. Ромм Я.Е., Белоконова С.С. Параллельная идентификация совпадающих фрагментов строк с логарифмической временной сложностью // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9–3. – С. 437–444.

УДК 004.514

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЛАВНОГО ОКНА ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ OPENFOAM НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ PYQT4 И PYTHON 3.4

¹Читалов Д.И., ^{1,2}Калашников С.Т.

¹Отдел фундаментальных проблем аэрокосмических технологий,
ФГБНУ «Южно-Уральский научный центр», Миасс, e-mail: cdi9@yandex.ru;

²ОАО «ГРЦ Макеева», Миасс, e-mail: src@makeyev.ru

Настоящая статья описывает устройство главного окна графического интерфейса пользователя для программной среды (ПС) OpenFOAM и пошаговый процесс его разработки. Целью работы является исследование особенностей создания главного окна для работы с консольной программой OpenFOAM и разработка версии окна в виде отдельного приложения с базовыми опциями. Выполнение работы основано на изучении выбранного инструментария: библиотеки PyQt4, которая используется в качестве средства создания компонентов главного окна и элементов управления экранных форм, и высокоуровневого языка программирования Python 3.4, обеспечивающего взаимодействие интерфейса с ПС OpenFOAM. Результатом проведенной работы является отдельное программное приложение, состоящее из исполняемого и вспомогательного файлов, обеспечивающих отображение окна и функционирование его базовых опций.

Ключевые слова: графический интерфейс пользователя, главное окно программы, OpenFOAM, язык программирования Python, библиотека PyQt4, открытое программное обеспечение

DESIGNING THE MAIN WINDOW OF THE OPENFOAM SOFTWARE ENVIRONMENT INTERFACE BASED ON PYQT4 AND PYTHON 3.4 TECHNOLOGIES

¹Chitalov D.I., ^{1,2}Kalashnikov S.T.

¹Department of Fundamental Problems of Aerospace Technologies of Federal State Budget Scientific Institution «South Ural Scientific Center», Miass, e-mail: cdi9@yandex.ru;

²State Rocket Center of Makeyev, Miass, e-mail: src@makeyev.ru

This article describes the construction of the main GUI window for OpenFOAM software and its step-by-step development. The aim of the work is to study the features of creating a main window for working with the OpenFOAM console program and developing a version of the window as a separate application with basic options. The work is based on the study of the chosen toolkit: the PyQt4 library, which is used as a means of creating components of the main window and controls for screen forms, and a high-level Python 3.4 programming language that interfaces the interface with the OpenFOAM MS. The result of this work is a separate software application, consisting of executable and auxiliary files, providing the display of the window and the operation of its basic options.

Keywords: graphical user interface, the main program window, OpenFOAM, Python 3.4, the PyQt4 library, open source software

Данная статья является продолжением опубликованной работы [1], посвященной особенностям разработки графического интерфейса для ПС OpenFOAM – открытой совместимой платформы для постановки экспериментов по численному моделированию задач механики сплошных сред, в частности задач, относящихся к области гидродинамики.

В настоящей статье подробно рассматриваются вопросы создания главного окна интерфейса: подготовка его структуры, особенности создания каждого компонента, принципы определения и вызова процедур-обработчиков при выполнении различных действий пользователем и при наступлении событий, связанных с главным окном.

Графический интерфейс любой программы, как правило, имеет главное окно, посредством которого происходит взаимодействие с пользователем. В данном случае главное окно позволяет вести работу с формой импорта файла расчетной сетки для проекта задачи OpenFOAM и с формами редактирования служебных файлов.

Целью работы является исследование возможностей технологий PyQt4 и Python 3.4 в качестве инструментария для разработки главного окна пользовательского интерфейса. Исследования основываются на изучении документации [2, 3] и учебной литературы [4, 5] по данным технологиям.

На рис. 1 отражена структура главного окна интерфейса в рамках текущей разработки. Набор вложенных директорий и конфигурационных файлов проекта задан и предполагается представить в виде дерева (левая прикрепляемая панель) с возможностью открытия формы редактирования файла. При этом формы для загрузки файла расчетной сетки и редактирования каждого конфигурационного файла должны отображаться в центральном компоненте (рабочая область). Верхняя прикрепляемая панель отвечает за вывод названия проекта задачи, а нижняя – выполняет функцию области уведомлений для информирования пользователя о событиях, связанных с работой ПС OpenFOAM. Для управления опциями главного окна используется панель инструментов.

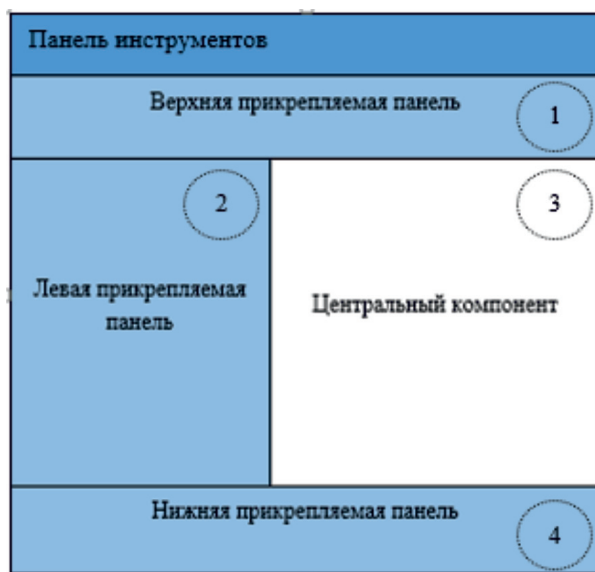


Рис. 1. Структура главного окна интерфейса ПС OpenFOAM: 1 – название проекта задачи, 2 – дерево проекта задачи, 3 – рабочая область, 4 – область уведомлений



Рис. 2. Диаграмма структуры главного окна в стиле ООП:
1 – блок начальных инструкций главного класса, 2 – блок компонентов интерфейса

Описание программного кода вводной части документа

Инструкции вводной части документа отвечают за подключение стандартных библиотек и внешних пользовательских модулей, в частности вспомогательного класса «file_form» из файла «file_form», расположенного в директории «add_classes» и класса «mesh_form» из файла «mesh_form» директории «forms», соответствующего форме импорта расчетной сетки.

Листинг 1. Вводная часть документа.

```
from add_classes.file_form import file_form
from forms.mesh_form import mesh_form
```

Описание блока начальных инструкций главного класса

Программный код листинга 2 в соответствии с диаграммой структуры главного окна в стиле объектно-ориентированного программирования (рис. 2) определяет раздел главного класса, конструктор класса и вызов конструктора базового класса. При этом конструктору класса во второй строке могут быть переданы пользовательские переменные «prj_name», «new_dir», «solver», содержащие название проекта задачи, путь до проекта и название решателя OpenFOAM соответственно.

Листинг 2. Блок начальных инструкций главного класса.

```
class GUIWindow(QtGui.QMainWindow):
    def __init__(self, prj_name, new_dir, solver,
                 parent=None):
```

```
    QtGui.QMainWindow.__init__(self, parent)
```

Адрес проекта задачи формируется путем «сцепления» содержимого переменных «new_dir», «prj_name» и «solver» (листинг 3), переданных в главное окно из стартового окна [1]. Адрес директории проекта задачи также может быть указан в переменной «full_dir» в виде абсолютного пути, например «/home/Desktop/test», а название проекта задачи (переменная «prj_name») – в виде строки, например «test». Аналогично «вручную» может быть определен решатель «rhoCentralFoam».

Листинг 3. Переменные адреса директории, названия проекта задачи и решателя.

```
self.full_dir = new_dir+"/"+prj_name
self.solver = "rhoCentralFoam"
```

Описание блока компонентов интерфейса

Листинги 4–8 содержат инструкции создания компонентов интерфейса: панели инструментов программы, верхней (название проекта задачи), левой (область дерева проекта), нижней (область уведомлений) и центральной (рабочая область) прикрепляемых панелей.

Листинг 4. Блок инструкций панели инструментов и ее элементов управления.

```
self.GUI_tools = QtGui.QToolBar()
self.mesh_import = QtGui.QAction(self)
self.mesh_img = self.style().standardIcon(QtGui.
    QStyle.SP_DirOpenIcon)
self.mesh_import.setIcon(self.mesh_img)
self.mesh_import.setToolTip('Открыть форму импорта сетки')
self.mesh_import.triggered.connect(self.on_
    mesh_import)
self.GUI_tools.addAction(self.mesh_import)
self.addToolBar(QtGui.Core.Qt.TopToolBarArea,
    self.GUI_tools)
```

Листинг 5. Блок инструкций верхней прикрепляемой панели с названием проекта задачи.

```
self.pnl = QtGui.QDockWidget()
self.pnl.setFeatures(self.pnl.NoDockWidgetFeatures)
self.project_name_lbl = QtGui.QLabel("Название
    проекта: " + self.prj_name)
self.project_name_lbl.setStyleSheet("border-
    style: none;")
self.pnl.addWidget(self.project_name_lbl)
self.addDockWidget(QtGui.Core.
    Qt.TopDockWidgetArea, self.pnl)
```

Листинг 6. Блок инструкций левой прикрепляемой панели с деревом проекта задачи.

```
self.fsw = QtGui.QDockWidget()
self.fsw.setFeatures(self.fsw.NoDockWidget-
    Features)
self.fsw_lbl = QtGui.QLabel("Файловая струк-
    тура проекта")
self.fsw_lbl.setStyleSheet("border-style:
    none;" "font-size: 8pt;")
self.fsw_lbl.setAlignment(QtGui.Core.
    Qt.AlignCenter)
self.fsw_tab = QtGui.QGridLayout()
self.fsw_tab.addWidget(self.fsw_lbl, 0, 0)
self.fsw_fr = QtGui.QFrame()
self.fsw_fr.setFixedSize(400, 32)
self.fsw_fr.setStyleSheet("background-color:
    beige;" "border-width: 1px;" "border-style: solid;"
    "border-color: dimgray;" "border-radius: 4px;")
self.fsw_fr.setLayout(self.fsw_tab)
self.fsw.setTitleBarWidget(self.fsw_fr)
self.prj_struc = QtGui.QTreeView()
self.prj_struc.setFixedSize(400, 680)
self.prj_struc.mod = QtGui.QFileSystemModel()
self.prj_struc.mod.setRootPath(self.full_dir)
self.prj_struc.setModel(self.prj_tree.mod)
self.prj_struc.header().hide()
self.prj_struc.setColumnHidden(1, True)
self.prj_struc.setColumnHidden(2, True)
self.prj_struc.setColumnHidden(3, True)
self.prj_struc.setRootIndex(self.prj_struc.
    mod.index(self.full_dir))
self.prj_struc.mod.directoryLoaded.
    connect(self.fetchAndExpand)
self.prj_struc.setItemExpandable(False)
```

```
self.prj_struct.clicked.connect(self.on_prj_struct_clicked)
self.fsw.setWidget(self.prj_struct)
self.addDockWidget(Qt.Core.
Qt.LeftDockWidgetArea, self.fsw)
```

Для отображения вложенности папок и файлов при открытии главного окна реализована процедура-обработчик «fetchAndExpand» (листинг 10). Она выполняется при наступлении события «directoryLoaded». За открытие форм редактирования конфигурационных файлов проекта задачи отвечает функция «on_prj_struct_clicked» (листинг 11).

Листинг 7. Блок инструкций нижней прикрепляемой панели (области уведомлений).

```
self.serv_mes = QtGui.QDockWidget("Служебные
сообщения")
self.serv_mes.setFixedSize(1000, 170)
self.serv_mes.setFeatures(self.serv_mes.No-
DockWidgetFeatures)
self.listWidget = QtGui.QListWidget()
self.serv_mes.setWidget(self.listWidget)
self.addDockWidget(Qt.Core.
Qt.BottomDockWidgetArea, self.serv_mes)
```

Следующий программный код (листинг 8) определяет прикрепляемую панель, используемую в качестве рабочей области (центрального компонента). В ней отображается форма импорта файла расчетной сетки, а также форма редактирования конфигурационного файла, выбранного пользователем, и фрейм с заголовком.

Листинг 8. Блок инструкций центральной прикрепляемой панели (рабочей области).

```
self.ffw = QtGui.QDockWidget()
self.ffw.setFeatures(self.ffw.NoDockWidget-
Features)
self.ffw_lbl = QtGui.QLabel()
self.ffw_lbl.setAlignment(Qt.Core.
Qt.AlignCenter)
self.ffw_tab = QtGui.QGridLayout()
self.ffw_tab.addWidget(self.ffw_lbl, 0, 0)
self.ffw_frame = QtGui.QFrame()
self.ffw_frame.setFixedSize(590, 43)
self.ffw_frame.setStyleSheet("border-width:
1px;" "border-style: solid;" "border-color:
dimgray;" "border-radius: 4px;" "background-
color: beige;")
self.ffw_frame.setLayout(self.ffw_tab)
self.setCentralWidget(self.ffw)
```

Описание программного кода функций главного окна

Первой используемой функцией главного окна является функция открытия в прикрепляемой панели центрального компонента формы импорта расчетной сетки после нажатия пользователем соответствующей кнопки панели инструмен-

тов (листинг 4). Программный код этой функции главного окна представлен в листинге 9.

Листинг 9. Функция открытия формы импорта расчетной сетки.

```
def on_mesh_import(self):
    self.ffw.setTitleBarWidget(self.ffw_frame)
    self.ffw_lbl.setText("Форма импорта сетки")
    self.ffw_lbl.setStyleSheet("border-style:
none;" "font-size: 8pt;")
    self.ffw.setWidget(mesh_form(self))
```

Функция «fetchAndExpand» (листинг 10) выполняется при загрузке модели данных проекта задачи в виджет-дерево и автоматически раскрывает содержимое папок: «0», «system», «constant», «polyMesh».

Листинг 10. Функция раскрытия содержимого проекта задачи.

```
def fetchAndExpand(self, full_dir):
    index = self.prj_struct.mod.index(full_dir)
    self.prj_struct.expand(index)
    for i in range(self.prj_struct.mod.rowCount(index)):
        child = index.child(i, 0)
        if self.prj_struct.mod.isDir(child) and self.prj_struct.mod.fileName(child) == "0" or
        self.prj_struct.mod.fileName(child) == "system"
        or self.prj_struct.mod.fileName(child) ==
        «constant» or
        self.prj_struct.mod.fileName(child) ==
        "polyMesh":
            self.prj_struct.mod.setRootPath(self.prj_struct.mod.filePath(child))
```

Третья функция главного окна (листинг 11) описывает поведение приложения при выборе пользователем определенной «ветви» дерева проекта задачи, т.е. при выборе определенного файла проекта. При этом происходит открытие формы редактирования файла с заголовком, в котором отображается надпись с именем файла.

Листинг 11. Функция выбора пользователем «ветви» дерева проекта задачи.

```
def on_prj_struct_clicked(self, index):
    indexItem = self.prj_struct.mod.index(index.
row(), 0, index.parent())
    file_name = self.prj_struct.mod.fileName(indexItem)
    file_form.inp_file_form_func(self, file_name)
    file_name_title = file_form.out_file_name_func()
    if file_name_title != None:
        self.ffw.setTitleBarWidget(self.ffw_frame)
        self.ffw_lbl.setText("Форма параметров
файла: « + "<font color='peru'>" + file_
name_title + "</font>")
        self.ffw_label.setStyleSheet("border-style:
none;" "font-size: 8pt;")
    else:
        self.clear_label = QtGui.QLabel()
        self.ffw.setTitleBarWidget(self.clear_label)
        file_form = file_form.out_file_form_func()
        self.ffw.setWidget(file_form)
```

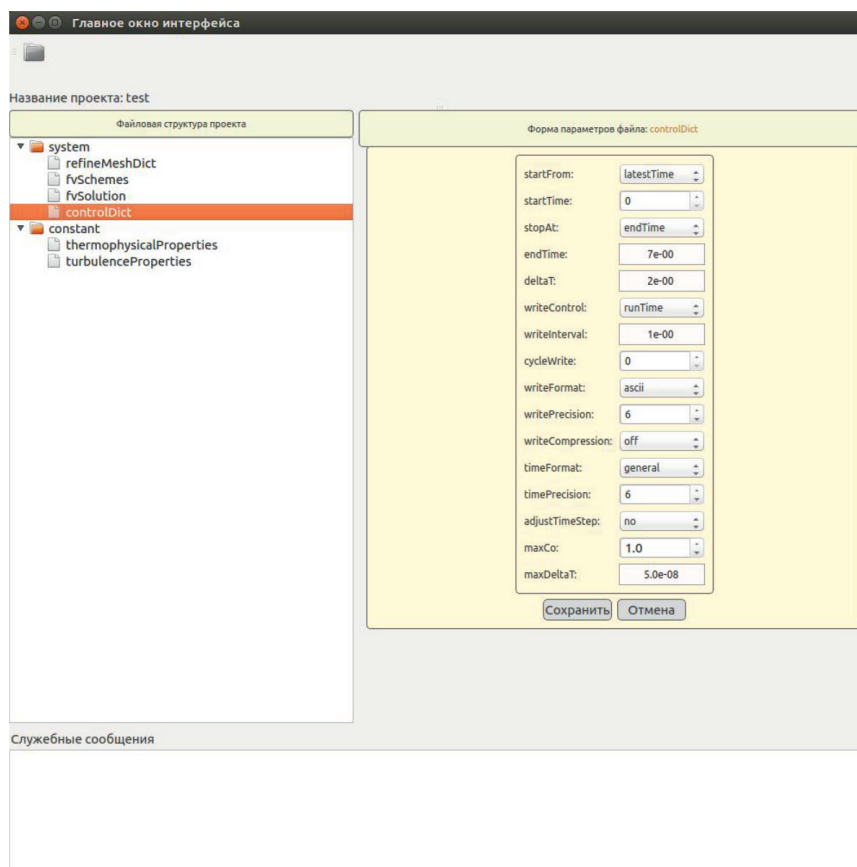



Рис. 3. Результат запуска файла «file_system.py»

В рассматриваемом примере главное окно программы взаимодействует со вспомогательным классом (листинг 12), который при выборе файла из виджета-дерева передает в главное окно название выбранного файла и ссылку на форму его редактирования. Благодаря использованию вспомогательного класса при расширении списка форм, с которыми работает главное окно, изменения вносятся во вспомогательный класс, а не в структуру программного кода главного окна.

Листинг 12. Вспомогательный класс приложения.

```
from forms.controlDict_form import controlDict_form
class file_form:
    def inp_file_form_func(self, file_name):
        global file_name_gl
        global file_form
        file_name_gl = file_name
        if file_name_gl == "controlDict":
            file_form = controlDict_form(self)
        else:
            file_name_gl = None
            file_form = None
    def out_file_name_func(): return file_name_gl
    def out_file_form_func(): return file_form
```

Тестирование работы приложения

В ходе проведенной работы созданы два файла: «file_system.py», содержащий программный код главного окна, и «file_form.py», содержащий инструкции вспомогательного класса. Для запуска приведенного примера необходимо создать отдельную папку, в которую поместить запускаемый файл «file_system.py» и две директории: «add_classes» и «forms». Запускаемый файл должен содержать программный код листингов 1–11, а блоки кода – расположены в соответствии с диаграммой структуры главного окна в стиле ООП (рис. 2). Кроме того, в запускаемом файле необходимо наличие инструкций, отвечающих за создание объекта приложения и вызов главного класса. Файл «file_form.py» должен содержать код листинга 12. Результат запуска файла «file_system.py» с выбранной ветвью (файлом) «controlDict» представлен на рис. 3.

Заключение

В настоящей статье рассмотрена практическая реализация главного окна ин-

терфейса в виде SDI-приложения для ПК OpenFOAM. Представлен пошаговый процесс создания версии главного окна графической оболочки с базовым набором опций. Материалы, изложенные в настоящей работе, могут быть применены пользователями ПК OpenFOAM для создания собственных интерфейсов, а также разработчиками интерфейсов для других консольных (и не только) программ. Данную статью можно использовать в качестве учебного пособия для изучения основ программирования на базе высокоуровневых языков.

Список литературы

1. Читалов Д.И., Меркулов Е.С., Калашников С.Т. Разработка графического интерфейса пользователя для программного комплекса OpenFOAM // Программная инженерия. – 2016. – вып. 12. – С. 568–574.
2. PyQt4 Reference Guide [Электронный ресурс]. – URL: <http://pyqt.sourceforge.net/Docs/PyQt4> (дата обращения: 05.08.2017).
3. Введение в среду PyQt4 [Электронный ресурс]. – URL: <http://wiki.python.su/Документации/ВведениеВСредуPyQt4> (дата обращения: 05.08.2017).
4. Прохоренок Н.А., Python 3 и PyQt. Разработка приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 704 с.
5. Хахаев И.А. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python. – М.: Альт Линукс, 2010. – 126 с.

УДК 66.011:004.4'22

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ УРОВНЯ НАД ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ НА УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПОВЕРКИ УРОВНЕМЕРОВ И СИГНАЛИЗАТОРОВ

Шулаева Е.А., Успенская Н.Н., Алмакаев И.А., Исмоилов Т.Н., Ишкинина Е.Р.

*Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
Стерлитамак, e-mail: eshulaeva@mail.ru*

В химическом и нефтехимическом производстве для правильного ведения технологического процесса в аппараты устанавливают средства автоматизации для регулирования и поддержания на заданном уровне определенных параметров, таких как температура, расход, уровень, давление. Для измерения уровня в аппарате в зависимости от физических свойств подаваемых и перерабатываемых веществ существуют различные датчики, такие как волноводные, вибрационные, радарные, пневматические, буйковые, поплавковые, ультразвуковые и т.д. Перед установкой датчика в аппарат для регулирования технологического процесса и снятия параметров производят его калибровку и поверку, чтобы выявить наименьшую погрешность и снять более точные данные технологического процесса. В ходе проведения неправильной калибровки или поверки появляются ошибки при снятии параметров технологического процесса, вследствие чего могут возникнуть аварии и данный процесс окажется затратным. В представленной работе поднимается тема поверки уровнемеров. Для решения данного вопроса предлагается применить установку для поверки пневматического датчика уровня и интеллектуального с помощью HART-протокола, а также сигнализатора для отслеживания критического уровня. Данная установка была разработана в филиале УГНТУ в г. Стерлитамаке на кафедре автоматизированных технологических и информационных систем. Установка позволяет с минимальной погрешностью поверить датчики уровня с помощью HART-протокола. Применение данной установки позволяет выявить преимущества интеллектуальных приборов над пневматическими измерительными уровнемерами для изучения принципа их действия. Также её можно применять для наглядного изучения точности показаний, всех достоинств и недостатков каждого прибора, а также для обучения технических специалистов и студентов работе с уровнемерами.

Ключевые слова: пневматический уровнемер УБ-ПВ, волноводный уровнемер Rosemount, сигнализатор, насос, уровень, емкость, HART-протокол, мультиметр

RESEARCH ADVANTAGES OF SMART LEVEL GAUGES OVER PNEUMATIC AT INSTALLATION FOR CHECKING LEVELS AND SIGNALS

Shulaeva E.A., Uspenskaya N.N., Almakaev I.A., Ismoilov T.N., Ishkinina E.R.

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technological University», Sterlitamak Branch, e-mail: eshulaeva@mail.ru

In chemical and petrochemical production for the correct guiding of technological process in devices set the automation equipment for regulation and maintenance of certain parameters, such as temperature, the expenditure, level, pressure. For measurement of level in the device depending on physical properties of the given and processed substances there are different sensors, such as the waveguide, vibrational, radar, pneumatic, the buoy, float-operated, ultrasonic, etc. Before installation of the sensor in the device make its calibration and checking for regulation of technological process and removal of parameters to reveal the smallest error and to take off more exact data of technological process. During the wrong calibration or checking errors in case of removal of parameters of technological process appear owing to what there can be accidents, and this process will be wasteful. In this operation the subject of checking of level meters rises. For the solution of the matter it is offered to apply installation to checking of the pneumatic sensor of level and intellectual by means of the HART protocol, and also a signaling device for tracing of critical level. This installation was developed in UGNTU branch in Sterlitamak at department of automated technological and information systems. Installation allows checking with the minimum error level sensors by means of the HART protocol. Application of this installation allows revealing advantages of smart instruments over pneumatic measuring level meters for a study of the principle of their action. Also it can be applied to an evident study of accuracy of indications, all merits and demerits of each instrument, and also to training of technology professionals and students in operation with level meters.

Keywords: pneumatic level meter of UB-PV, the waveguide level meter of Rosemount, signaling device, pump, level, capacity, HART protocol, multimeter

В настоящее время в технологических процессах нефтеперерабатывающей и химической промышленности вместе с необходимостью измерения таких контролируемых параметров, как температура и давление, необходимо также измерение и контроль уровня веществ в закрытых и открытых резервуарах [1, 2].

Среди контрольно-измерительных приборов важное место занимают измерители

уровня жидких и сыпучих веществ (уровнемеры) [3]. В связи с развитием и улучшением технологий и приборов, усовершенствованием средств контроля и автоматического управления сфера применения уровнемеров расширяется. В нефтеперерабатывающей и химической отраслях промышленности для точного поддержания уровня необходимо применять более совершенные измерители уровня.

На данный момент известно более десятка методов измерения [4, 5], на основе которых могут быть построены измерители уровня, например буйковые, поплавковые, волноводные, радарные, емкостные, ультразвуковые, вибрационные и др. [3]. В последнее время получили значительное развитие волноводные уровнемеры, т.к. эти приборы считаются высокоточными.

Перед установкой датчиков в резервуар необходима их калибровка и поверка [6, 7]. Поверка датчиков уровня – это очень трудоемкий процесс. Существуют следующие методы поверки датчиков уровня: с помощью метроштока по ГОСТ 8.247-2004, измерительной рулетки по ГОСТ 7502-98, приборов, стоящих на определенном уровне, по ГОСТ 28725-90, каретки, а также с помощью программ.

Авторами была поставлена задача продемонстрировать преимущества интеллектуальных измерительных приборов над пневматическими, также рассмотреть поверку интеллектуального датчика в жидкости при помощи HART-протокола и пневматического датчика по манометру.

Описание лабораторного стенда

На кафедре автоматизированных технологических и информационных систем (АТИС) филиала в г. Стерлитамаке ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» была разработана установка для поверки датчиков уровня и сигнализатора. Также в настоящее время идет создание программного обеспечения [8–11] для имитации поверки приборов.

Установка, представленная на рис. 1, позволяет поверить датчики уровня как пневматические, так и интеллектуальные, а также сигнализатор OPTISWITCH 5200 С [12]. С помощью поверки приборов на данном стенде, работы с ними и снятия их показаний можно установить преимущества интеллектуальных датчиков уровня над пневматическими измерительными приборами, изучить работу сигнализатора и получить навыки работы с HART-протоколом, позволяющим не только считывать данные уровня с датчика, но и отображать всю информацию о самом датчике, его значениях уровня, тока, получить регистрирующий график «Токовый выход» для отслеживания промежуточных значений показаний датчика.

Существует ряд патентных установок для поверки уровнемера, в которых поверка приборов производится непосредственным погружением уровнемеров в жидкость:

установка поверочная уровнемерная АГТ 244, установка поверочная уровнемерная УПУ-8000, поверочный стенд по патенту CN 200820154368 Y 20090812 (EN) G01F 25/00 (2006.01) [13].



Рис. 1. Общий вид стенда

Главным отличием разработанной авторами установки от всех вышеперечисленных является то, что при поверке задействована программа HART-Master (рис. 2), позволяющая считывать информацию с датчика и поверять приборы с меньшей погрешностью ($\pm 0,5$ мм), т.к. настраивается и объем емкости, и шаг считывания значений с датчика. К достоинствам данной установки можно отнести возможность поверки нескольких уровнемеров: и пневматических, и интеллектуальных.

Первым шагом в разработке лабораторного стенда является измерение длины буйка для уровнемера УБ-ПВ. Длина буйка рассчитывается и подбирается равной длине буйка волноводного датчика Rosemount [14]. По данным размерам была изготовлена емкость из оргстекла высотой 900 мм с закрепленной металлической линейкой.

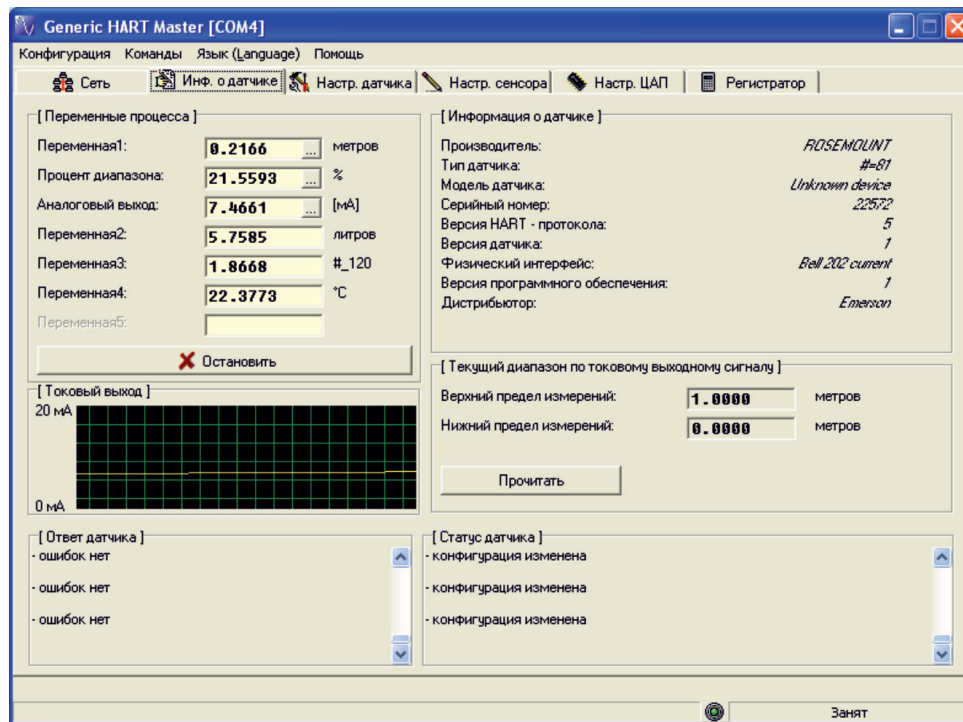


Рис. 2. Вкладка «Информация о датчике» в программе «HartMaster»

Затем был произведен монтаж специального шкафа, где размещены все составляющие данной установки. Внутри шкафа установлена канистра для рабочей жидкости. От канистры к емкости через трубки подсоединены два насоса для налива и слива воды и два электроклапана. Снизу емкость подсвечивается лампой. С лицевой стороны стенда на верхней полке установлены уровнемер УБ-ПВ с подсоединенным манометром, волноводный уровнемер Rosemount и сигнализатор. К уровнемеру Rosemount подключен мультиметр и два светодиода. К манометру присоединена трубка для воздуха, который поступает через редуктор от компрессора. Все электроприборы подключены к блоку питания, расположенному на задней панели. После монтажа стенда проведена настройка всех датчиков и приборов.

Настройка пневматического датчика уровня УБ-ПВ на заданные пределы измерения проводится с помощью грузов путем имитации гидростатической выталкивающей силы, соответствующей верхнему пределу измерений.

Расчетное значение давления, соответствующее верхнему пределу измерений: Масса грузов уровнемеров

$$P_p = 0,2 + 0,8 \cdot \frac{m}{m_{\max}}; \quad (1)$$

для жидкости

$$m_{\max} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H_{\max} \cdot \rho_{\text{ж}}; \quad (2)$$

для раздела фаз

$$m_{\max} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H_{\max} \cdot (\rho_{\text{н.ж}} - \rho_{\text{в.ж}}), \quad (3)$$

где d – диаметр буйка испытываемого уровнемера, см; $H_{\max}$ – верхний предел измерения уровня жидкости, см; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность измеряемой жидкости, г/см³; $\rho_{\text{н.ж}}$, $\rho_{\text{в.ж}}$ – плотности соответственно нижней и верхней измеряемой жидкости в случае измерения уровня раздела фаз, г/см³.

Настройка нуля производится установкой буйка на прибор. Максимальное значение достигается путем вычета выталкивающей силы от массы буйка, которая определяется по формуле

$$F_{\text{выт}} = \pi \cdot r^2 \cdot L \cdot \rho_{\text{ж}}, \quad (4)$$

где $F_{\text{выт}}$ – выталкивающая сила; π – число Пи (3,14); r – радиус буйка; L – длина буйка; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность измеряемой жидкости.

По представленным выше формулам были определены следующие оптимальные параметры: максимальный уровень емкости равен 900 мм; масса буйка равна 1400 г (1,4 кг); диаметр буйка равен 28 мм (2,8 см); длина – 1 м (100 см).

Для проверки уровнемера УБ-ПВ (рис. 3) необходимо фиксировать уровень воды по

линейке в каждой поверяемой отметке (0 %, 25 %, 50 %, 75 %), затем снимаются показания образцового манометра со шкалой $1,6 \text{ кгс/см}^2 = 100\%$ и осуществляется перевод полученных значений давления воздуха в бары.

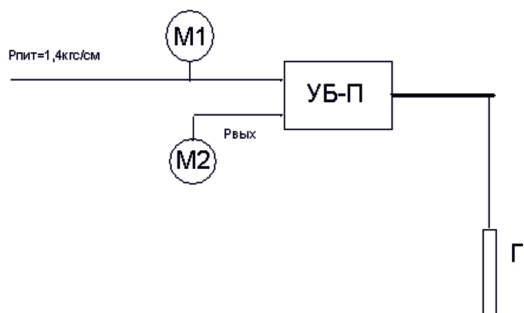


Рис. 3. Схема стенда для поверки уровнемера УБ-ПВ: М1 – технический манометр на линии питания ($1,4 \text{ кгс/см}^2$); М2 – образцовый манометр на линии выходного сигнала ($0,2\text{--}1 \text{ кгс/см}^2$); УБ-ПВ – поверяемый прибор; Г – груз

Настройка интеллектуального датчика Rosemount по HART-протоколу происходит следующим образом: заданы высота, диаметр, форма емкости, значение диэлектрической проницаемости для используемой рабочей жидкости, настроен нижний и верхний пределы измерения; введена нужная единица измерения уровня.

Принцип действия стенда схематично представлен на рис. 4.

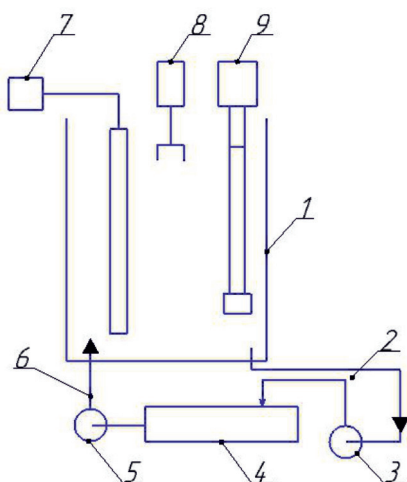


Рис. 4. Схема лабораторного стенда: 1, 4 – емкость; 3, 5 – насос; 2, 6 – трубы; 7 – пневматический буйковый уровнемер УБ-ПВ; 8 – сигнализатор OPTISWITCH 5200C; 9 – уровнемер Rosemount 5300

Из емкости 4 при помощи насоса 5 происходит подача воды по трубке 6 в ем-

кость 1. Емкость 1 предназначена для измерения уровня воды и поверки приборов. При перекачивании воды в емкость 1 проводится поверка приборов при прямом ходе. По достижении уровня равного 733 мм срабатывает сигнализатор. После поверки приборов в прямом ходе начинается откачивание воды при помощи насоса 3 по трубке 2 в емкость 4 и производится поверка приборов при обратном ходе.

Максимальный уровень емкости равен 900 мм. Поверка приборов происходит при наборе воды со скоростью $0,5 \text{ мм/с}$ и скоростью слива воды 1 мм/с , погрешность $0,5 \text{ мм}$. Данные скорости помогают оператору точно отследить уровень воды с минимальной погрешностью.

Заключение

Проведена поверка следующих приборов: уровнемер УБ-ПВ, уровнемер Rosemount 5300, сигнализатор OPTISWITCH 5200C по основным контрольным точкам уровня воды: 0 %, 25 %, 50 %, 75 %. Для каждого прибора были записаны данные и рассчитаны погрешности и вариация. Максимальная относительная погрешность для уровнемера УБ-ПВ равна $1,0\%$, что входит в предел допускаемой относительной погрешности равной $1,5\%$. Максимальная абсолютная погрешность для уровнемера Rosemount 5300 равна 1 мм , что входит в диапазон допускаемой абсолютной погрешности равной $\pm 3 \text{ мм}$. Максимальная относительная погрешность для сигнализатора OPTISWITCH 5200 C равна $0,03\%$, что ниже предела допускаемой относительной погрешности равной $0,05\%$. Таким образом, медленный набор воды помогает точно отследить все контрольные точки для измерения уровня. С помощью HART-протокола по графикам можно определить значения, полученные с датчика в любых контрольных точках, необходимых для поверки прибора.

Таким образом, показано, что установка по поверке уровнемеров работает исправно и с высокой точностью.

В данной статье приведены подходы к разработке стендов для поверки приборов, определения преимуществ интеллектуальных приборов над пневматическими измерительными приборами, описана и рассчитана поверка приборов.

Дальнейшим этапом является разработка программного обеспечения, имитирующего поверку приборов, что позволит качественно повысить возможность восприятия учебного материала, связанного с метрологией студентами высших технических учебных заведений.

Список литературы

1. Вильнина А.В., Вильнин А.Д., Ефремов Е.В. Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 84 с.
2. Михеев В.П., Просандеев А.В. Датчики и детекторы: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2007. – 172 с.
3. Обзор основных типов уровнемеров, применяемых в современных системах управления технологическими процессами предприятий (АСУТП) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rossens.ru/obzor_osnovnyh_vidov_urovnerov.php (дата обращения: 07.08.2017).
4. Измерение уровней жидкостей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/3220070/> (дата обращения: 07.08.2017).
5. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие. В 5 ч. / А.Г. Дивин, С.В. Пономарев, Г.В. Мозгова. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – Ч. 2. – 108 с.
6. Марков В.В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Общие сведения об измерениях, испытаниях и контроле: учеб. пособие. – Орел: ОрелГТУ, 2008. – 40 с.
7. Секацкий В.С., Мерзликина Н.В. Методы и средства измерений и контроля: Учебное пособие. – Красноярск: ИПЦ СФУ, 2007. – 284 с.
8. Шулаева Е.А., Шулаев Н.С., Коваленко Ю.Ф. Имитационно-моделирующий комплекс процесса полимеризации винилхлорида суспензионным способом // Бутлеровские сообщения. – 2014. – Т. 40, № 12. – С. 126–132.
9. Shulaeva E.A., Shulayev N.S., Kovalenko Ju.F. Modeling of the process of electrolysis production of caustic, chlorine and hydrogen // International Conference on Information Technologies in Business and Industry 2016 IOP Publishing IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 803 (2017) 012148.
10. Shulaeva E.A., Kovalenko Yu.F., Shulaev N.S. Simulation and Modeling Software in Chemical Technology: Polymerization of Vinyl Chloride // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol. 1040. – P. 581–584.
11. Shulaeva E.A., Kovalenko Yu.F., Shulaev N.S. Using Simulation and Modeling Software of Chemical Technology in Education. The 16th International Workshop on Computer and Information Technologies CSIT2014, Sheffield, England, 2014. – Vol. 2. – P. 175–179.
12. Жданкин В.К. Сигнализаторы изменения уровня // Современные технологии автоматизации. – 2002. – № 2. – С. 6–19.
13. Свид. 2495384 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации российских изобретений, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Установка поверочная линейных перемещений автоматизированная и способ повышения точности вертикальных установок для метрологической аттестации двух уровнемеров одновременно / И.М. Быстров, А.С. Галкин, А.И. Лакеев, Н.Я. Мустаев, Е.М. Равикович; патентообладатель Закрытое акционерное общество «НТФ НОВИНТЕХ» (RU). – 2012114246/28; заявл. 12.04.2012; опубл. 10.10.2013.
14. Измерение уровня. Непрерывное измерение уровня – Волноводные радарные уровнемеры [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.siemens-pro.ru> (дата обращения: 07.08.2017).

УДК 62-251:629.7.017

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕЦИЗИОННОЙ БАЛАНСИРОВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИНЕРЦИОННЫХ ТЕЛ

^{1,2}Юльметова О.С., ¹Щербак А.Г., ¹Туманова М.А., ³Щербак С.А.¹АО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», Санкт-Петербург, e-mail: olga@yulmetova.ru;²НИУ ИТМО, Санкт-Петербург, e-mail: olga@yulmetova.ru;³Академический университет, Санкт-Петербург, e-mail: sergeygt@ya.ru

В работе представлена математическая модель, описывающая процесс прецизионной балансировки с устранением статической неуравновешенности на уровне сотых долей микрометра цилиндрических деталей на стадии формирования на их поверхности тонкопленочного покрытия заданной конфигурации. Определена корреляция характеристик формируемого покрытия и условий процесса его нанесения. Рассмотрены способы управления конфигурацией покрытия, связанные с его переменной толщиной и заданной ориентацией относительно вектора дисбаланса детали. В частности, проанализирована методика формирования покрытия переменной толщины на цилиндрической детали за счёт её вращения с переменной угловой скоростью относительно источника напыляемого материала. Приведены характерные зависимости угловой скорости вращения от времени, обеспечивающие заданный профиль тонкопленочного покрытия, необходимый для устранения дисбаланса. Предложена схема практической реализации процесса балансировки.

Ключевые слова: цилиндрическое инерционное тело, роторный элемент, статическая неуравновешенность, дисбаланс, тонкопленочное покрытие, вакуумное напыление, математическая модель

MODELING OF PRECISION BALANCING PROCESS FOR CYLINDRICAL INERTIAL BODIES

^{1,2}Yulmetova O.S., ¹Scherbak A.G., ¹Tumanova M.A., ³Scherbak S.A.¹Concern CSRI Elektropribor, JSC, St. Petersburg, e-mail: olga@yulmetova.ru;²ITMO University, St. Petersburg, e-mail: olga@yulmetova.ru;³Academic University, St. Petersburg, e-mail: sergeygt@ya.ru

A mathematical model describing the process of precision balancing of cylindrical parts is presented. The static imbalance is eliminated by formation of a thin-film coating of specified configuration on the sample surface. We reveal the correlation between the characteristics of the coating and conditions of its formation. Methods of controlling the configuration of the coating of variable thickness with a given orientation relatively to the imbalance vector of the part are considered. Particularly, we analyze the method of rotation a cylindrical detail with variable angular velocity which results in formation of a thin coating of variable thickness on its surface. Dependences of angular velocity on time, which provide required cross section of the coating and, therefore, required balancing, are presented. Also, we propose a scheme of the practical implementation of the balancing process.

Keywords: cylindrical inertial body, rotor element, static imbalance, imbalance, thin film coating, vacuum deposition, mathematical model

Балансировка роторных элементов в виде цилиндрических инерционных тел, или вращающихся масс, приобрела особое значение в современных условиях [1]. Так, в турбинах, прецизионных центрифугах и гироскопах частота вращения достигает десятков тысяч оборотов в минуту. При таких скоростях даже от небольшого смещения центра масс с геометрической оси вращения возникают значительные силы инерции, вызывающие появление больших динамических давлений в опорах, следствием чего является ряд нежелательных вибрационных явлений в изделии [2]. Особый интерес в этом плане представляют гироскопы с цилиндрическим поплавковым подвесом [3], которые находят широкое применение в современных системах навигации [4, 5]. Важнейшей задачей динамики прецизионных поплавковых гироскопов и электромеханических приборов, сходных с ними, является задача анализа их вибрационных погрешностей [6]. В теории

уравновешивания ротором называют любое вращающееся материальное тело независимо от его технического назначения. Совершенствование изделий машиностроения и приборостроения, в которых используются цилиндрические роторы, непосредственно связано с повышением точности роторов. При этом требования по величине дисбаланса роторов могут быть на уровне десятых и сотых долей микрометра. Традиционные методы балансировки цилиндров с размещением на их поверхности уравнивающих грузов такую точность не обеспечивают. Это определяет актуальность исследований по созданию технологических методов прецизионной балансировки роторных элементов различного функционального назначения.

Направления исследовательских работ

С повышением точности изготовления изделий и их составных частей, а также появлением новых конструктивных матери-

алов перспективным направлением задачи балансировки быстровращающихся тел является использование ионно-плазменных и лучевых технологий (ИПЛТ), рабочим инструментарием которых выступают потоки наночастиц [7]. Примерами ИПЛТ являются технологии вакуумного напыления, лазерной обработки, ионного травления и т.д. Такой инструментарий позволяет осуществлять прецизионную обработку деталей, включая, например, корректировку дисбаланса [8], с точностью до десятков нанометров посредством лазерного локального испарения точечной массы с «тяжелого места» роторного элемента.

Наиболее перспективным методом корректировки дисбаланса с высокой точностью является технология напыления тонкопленочного покрытия таким образом, чтобы конфигурация наносимого покрытия обеспечивала требуемый характер распределения массы покрытия по поверхности детали. Эта корректировка осуществляется на стадии напыления защитного тонкопленочного покрытия, что предусмотрено в цикле изготовления быстровращающихся узлов. В большинстве случаев роторные элементы имеют на поверхности износостойкие покрытия, например, нитрида титана, нанесенные одним из методов вакуумного напыления [7, 8].

Однако практическая реализация технологических решений требует разработки математических моделей, связывающих величину корректируемого дисбаланса с параметрами, обеспечиваемыми режимами технологического процесса.

Цель работы заключалась в выявлении методов и средств, обеспечивающих расширение технологических возможностей процесса прецизионной балансировки с устранением статической неуравновешенности цилиндрических роторов.

Математическая модель процесса формирования покрытия заданной конфигурации

Как указывалось, перспективным методом корректировки дисбаланса с высокой точностью является формирование на детали тонкопленочного покрытия таким образом, чтобы конфигурация покрытия обеспечивала требуемый характер распределения массы покрытия по поверхности этой детали. Получение покрытия переменной толщины можно обеспечить, регулируя скорость вращения цилиндрической детали относительно потока напыляемого материала. Рассмотрим схему корректировки дисбаланса цилиндра 1 (рис. 1) на стадии напыления износостойкого покрытия 2 путем вращения

его вокруг динамической оси с переменной скоростью, обеспечивающей смещение центра окружности O_2 сформированного покрытия 2 плотностью $\rho_{\text{покр}}$ в диаметральной сечении цилиндра 1, выполненного из материала плотностью $\rho_{\text{дет}} < \rho_{\text{дет}^*}$ относительно его оси симметрии на величину Δ . Очевидно, что при этом устраняется статическая неуравновешенность, когда ось симметрии цилиндра параллельна его оси инерции.

Итоговый дисбаланс ϵ_1 (рис. 1), в системе координат с началом в точке O_2 (центр цилиндра радиусом R_2) и осью x , направленной вдоль вектора исходного дисбаланса $\bar{\epsilon}_0$, будет равен

$$\epsilon_1 = x_{\text{ц.м.}} = \frac{1}{M_{\Sigma}} \int_{V_{\Sigma}} x \rho dv = \frac{1}{M_{\Sigma}} \left(\int_{V_{\text{цил}}} x \rho dv + \int_{V_{\text{покр}}} x \rho_{\text{покр}} dv \right), \quad (1)$$

где M_{Σ} – масса цилиндра 1 с покрытием 2.

По определению, исходный дисбаланс определяется выражением

$$\epsilon_0 + \Delta = \frac{1}{M_0} \int_{V_{\text{цил}}} x \rho_{\text{дет}} dv, \quad (2)$$

где $M_0 = \rho_{\text{дет}} V_{\text{цил}}$ – масса цилиндра 1, а слагаемое Δ появляется из-за того, что интеграл в правой части выражения (2) берётся в системе координат с началом в точке O_2 (Δ – расстояние между центрами O_1 и O_2).

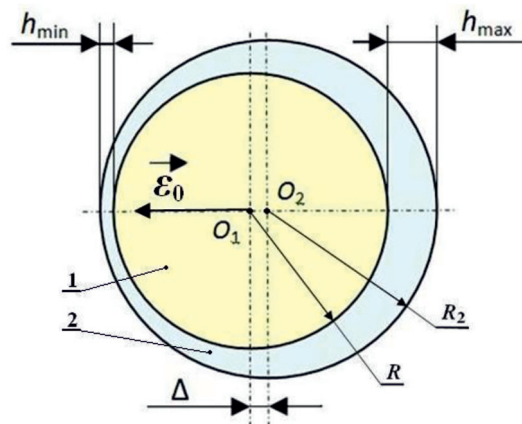


Рис. 1. Поперечное сечение цилиндра с покрытием. 1 – цилиндр, 2 – покрытие

Рассмотрим выражение

$$\int_{V_{\text{покр}}} x dv = \int_{V_{\Sigma}} x dv - \int_{V_{\text{цил}}} x dv = -\Delta \cdot V_{\text{цил}}, \quad (3)$$

где из соображений симметрии учтено, что $\int_{V_{\Sigma}} x dv = 0$, т.к. начало системы координат

нат находится в геометрическом центре O_2 , а $\int_{V_{\text{цил}}} x dv = \Delta \cdot V_{\text{цил}}$.

Подставляя выражения (2) и (3) в выражение (1), получаем

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{M_{\Sigma}} (M_0(\varepsilon_0 + \Delta) - \rho_{\text{покр}} \Delta \cdot V_{\text{цил}}) =$$

$$= \frac{M_0}{M_{\Sigma}} \left(\varepsilon_0 + \Delta - \frac{\rho_{\text{покр}}}{\rho_{\text{дет}}} \Delta \right) \approx \varepsilon_0 + \Delta - \frac{\rho_{\text{покр}}}{\rho_{\text{дет}}} \Delta, \quad (4)$$

где последнее приближённое равенство написано в предположении малой доли наносимого материала относительно массы детали, когда отношение $\frac{M_0}{M_{\Sigma}}$ практически не отличается от 1. Для минимизации полученного дисбаланса необходимо полученное выше выражение (4) для ε_1 приравнять к 0, т.е. $\varepsilon_0 + \Delta - \frac{\rho_{\text{покр}}}{\rho_{\text{дет}}} \Delta = 0$, что приводит к простому выражению для Δ :

$$\Delta = \varepsilon_0 \left(\frac{\rho_{\text{покр}}}{\rho_{\text{дет}}} - 1 \right)^{-1}. \quad (5)$$

В качестве исходного принципа построения модели использовалась зависимость [9, 10] для скорости напыления на подложку, имеющую форму тела вращения, например цилиндра:

$$v = \frac{A \cos^2(\Omega)}{L_0^2}, \quad (6)$$

где L_0 – расстояние от источника до рассматриваемой точки поверхности цилиндра, Ω – угол между направлением потока напыляемого материала и нормалью к поверхности цилиндра в данной точке, A – размерная константа, определяемая параметрами процесса напыления.

Определим углы: Ω_0 – начальный угол рассматриваемой точки поверхности цилиндра, Ω – текущий угол этой точки в процессе поворота (оба угла отсчитываются в одну сторону от точки на поверхности цилиндра, максимально приближенной к источнику напыляемого материала). При таких обозначениях угол Ω_0 принимает значения от 0 до 2π (все точки поверхности цилиндра), а угол Ω – от Ω_0 до $\Omega_0 + 2\pi$ (поворот на 2π относительно начального угла). Для каждой заданной точки цилиндра, определяемой начальным углом Ω с учетом выражения (6), можно получить выражение для толщины $h(\Omega_0)$ сформированного за один оборот слоя:

$$h(\Omega_0) = \int_0^{T_0} v dt = A \int_0^{T_0} \frac{I(\Omega) \cos^2(\Omega(t))}{(L - R \cos(\Omega(t)))^2} dt, \quad (7)$$

где L – расстояние от источника до центра цилиндра, $L - R \cos(\Omega(t))$ – расстояние от источника до рассматриваемой точки поверхности цилиндра, $I(\Omega)$ – функция-индикатор, учитывающая, что напыления на сторону цилиндра, противоположную источнику, нет:

$$I(\Omega) = \begin{cases} 1; & 0 \leq \Omega \leq \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2} \leq \Omega \leq \frac{5\pi}{2}, \frac{7\pi}{2} \leq \Omega \leq 4\pi \\ 0; & \frac{\pi}{2} \leq \Omega \leq \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2} \leq \Omega \leq \frac{7\pi}{2} \end{cases}, \quad (8)$$

T_0 – период вращения (полный оборот на 360°), R – радиус цилиндра.

Для произвольно заданной переменной скорости вращения $\omega(t)$ угол поворота определяется выражением $\Omega(t) = \int_0^t \omega(\tau) d\tau + \Omega_0$, τ – где переменная интегрирования. Учитывая, что $dt = \frac{d\Omega}{\omega}$ и переходя в выражении (7) от временной переменной t к угловой переменной Ω , получаем

$$h(\Omega_0) = A \int_0^{2\pi} \frac{I(\Omega + \Omega_0) \cos^2(\Omega + \Omega_0)}{\omega(\Omega) (L - R \cos(\Omega + \Omega_0))^2} d\Omega. \quad (9)$$

Введём обозначения $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$, $\bar{\omega} = \frac{\omega}{\omega_0}$ и $h_0 = \frac{AT_0}{2\pi R^2}$, где $\bar{\omega}$ – нормированная скорость вращения, ω_0 – скорость равномерного вращения с периодом T_0 и h_0 – константа, имеющая размерность толщины. Используя введенные обозначения, можно переписать выражение (9):

$$h(\Omega_0) = h_0 \int_0^{2\pi} \frac{I(\Omega + \Omega_0) \cos^2(\Omega + \Omega_0)}{\bar{\omega}(\Omega) \left(\frac{L}{R} - \cos(\Omega + \Omega_0) \right)^2} d\Omega. \quad (10)$$

По известным экспериментальным данным, например принимая, что при данном расстоянии $L = 80$ мм и периоде вращения $T_0 = 3$ с, на цилиндрической детали радиуса $R = 5$ мм за 30 минут формируется слой толщиной около 1 мкм, можно определить значение $h_0 \approx 0,245$ мкм.

Рассмотрим обратную задачу: по требуемой известной форме покрытия, определяемой выражением $h(\Omega_0)$, установим необходимую для этого скорость вращения $\bar{\omega}(\Omega)$ как функцию от угла. Рассматривая сечение цилиндра диаметральной плоскостью, перпендикулярной оси вращения (рис. 1), можно считать, что необходимая форма покрытия – это окружность с центром O_2 , смещённым на величину Δ относительно центра цилиндрической основы

O_1 , и минимальной/максимальной толщиной напыления $h_{\min}/h_{\max}$ (рис. 1). Уравнение такой окружности в полярных координатах с центром в точке O_1 выглядит следующим образом:

$$(R+h)^2 + 2(R+h)\Delta \cos(\Omega_0) + \Delta^2 = R^2. \quad (11)$$

После алгебраических преобразований выражения (11), пренебрегая всеми квадратичными малыми слагаемыми (h^2 , Δ^2 и $h\Delta$), для $h(\Omega_0)$ получаем

$$h(\Omega_0) = h_{\max} - \Delta(1 + \cos(\Omega_0)). \quad (12)$$

В таком виде уравнение (10) – это интегральное уравнение Фредгольма первого рода. Аналитические решения подобных задач крайне сложны и громоздки, если вообще возможны [11]. Поэтому задачу целесообразно решать численно. Угловые переменные Ω и Ω_0 определены на интервале $[0; 2\pi)$, разобьём этот интервал на N равных элементов и перейдём к дискретным переменным $\Omega^{(i)}$ и $\Omega_0^{(j)}$, которые определены в узлах получившейся сетки. В этом случае интегрирование в выражении (10) заменяется суммированием и получаем

$$h(\Omega_0^{(j)}) = h_0 \sum_{i=1}^N \frac{I(\Omega^{(i)} + \Omega_0^{(j)}) \cos^2(\Omega^{(i)} + \Omega_0^{(j)})}{\bar{\omega}(\Omega^{(i)}) \left(\frac{L}{R} - \cos(\Omega^{(i)} + \Omega_0^{(j)}) \right)^2} \Delta\Omega^{(i)}. \quad (13)$$

В случае равномерной сетки можно записать:

$$\Delta\Omega^{(i)} = \Omega^{(i+1)} - \Omega^{(i)} = \Delta\Omega = \text{const}.$$

Вводя обозначения

$$h(\Omega_0^{(j)}) = h_j, \quad \bar{\omega}(\Omega^{(i)}) = \bar{\omega}_i$$

и

$$\frac{I(\Omega^{(i)} + \Omega_0^{(j)}) \cos^2(\Omega^{(i)} + \Omega_0^{(j)})}{\left(\frac{L}{R} - \cos(\Omega^{(i)} + \Omega_0^{(j)}) \right)^2} \Delta\Omega^{(i)} = M_{ji},$$

где $h(\Omega_0^{(j)})$ и $I(\Omega^{(i)} + \Omega_0^{(j)})$ определяются выражениями (8) и (12), соответственно, можно свести задачу к системе линейных алгебраических уравнений:

$$\sum_{i=1}^N M_{ji} \frac{1}{\bar{\omega}_i} = \frac{h_j}{h_0}, \quad j = 1 \dots N, \quad (14)$$

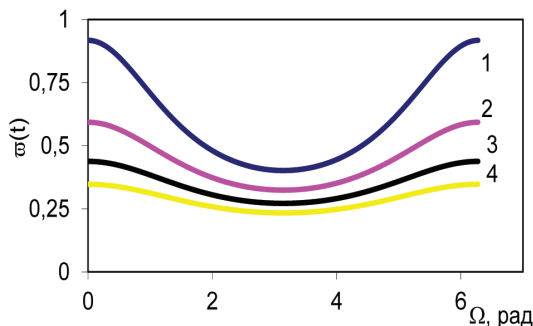


Рис. 2. Зависимости нормированной скорости вращения ω от угла поворота Ω

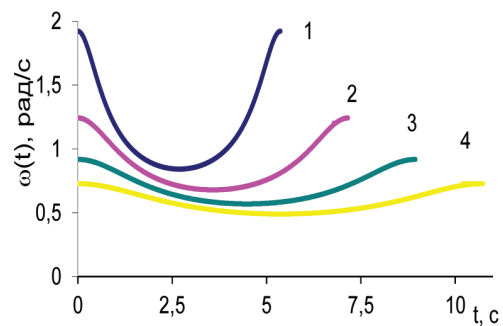


Рис. 3. Зависимости скорости вращения ω от времени t в пределах одного оборота

для $\Delta = 1 \cdot 10^{-3}$ мкм, где $1 - h_{\max} = 4 \cdot 10^{-3}$ мкм; $2 - h_{\max} = 5 \cdot 10^{-3}$ мкм; $3 - h_{\max} = 6 \cdot 10^{-3}$ мкм; $4 - h_{\max} = 7 \cdot 10^{-3}$ мкм

Решая систему уравнений (14) относительно неизвестных переменных $\frac{1}{\bar{\omega}_i}$,

можно определить угловую скорость вращения в угловом интервале от 0 до 2π . Для случая, когда $\Delta = 0$ и $h_{\min} = h_{\max} = 1,67 \cdot 10^{-3}$ мкм (вариант, для которого была рассчитана константа h_0), получается равномерная скорость вращения $\bar{\omega}$, близкая к 1, т.е. ненормированная скорость ω близка к скорости ω_0 , на которой и были получены данные значения толщины. Результаты моделирования показали, что погрешность, связанная с приближенным характером решения (отличие значения функции от единицы) не превышает 1 %.

На рис. 2 представлены графические зависимости изменения скорости вращения от угла поворота для различных значений $h_{\max}$ при смещении $\Delta = 1 \cdot 10^{-3}$ мкм. Рис. 2 наглядно демонстрирует, что с увеличением значения $h_{\max}$ для одинаковых величин Δ за один оборот уменьшается разница между максимальной и минимальной скоростями вращения в пределах одного оборота. При этом на рис. 2 по оси ординат отложена безразмерная нормированная угловая скорость

$\bar{\omega}$, которая определяется как $\bar{\omega} = \frac{\omega}{\omega_0}$, где $\omega_0 = \frac{2\pi}{3 \text{ сек}}$.

Из рис. 2 можно определить закономерности изменения скорости вращения цилиндра от его угла поворота для различных значений Δ и $h_{\max}$. Так, например, наблюдается характерное явно выраженное увеличение «крутизны» кривой меньшей разницы $h_{\max}$ и $h_{\min}$, где $h_{\min} = h_{\max} - 2\Delta$. Объясняется это тем, что участок, на который требуется напылить слой меньшей толщины $h_{\min}$, проворачивается с большой скоростью. Тогда как противоположная сторона, где нужно напылить покрытие $h_{\max}$, должна более длительный период времени быть обращена к потоку напыляемого материала, чтобы сформировался слой большей толщины.

Однако для практической реализации схемы управления приводом вращения цилиндра более востребованным является представление зависимости скорости вращения от времени. Для перехода к временным зависимостям можно использовать выражение $\omega = \frac{d\Omega}{dt}$. Тогда, зная численное

значение функции $\omega(\Omega)$, определяемое решением системы уравнений (14), в выражении $\omega = \frac{d\Omega}{dt}$ можно разделить переменные и записать $dt = \frac{d\Omega}{\omega(\Omega)}$. Отсюда получаем

$$t = \int_{\Omega_0}^{\Omega(t)} \frac{d\Omega}{\omega(\Omega)}. \quad (15)$$

Численно вычисляя интеграл в выражении (15), определяем зависимость $\Omega(t)$, из которой численным дифференцированием по времени можно определить зависимость $\omega(t)$. На рис. 3 представлены графические зависимости $\omega(t)$ для случая $\Delta = 1 \cdot 10^{-3}$ мкм и различных значений $h_{\max}$. Время и скорость вращения на графике выражены в абсолютных единицах. Из рис. 3 видно, что с увеличением толщины $h_{\max}$ при одинаковом значении Δ увеличивается период одного оборота. Таким образом, у кривых скоростей на графиках рис. 3 разная длительность по времени (разный период), т.к. для напыления каждой заданной толщины требуется соответствующая скорость, и для каждой из этих скоростей полный оборот будет занимать соответствующее время. Другими словами, площадь под графиком у каждой кривой постоянна и соответствует одному обороту (2π радиан), и, например, при уменьшении скорости для нанесения более толстого покрытия длительность по времени очевидным образом увеличивается.

В ходе практического применения из графиков, представленных на рис. 3, определяется период или время одного оборота и число оборотов для получения конкретной требуемой толщины напыленного слоя и значения Δ , необходимое для устранения дисбаланса цилиндра в соответствии с зависимостью (5). Для реализации предложенной схемы возможно использование шагового электродвигателя с управлением этого электродвигателя через контроллер, определяющий по заданной программе изменение скорости вращения в пределах одного оборота двигателя.

Заключение

Обоснована эффективность использования переменной скорости вращения прецизионных цилиндрических деталей при формировании тонкопленочных покрытий для корректировки их дисбаланса на стадии напыления. При этом устраняется статическая неуравновешенность за счет смещения центра окружности покрытия относительно оси цилиндра в направлении, определяемом вектором дисбаланса. Разработана математическая модель процесса формирования покрытия, включая зависимости изменения скорости вращения ω цилиндрической детали от угла поворота Ω и от времени для различных значений толщины покрытия и смещения центра его окружности от оси цилиндра.

Определена корреляция характера изменения скорости вращения ω и основных параметров формируемого покрытия. Рассмотрена возможная схема практической реализации представленного процесса балансировки цилиндрических деталей.

Список литературы

1. Мельников А.Е. Автоматическая балансировка гибких роторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2011. – 18 с.
2. Миндрин В.И., Пачурин Г.В., Ребрушкин М.Н. Магнитная вибрация и снижение отрицательных последствий технической вибрации энергетических машин // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 1–1. – С. 47–50.
3. Беляев С.Н. Бузык А.Я., Шарыгин Б.Л. [и др.]. Способ изготовления газодинамического подшипника поплавкового гироскопа // Патент РФ № 2517650. 2013.
4. Карасев В.В., Вовченко Н.В. Эволюция гироскопа // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2009. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-giroskopa> (дата обращения: 13.08.2017).
5. Пешехонов В.Г. Современное состояние и перспективы развития гироскопических систем // Гироскопия и навигация. – 2011. – № 1–72. – С. 3–17.
6. Федоренко В.В., Пономарев Я.И. Оценка погрешностей вибрационной диагностики вращающегося оборудования методом фазовых портретов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2014. – № 3. – С. 25–29.
7. Юльметова О.С., Валетов В.А., Щербак А.Г. Применение пучковых технологий при изготовлении узлов гироскопических приборов // Известия вузов «Приборостроение». – 2015. – № 4. – С. 308–311.
8. Юльметова О.С., Филиппов А.Ю., Ландау Б.Е., Беляев С.Н. [и др.]. Способ изготовления ротора электростатического гироскопа // Патент РФ № 2592748. 2016.
9. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 360 с.
10. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением. – М.: Техносфера, 2014. – 256 с.
11. Говорухина А.А., Радченко Т.Н. Интегральные уравнения: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2008. – 91 с.

УДК 378.14:37.013

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СОВРЕМЕННОГО ВУЗА

Баранова Т.А.*ГБОУ ВО «Гуманитарный институт Санкт-Петербургского политехнического университета
Петра Великого», Санкт-Петербург, e-mail: baranova.ta@flspbgu.ru*

Задачами высшего учебного заведения сегодня является подготовка успешного специалиста, обладающего рядом личностных качеств и способностей, которые позволяют эффективно решать задачи профессиональной деятельности. Вуз планирует образовательную деятельность с учетом требований современной экономической ситуации, федеральных образовательных стандартов и собственных учебных планов с целью оптимизации подготовки будущего специалиста, а также определяет пути и способы формирования ключевых компетенций на уровне методов и видов учебной деятельности. Структурированная и систематизированная проектная деятельность студентов выступает как условие формирования универсальных компетенций будущего специалиста. Идея интегрирования проектной деятельности в учебную и воспитательную среду вуза заключается в разработке и реализации индивидуального образовательного маршрута студента, что позволит актуализировать работу по самосовершенствованию и саморазвитию учащегося в профессиональном и личностном аспектах. Проектную деятельность студента необходимо структурировать с точки зрения целей, задач, этапов реализации, планируемого результата, видов деятельности и методов воздействия на личностные качества и способности. Критериями оценки эффективности проектной деятельности являются индикаторы степени сформированности универсальной компетенции.

Ключевые слова: проектная деятельность студентов, метод проектов, универсальные компетенции, личностные качества, профессиональные способности

INTEGRATION OF STUDENT'S PROJECT ACTIVITY INTO THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGH SCHOOL

Baranova T.A.*Institute of Humanities, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg,
e-mail: baranova.ta@flspbgu.ru*

The goals of the high school today are the successful specialist training who obtains personality traits and skills for searching the effective solution of professional activity. The high school designs the educational process basing on the requirements of the contemporary economic situation, federal educational standards and curriculums, which results in optimization of the process of specialist training. The high school also defines the preferable types of competence formation in terms of types of training and methods of teaching. The way to form the universal competence of the future specialist seems to be the structured and systemized project activity of students. The idea of integration of project activity into the educational process of the high school is assumed to be the design and realization of individual educational rout. It leads to actualization of self-development and self-realization of students both professionally and personally. The project activity of students should be structured by the purpose, goal, phases of the realization, types of training and methods of affecting the personality traits and skills. Criteria of effectiveness of the project activity are the indicators of the level of universal competence formation.

Keywords: student's project activity, method of projects, universal competence, personality traits, professional skills

Последние десятилетия российская система образования характеризуется изменением представлений о личности студента, которая сегодня выступает в качестве субъекта образовательного процесса и наделяется индивидуальными личностными свойствами, определяющими ее самостоятельность, ответственность, независимость, способность к саморегуляции, саморазвитию. Вместе с тем и современная экономическая ситуация предъявляет новые требования к специалистам, среди которых все большее внимание уделяется их интеллектуальным, коммуникативным, организационным качествам, рефлексии и самоактуализации, позволяющим успешно достигать поставленных задач в широком социальном, экономическом, культурном

контексте. Способность получать и творчески применять знания, самостоятельно и неординарно мыслить, анализировать, делать выводы, грамотно планировать действия и эффективно их осуществлять, продуктивно сотрудничать в команде – это те основополагающие компоненты, которые обеспечивают конкурентоспособность будущих специалистов на рынке труда. Наиболее оптимальным путем формирования вышеперечисленных личностных качеств и способностей в рамках высшего учебного заведения, на наш взгляд, является интеграция проектной деятельности студентов в образовательный процесс.

Мировой стандарт управления проектами Project Management Body of Knowledge (PMBOK), разработанный ассоциацией ру-

ководителей проектов (PMI), определяет проект как временное предприятие, предназначенное для создания исключительных продуктов, услуг или результатов [1].

В контексте высшего учебного заведения работа с проектами рассматривается как форма учебных занятий, основной принцип которых заключается в такой организации деятельности студентов, при которой обеспечивается их максимальная самостоятельность. А сама проектная деятельность студентов выступает как последовательная совокупность учебно-познавательных приемов, которые позволяют решить ту или иную проблему в результате самостоятельных действий учащихся [2].

Современная педагогика трактует метод проектов как педагогическую технологию, ориентированную не на интеграцию фактических знаний, а на их применение и приобретение новых [3]. Эта технология предполагает использование исследовательских, поисковых, проблемных методов, с одной стороны, и интегрирование знаний, умений из различных областей науки, техники, технологий, творческих областей – с другой [4].

Метод проектов позволяет решить следующие дидактические задачи:

- актуализировать межпредметные связи в процессе подготовки учащихся;
- более полно реализовать взаимосвязь теории и практики в учебной деятельности учащихся;
- повысить уровень усвоения учащими знаний и умений;
- повысить активность учащихся как субъектов образовательного процесса, усилить роль самообразования, самообучения, саморазвития;
- целенаправленно формировать компетенции и метапрофессиональные качества обучаемых [5].

Важнейшие ориентиры современной педагогической науки и образовательной политики, цели образования нашли свое воплощение в новых образовательных стандартах третьего поколения (ФГОС 3+), требования которых сегодня становятся ключевой характеристикой качества образования, так как являются требованиями к результатам освоения основных образовательных программ. Основным результатом обучения становится освоение обобщенных способов действий или компетенций, представленных в ФГОС [6].

Компетенция формируется и проявляется только в процессе деятельности, а ее качество определяется мерой включенности в деятельность [7]. Таким образом, можно утверждать, что проектная деятельность

позволяет решить основополагающие задачи современного высшего образования:

- во-первых, целенаправленно (в практическом, тематическом, идеологическом планах) организовывать обучение студентов;
- во-вторых, в процессе деятельности студентов развивать способности применять знания, умения и навыки для решения практико-ориентированных задач;
- в-третьих, посредством успешной реализации деятельностного подхода к обучению формировать заявленные ФГОС компетенции.

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (пункт 10, статья 11), Санкт-Петербургскому политехническому университету Петра Великого (СПбПУ) как национальному исследовательскому университету предоставлено право разрабатывать и утверждать самостоятельно образовательные стандарты по всем уровням высшего образования. В 2017 г. сотрудниками Гуманитарного института СПбПУ и представителями работодателей был разработан самостоятельно установленный образовательный стандарт (СУОС) по направлению подготовки бакалавров 45.03.02 «Лингвистика».

СУОС в обязательном порядке учитывает требования профессиональных стандартов и федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Также требования СУОС соответствуют программе развития и образовательной политике СПбПУ. Глобальной целью СУОС является формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций у выпускника образовательных программ бакалавриата.

Модуль проектной деятельности входит в обязательный компонент программы бакалавриата и направлен на формирование способности к решению профессионально-ориентированных задач. Проектная деятельность студентов может быть организована и в рамках дисциплины (курсовые работы и курсовые проекты и т.д.) и в рамках отдельного модуля образовательной программы (как междисциплинарный проект), а также в процессе прохождения практики.

В состав модуля проектной деятельности включается дисциплина «Основы проектной деятельности» трудоемкостью 3 з.е., которая формирует у студентов базовую систему знаний в области теории и практики проектной деятельности и ориентирует учащихся на самостоятельную реализацию полученных знаний, умений и навыков в области профессиональной деятельности.

Программа предполагает в течение одного семестра освоение студентами освещенных в ней вопросов в процессе проведения разнообразных лекционных и практических занятий, включающих выполнение самостоятельных творческих работ в форме презентаций (докладов) и разработку собственных проектов.

В результате изучения курса у студентов формируются универсальные компетенции, которые отражают запросы общества и личности к общекультурным и социально-личностным качествам выпускника программы высшего образования соответствующего уровня, а также включают профессиональные характеристики, определяющие «встраивание уровня образования в национальную систему профессиональных компетенций» [8]. В табл. 1 представлены универсальные компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины «Основы проектной деятельности».

Содержательный компонент дисциплины «Основы проектной деятельности» состоит из двух разделов:

1. Теоретические основы проектной деятельности (история возникновения и развития метода проектов, метод учебных проектов, типология проектов, общая характеристика логико-структурного подхода к разработке проектов и т.д.).

2. Технология работы над проектом (трудности при проектировании, этапы работы над проектом, деятельность на различных этапах проектирования и т.д.).

Базовый раздел «Теоретические основы проектной деятельности» знакомит студентов с основными ключевыми понятиями, классификацией и структурой проекта, формирует представление об объектах проектирования и специфике предмета проектной деятельности; о достоинствах логико-структурного подхода; об условиях создания здорового климата в коллективе, а также обучает выявлять признаки и ос-

новные элементы проекта, выстраивать структурную логику проектирования.

Раздел «Технология работы над проектом» ориентирован на подготовку студентов к дальнейшей самостоятельной работе над проектом. Знания о подходах к формулированию темы и проблемной ситуации, а также о типичных ошибках при выборе и определении проблемы исследования, объекта и предмета исследования, о методике SMART формируют умение анализировать проблемную ситуацию, фиксировать противоречие, определять цель и задачи исследования. Владение информацией об основных этапах работы над проектом, порядке действий, который реализуется при выполнении проектов, обеспечивает умения студентов распределять продуктивно время работы над проектом, выполнять самостоятельные действия, направленные на осуществление проекта в соответствии с заданными требованиями.

Рассмотрим работу над проектом в контексте формирования заявленных ранее универсальных компетенций – УК-1, УК-2, УК-3. Проектная деятельность студентов организуется в пять этапов, которые последовательно совершенствуют уровень формируемых компетенций и, реализуя деятельностный подход к обучению, актуализируют самостоятельную работу студента над заданной или выбранной проблемной ситуацией:

1 этап – подготовка проекта:

- Формулирование темы и актуальность исследования.
- Выявление проблемы и ее составляющих.
- Определение объекта и предмета исследования.
- Постановка цели.
- Создание команды, выбор лидера, распределение ролей в команде.

На данном этапе работы над проектом возможно формирование таких компетенций, как УК-1, УК-2 и УК-3.

Таблица 1

Универсальные компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины «Основы проектной деятельности»

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника программы бакалавриата
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

Таблица 2

Индикаторы достижения универсальных компетенций

Код и наименование универсальной компетенции выпускника программы бакалавриата	Индикаторы достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	– Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи. – Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. – Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. – Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. – Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи. – Осуществляет рефлексию как осознание оснований собственных действий
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	– Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. – Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. – Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. – Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта
УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	– Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде. – Понимает особенности поведения выделенных групп людей, с которыми работает/взаимодействует, учитывает их в своей деятельности (выбор категорий групп людей осуществляется образовательной организацией в зависимости от целей подготовки – по возрастным особенностям, по этническому или религиозному признаку, социально незащищенные слои населения и т.п). – Предвидит результаты (последствия) личных действий и планирует последовательность шагов для достижения заданного результата. – Эффективно взаимодействует с другими членами команды, в том числе участвует в обмене информацией, знаниями и опытом, и презентации результатов работы команды

2 этап – планирование проекта:
 ● Подробный анализ проблемы (причины, признаки, пути и методы решения).
 ● Определение структуры работы.

В процессе работы на 2-ом этапе у студентов формируется УК-2.

3 этап – реализация проекта:

- Подборка и выбор материала.
- Выполнение задач проекта.
- Формулирование выводов.

На этапе реализации конкретного проекта возможно формирование таких компетенций, как УК-1, УК-2 и УК-3.

4 этап – презентация проекта:

- Демонстрация проекта.
- Предоставление отчетной документации, выполненной в соответствии с установленными требованиями.

В процессе работы на 4-ом этапе у студентов формируются УК-1, УК-2 и УК-3 в совокупности.

5 этап – рефлексия:

- Самооценка достигнутого результата.
- На данном этапе работы над проектом формируется УК-1.

Контроль уровня сформированности ключевых компетенций проектной деятельности студентов оценивается степенью развитости индивидуально-личностных качеств и профессиональных способностей, которые представлены в табл. 2 как индикаторы достижения универсальных компетенций.

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы проектной деятельности» студентам предлагается выполнить проект на следующие актуальные вопросы их будущей профессиональной деятельности:

1. Модуль академической мобильности в рамках индивидуальной образовательной траектории.

2. Рассмотрение различий между дисциплинами устного и письменного перевода с учетом классификации цикла дисциплин.

3. Воспитание как целенаправленный процесс развития и формирования личности.

4. Формирование и воспитание личности в учебной деятельности.

5. Специфика контрольно-самостоятельной работы.

6. Совершенствование лингвистических компетенций студентов-лингвистов в свободное от занятий время.

7. Индивидуальная образовательная траектория.

8. Кастомизация основной образовательной программы для составления плана индивидуальной образовательной траектории.

9. Приобретение человеком индивидуального опыта в образовательном процессе.

10. Межличностные конфликты в учебной деятельности.

Предлагаемые учащимся вопросы характеризуются междисциплинарностью (например, решение ситуации «Индивидуальная образовательная технология» предполагает применение знаний не только из области лингвистики, но и педагогики и психологии), что имеет важное значение для формирования вышеуказанных универсальных компетенций, поскольку в ходе профессиональной деятельности специалист зачастую сталкивается с задачами, не имеющими эталонных решений. Междисциплинарность проектной идеи создает условия для самореализации личности посредством развития интеллектуальных возможностей и творческих способностей, что способствует формированию и развитию не только универсальных компетенций, но и помогает конкретной тематической направленностью проектных работ найти студентам оптимально верный ответ на практически значимый вопрос для них.

Отметим, что проектная деятельность студентов может быть реализована и в рамках конкретной образовательной дисциплины («Основы проектной деятельности»), а также может послужить методом организации, мониторинга и контроля самостоятельной деятельности учащихся в контексте образовательного процесса вуза. В этом случае основополагающей идеей интеграции проектной деятельности в учебную и воспитательную среду становится разработка индивидуального образовательного маршрута с учетом возможностей и потребностей студентов, а также специфики направления подготовки.

Поэтому преподавателю отводится ключевая роль в ходе проектирования:

он должен скоррелировать задачи проекта, которые укажут способы достижения цели и определять виды деятельности на каждом этапе, что поможет студентам сформировать в своем сознании модель успешного решения вопроса будущей профессиональной деятельности и обрести навык применения данной модели на практике.

В целом современные условия образовательного процесса в высшем учебном заведении должны обеспечивать индивидуализацию обучения, под которой следует понимать «способ обеспечения каждому обучающемуся права и возможности на формирование собственных образовательных целей и задач, своей образовательной траектории» [9, с. 35]. Проектирование и реализация индивидуальной образовательной траектории с учетом личностных возможностей и устремлений позволят студенту сформировать именно те качества, которые на текущий момент наиболее востребованы обществом.

Таким образом, дисциплина «Основы проектной деятельности» способствует формированию и развитию не только универсальных компетенций, но и помогает конкретной тематической направленностью проектных работ найти студентам оптимально верный ответ на практически значимый вопрос для них.

Список литературы

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. – Newton Square, Pa: Project Management Institute, 2008. – P. 468.
2. Современные педагогические технологии основной школы в условиях ФГОС / О.Б. Даутова, Е.В. Иваньшина. – СПб.: КАРО, 2015. – 176 с.
3. Смирнова И.Н. Организация проектной деятельности студентов в условиях нового образовательного стандарта // Известия ВГПУ. – 2016. – № 4(273). – С. 44–47.
4. Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 368 с.
5. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход: учеб. пособие. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2005. – 216 с.
6. Современные педагогические технологии основной школы в условиях ФГОС / О.Б. Даутова, Е.В. Иваньшина. – СПб.: КАРО, 2015. – 176 с.
7. Современные подходы к компетентностно-ориентированному образованию: Материалы семинара // Под ред. А.В. Великановой. – Самара: Профи, 2001. – 60 с.
8. Положение о разработке и утверждении образовательных стандартов высшего образования СПбПУ и внесении в них изменений\ приложение к приказу от 16.06.2017 № 1096 [Электронный ресурс]. – URL: http://dep.spbstu.ru/suos_vo/ (дата обращения: 12.08.2017).
9. Ковалева Т.М., Кобыща Е.И., Попова С.Ю., Тернов А.А., Чередилина М.Ю. Профессия «тьютор». – М.: Тьер: СФК-офис, 2012. – С. 35.

УДК 373.3/5

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ДОСТУПНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ СЕЛЬСКИХ ШКОЛ НА МАТЕРИАЛЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ

¹Безрукова Н.П., ¹Тазмина А.В., ²Власенко О.А.

¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева», Красноярск, e-mail: bezrukova@kspu.ru;

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, e-mail: ovlasenko07@mail.ru

Статья посвящена проблеме определения тематики исследовательских работ учащихся сельских школ. В контексте особенностей и проблем организации исследовательской деятельности учащихся сельских школ обсуждаются принципы, которыми следует руководствоваться при определении тематики исследовательских работ на материале естественных наук: принцип доступности, принцип региональности, принцип преемственности. При проектировании системы развития исследовательской компетенции учащегося особую значимость имеет принцип доступности, в контексте которого исследовательская задача учебного исследования должна строго соответствовать следующему условию: материал, необходимый для решения проблемы, должен быть доступен учащемуся для понимания и усвоения. На основе анализа специализированной литературы, практики работы авторов с сельскими школами в сетевом исследовательском сообществе, объединяющем преподавателей-исследователей и студентов педагогического университета, учителей и учащихся сельских школ, приводится тематика возможных исследований на эколого-химическом и эколого-биологическом материале, материале экологического почвоведения с учетом возраста учащихся.

Ключевые слова: принципы обучения, организация исследовательской деятельности, сельская школа, исследовательская компетенция учащегося, естественные науки, экология

ON THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF AVAILABILITY AT THE ORGANIZATION OF RESEARCH ACTIVITY OF RURAL SCHOOL STUDENTS ON THE MATERIAL OF NATURAL SCIENCES AND ECOLOGY

¹Bezrukova N.P., ¹Tazmina A.V., ²Vlasenko O.A.

¹Krasnoyarsk State Pedagogical University n.a. V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, e-mail: bezrukova@kspu.ru;

²Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, e-mail: ovlasenko07@mail.ru

The paper is devoted to the problem of determination of subjects of research works of rural school students. In the context of peculiarities and problems of research activity organization of rural school students the principles are discussed that should be taken into account when determining subjects of research works on the material of the natural sciences: the principle of availability, the principle of regionality, the principle of continuity. It is noted when designing the system of development of student research competence the principle of availability has a special importance. In the context of this principle the research problem educational study must strictly comply with the following condition: the material required for the solution of problems, should be available to the student for understanding and learning. Based on the analysis of specialized literature, the practice of authors working with rural schools in the network research community, bringing together academic researchers, students of pedagogical university, teachers and students of rural schools, the themes for possible research on the ecological, chemical and biological materials, material environmental soil science taking into account the age of the students are proposed.

Keywords: principles of training, organization of research activities, rural school, research competence of the student, natural sciences, ecology

Сегодня, по-видимому, уже не нужно кого-либо убеждать в необходимости развития исследовательской компетенции подрастающего поколения – за прошедшие два десятилетия выполнено и опубликовано большое количество работ, при этом практически в каждой из них обосновывается актуальность данной проблемы на современном этапе развития отечественного образования. На страницах периодической печати, в материалах конференций также неоднократно обсуждались проблемы, педагогические условия [1–3], модели организации исследовательской деятельности учащихся, в том числе и сельских школ, на материале

естественных наук [3, 4]. Из анализа публикаций следует, что организация исследовательской деятельности учащихся сельской школы осложняется ее отдаленностью от научно-исследовательских центров, вузов и, как следствие, отсутствием возможности получить консультацию у специалистов по обработке и интерпретации результатов исследования, ограниченным доступом к методикам выполнения экспериментальной работы, недостаточной оснащенностью лабораторным оборудованием [1, 3, 5]. Практически каждый педагог, организующий исследования учащихся, сталкивается с такими проблемами, как мотивация к иссле-

дованиям, особенности самоорганизации учащегося, динамика его рабочей активности в течение года [3, 6]. Однако наибольшие трудности связаны с выбором темы исследования. Нами в процессе исследования возможностей сетевого исследовательского сообщества педагогического университета и сельских школ в развитии исследовательской компетенции учащихся также было показано, что одним из основополагающих факторов результативной работы сообщества является определение направлений исследований [4].

Вместе с тем вслед за авторами работы [5] мы полагаем, что у педагогов сельской школы при организации исследовательской деятельности учащихся на материале естественных наук есть одно весомое преимущество – непосредственная близость к природе, что позволяет широко использовать непрерывные наблюдения за живыми объектами в естественных условиях. Данная статья посвящена проблеме определения тематики исследований учащихся сельских школ на эколого-химическом и эколого-биологическом материале, материале экологического почвоведения. Статья написана на основе опыта организации совместных исследований авторов с учащимися и учителями сельских школ в рамках сетевого исследовательского сообщества «Школа юного исследователя», которое с 2010 г. функционирует при КГПУ им. В.П. Астафьева [1, 4].

Прежде всего отметим, что под исследовательской компетенцией учащегося нами понимается его *способность* и *готовность* получать субъективно новые знания через выделение проблемы и ее разрешение посредством выдвижения гипотезы, работы с различными информационными источниками, проведения эксперимента, выявления причинно-следственных отношений с использованием рефлексивно-оценочных умений, аргументированной защиты полученных результатов. При этом *способность* непосредственно связана с уровнем развития исследовательских способностей учащегося, а *готовность* отражает его ценностное отношение к такому способу познания окружающей действительности. Учитывая приведенное выше определение, при проектировании системы развития исследовательской компетенции учащегося из общедидактических принципов обучения особую значимость имеет *принцип доступности*, в контексте которого исследовательская задача учебного исследования должна строго соответствовать следующему условию: *материал, необходимый для решения проблемы, должен быть доступен учаще-*

муся для понимания и усвоения. Следовательно, принцип доступности ориентирует педагога при определении тематики исследований учитывать доступность используемых методов и методик для школьников как в теоретическом, так и в практическом аспектах.

Наряду с этим, при определении тематики исследований целесообразно учитывать:

- *принцип региональности*, предполагающий при выборе тем исследований ориентацию на насущные проблемы территории проживания учащегося, что будет способствовать развитию мотивации к исследовательской деятельности;

- *принцип преемственности*, ориентирующий на создание условий для выполнения исследований в разновозрастных группах, что, с нашей точки зрения, особенно важно, учитывая такую характеристику современной сельской школы, как малокомплектность.

Так, один из авторов данной статьи успешно руководит исследованиями учащихся сельской школы по извлечению ценных компонентов из лапок хвойных деревьев [6]. Школа располагается в лесном районе Красноярского края, где интенсивно ведутся лесозаготовки, и, как следствие, в районе остро стоит проблема комплексной переработки добываемой древесины.

В сельской школе можно выполнять широкий спектр исследований, связанных с мониторингом окружающей среды. Как известно, мониторинг окружающей среды – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющая выявить изменения их состояния и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности.

Поскольку для осознанного выполнения исследования необходима первоначальная теоретическая база, к выполнению химико-экологических исследований целесообразно привлекать учащихся 9–11 классов. На начальном этапе у участников сообщества необходимо сформировать понятие «экологический мониторинг» и понимание значения в его реализации аналитической химии как науки о методах и средствах химического анализа и в известной мере установления химического строения веществ. Для выполнения исследований учащимся необходимо овладеть рядом методов качественного, полуколичественного и количественного анализа аналитической химии. Химико-экологические исследования обычно связаны с исследованием состояния воды, воздуха, почв, поэтому необходимо познакомить

юных исследователей с соответствующими методиками пробоотбора.

Из существующих классификаций методов определения аналитической химии учащихся следует познакомить с классификацией, в соответствии с которой методы делятся на физические, химические и физико-химические. При этом необходимо учитывать, что, как правило, использование физико-химических методов предполагает наличие приборной базы. Учитывая ее современное состояние в сельской школе, для выполнения исследований более важны классические химические методы анализа, которые не требуют сложного аппаратного оформления и могут быть успешно применены учащимися старших классов. Исключением является метод визуальной колориметрии, не требующий сложного аппаратного оформления. Из анализа информационных источников, нашей практики работы с сельскими школами следует, что у учащихся и учителей пользуются популярностью исследования содержания нитратов в продуктах питания, в природных объектах, что обусловлено доступностью методики полуколичественного анализа определения содержания нитратов – визуальной колориметрией с дифениламином.

С нашей точки зрения, значимая роль в проведении химико-экологических исследований учащихся принадлежит титриметрическим методам анализа [7]. Например, при выполнении исследований, связанных с содержанием в продуктах питания такого важного для организма человека вещества, как витамин С, используется иодометрический метод. При исследовании проблемы «кислотных дождей» необходимы методы кислотно-основного титрования. Методы осадительного титрования можно использовать для определения жесткости воды, определения галогенид-ионов (метод Мора). Около 30 ионов металлов можно определить с использованием комплексонометрического титрования [8]. Применяя прямое, обратное, вытеснительное, косвенное титрование, изменяя pH анализируемого раствора, можно определять количественное содержание катионов металлов при их совместном присутствии в пробе. Метод комплексонометрического титрования также можно использовать при анализе жесткости воды. Методы титриметрического анализа широко используются и в экологическом почвоведении.

Безусловно, выбор конкретной методики анализа определяется наличием соответствующих химических реактивов в школьном кабинете химии. Для формирования

у учащихся приемов титриметрических определений можно использовать видеофрагменты, представленные в сети Интернет, например на YouTube. В рамках сетевого исследовательского сообщества у нас имеется позитивный опыт формирования у школьников приемов титрования в режиме онлайн с использованием технологии видеоконференцсвязи. Безусловно, пропускная способность сети в данном случае должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить необходимое качество изображения.

Что касается эколого-биологических исследований, известно, что сообщества живых организмов замыкают на себя все процессы, протекающие в экосистеме, поэтому ключевым компонентом мониторинга окружающей среды является мониторинг состояния биосферы или биологический мониторинг. Под биологическим мониторингом понимают систему наблюдений, оценки и прогноза изменений в биотических компонентах, вызванных факторами антропогенного происхождения и проявляющихся на организменном, популяционном или экосистемном уровнях. Понятие «биомониторинг» трактуется весьма широко: от наблюдения за живыми организмами до контроля за состоянием каких-либо факторов среды при помощи живых организмов. Что касается последнего, при реализации биомониторинга используется метод биоиндикации [9]. В роли биоиндикаторов часто выступают лишайники, в водных объектах – сообщества бактерио-, фито-, зоопланктона, зообентоса, перифитона.

Учащихся средней ступени можно привлекать к исследованиям экологического состояния водоемов с использованием в качестве биоиндикаторов водорослей, например, водоросли Ностак сливовидный. Как показывает наша практика, им доступны методики количественного анализа фитопланктона, а также методики оценки численности и биомассы зоопланктона [10].

Учащимся 6–9-х классов доступны исследования загрязнения воздуха с использованием метода лишеноиндикации [11]. У нас имеется положительный опыт выполнения исследований оценки экологического состояния местности, например лесного массива, по интегральным характеристикам асимметрии листьев деревьев. В основу методики положена теория о том, что различие между левой и правой половинами листа коррелирует со степенью общей нарушенности окружающей среды. Общий план организации исследования обычно включает схему размещения площадок, технику отбора проб, проведение измерений листьев на примере березы повислой и рас-

чета асимметрии. Такого рода исследования доступны учащимся старших классов.

Широкие возможности для развития исследовательской компетенции учащихся предоставляет экологическое почвоведение [12, 13]. Почвы являются уникальным объектом для исследований, поскольку они являются функцией от климата, рельефа, исходной почвообразующей породы, микроорганизмов, растений и животных (то есть биоты в целом), человеческой деятельности и изменяются во времени. Ниже приведены возможные направления и методы выполнения исследований на материале почвоведения.

Изучение физических и водно-физических свойств почв, их агрегатного состояния на разных объектах (пашня, естественный луг, лес, зоны отдыха) с целью оценки влияния антропогенного фактора на физические свойства почв и их плодородие можно проводить с учащимися 5–9-х классов. Здесь возможны исследования, связанные с определением плотности сложения и структурного состояния почвы, определение влажности почвы и почвенно-гидрологических констант (влажности завядания, наименьшей влагоемкости).

При исследовании химических свойств почв с целью оценки влияния различных факторов на плодородие и экологическую безопасность почв [14] объектами исследований могут являться целинные почвы (лес, луг) и пахотные почвы, почвы вблизи различных источников загрязнения, например свалок. Исследования следует проводить с учащимися старших классов. Применяемые методы исследования:

- титриметрическое определение pH в водной и солевой вытяжке из почв;
- определение суммы обменных оснований (Ca^{2+} и Mg^{2+});
- определение гидролитической кислотности (H^+ и Al^{3+});
- определение CO_2 (карбонатов) в почве;
- определение содержания углерода гумуса.

Исследования биологической активности почв с целью оценки влияния различных факторов на микробиологическую активность почв актуальны в зонах загрязнения, рекреации, при выращивании различных сельскохозяйственных культур, при использовании различных удобрений и средств химизации. Эксперименты можно проводить в лабораторных в вегетационных сосудах, либо в полевых условиях. Особенности данного направления исследований являются несложность выполнения экспериментов, информативность и безопасность используемых методов. Исследования до-

ступны учащимся разного возраста. В качестве методов исследования используются:

- Определение интенсивности эмиссии CO_2 с поверхности почвы («дыхание» почвы) (8–9-е классы);
- Определение потенциальной целлюлозоразлагающей способности почв (5–9-е классы);

- Биологические методы определения токсичности и загрязнения почв (5–9 классы).

В исследованиях рекреационной нагрузки на места отдыха, имеющих важное эколого-санитарное и экономическое значение, могут участвовать учащиеся любого возраста. Методы исследования:

- определение физических свойств почв (плотности, пористости и т.д.) в связи с рекреационной нагрузкой;
- определение проективного покрытия растений в зонах отдыха, видового состава и биомассы растений;
- определение количества троп, кострищ, дорог, степени вытоптанности территории и т.д.;
- определение посещаемости (количество человек в день, час, на 1 гектар) леса, поля и др.

Агрохимические исследования выполняются с целью выявления и оценки связи «почва – растения – экологически чистый урожай» и имеют важное практическое, научное, экономическое и экологическое значение. В исследованиях могут участвовать учащиеся любого возраста; исследования создают условия для системного восприятия окружающей среды. Используемые методы исследования:

- *вегетационный метод в сосудах*. Можно использовать разную почву, разные культуры, различные удобрения и стимуляторы роста. Исследования основаны на выявлении биометрических параметров растений (количество листьев, ширина листовая пластинки, высота растения, длина корней, биомасса и т.д.). Эксперименты можно проводить в стационарных условиях, желательно с февраля по апрель. Необходимо искусственное освещение, поддержание оптимальной температуры и влажности;

- *тканевая диагностика выращенных растений*. Данным методом определяют содержание минеральных форм питательных элементов в свежих пробах растений: срезы, выжатый сок или вытяжки из индикаторных органов (стеблей, черешков, главных жилок листьев). Метод основан на свойствах веществ давать с определенными реактивами окрашенные растворы или осадки.

Описание ряда указанных выше методик можно найти на сайте сетевого исследовательского сообщества «Школа юного исследователя» (<http://setiss.kspu.ru>).

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что в контексте принципа доступности тематика учебных исследований должна коррелировать с психофизиологическими возможностями освоения материала учащимися конкретного возраста. Что касается объективной новизны и практической значимости исследования, которые являются обязательным условием участия не только в таких всероссийских программах, как «Шаг в будущее», «Старт в науку», но и на уровне районных научно-практических конференций учащихся, необходимо исходить из того, что исследовательская деятельность учащегося является чисто эмпирической (наблюдение, эксперимент) и не затрагивает теоретических основ. Поэтому применительно к исследованиям на материале естественных наук новизна исследования учащегося будет определяться «привязкой» к конкретному природному объекту, расположенному в месте его проживания (озеро, река, участок леса и др.), что обязательно должно найти отражение в названии исследовательской работы, объекте и предмете исследования.

Список литературы

1. Безрукова Н.П. Организационно-педагогические условия развития исследовательской компетенции учащихся в рамках сетевого исследовательского сообщества / Н.П. Безрукова, Т.К. Тимиргалиева, А.А. Безруков // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 11–4. – С. 866–869.
2. Борисевич И.С. Исследуем со школьниками: поверхностные явления и адсорбционные процессы / И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский // *Биология и химия. Серия: В помощь педагогу*. – 2015. – № 9. – С. 40–47.
3. Глазунова Л.А. Педагогические условия организации эколого-биологической исследовательской деятельности учащихся в сельской школе / Л.А. Глазунова // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. – 2013. – № 5–2. – С. 44–46.
4. Безрукова Н.П. О развитии исследовательской компетенции учащихся и магистрантов по направлению подготовки «Педагогическое образование» в сетевом исследовательском сообществе / Н.П. Безрукова, А.А. Безруков // *Высшее образование сегодня*. – 2015. – № 11. – С. 22–27.
5. Лешко Г.А., Дамбовская Ю.О. Организация исследовательской деятельности учащихся на уроках биологии в сельской школе // *Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXI Регион. науч.-практ. конф.: в 2-х томах*. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2016. – С. 196–197.
6. Тазьмина А.В. О формировании мотивации к исследовательской деятельности у учащихся средней ступени сельской школы на материале естественных наук // *Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: сборник материалов V Междун. науч.-практ. конф.* – Чебоксары: Изд-во ООО «ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 143–146.
7. Агафонова И.П. Практическое руководство по аналитической химии: учебное пособие для студентов медицинских колледжей / И.П. Агафонова, Н.П. Безрукова // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2012. – № 9. – С. 116.
8. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учеб. пособие для вузов / В.И. Фадеева, Т.Н. Шеховцова, В.М. Иванов и др.; Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2001. – 463 с.
9. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. – 2-е изд. – СПб.: СПбГУ, 2016. – 299 с.
10. Биоиндикация водных экосистем / Г.А. Анциферова. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. – 58 с.
11. Лиштва А.В. Лихенология: учеб.-метод. пособие / А.В. Лиштва. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.
12. Роуэлл Д.Л. Почвоведение: методы и использование / пер. с англ. Г.К. Кубиковой; под ред. Б.Н. Золотаревой. – М.: Колос, 1998. – 325 с.
13. Берёзкин В.Ю. Экологическое почвоведение. Экологические функции почв – просто о сложном. – М.: Российский университет дружбы народов, 2014. – 96 с.
14. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 452 с.

УДК 37.031.4:72

ИНТЕГРИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ

Данченко Л.В., Туктамышов Н.К.*ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань,
e-mail: info@kgasu.ru*

Профессиональный архитектор формируется на протяжении своего жизненного пути в процессе освоения необходимой базы знаний, овладения методом профессиональной деятельности или ремеслом, а также понимания самой профессии. Сегодня высшее образование в архитектуре ориентировано на получение выпускниками лицензии архитектора. Основные требования профессиональных сообществ к архитектору включают в себя: владение навыками проектирования (объемно-планировочные решения), достаточные технические, геометрические знания процедур для воплощения архитектурных концепций, умение составлять проектную документацию. В работе излагаются основные положения проектного метода, модифицированного авторами, приведены педагогические условия его использования. Главным результатом обучения этим методом следует считать приобретение проектных навыков архитектора. Обучение методу создания проекта представляет собой учебную архитектурную деятельность, одним из компонентов которой является геометро-графическая подготовка. Интегрирование практической и учебной деятельности в начертательной геометрии позволяет усваивать теоретические знания в контексте их профильного применения. В работе подчеркивается перспективность использования проектных методов в подготовке архитекторов.

Ключевые слова: архитектурная деятельность, архитектурное образование, проектный метод, проектные навыки, практика, творчество, геометро-графическая подготовка

INTEGRATION OF PRACTICAL AND EDUCATIONAL ACTIVITIES OF FUTURE ARCHITECTS

Danchenko L.V., Tuktamyshev N.K.*Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, e-mail: info@kgasu.ru*

A professional architect is formed on the basis of his life path in the process of mastering the necessary knowledge base, mastering the method of professional activity or craft and awareness the profession itself. Today, higher education in architecture is orientated at obtaining a license of architects by graduates. The main requirements of professional communities to the architect include: mastering the design skills (volume planning solutions), sufficient technical, geometric knowledge for the implementation of architectural concepts, the ability to compile project documentation. In the article the main points of project method, modified by authors, are stated, pedagogical conditions of its use are given. The main result of teaching this method should be considered the acquisition of architectural design skills. Teaching the method of project of creation represents educational architectural activity, one of the components of which is geometro-graphic preparation. Integration of practical and educational activities in descriptive geometry allows to assimilate theoretical knowledge in the context of their profile application. In the article the prospects of using project method in the preparation of architects are emphasized.

Keywords: architectural activity, architectural education, design method, design skills, practice, creativity, geometric-graphic preparation

Архитектура – строительное искусство – базируется на симбиозе точных наук и законов эстетики, геометрии и художественного формообразования, реализуя при этом взаимосвязь утилитарного строительства с художественно-эстетическим видением предметно-пространственной среды обитания человека. Леон Батиста Альберти (теоретик архитектуры эпохи Возрождения, Италия, 1404–1472) в трактате «Десять книг о зодчестве» определяет ее как «искусство, без которого никак нельзя обойтись и которое приносит пользу, соединенную с наслаждением и достоинством» [1].

Профессиональный зодчий формируется на протяжении своего жизненного пути в процессе освоения необходимой базы знаний, овладении методом профессиональной деятельности и понимания самой профес-

сии, принадлежность к которой определяется особенностями самой деятельности, образом мышления и мотивацией. Труд архитектора отличается способностью по единичным фактам улавливать общий смысл новой архитектурной конструкции и путей ведущих к ее воспроизведению, что требует наличия художественных умений и навыков, развитого зрительного восприятия в сочетании с образным, пространственным мышлением и творческим воображением [1, 2].

Архитектурная деятельность – профессиональная деятельность архитекторов, имеющая целью создание архитектурного объекта и включающая в себя творческий процесс создания архитектурного проекта сооружения, координацию разработки всех разделов проектной документации для строительства или реконструкции. Архи-

тектурная деятельность направлена на организацию или преобразование окружающей среды, создание искусственной среды обитания человека с учетом требований нормативных документов и желания заказчика, градостроительной ситуации, эстетической составляющей и собственного авторского замысла [2].

Профессионализм архитектора характеризуется степенью владения им соответствующими знаниями и методами решения профессиональных задач, а именно проектных задач, и их интеграции, а также понимания самой профессии [1, 3, 4].

Каждому периоду истории общества соответствует свой собственный архитектурный метод проектирования зданий и сооружений, архитектурный стиль и композиционно-образный язык, что, в свою очередь, определяет направление и методы профессиональной подготовки будущего зодчего.

Сегодня международными стандартами профессионализма в архитектурной практике МСА (Международный союз архитекторов) определены требования к лицензированию профессионала в архитектуре:

- обладание систематизированной суммой теоретических и практических знаний по отображению предметно-пространственного окружения, накопленной в процессе образования, учебной и послевузовской стажировки, а также приобретенного практического опыта;

- владеть проектными методами (эскизирование, объемно-планировочное проектирование), проектной графикой.

Согласно Директиве 85/ 384/ ЕЕС Комиссии Европейского союза архитектор должен владеть методикой проведения проектных работ и изысканий и подготовки технических заданий, знать проблемы конструирования, ориентироваться в них и при необходимости находить нужное решение, а также должен быть знаком со строительными и инженерными проблемами и приемами их решения [5].

Потенциальные работодатели, выступающие от лица архитектурных мастерских и проектных бюро, предъявляют собственные требования к архитектору, касающиеся фундаментальных знаний и исполнительской грамотности:

- владение методами объемно-планировочного и конструкторского проектирования и правилами оформления технической документации;

- знание геометрических основ архитектурного формообразования (понятия каркаса и очерка, классификация поверхностей по способу образования), что рассматривается при изучении геометро-графиче-

ского курса формирования криволинейных и многогранных поверхностей;

- знание компьютерных программ AutoCAD, ArchiCAD, 3D Studio Max, CorelDraw;

- умение выполнять геометрические построения, как вручную, так и с применением компьютера, делать эскизы и рисовать;

- умение сочетать в интересах проектирования рисунок от руки и точные науки,

- владение академическим рисунком;

- знание информационных технологий, применяемых для выполнения строительной документации и визуализации;

- знание архитектурных конструкций, принцип работы, и умение их использовать в процессе проектирования;

- знание законов построения перспективы и построения теней, перспектива – важный компонент визуализации архитектурного замысла и т.п.

В данном контексте фундаментальными знаниями можно считать знания сущностных, глубинных общенаучных основ развития интеллектуального потенциала личности и специфического теоретического базиса профильной направленности [6]. Исполнительская грамотность есть показатель сформированности достаточного уровня владения умениями и навыками, которые необходимы для выполнения простых профессиональных функций, например выполнение комплекса ортогональных чертежей на базе компьютерных технологий.

Сложность выполняемых действий и операций в архитектурном проектировании предполагает длительную профессиональную подготовку будущего специалиста, учитывающую наличие у него определенных способностей и обеспечивающую дальнейшую успешность в профессиональной деятельности [1].

Для осуществления профильной архитектурной геометро-графической подготовки необходимо учитывать особенности профессиональной деятельности и ее проектную составляющую. Поскольку такая проектная составляющая в архитектурной практике является определяющей, то учебный процесс должен опираться на проектные методы обучения, прежде всего обучения методу проектирования или создания проекта как основополагающий («метод архитектора») и технические приемы организации процесса проектной подготовки.

Графика является тем самым специфическим языком проектирования архитектурного объекта на всех его этапах, начиная от первоначального авторского замысла и завершая осуществлением проекта в комплексе взаимосвязанных чертежей. Сочета-

ние отдельных форм, пересекающихся между собой, требует графической фиксации. В архитектурном образовании геометрия формирования и отображения сложных поверхностей – одна из основ практической подготовки специалиста, особенно на современном этапе актуальности инноваций в формообразовании. Архитектор с помощью геометрических приемов и конструкций, грамотно применив их на практике в сочетании с композиционно-художественным видением, должен выполнить требования заказчика и создать действительно оригинальный во всех отношениях объект.

В XXI веке задача архитектора – соединение понимания прекрасного с инновационными технологиями. Современный этап социально-экономического, научно-технического развития связан с процессом реализации инновационных проектно-конструкторских задач различного назначения в области архитектуры.

Прогрессивное развитие строительных технологий по возведению сооружений позволяет реализовать достаточно смелые и неожиданные решения архитектуры зданий и сооружений, кроме того, помимо широкого спектра унифицированных конструктивных элементов, специалист может запроектировать объект с использованием конструкций по индивидуальному проектному решению.

Обучение «методу архитектора» – методу создания проекта представляет собой учебную архитектурную деятельность, одним из компонентов которой является геометро-графическая составляющая [4].

Целью обучения будущего архитектора в контексте профессиональной практики является создание теоретического базиса отображения некоторого мысленного геометрического образа и, соответственно, развитие графических навыков его визуализации, что является отправной точкой в архитектурном проектировании.

Создание проекта представляет собой совокупность действий и операций в их определенной последовательности для решения определенной задачи, значимой для студента и оформленной в виде конечного результата, что лежит в основе применения модифицированного проектно-аналогового метода [1, 3].

Использование модифицированного проектно-аналогового метода обучения в контексте архитектурной практики и интегрирования с ней зависит от условий подтвержденных экспериментально:

- наличия задачи, требующей интегрированного знания, а именно задачи по выполнению графической визуализации архитектурного объекта;

- наличия творческого процесса и осознание себя как участника архитектурного проектирования; творческий характер деятельности архитектора проявляется непосредственно в процессе достижения конечного результата с постоянным развитием своих собственных способностей (творчество предполагает некий новый или нестандартный результат, имеющий личностное и общественное значение);

- наличия теоретической и практической значимости конечного результата для студента (приобретение знаний геометрического конструирования, умений и приемов визуализации объекта);

- наличия мотивации, включающей в себя комплекс побудительных причин, направляющих действия на достижение цели и реализацию творческих амбиций, и самостоятельная деятельность студента, направленная на реализацию собственного авторского замысла;

- структурирование содержательной части проектирования и оценка поэтапных результатов в аналогии с реальной архитектурной практикой;

- последовательность проектных действий, использование исследований в аналогии с предпроектным анализом.

Проектным действиям соответствуют операции, ориентированные на формирование исполнительской грамотности будущего архитектора: геометрические построения, использование теоретической базы, технология графической фиксации.

В этой связи на начальном допрофессиональном этапе обучения студенты архитектурных вузов изучают, прежде всего, графические приемы и методы изображения архитектурного объекта: ортогональное проектирование, аксонометрические и перспективные проекции, построение теней и т.д. Что в конечном итоге, по общепринятому мнению профессиональных архитекторов, является базисом для начала становления профессионализма будущего специалиста [5]. При этом организация обучения будущего архитектора геометрии и графике в контексте архитектурной деятельности опирается на субъективный фактор (способности, задатки, талант) и объективный фактор – качество предварительной подготовки и качество текущего обучения, которые в сумме дают образ искомого результата.

На данном допрофессиональном этапе обучения архитектора происходит знакомство с выбранной профессией, осмысление ее, и закладываются основы профессиональных навыков и умений, к которым в первую очередь следует отнести геометро-графические. Кроме того, традиционно сложив-

шаяся система подготовки в области геометрии и графики студентов-архитекторов предполагает наличие у них пространственного мышления и графических способностей. Под способностями в данном аспекте следует понимать развитое зрительное восприятие и усмотрение технологии воспроизведения объекта на плоскости в сочетании с графическими, художественными умениями. Мысленное создание геометрических образов (форма, линейные размеры, вырезы и срезы и т.п.) и умение оперировать этими образами, преобразовывать их (переход от трехмерного изображения к двумерному и, наоборот, от реального объекта к условно-графическому, изменение точки восприятия) – это есть пространственное мышление, без которого нельзя научиться архитектурной профессии. Пространственное мышление всегда проявляется при решении графических задач визуализации архитектурного образа, будь то рисунок, чертеж или схема. Основой графической визуализации образа и, соответственно, пространственного мышления служат понятия проецирования и проекции, т.е. отображения наглядного объекта на плоскости. Кроме того, именно знание основ проецирования позволяет правильно выполнять технические и архитектурно-строительные чертежи.

Создание технической проектной документации – важная, но не единственная составляющая архитектурного проекта, не менее важны элементы геометрического конструирования, образования поверхностей, графической презентации проекта и выполнения рабочих чертежей, как с помощью компьютера, так и вручную.

Комплекс понятий, определений, действий характерных для архитектурной практики, а также перечень необходимых умений есть описание того, как происходит достижение поставленной цели и отражает ее существенные особенности. Именно в данном контексте выявляется интеграционный процесс модифицированного проектно-аналогового метода обучения в аналогии с реальным архитектурным проектированием, что отвечает уровню современной архитектуры и тенденции архитектурного образования [6].

Общей тенденцией современного архитектурного образования во всем мире является формирование в процессе профессиональной подготовки гармоничной, всесторонне развитой личности с ярко выраженной индивидуальностью, а не только специалиста, который может подготовить документацию для строительства.

Практическая архитектурная деятельность или архитектурная практика заключа-

ется в предоставлении профессиональных услуг в сфере градостроительства, проектирования, строительства, реставрации и реконструкции, а также дизайна архитектурной среды и интерьера. Практика, прежде всего, представляет собой создание проекта сооружения, используя при этом техническое задание, выданное заказчиком, свое собственное видение и понимание среды, подвергающейся его воздействию.

В настоящее время спектр архитектурной практики значительно расширился по сравнению с концом XX века, что не может не отразиться на процессе подготовки будущего архитектора, базиса его профессионализма. В недавнем российском прошлом практическая архитектурная деятельность была жестко подчинена системе стандартизации и унификации зданий и их отдельных элементов, позволяющей избежать больших материальных затрат. В результате чего архитектура, во многом была заменена на типовое домостроение, что, в свою очередь, сказалось на положении отечественного архитектора в мировом профессиональном сообществе, заметно снизив его конкурентоспособность на мировом рынке труда. В условиях глобализации экономики и общественной жизни российский архитектор имеет возможность проектировать, максимально используя современные достижения науки, техники, информационных технологий. Способность к архитектурной практике есть результат образования, выраженный в овладении набором способов проектной деятельности.

Заключение

Сегодня в связи с усложнением задач в области архитектурного проектирования, ведущие архитекторы проектных бюро в качестве основного требования к молодому специалисту выдвигают владение компьютерными технологиями, основными графическими программами, что определяет исполнительское мастерство архитектора. Но ни один навык сам по себе не является достаточным. Архитектор должен не просто кодировать информацию об объекте, но должен уметь также проектировать, чтобы владеть соответствующими инструментальными средствами, каковым является компьютер.

Использование модифицированного проектно-аналогового метода в процессе подготовки архитектора на основе интеграции с архитектурной практикой и в ходе проведенного эксперимента показало:

- значимость изучения геометро-графического блока в профессиональной деятельности;
- важность интегрирования теоретических знаний и профессиональных навыков;

- компоненты профессионального обучения взаимосвязаны, а не изолированы;
- направление дальнейшего развития творческого начала будущего архитектора, связанного с умением сочетать утилитарность с художественно-эстетической стороной;
- приобретение будущим архитектором поисково-исследовательских навыков и критического мышления, а также способности принятия решений;
- самоопределение в профессии, реализация потребности самовыражения посредством выполнения проекта;
- реализация личностно-ориентированного обучения.

Интегрирование проектной и учебной деятельности будущих архитекторов связано с проектным мышлением профессионала-архитектора, направленным на организацию пространства, объемной структуры, внешнего облика сооружения и, конечно, конструктивных особенностях объекта. При этом информация подается графически в виде ортогональных чертежей, двухмерных и трехмерных моделей. Именно владение методом создания подобных моделей, теоретических знаний по их созданию и графических умений формирует базис профессионализма архитектора.

Алгоритм профессиональной деятельности, ее содержание позволили определить процесс профессионально-направленного обучения геометрии и графике как аналогии проектной деятельности на базе модифицированного проектно-аналогового метода. Аналогия в данном контексте представляет собой сходство процессов по созданию и отображению объектов.

Список литературы

1. Кудрявцев А.П., Степанов А.В., Метленков Н.Ф., Волчок Ю.П. Архитектурное образование: проблемы развития – Изд. 2-е. – М.: Едиториал УРСС, 2009. – 152 с.
2. Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Модифицированный проектно-аналоговый метод обучения будущих архитекторов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22283>.
3. Вербицкий А.А. Проблемы проектно-контекстной подготовки специалиста / А.А. Вербицкий // Высшее образование сегодня. – 2015. – № 4. – С. 2–8.
4. Данченко Л.В. Формирование геометро-графических компетенций у будущих архитекторов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2015. – 24 с.
5. Лагунова М.В. Концептуальные идеи геометро-графической подготовки в дизайн-образовании в рамках компетентностного подхода / М.В. Лагунова, Н.Д. Жилина // Приволжский научный журнал. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – № 2. – С. 224–228.
6. Вербицкий А.А., Ларионова О.Г. Личностный и компетентностный подходы в образовании. Проблемы интеграции. – М.: Логос, 2009. – 336 с.

УДК 378:004.912/.58

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИ СОЗДАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г.

*ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток,
e-mail: l_e_g@mail.ru*

Настоящая статья посвящена вопросу конкретизации информационной поддержки при разработке электронных образовательных ресурсов вузом. Образовательный процесс уже невозможен без подобных разработок, они являются неотъемлемым атрибутом сегодняшнего дня. Разработка и модификация качественных электронных образовательных ресурсов преподавателем в сжатые сроки возможна при хорошем информационном и методическом обеспечении. Разработанный онлайн-инструментарий призван решить эти задачи. В рамках внедрения онлайн-инструментария были выделены следующие работы: подбор, установка, настройка программного обеспечения и его языковая локализация; создание примеров образовательных ресурсов с помощью данного программного обеспечения; разработка инструкций для преподавателей и сотрудников вуза; интеграция программного обеспечения с электронной образовательной средой. Использование на практике данного инструментария позволило осуществить информационную поддержку преподавателей – разработчиков образовательных ресурсов по вопросам создания, размещения, изменения своих ресурсов в рамках работы интегрированной образовательной среды вуза.

Ключевые слова: образовательный процесс, обучение, электронный образовательный ресурс, образовательная среда, онлайн-инструментарий

DEVELOPMENT OF INFORMATION SUPPORT IN ESTABLISHMENT OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES

Kiykova E.V., Lavrushina E.G.

Vladivostok State University Economics and Service, Vladivostok, e-mail: l_e_g@mail.ru

This article is devoted to the issue of specifying information support in the development of electronic educational resources by the university. The educational process is impossible today without such developments, they are an inalienable attribute of today. Development and modification of high-quality electronic educational resources by the teacher in a short time is possible with good information and methodological support. The developed online toolkit is designed to solve these problems. As part of the implementation of online tools, the following works were selected: selection, installation, configuration of the software and its language localization; creating examples of educational resources using this software; the development of instructions for teachers and staff of the university; integration of software with the electronic educational environment. The use of this tool in practice made it possible to provide informational support for teachers of educational resource developers on the creation, placement, and changing of their resources within the framework of the integrated educational environment of the university.

Keywords: educational process, training, electronic educational resource, educational environment, online tools

Сегодня проблеме подготовки профессиональных кадров уделяется огромное внимание, поскольку в последние годы со стороны нанимателей ощущается неудовлетворенность профессиональной подготовкой выпускников вузов, от которых в настоящее время требуется владение не только теоретическими знаниями, но и практическими навыками решения проблем в профессиональной области [1, 2]. Основу необходимых профессионально важных качеств и умений необходимо сформировать в высшем учебном заведении во время обучения.

Традиционные методы обучения не справляются в полной мере с теми задачами, которые предъявляет время к подготовке современных специалистов по ряду требований связанных с быстрым устареванием информации, выработкой критического мышления и активного поиска решений нестандартных задач и ситуаций, связанных с профессиональной деятельностью. Поэтому

му целью образования в настоящее время является повышение интереса со стороны студентов к приобретению знаний, активизация их деятельности по приобретению этих знаний самостоятельно.

Реалии современного развития общества диктуют спрос на квалифицированных специалистов с высокой ориентацией на обучение и самообучение, активной позицией профессионального совершенствования в узкоспециализированных направлениях деятельности [3]. Все это ведет к пересмотру наполнения учебных планов, подходов к образовательному процессу, модернизации методов и технологий обучения, в том числе и за счет широкого использования информационных ресурсов [4, 5].

В связи с этим одним из важных факторов совершенствования системы подготовки специалистов в вузах является активное использование современных информационных технологий обучения в об-

разовательном процессе. Одним из вариантов их использования является внедрение электронной образовательной среды, разработка электронных курсов по дисциплинам и создание электронных учебных материалов и образовательных ресурсов. Использование информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе позволит обеспечить общение преподавателя и студента вне аудитории, развить умение обучающихся работать самостоятельно и в группах, а также развить свою познавательную активность и научить применять полученные знания на практике [6, 7].

Разработка качественного электронного образовательного ресурса требует от преподавателя не только прекрасного владения материалом курса, методикой его подачи обучающимся, но и сопряжена с использованием технологий его разработки с использованием программных продуктов, применяемых конкретным вузом.

Цель данного исследования – сокращение трудовых и временных ресурсов, повышение эффективности разрабатываемых учебных материалов, посредством внедрения онлайн-инструментария для разработки электронных образовательных ресурсов.

Целью программы стратегического развития ВГУЭС является формирование на базе университета современного интегрированного образовательного и научного центра в области экономики и управления, сервиса и информационных технологий, осуществляющего подготовку кадров в соответствии с потребностями рынка труда и стратегией социально-экономического развития Дальнего Востока [8, 9].

Одним из направлений работы в рамках программы стратегического развития государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования является внедрение электронной образовательной среды (ЭОС). По итогам сравнительного анализа наиболее популярных в России электронных образовательных сред для использования во ВГУЭС была выбрана электронная образовательная среда Moodle, представляющая собой свободное программное обеспечение – веб-приложение, предоставляющее возможность создавать сайты для онлайн-обучения [10].

В электронной образовательной среде Moodle преподаватели ВГУЭС разрабатывают электронные обучающие курсы, в рамках которых организуется передача студентам учебной информации в виде текста, мультимедиа, гиперссылок на ресурсы сети Интернет и т.д. Система управления обучением Moodle позволяет включать в со-

держание курсов почти все виды цифровой информации [4, 10, 11].

В распоряжении профессорско-преподавательского состава (ППС) ВГУЭС и сотрудников Отдела современных образовательных технологий (ОСОТ), как авторов и редакторов электронных курсов, имеется разнообразное по мощности лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение для разработки мультимедийных интерактивных электронных образовательных ресурсов и электронных учебных материалов.

Интеграция ЭОС Moodle с корпоративными сервисами университета и разработка структуры курсов, создаваемых преподавателями, позволили изучить возможности электронной образовательной среды и программных продуктов для создания электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и электронных учебных материалов (ЭУМ). Во время работы с программными средствами для разработки электронных образовательных ресурсов, при создании электронных курсов, были выявлены проблемы.

Наиболее распространенным способом создания электронных образовательных ресурсов долгое время был перевод материалов в HTML-форму. Сейчас размещения учебных материалов на сайтах и простого доступа к ним через интернет недостаточно. Полноценное обучение не предполагает простого чтения, необходимо также активное осмысление и применение полученных знаний на практике.

Активность осмысления может подразумевать возможность задавать дополнительные или уточняющие вопросы преподавателю и оперативно получать ответы на них [12]. Практическое применение полученных навыков может реализовываться за счет прохождения тестов или выполнения более сложных заданий. Выполнение заданий или решение теста должны сопровождаться комментариями или подсказками преподавателя, для формирования наиболее полного представления обучающегося об объекте изучения.

В настоящее время для реализации интерактивного взаимодействия активно используются электронные образовательные ресурсы. Эти ресурсы могут содержать текст, картинки, анимацию, тесты, видео, интерактивность различного вида (на каждое действие пользователя предусматривается определенная реакция). Для создания электронных ресурсов используются специальные программные средства. Чем больше функциональных возможностей имеют эти инструменты для разработки электронных образовательных ресурсов, тем более на-

глядными и эффективными будут созданные с их помощью курсы [14]. Причем данные инструменты должны быть ориентированы на преподавателей, которые не имеют навыков программирования.

С целью подбора средства для разработки электронных образовательных ресурсов была проведена работа по обзору, сравнительному анализу с использованием статистических и экспертных методов оценки различных программных продуктов [5, 13]. На основании проведенного анализа было выбрано наиболее подходящее для внедрения программное средство – Xerte Online Toolkits.

Изучение информационных ресурсов интернета посвященных электронному обучению и отзывов на форумах по проблемам инструментариев также показало, также, что большой интерес среди заинтересованных лиц вызывает Xerte Online Toolkits как перспективная разработка среди свободно распространяемого программного обеспечения для разработки электронных ресурсов с открытым исходным кодом [14].

Вокруг данного программного обеспечения сформировалось активное международное сетевое сообщество разработчиков и пользователей, которые обмениваются опытом работы, обсуждают проблемы, делятся результатами работы и повышения эффективности разрабатываемых с его помощью электронных ресурсов [14]. В связи с тем, что в современном динамическом мире стойких ко времени программных продуктов не существует, инструментарий Xerte Online Toolkits постоянно совершенствуется и перерабатывается, для улучшения качества его работы и повышения эффективности разрабатываемых с его помощью интерактивных мультимедийных электронных образовательных ресурсов.

Преследуя такие цели, как создание эффективных электронных образовательных ресурсов, уменьшение трудозатрат на их разработку, исключение ошибок при создании интерактивных ресурсов и мультимедийных учебных материалов, был разработан проект внедрения онлайн-инструментария для разработки электронных образовательных ресурсов и электронных учебных материалов.

В рамках внедрения данного онлайн-инструментария были выделены следующие укрупненные этапы работы:

- 1) установка и настройка программного обеспечения (ПО);
- 2) языковая локализация ПО;
- 3) создание примеров ЭОР с помощью ПО;
- 4) разработка инструкций для ППС и сотрудников ОСОТ;

5) интеграция ПО и ЭОС Moodle.

На этапе языковой локализации необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) перевод главной страницы;
- 2) перевод интерфейса редактора;
- 3) перевод системных сообщений;
- 4) выравнивание и размещение элементов

с учетом изменения содержания; перевод сопутствующих файлов.

Цель данных задач – сформировать языковой пакет, осуществить перевод всех элементов, системных сообщений и сопроводительных материалов.

После проведения языковой локализации начинается этап «Создание примеров ЭОР с помощью ПО». На данном этапе создаются примеры электронных образовательных ресурсов по двум основным доступным шаблонам: «Презентация», «Сайт». Первая задача «Создание примеров по шаблону «Презентация»» – создаются примеры, образцы электронных образовательных ресурсов с помощью инструментария и одного из активных шаблонов «Презентация». Следующая задача – «Создание примеров по шаблону «Сайт»». Целью данной задачи является разработка примеров и образцов электронных образовательных ресурсов с помощью инструментария с использованием шаблона «Сайт».

Для обеспечения корректной работы пользователя с инструментарием необходимо разработать справочную документацию. Документация на программное обеспечение – это руководство пользователя, справочный текст, описывающий правила использования программного продукта. Этап «Разработка инструкций» состоит из трех задач: разработка руководства пользователя; создание кратких справочных материалов; разработка онлайн-справки.

Руководство пользователя онлайн-инструментария содержит: аннотацию, в которой приводится краткое изложение содержания документации; введение, которое содержит информацию о продукте и разработчиках; страницу содержания; главы, описывающие варианты использования онлайн-инструментария.

Руководство пользователя онлайн-инструментария, разработанное для сотрудников ОСОТ и профессорско-педагогического состава ВГУЭС, описывает работу с графическим интерфейсом онлайн-инструментария для создания электронных образовательных ресурсов и основные этапы работы с ним. На рис. 1 представлена страница из руководства пользователя онлайн-инструментария.

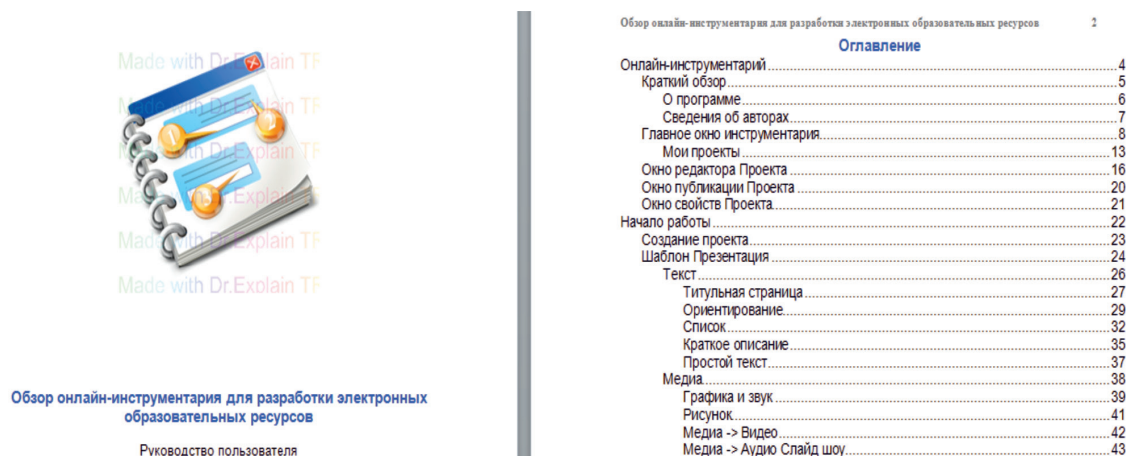


Рис. 1. Общий вид «Руководства пользователя» онлайн-инструментария

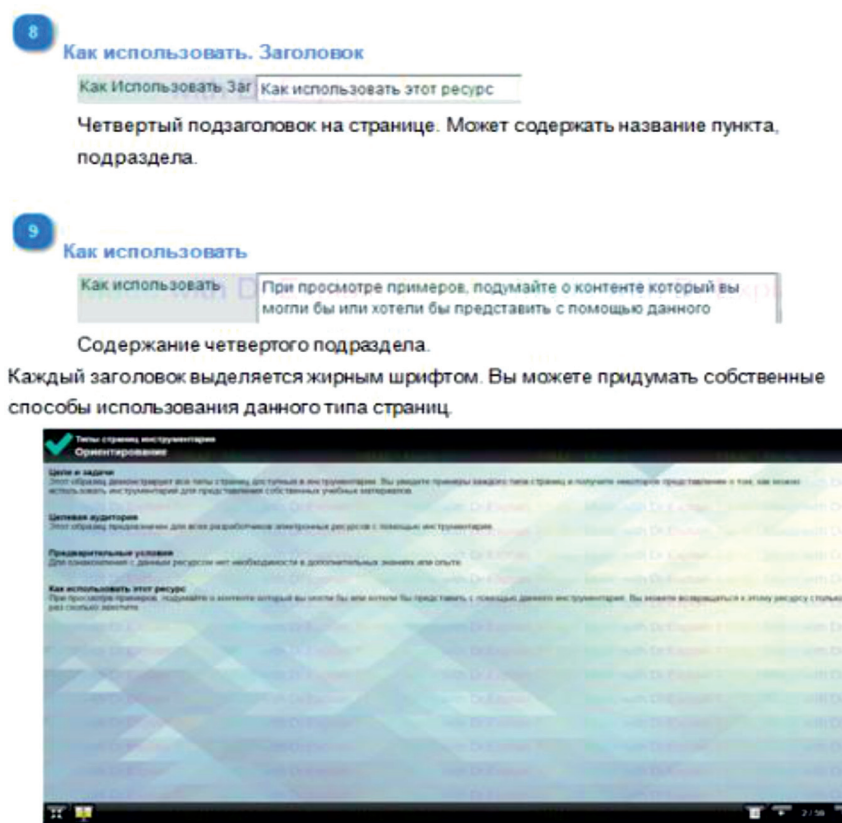


Рис. 2. Вид одной из страниц справки «Быстрый старт»

Для быстрого начала работы и упрощения создания электронных образовательных ресурсов с помощью онлайн-инструментария были разработаны небольшие справочные материалы «Быстрый старт» (Quick start), которые описывают начало работы с инструментарием, использование основных функций инструментария, использование различных типов страниц для создания

тех или иных видов интерактивных элементов. На рис. 2 представлена одна из страниц такого справочного материала.

Кроме того, была разработана онлайн-справка, содержащая справочную информацию о функционале онлайн-инструментария.

Для увеличения эффективности работы ППС и сотрудников ОСОТ по созданию электронных образовательных ресурсов,

проведена интеграция электронной образовательной среды Moodle ВГУЭС и установленного онлайн-инструментария.

Смысл интеграции заключается в том, чтобы электронные ресурсы и инструменты для их разработки автоматически были доступны в электронной образовательной среде Moodle ВГУЭС.

На настоящий момент реализована технология единого входа. Данная технология подразумевает переход пользователя из одного раздела портала в другой без повторной аутентификации. Преподаватели ВГУЭС, после входа в электронную образовательную среду, могут работать с онлайн-инструментарием без повторного ввода логина и пароля.

В рамках данного проекта был внедрен онлайн-инструментарий на основе свободного распространяемого программного обеспечения с открытым исходным кодом Xerte Online Toolkits. В ходе внедрения были проведены следующие работы: установка и настройка программного обеспечения; обеспечение интеграции программного продукта и ЭОС Moodle; русификация интерфейса (локализация) программного обеспечения; разработка примеров (образцов) ЭОР, созданных с помощью программного обеспечения; разработка инструкций для профессорско-преподавательского состава ВГУЭС и сотрудников Отдела современных образовательных технологий по созданию собственных ЭОР с помощью программного обеспечения.

Внедренный онлайн-инструментарий можно использовать на практике, безусловно, с некоторыми доработками. Это объясняется постоянным совершенствованием существующего инструментария, его переработкой, в связи с необходимостью улучшения качества его работы и повышением эффективности разрабатываемых с его помощью электронных ресурсов. В связи с тем, что в современном динамическом мире стойких ко времени программных продуктов не существует, это может являться ощутимым преимуществом данного инструментария над аналогичными программными средствами.

Список литературы

1. Ворожбит О.Ю., Кривошапов В.Г. Практико-ориентированный подход к образованию в вузах как фактор развития национальной инновационной системы // Управление

экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.uecs.ru> (дата обращения: 02.08.2017).

2. Бодункова А.Г., Ниязова М.В., Черная И.П. Создание учебной бизнес-среды как инновационной модели практико-ориентированного обучения в предпринимательском вузе // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7647> (дата обращения: 02.08.2017).

3. Лобода О.В. Анализ опыта практико-интегрированной подготовки выпускников в условиях реформирования системы третичного образования РФ (на материалах деятельности ВГУЭС, Приморский край) / О.В. Лобода, В.И. Позднякова // Вестник ТОГУ. – 2015. – № 4(39). – С. 187–196.

4. Первухин М.А. Опыт внедрения ЭОС MOODLE во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса / М.А. Первухин // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2013. – № 3(21). – С. 143–148.

5. Козюкова Т.П., Кийкова Е.В. Выбор инструментария для разработки электронных образовательных ресурсов // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 7 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/07/56506> (дата обращения: 02.08.2017).

6. Васюкевич В.В. Разработка и использование электронного учебно-методического комплекса на базе модульно-рейтинговой системы оценивания учебных достижений: автореф. дис. ... канд. пед. наук. (13.00.02). – М., 2009. – 26 с.

7. Лаврушина Е.Г. Управление процессом обучения на основе квалиметрического подхода / Е.Г. Лаврушина, Е.В. Моисеенко // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2013. – № 3(21). – С. 92–96.

8. Миссия. Владивостокский государственный университет экономики и сервиса [Электронный ресурс] // Владивостокский государственный университет экономики и сервиса: сайт. – URL: <http://www.vvsu.ru/about/university/mision/> (дата обращения: 02.08.2017).

9. Тихомирова Н.В. Глобальная стратегия развития smart-общества. МЭСИ на пути к Smart-университету [Электронный ресурс] // Smart education: проект по развитию концепции Smart в образовании: сайт. – URL: <http://smartmesi.blogspot.ru/2012/03/smart-smart.html> (дата обращения: 02.08.2017).

10. Сайт всемирного сообщества Moodle [Электронный ресурс] // Moodle. – URL: <https://moodle.org/?lang=ru> (дата обращения: 02.08.2017).

11. Курмышев Н.В., Краснощеклов К.Ю. Создание курсов в системе дистанционного обучения Moodle: учебно-методическое пособие для преподавателей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.novsu.ru/file/1008712> (дата обращения: 02.08.2017).

12. Образовательные электронные ресурсы по тематике: разработка электронных курсов / ООО «Живое обучение» [М.], 2016. URL: <http://www.e-learningcenter.ru/> (дата обращения: 02.08.2017).

13. Лаврушина Е.Г. Теория систем и системный анализ: практикум / Е.Г. Лаврушина, Н.Л. Слугина. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2007. – 100 с.

14. Официальный сайт международного сообщества Xerte Online Toolkits [Электронный ресурс] // Xerte Online Toolkits Community. – URL: <http://www.xerte.org.uk/> (дата обращения: 02.08.2017).

УДК 37.048.45:371.8

**ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ
ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ОБРАЗА ПРОФЕССИИ
У СТАРШЕКЛАССНИКОВ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОГРАММЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Лукьянова М.И., Кривцова Н.С.*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова»,
Ульяновск, e-mail: lukjanovami@mail.ru*

В статье рассматривается проблема профессионального самоопределения старшеклассников, выбора ими профессии как желаемого образа жизни (социального положения, стиля жизни, уровня жизни), описываются выявленные особенности педагогического сопровождения формирования положительного образа профессии у старшеклассников в условиях реализации программы внеурочной деятельности. В основе предлагаемого анализа лежит положение о том, что профессия и все, что с ней связано, представлены в сознании в виде субъективных и эмоционально окрашенных образов. Авторами выявлена специфика использования личностных конструктов в качестве ресурса формирования положительного образа профессии у старшеклассников и рассмотрено изменение расположения образа профессии в семантическом пространстве в качестве показателя изменения отношения к профессии. Результаты опытно-экспериментальной работы выражаются в изменении отношения старшеклассников к различным профессиям, изменении расстояния между выбираемыми профессиями в субъективном семантическом пространстве. Представленный методический комплекс опытно-экспериментальной работы предполагает последовательность (этапы) и выбор эффективных педагогических средств (форм работы), необходимых при формировании положительного образа профессии у старшеклассников.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение, образ профессии, личностный конструкт, семантический дифференциал, отношение к профессии

**PEDAGOGICAL SUPPORT OF THE FORMATION A POSITIVE IMAGE
OF THE PROFESSION AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS IN THE CONDITIONS
OF REALIZATION OF THE PROGRAM OF EXTRACURRICULAR ACTIVITIES**

Lukyanova M.I., Krivtsova N.S.*Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk, e-mail: lukjanovami@mail.ru*

The article considers the problem of professional selfdetermination of high school students, occupational choice as a desired lifestyle (social status, life style, standard of living), describes the peculiarities of the pedagogical support of the formation of a positive image of the profession among high school students in the conditions of realization of the program of extracurricular activities. The proposed analysis is the assumption that the profession and all connected with it, presented in consciousness in a subjective and emotive images. The authors identified the specific use of personal constructs as a resource for the formation of a positive image of the profession among high school students and discussed changing the location of the image of the profession in the semantic space as an indicator of changing attitudes to the profession. The results of experimental work are expressed in the change of attitude of high school students to different occupations, the change of the distance between the selected professions in the subjective semantic space. Presented methodical complex of experimental work assumes the sequence (phases) and selection of effective teaching tools (forms) necessary for formation of a positive image of the profession among high school students.

Keywords: professional identity, the image of the profession, personal construct, semantic differential, attitude to the profession

В настоящее время общеобразовательная школа испытывает необходимость в разработке и внедрении новых подходов к решению вопросов профессионального самоопределения старшеклассников и выбора ими профессии, адекватных современным социально-экономическим условиям.

В числе важных мотивов поступления в вуз абитуриенты называют возможность повышения социального статуса. Но социальный статус человека связан с профессиональной сферой, к которой он относится. В различные исторические эпохи высоким социальным статусом в нашей стране об-

ладали различные профессии. В 1930-е гг. в нашей стране высокостатусными были инженеры, в 1960-е гг. – учёные, в 1990-е гг. – юристы и экономисты.

Информация, получаемая обучающимися от школьных педагогов и психологов, в относительно небольшой мере влияет на выбор старшеклассников. Основная нагрузка при построении и реализации профессиональных планов лежит на самих старшеклассниках и их семьях. Сложившиеся методы профориентационной работы не всегда позволяют изменить в сознании школьников значимость того или иного

профессионального выбора. Поэтому поиск средств регулирования, управления позитивной динамикой значимости конкретной профессии в сознании старшеклассников является актуальной исследовательской и практической задачей.

Проблема выбора профессии старшеклассниками носит комплексный и междисциплинарный характер, находясь на пересечении проблемных полей философии, социологии, психологии, педагогики.

Одним из путей решения этой задачи является «управление» образами профессий в сознании школьника.

Под образом профессии следует понимать совокупность представлений о профессии, интегрированных в целостный образ, отражающий ее сущность, внутреннее содержание и его эмоциональную оценку. Образ профессии складывается в контексте всей жизнедеятельности человека. Как любое сложное психическое образование он динамичен, изменяется и формируется на протяжении всей жизни [1; 2].

Из характеристик образа профессии значимыми для нашей темы являются его содержательный аспект (совокупность представлений о профессии), оценочный аспект (совокупность оценочных суждений, отражающих желаемые или нежелательные прогнозы о возможных результатах деятельности в данной профессиональной среде), а также деятельностный аспект (образы действия по отношению к оцениваемой профессии).

Формирование образа профессии является одним из значимых моментов профессионального самоопределения старшеклассников. В контексте нашего исследования под профессиональным самоопределением, следуя за В.Д. Симоненко и М.В. Ретивых, понимается процесс и результат, следствием которых является самостоятельный, сознательный выбор профессии, который завершается актом реализации профнамерения [3].

В современной педагогической науке и практике доминируют две идеи, связанные с профессиональным самоопределением. Первая – идея дифференциации, в которой психолого-педагогическое сопровождение профессионального самоопределения организовано в соответствии с возможностями и планами личности в отношении данной профессии.

Другой подход рассматривает выбор профессии не столько как ориентацию на конкретную профессию, сколько как ориентацию на желаемый образ жизни, связанный с данной профессией.

Концепция дифференциации при выборе профессии является в педагогической

науке более разработанной [3; 4], чем концепция выбора профессии как выбора желаемого для себя образа жизни. Идея выбора профессии как выбора желаемого образа жизни в нашем исследовании рассматривается как ведущая.

Теоретическим результатом нашего исследования является когнитивная модель педагогического сопровождения процесса формирования положительного образа профессии у старшеклассников. Разработанная модель опирается на положения когнитивных моделей психики человека (Дж. Миллер, Дж. Брунер, Р. Солсо, У. Найссер, Дж. Келли) [5]. Когнитивные модели предполагают, что формирование образа есть результат процесса многоэтапной переработки информации (восприятия, кодирования, воспроизведения, формирования суждений и высказываний).

В качестве основных составляющих этого образа выделены: когнитивный, эмоциональный и деятельностный компоненты.

Показателями сформированности положительного образа профессии старшеклассников в соответствии с этой структурой являются владение знаниями о мире профессий (представление о профессии); эмоциональное оценивание, интерпретация и выражение эмоций, связанных с профессиями (отношение к профессии); опыт поведения, связанного с профессиональным самоопределением (действие выбора профессии).

Эти идеи стали основанием для организации соответствующей экспериментальной работы, которая состояла из двух этапов: пилотного и формирующего. Пилотный этап проводился на базе образовательных организаций Ульяновской области: МБОУ «Лицей физики, математики и информатики при УлГУ № 40» г. Ульяновска, МБОУ СОШ № 47 г. Ульяновска, МБОУ Базарносызганская СОШ № 1, МБОУ Отраденская СОШ, МБОУ СОШ № 21 г. Ульяновска. В нем приняло участие 214 обучающихся 10-х классов.

Цель пилотного этапа – определить перечень профессий, наиболее значимых для старшеклассников. Для этого старшеклассникам предлагалось индивидуально назвать пять привлекательных и пять непривлекательных профессий. Число профессий в общем списке варьировало по классам от 112 до 126. Профессии, набравшие наибольшее количество «голосов» (повторений), использовались для дальнейшей работы. Отобранные профессии делились условно на «положительные» (привлекательные), «отрицательные» (непривлекательные) и «нейтральные» (отмеченные в равной степени

и как привлекательные, и как непривлекательные).

Для анализа получившихся списков названных старшеклассниками профессий использовалась техника репертуарных решёток (Дж. Келли) [6; 7].

Всего было выявлено 218 конструкторов репертуарной решетки.

При анализе конструкторов были исключены не имеющие повторений и некорректно сформулированные конструкторы. В результате для дальнейшей работы был определен список из 41 конструктора. Также фиксировались конструкторы, относящиеся к «положительным», «отрицательным» и «нейтральным» профессиям. Пятнадцать наиболее часто встречающихся (повторяющихся) конструкторов, относящихся к «положительным» профессиям, использовались на формирующем этапе эксперимента. Среди наиболее часто повторяющихся оказалась большая группа конструкторов, так или иначе связанная с материальным положением и статусом представителей разных профессий: «работают за деньги», «выше заработок», «стабильный заработок», «много денег», «более престижная», «выше статус в обществе». Но если эта группа конструкторов была достаточно предсказуемая, то группа, связанная со степенью активности в деятельности, оказалась менее ожидаемой: «спокойная», «активная деятельность», «ведомые», «создают», «действует», «делают то, что им велят», «более самостоятельная», «ожидают приказа, подчиняются».

В результате пилотного этапа у старшеклассников был выявлен наиболее положительный образ профессии – профессии экономиста, относительно которого на этапе формирующего эксперимента далее и рассматривалась степень и характер сформированности образа других профессий.

В начале формирующего эксперимента были определены близкие по значимым социально-педагогическим характеристикам группы – экспериментальная (86 человек) и контрольная (64 старшеклассника). В пользу валидности начальных условий опытно-экспериментальной работы свидетельствует то, что исследуемые группы старшеклассников являются практически однородными по возрастному признаку (возраст испытуемых от 16 до 17 лет), по первоначальному учебным достижениям (все испытуемые успешно окончили 9-ый класс), а также тот факт, что в исследовании приняли участие старшеклассники образовательных организаций одного региона (Ульяновской области).

В экспериментальной группе была реализована программа внеурочной деятельности «Профессиональное самоопределение: от образа к выбору». В качестве основной формы экспериментальной работы со старшеклассниками выбраны занятия внеурочной деятельности.

В соответствии с поставленными целями на экспериментальных занятиях применялись такие формы работы, как беседа, составление мини-рассказов (сочинений), моделирование (проектирование), дискуссия, ролевые пробы, пресс-конференция. Беседа использовалась как средство мотивирования и активизации умственной работы старшеклассников, поддержания внимания и интереса к занятиям. Перед началом беседы старшеклассники индивидуально называли по 4–5 характеристик каждой профессии из списка 15 профессий.

При составлении мини-рассказов (сочинений) высказывания-конструкторы, полученные при проведении пилотного эксперимента, служили ключевыми словами для выполнения задания (написания мини-рассказов). Старшеклассникам предлагалось написать по 3–5 предложений о двух «положительных» профессиях. Затем это же задание выполнялось для «нейтральных» профессий. В заключении проводилась аналогичная работа с «отрицательными» профессиями. При написании мини-сочинения обязательным условием было использование в каждом предложении конструкторов (слов и словосочетаний), связанных только с «положительными» профессиями. Обоснованность такой последовательности написания мини-сочинений подтвердилась на рефлексивном этапе занятия.

При моделировании образа жизни «Профессия» использовались специально подготовленные карточки с названиями «нейтральных» и «отрицательных» профессий. После деления каждой группе предлагалось нарисовать «образ жизни» представителя выбранной профессии. Распределение профессий «организовывалось» в случайном порядке. Никаких дополнительных инструкций по форме и содержанию модели не давалось. После завершения работы каждая группа презентовала свой проект. В заключительной части в процессе обсуждения определялись общие черты и различия в «образе жизни» представителей разных профессий.

Дискуссии в процессе формирования положительного образа профессии стимулировали рефлексивную позицию и рефлексивное мышление старшеклассников в отношении обсуждаемых профессий.

Для основной дискуссии была выбрана профессия «Учитель», так как, во-первых, эта профессия попала в список «отрицательных», а во-вторых, вопрос повышения статуса этой профессии является одним из актуальных для современной социально-образовательной ситуации.

В ходе ролевых проб старшеклассники моделировали в форме инсценировок элементы профессиональной деятельности и образа жизни представителей профессий.

При реализации формы «пресс-конференция» старшеклассники, разделившись на группы «по профессиям», защищали свою профессию, отвечая на вопросы других групп.

В заключение каждого занятия проводилась рефлексия (в форме текстов и высказываний). Процесс и результаты рефлексии анализировались по критериям сформированности положительного образа профессии: когнитивный (знания, информация о профессии), эмоциональный (эмоциональное оценивание, интерпретация эмоций, выражение эмоций), поведенческий (действие выбора, принятие решения).

Для определения эффективности формирования положительного образа профессии у старшеклассников были выбраны диагностические методы, позволяющие зафиксировать результаты формирующего эксперимента: семантический дифференциал и номинальное шкалирование [7; 8].

В исследовании метод семантического дифференциала применялся в начале и в конце формирующего эксперимента [6]. Полученные результаты интерпретировались в терминах Ч. Осгуда как Сила, Отношение, Активность. Эти факторы и задали семантическое пространство, в котором «размещалось» субъективное отношение старшеклассников к образам профессий. Выявление корреляционной «близости» образов профессий друг к другу осуществлялось расчетом расстояния между ними в семантическом пространстве.

В качестве стимула-объекта использовалось понятие «профессия экономист». Основанием для этого послужили результаты пилотного эксперимента, подтвержденные на начальном этапе формирующего эксперимента. Удаленность исследуемого образа от базового понятия «профессия экономист» в семантическом пространстве рассматривалась как мера отношения старшеклассников к остальным понятиям (профессиям).

Уменьшение расстояния между базовым понятием (профессией) и сравниваемым понятием (профессией) трактовалось как отражение позитивной динамики относительно образа изучаемой профессии.

О результативности формирования положительного образа профессии у старшеклассников можно судить по существенным позитивным изменениям расстояний, произошедшим в экспериментальной группе (табл. 1).

Таблица 1

Изменение расстояния объектов (профессий) до понятия «Экономист» в семантическом пространстве старшеклассников

Группа	Профессия	Расстояние в семантическом пространстве					
		Экспериментальная группа			Контрольная группа		
		В начале эксперимента	В конце эксперимента	Разница	В начале эксперимента	В конце эксперимента	Разница
–	Инженер	4,29	3,01	– 1,28	4,36	4,20	– 0,16
N	Психолог	2,32	1,78	– 0,54	2,20	2,39	+0,19
N	Юрист	2,03	1,03	– 1,00	2,07	1,91	– 0,16
+	Актёр	1,09	1,54	+0,45	1,01	1,09	+0,08
N	Полицейский	1,71	1,95	+0,24	2,05	1,87	– 0,18
–	Водитель	4,47	6,00	+1,53	4,50	4,82	+0,32
N	Повар	2,10	3,11	+1,01	2,56	2,52	– 0,04
–	Продавец	5,22	5,14	– 0,08	5,47	5,38	– 0,09
–	Учитель	4,44	2,69	– 1,75	4,50	5,15	+0,65
N	Врач	1,97	0,55	– 1,42	2,25	1,87	– 0,38
–	Менеджер	3,93	3,08	– 0,85	4,07	3,36	– 0,71
N	Программист	1,99	2,34	+0,35	1,95	1,81	– 0,14
+	Дизайнер	1,17	1,98	+0,81	1,06	0,97	– 0,09
+	Военный	1,08	1,98	+0,90	1,33	0,97	– 0,36

Уменьшение расстояния в экспериментальной группе отмечено для профессий: инженер (– 1,28), психолог (– 0,54), юрист (– 1,00), продавец (– 0,08), менеджер (– 0,85). Наибольшие изменения произошли относительно профессий учитель (– 1,75) и врач (– 1,42). Все вышеперечисленные профессии относились первоначально к группе отрицательных или нейтральных. Максимальный сдвиг по профессии учитель предположительно связан с тем, что эта профессия присутствовала в работе школьников на каждом занятии.

Для статистического подтверждения предварительных выводов был применен метод парного t-критерия Стьюдента. Полученное значение t-критерия Стьюдента для экспериментальной группы – 3,6 (критическое значение на уровне значимости $p = 0,05$ составляет 2,37). Так как полученное значение больше критического, можно утверждать о наличии статистически значимых различий привлекательности профессий до и после проведения эксперимента. В контрольной группе полученное значение t-критерия Стьюдента 0,8 является статистически незначимым.

Для определения результатов формирующего эксперимента также был применен метод номинального шкалирования.

На начальном этапе формирующего эксперимента старшеклассники экспериментальной и контрольной группы выразили свое отношение к заданным профессиям. Необходимо было заполнить номинальную шкалу и отметить соответствующий полюс признака «нравится – не нравится».

Для анализа результатов отдельно по каждой группе (экспериментальной и контрольной) и в дальнейшем для сравнительного анализа был использован критерий Фишера. Значимость различий на однопроцентном уровне была получена по профессиям: инженер, экономист, актер, водитель,

продавец, учитель, менеджер, дизайнер и военный. Существенных сдвигов в сторону улучшения отношения к профессиям в контрольной группе в отличие от результатов экспериментальной группы не обнаружено (табл. 2).

Таким образом, по данным эмпирического значения Φ^* можно определить профессии, изменение отношения к которым находится в зоне значимости.

В экспериментальной группе в зоне значимости оказались результаты по профессиям: инженер, учитель, врач и менеджер. Следовательно, принимается гипотеза: доля старшеклассников, достигших уровня сформированности положительного образа профессии, в экспериментальной группе в конце эксперимента больше, чем в начале. Иными словами, разница в эмпирических показателях первого и итогового срезов может быть описана как «Есть эффект».

В контрольной группе в зоне значимости отсутствуют результаты по всем профессиям, следовательно, принимается гипотеза: доля старшеклассников, достигших уровня сформированности положительного образа профессии, в контрольной группе в конце эксперимента не больше, чем в начале. Разница в эмпирических показателях первого и итогового срезов может быть описана как «Нет эффекта».

Полученные результаты свидетельствуют о том, что тенденция роста уровня сформированности положительного образа профессии у старшеклассников наиболее выражена в экспериментальной группе. Установленная положительная динамика в экспериментальной группе, заметно превышающая динамику в контрольной группе, подтверждает гипотезу исследования и является основанием для общего вывода об эффективности разработанной нами модели процесса формирования положительного образа профессии у старшеклассников.

Таблица 2

Изменение отношения к профессиям старшеклассников по результатам номинального шкалирования

Группа	Профессия	Привлекательность профессии							
		Экспериментальная группа (кол-во старшеклассников, %)				Контрольная группа (кол-во старшеклассников, %)			
		В начале экспери- мента	В конце экспери- мента	$\Phi_{\text{эм}}$		В нача- ле экс- перимента	В конце экспери- мента	$\Phi_{\text{эм}}$	
				Значе- ние	Уровень значимости различий			Значе- ние	Уровень значимости различий
–	Инженер	36	53,5	2,321	0,01	35,9	37,5	0,187	–
–	Учитель	25,6	45,3	2,728	0,01	28,1	32,8	0,583	–
N	Врач	41,9	60,5	2,452	0,01	39,1	39,1	0	–
–	Менеджер	31,4	48,8	2,341	0,01	35,9	31,3	0,554	–

Подведем итоги и сформулируем общие выводы данного исследования.

1. Предложенная идея педагогического сопровождения формирования положительного образа профессии у старшеклассников как эффективного средства поддержки их профессионального самоопределения предполагает рассмотрение категории «образ профессии» как совокупности представлений о профессии, интегрированных в некий формирующийся и изменяющийся на протяжении всей жизни целостный образ, отражающий ее сущность, внутреннее содержание и его эмоциональную оценку.

2. Подтвердилась эвристичность понимания педагогического сопровождения формирования положительного образа профессии как педагогической деятельности, обеспечивающей: расширение знаний о мире профессий (представления); стимулирование изменения эмоционального оценивания, интерпретации и выражения эмоций, связанных с образом профессии (отношение); приобретение опыта поведения, связанного с профессиональным самоопределением старшеклассника (действие выбора, принятие решения).

3. Разработанный диагностический комплекс (выбор старшеклассниками отношения к профессиям с использованием номинального шкалирования и определения расположения образа профессии в семантическом пространстве с использованием метода семантического дифференциала) по-

зволяет изучить и измерить эффективность педагогического сопровождения формирования положительного образа профессии у старшеклассников.

4. Реализация модели педагогического сопровождения формирования положительного образа профессии у старшеклассников даёт возможность образовательной организации целенаправленно организовывать профориентационную деятельность в направлении социально актуальных профессий.

Список литературы

1. Леонтьев А.Н. Образ мира / А.Н. Леонтьев // Избранные психологические произведения. – М.: Педагогика, 1983. – С. 251–261.
2. Кошелева Ю.П. «Образ» в психологии: теория и практика // Вестник МГЛУ. – 2012. – № 7 (640). – С. 39–51.
3. Пряжников Е.Ю., Пряжников Н.С. Профориентация: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. – 5-е изд. – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 496 с.
4. Попкова Г.Н. Педагогическое сопровождение профессионального самоопределения старшеклассников // Вестник БГУ. – 2010. – № 1. – С. 261–264.
5. Корнеева Е.Е. Тест личностных конструктов: методы изучения личности в социальной психологии: учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 110 с.
6. Серкин В.П. Алгоритм разработки и бланки специализированных семантических дифференциалов для оценки работы, профессии и профессионала // Психологическая диагностика. – 2007. – № 5. – С. 11–29.
7. Шевнина И.А. Положительные и отрицательные аспекты применения психосемантики и когнитивных наук в решении проблемы формирования сознания // Вестник ВятГУ. – 2014. – № 12. – С. 39–42.
8. Петренко В.Ф. Основы психосемантики. – 3-е изд. – М.: Эксмо, 2010. – 480 с.

УДК 378:37.013.42

КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ВОЖАТОГО-ПРОФЕССИОНАЛА**Любченко О.А., Львова А.С.***ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва, e-mail: olubchenko@mail.ru*

В статье дан многосторонний анализ профессиональной компетентности педагога по работе с временными детскими коллективами. Проанализированы понятия «компетентность», «компетенция». Статья акцентирует внимание на двух сторонах понятия «компетенция»: круг полномочий и эффективность деятельности. Подчеркивается метапредметность содержания профессиональной деятельности педагога, работающего с временными детскими коллективами. Настоящий успех в работе вожатого невозможен без творческого компонента, функционирующего на основе осмысленного отношения к своей профессиональной деятельности и систематической рефлексии, доведенной до уровня потребности личности. Данную мысль развивает понятие латеральной компетентности. Обращение к понятию «процедурное» знание позволяет еще в большей степени акцентировать внимание на том, что решающее значение имеют не столько сами знания или их объем, но умение творчески, гибко и осмысленно пользоваться ими в решении практических задач.

Ключевые слова: компетенция, компетентность, латеральная компетентность, личностная компетентность, межличностная компетентность, профессиональная компетентность, компетентностная модель

THE COMPETENCE MODEL COUNSELOR-PROFESSIONAL**Lyubchenko O.A., Lvova A.S.***Moscow City Pedagogical University, Moscow, e-mail: olubchenko@mail.ru*

The article presents a multilateral analysis of the professional competence of teachers for work with the interim children's groups. Analyzed the concept of «kompetentnost», «competence». The article focuses on the two sides of the concept of «competence»: the terms of reference and effectiveness. Emphasizes meta-subject content of professional activity of a teacher working with temporary children's groups. True success in the work of the counselor is not possible without a creative component, functioning on the basis of a meaningful relationship to their professional activity and systematic reflection, brought to the level of needs of the individual. This idea develops the concept of lateral competence. Appeal to the concept of «procedural» knowledge allows even more focus on that is crucial is not so much the knowledge or capacities, but the ability to creatively, flexibly and intelligently to use them in solving practical problems.

Keywords: competence, competency, lateral competence, personal competence, interpersonal competence, professional competence, the competence model

Описание профессиональной компетентности педагога по работе с временным детским коллективом (вожатого) целесообразно рассматривать в контексте становления профессионального мастерства. Исследователи, посвятившие свои работы изучению профессиональной подготовки (Леванова, Пряхников, Серякова и др.), чаще всего определяют мастерство как комплекс личностных качеств педагога, специальных умений и навыков, позволяющих эффективно управлять образовательной деятельностью и обеспечивающих высокий уровень профессиональной деятельности [1–3]. Определяющим элементом педагогического мастерства ученые называют профессиональную компетентность.

Результаты анализа трактовок понятия «компетентность» так же, как и других педагогических дефиниций, обнаруживают широкую вариативность и неоднозначность его понимания. Тем не менее, в контексте изучения проблем профессионализма педагога мы считаем целесообразным использовать термин «компетентность» для обозначения способности вожатого к выполнению профессиональной деятельности на основе знаний, умений и навыков; опыта, приоб-

ретенного с помощью рефлексии своей профессиональной деятельности; особенностей его индивидуальной характеристики, степени соответствия требованиям профессии.

Понятие компетентность тесно связано с другой дефиницией – «компетенция». В Большом энциклопедическом словаре оно представлено в двух вариантах: во-первых – круг полномочий, предоставленных законом, уставом или иным актом конкретному органу или должностному лицу; во-вторых – знания, опыт в той или иной области [4].

Компетенция, рассматриваемая как «круг полномочий, предоставленных законом, уставом или иным актом конкретному органу или должностному лицу», порождает то, что можно назвать «формальной компетентностью». Второе толкование, описывающее компетенцию как «знания, опыт в той или иной области», можно назвать «реальной компетентностью».

В сфере образования востребована в первую очередь формальная компетенция, так как трудовые функции педагога регламентируются совокупностью нормативных документов: ФГОС, профессиональным стандартом и др. Компетентность педагога в этом случае аналогична обретению

определенного общественного статуса, что позволяет называть его специалистом или компетентным [5].

Аспект реальной компетентности иллюстрирует деятельность вожатого. Например, вожатый детского летнего лагеря зачастую считает себя педагогом, но профессиональное сообщество признает его формально компетентным только после обретения им определенных статусных характеристик. Так обнаруживается проблема укрепления статуса вожатого, специалиста по работе с временным детским коллективом в современном социуме. Решение этой проблемы видится в части определения его трудовых функций с описанием знаний, умений и опыта деятельности, во взаимосвязи с компетенциями [6, 7].

Однако в образовании наблюдается парадоксальное явление, когда профессиональным сообществом признается компетентность, приобретенная в процессе осуществления профессиональной деятельности. Например, среди вожатых можно наблюдать специалистов, не имеющих педагогического образования, но при этом успешно осуществляющих свою деятельность. Это косвенно свидетельствует о том, что в сфере работы с временным детским коллективом востребованы специалисты иных, педагогических направлений подготовки. Успех деятельности таких вожатых объясняется метапредметным содержанием их профессионального становления. В этом случае можно говорить о «реальной компетенции».

Подвидом реальной компетенции является латеральная компетентность. С латеральной компетентностью мы имеем дело, когда эффективность вожатого-специалиста оказывается наиболее высокой в силу того, что он глубоко разбирается не только в тех проблемах, что ему предстоит решать, но и в проблемах, находящихся близко к рассматриваемой сфере, и это дает ему дополнительные преимущества в виде возможностей эффективно «мыслить около».

Таким образом, разработка компетентностной модели вожатого-профессионала должна строиться с учетом формального и реального (латерального) компонентов становления профессиональной деятельности.

Особые грани соотношений между формальной и реальной компетентностью иллюстрирует и ряд специальных психологических исследований.

Известный психолог Дж. Андерсон ввел понятия «декларативного» и «процедурного» знания. Естественно, что компетентному человеку надо не только иметь обширные знания, но и уметь их использовать, а поскольку практика применения знаний

объективно очень разнообразна, то требуется способность их гибкого творческого использования в разных контекстах.

Исследователи Дж. Бродбент и Дж. Бери [8], изучая проблему решения сложных задач, вводят понятия имплицитного (практическое знание) и эксплицитного (знание, которое можно выразить в словах) знания. Так, по свидетельству специалистов, современные психологические теории компетентности базируются либо на оценке интеллектуально-творческого потенциала личности, лежащего в основе деятельности, либо на его производном – знаниях и их организации. Как справедливо отмечает И.Я. Лернер [9], можно знать, но не уметь применить то, что знаешь, на практике. Потому и задача обучения состояла во все времена не только в том, чтобы сообщить знания, но и дать необходимые для их использования умения и навыки. Это потребовало введения еще одного элемента компетентности – «опыта осуществления способов деятельности». Только знать и уметь применять свои знания мало, для того, чтобы общество могло двигаться вперед, необходим третий компонент – «опыт творческой деятельности». Знания, умения и навыки должны стать не просто инструментом репродукции, а средством творческого освоения мира.

Обозначив вышеназванные компоненты, мы можем утверждать, что для описания компетентности вожатого с узко прагматических позиций этих трех компонентов вполне достаточно. Но вслед за автором концепции содержания образования И.Я. Лернером мы склонны повторить, что для полной характеристики компетентности вожатого необходимо также и выделенный им четвертый элемент – «система эмоциональной, волевой, моральной, эстетической воспитанности». Важность данного компонента подчеркивается и А.И. Савенковым [10].

Таким образом, опираясь на предложения И.Я. Лернера и интегрируя другие подходы, мы можем говорить о структуре компетентности вожатого-профессионала. Эти уровни как раз и составляют модель компетентности, которая способна эффективно работать в сфере образования. Она может быть обозначена как «интегративная модель компетентности»:

1. Знания и их организация. Имеется в виду в первую очередь то, что Дж. Андерсон [11] называл «декларативным знанием», а также то, что Дж. Бродбент и Бери [8] именovali знанием «эксплицитным» и т.п.

2. Умения и навыки их использования. Речь идет о том, что у Дж. Андерсона названо «процедурным знанием», а в отечественной науке представлено как умения и навыки применения знаний.

3. Интеллектуально-творческий потенциал личности. Этот элемент концепции компетентности близок по содержанию тому, что понимает под компетентностью Р. Стернберг [5], утверждающий, что компетентность можно рассматривать как вариант «практического интеллекта». Он аналогичен третьему элементу в модели содержания образования И.Я. Лернера [9] – способности применять знания, умения и навыки творчески.

4. Ориентация на позитивное, эмоционально-нравственное отношение к миру.

Интегративная модель компетентности вожатого представлена на рисунке.

С целью составления характеристики компетентности вожатого-профессионала нами были изучены различные ее классификации. Результаты сопоставительного анализа классификаций позволяют составить видовую классификацию профессиональной компетентности специалиста по работе с временным детским коллективом (вожатого).

В трудах А.К. Марковой выделяются следующие виды компетентности: специальная, социальная, личностная, индивидуальная [12].

Специальная компетентность понимается как владение педагогом собственно профессиональной деятельностью на высоком уровне, способность проектировать свое дальнейшее профессиональное развитие. Социальная компетентность определяет готовность и способность педагога участвовать в совместной, профессиональной деятельности, в том числе и способность к коллективному творчеству в профессии, а также принятыми в данной профессии приемами профессионального общения. Владение со-

циальной компетентностью также проявляется в ответственности за результаты своего труда. Личностная компетентность педагога состоит во владении приемами самовыражения и саморазвития, средствами противостояния профессиональным деформациям. Индивидуальная компетентность базируется на владении приемами самореализации и развития своей индивидуальности в рамках профессии, способности и готовности к профессиональному росту, индивидуальному самосохранению, умении организовать рационально свой труд без перегрузок времени и сил, противостоять профессиональному «выгоранию».

Исследование проблемы профессионализма педагога с позиции компетентностного подхода обнаруживает необходимость уточнения классификации А.К. Марковой. Важной составляющей педагога является выделенная А.А. Деркачем профессионально-правовая компетентность [13], которая позволяет свободно оперировать знаниями законодательства о труде и нормативных актов, распорядительных документов, методических материалов в области образования и пр. В социальной компетентности А.А. Деркач выделяет перцептивную и коммуникативную составляющие. Социально-перцептивная компетентность подчеркивает необходимость владения педагогом системой знаний о типах личности, детерминантах поведения и отношений, восприятии и понимании человека человеком. Коммуникативная компетентность обнаруживает значимость владения педагогом содержанием различных форм межличностного общения, методов психологических воздействий, особенностей их применения.



Интегративная модель компетентности вожатого

Компетентностная модель вожатого-профессионала

№ п/п	Формулировка компетенции	Описание компетенции				Трудовое действие
		Декларативное (эмпирическое) знание	Умение (процедурное) знание	Интеллектуально- творческий потенциал личности	Ориентация на позитивное, эмоционально-нравствен- ное отношение к миру	
1	2	3	4	5	6	7
Компетентности, относящиеся к самому себе как личности, как субъекту жизнедеятельности						
1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1, магистратура)	Законы мышления и определяет их роль в познании; основные мыслительные операции: анализ, синтез, обобщение, классификация; способы совершенствования своего интеллектуального и общекультурного уровня, используя разные мыслительные операции	Проблематизировать мыслительную ситуацию, репрезентировать ее на уровне проблемы	Определять пути, способы, стратегии решения проблемных ситуаций; логично формулировать, излагать и аргументированно отстаивать собственное видение проблемы и способов ее разрешения	Выявлять недостатки своего общекультурного и интеллектуального уровня; ставить цель и формулировать задачи совершенствования своего интеллектуального и общекультурного уровня	
Компетентности, относящиеся к взаимодействию человека с другими людьми						
1	Готовность к обеспечению охраны жизни и здоровья обучающихся (ОПК-6, бакалавриат)	Нормативная правовая база, регламентирующая содержание и организацию режима работы учреждений отдыха и оздоровления детей и подростков в условиях временного детского коллектива в международных, федеральных, региональных и ведомственных документах	Обосновывать решение профессиональных задач с позиции межнациональных, федеральных, региональных и ведомственных нормативно-правовых документов в сфере образования	Оценивать проблемную ситуацию с учетом действующей нормативно-правовой базы	Решать профессиональные задачи с учетом действующей нормативно-правовой базы, соблюдая требования профессиональной этики	Организация социально-педагогической поддержки обучающихся в процессе социализации
	Педагогические технологии: игровые, исследовательские и проектные	Применять педагогические технологии решения задач жизнедеятельности детского коллектива	Осуществлять выбор эффективной педагогической технологии для решения задач жизнедеятельности детского коллектива	Использовать педагогические технологии для создания эмоционально-комфортного уклада детского оздоровительного лагеря		

Окончание таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
		Педагогические основы оздоровительно-рекреативной физической культуры	Ориентироваться в современных направлениях оздоровительной физической культуры	Проектировать и реализовывать мероприятия, направленные на формирование оздоровительно-рекреативной физической культуры детей с учетом их возрастных и физических особенностей	Проектировать и реализовывать мероприятия, направленные на формирование оздоровительно-рекреативной физической культуры детей с учетом их возрастных и физических особенностей	
		Социально-психологические особенности жизнедеятельности временного детского коллектива	Управлять ритмами эмоциональных состояний, кризисами в жизнедеятельности временного детского коллектива	Применять различные социально-педагогические стили в управлении временным детским коллективом	Использовать различные социально-педагогические стили для создания эмоционально-комфортного уклада детского оздоровительного лагеря	
Компетентности, относящиеся к профессиональной деятельности человека, проявляющиеся во всех ее типах и формах						
2	Способность осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся (ПК-5, бакалавриат)	Психолого-педагогические особенности уклада детского оздоровительного лагеря	Осуществлять педагогическое сопровождение социализации детей в детском оздоровительном лагере	Организовывать взаимодействия участников образовательного процесса по сопровождению социализации детей в детском оздоровительном лагере	Осуществлять педагогическое сопровождение социализации детей, направленной на позитивное восприятие мира	Обеспечение досуговой занятости обучающихся
		Особенности формирования образовательной среды детского коллектива в условиях летнего оздоровительного лагеря	Проектировать образовательную среду во временном детском коллективе	Проектировать и организовывать проектно-исследовательскую деятельность детей в образовательном пространстве лагеря	Формирование культуры исследования следователского поведения детей	
		Сущность, базовые понятия и основные модели функционирования детской журналистики как социального института и образовательной практики	Выявлять базовые признаки различных типов детских СМИ; определять характер мотивации ребенка в социально-коммуникативной деятельности	Создавать творческие группы социально-коммуникативной деятельности и руководить ими	Применять технологии стимулирования потребности ребенка в осуществлении творческой социально-коммуникативной деятельности	

В психологических исследованиях описывается психологическая компетентность, которая представляет собой структурированную систему знаний о человеке как индивиду, индивидуальности, субъекте труда и личности, включенном в индивидуальную или совместную деятельность, осуществляющую профессиональные и иные взаимодействия. Психологическая компетентность состоит из нескольких взаимосвязанных подсистем: социально-перцептивной, социально-психологической, аутопсихологической, коммуникативной; психолого-педагогической.

А.А. Бодалев, классифицируя варианты профессиональной компетентности, выделяет три основные группы: компетентность в профессиональной деятельности, компетентность в профессиональном общении и компетентность в реализации личности [14] и виды профессиональной компетентности внутри каждой из групп. К компетентности в профессиональной деятельности автор относит следующие виды: специальную, технологическую, субъектную, профессиологическую (осведомленность в мире профессий), правовую, экономическую и т.д.

В профессиональном общении, по мнению А.А. Бодалева, выделяются следующие виды компетентности: коммуникативная, социально-перцептивная, дифференциально-психологическая, диагностическая, этическая, эмпатийная, межкультурная, конфликтная и др.

Исследования понятия профессиональной компетентности обнаруживают многообразие классификаций данного феномена. Отечественные и зарубежные исследования в данной области свидетельствуют об актуальности изучения проблематики профессиональной компетентности. С целью описания профессионализма специалиста по работе со временным детским коллективом (вожатого) с позиции компетентностного подхода необходимо обобщить представленные классификации. Опираясь на сформулированные в отечественной психологии положения таких авторов, как А.А. Деркач, А.К. Маркова, выделим следующие виды компетентностей [13, 12]:

- компетентности, относящиеся к самому себе как личности, как субъекту жизнедеятельности;
- компетентности, относящиеся к взаимодействию человека с другими людьми;
- компетентности, относящиеся к профессиональной деятельности человека, проявляющиеся во всех ее типах и формах.

Приведем пример конкретизации названных видов компетенций применительно к деятельности вожатого-профессионала

с учетом нормативных требований ФГОС ВО (бакалавриат/магистратура) по направлению «Педагогическое образование» и профессионального стандарта педагога по схеме: вид компетенции, формулировка компетенции, описание компетенции в соответствии со структурой интегративной модели, трудовое действие (таблица).

Таким образом, результаты анализа современной психолого-педагогической литературы позволили представить описание компетентностной модели вожатого-профессионала. Данную модель целесообразно рассматривать как образовательный результат современной подготовки педагога-вожатого, специалиста по работе с временным детским коллективом.

Список литературы

1. Леванова Е.А. Проблемы педагогического образования: сборник научных статей / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет». – М.: МПГУ, 2016. – 61 с.
2. Пряжников Н.С. Диагностические материалы для профессиональной: методическое пособие работникам профориентационных центров, библиотек, профконсультантам, педагогам учреждений среднего профессионального образования, работникам психологических служб учебных заведений, учителям старшей ступени школы / [Пряжников Н.С. и др.]. – М.: Академия, 2014. – 366 с.
3. Серякова С.Б. Социально-педагогическая компетентность специалистов социальной сферы: коллективная монография / [Серякова С.Б., Леванова Е.А., Мудрик А.В. и др.; под общ. ред. С.Б. Серяковой]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное. – М.: МПГУ, 2017. – 182 с.
4. Большой энциклопедический словарь. Гл. ред. А.М. Прохоров, изд. 2-е. – СПб., 2001 – 557 с.
5. Стернберг Р. Интеллект успеха. – М.: Попурри, 2015. – 135 с.
6. Львова А.С., Любченко О.А. Моделирование подготовки студентов педагогических университетов к работе с временными детскими коллективами в современных условиях на примере образовательного центра «Сириус» и международного детского центра «Артек» // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9-1. – С. 129–134.
7. Подготовка специалиста по работе с временным детским коллективом (вожатого) в условиях педагогического университета / О.А. Любченко, А.П. Каитов, Н.Д. Десяева, А.С. Львова, Э.И. Никитина, А.И. Савенков, Н.С. Трухановская // Научное редактирование: Савенков А.И. – М.: Перо, 2016. – 122 с.
8. Berry D.C., Broadbent D.E. Implicit learning in the control of complex systems: A reconsideration of some of the earlier claims. In P.A. Frensch & J. Funke (Eds.), Complex problem solving: The European Perspective. – 1995. – P. 131–150.
9. Лернер И.Я. Дидактическая система методов обучения. – М.: Знание, 1976. – 64 с.
10. Савенков А.И. Педагогическая психология: учебник для академического бакалавриата / А.И. Савенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 503 с.
11. Anderson J.R. The architecture of cognition. – London: Harvard Univ. Press, 1983. – 345 p.
12. Марковой А.К. Психология профессионализма. – М.: Международный гуманитарный фонд «Знание», 1996. – 312 с.
13. Деркач А.А. Акмеологические основы профессионального самосознания личности: микроформа учеб. пособие / М-во образования Рос. Федерации. Рос. акад. гос. службы при Президенте РФ. Астрах. гос. пед. ун-т; [Деркач А.А. и др.], 2008. – 328 с.
14. Бодалёв А.А. Вершина в развитии взрослого человека: характеристики и условия достижения. – М.: «Флинта», «Наука», 1998. – 99 с.

УДК 796.01(07)

ЛИДЕРСКИЕ ФУНКЦИИ УСПЕШНОГО ТРЕНЕРА И КОМАНДНАЯ КУЛЬТУРА СПОРТИВНОГО КОЛЛЕКТИВА

Марков К.К.*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск,
e-mail: k_markov@mail.ru*

В статье рассмотрены содержание и особенности лидерских функций успешного спортивного тренера и определенные действия, отличающие эффективного тренера-лидера от неэффективного. Отмечены важные коммуникативные способности тренера – умение и желание вести разговор, слушать, вести переговоры, ободрять и утешать. Установлено, что тренер в роли лидера для достижения поставленных им целей стремится преобразовать окружающую его и спортсменов среду, что можно назвать культурой спортивного коллектива, которая создается посредством отбора, мотивации, вознаграждений, сохранения и объединения членов его «команды», включающей спортсменов, его помощников, родителей и других лиц, которые помогают его организации. Применительно к спортивной тренерской деятельности представлены определения, компоненты командной культуры и практические пути и способы ее создания и динамичного развития.

Ключевые слова: спорт, тренерская деятельность, тренер-лидер, культура команды

LEADERSHIP FUNCTION OF SUCCESSFUL COACH AND TEAM CULTURE OF SPORT COLLECTIVE

Markov K.K.*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: k_markov@mail.ru*

The article describes the content and especially the successful leadership of a sports coach and specific actions that distinguish effective from ineffective leader trainer. Marked by important communication skills coach – ability and desire to talk, to listen, negotiate, encourage and comfort. Found that the trainer in leadership role in order to achieve its goals seeks to transform the surrounding and athletes environment that could be called a culture of sports team, which is created through selection, motivation, compensation, save and association members of his team, including athletes, his assistants, parents and others who have helped his organization. With regard to sports coaching provides definitions, components, command culture and practical ways and means of its creation and dynamic development.

Keywords: sports, coaching activities, coach-leader, team culture

Большое значение в успешной тренерской деятельности в спорте имеет прошлый спортивный и жизненный путь будущего тренера. Практика показывает, что реальный путь человека в спортивную тренерскую деятельность весьма разнообразен, зачастую очень непрост (а иногда и трагичен) и извилист. Представляется, что, не углубляясь особенно в дебри научных исследований, можно выделить несколько различных путей, приводящих человека к этому нелегкому образу жизни: в прошлом профессиональные спортсмены (в большинстве достаточно высокого класса), с молодых лет посвятившие свою жизнь спорту; рядовые спортсмены-любители (а также вообще не спортсмены), решившие с юных лет по разным причинам посвятить свою жизнь этой деятельности и получившие специальное педагогическое образование и квалификацию в институтах и университетах физической культуры и спорта; люди весьма далекие в прошлом от перечисленных видов деятельности и случайным образом, извилистым жизненным путем попавших в этот «иной мир». И парадокс ситуации состоит

в том, что ни один из вышеперечисленных путей не дает гарантии будущего успеха, критерии которого для каждого человека весьма разнообразны. Он также не дает объяснения причин успеха или неудач и не позволяет предугадать их. Реальная практика спорта высших достижений постоянно дает совершенно полярные примеры: выдающиеся спортсмены мировой элиты – сокрушительные неудачники на тренерском поприще и уникальные, выдающиеся тренеры (золотой фонд мирового спорта) – не бывшие не только известными спортсменами, но порой вообще не занимавшиеся спортом ни на профессиональном, ни на любительском уровнях [1–4].

К этому парадоксу добавляется наличие или отсутствие официальных дипломов престижных специальных учебных заведений. Однозначного ответа на эти размышления нет, но очевидно, что тренерская работа на любых уровнях с первых же ее шагов начинает требовать от тренера новых, других качеств и компетенций в неизведанных и непривычных ситуациях, которые невозможно было даже представить и к которым можно было бы подготовиться.

Лидерские качества тренера

Большинство тренеров в основном много лет занимались спортом, прежде чем начали тренировать. Когда бывший спортсмен принимает роль тренера, он должен сделать трудный выбор, переход к достижению своих целей с помощью других людей. Лично он уже больше не может самостоятельно что-то сделать, даже если очень хочет. Теперь он должен помочь своим спортсменам сделать это. И в один миг оказывается, что все его навыки, необходимые для этого, совсем не те же самые, что были нужны тренеру, когда он был спортсменом.

Главная обобщающая мысль, вытекающая из этих рассуждений, состоит в том, что как тренер он более всего нуждается теперь в навыках лидерства. При этом он должен получать радость и большое удовлетворение от работы лидером, обучающим других, помогая им достигнуть их личного потенциала и содействуя общим целям команды. В конечном результате пришедший в тренерство бывший известный и даже великий спортсмен должен понять и принять для себя мысль (а часто она может быть достаточно болезненной), что он сможет стать известным, заслуженным и даже великим тренером, только если его спортсмены с его помощью вместе с ним поднимутся на самые высшие ступени мирового спорта, и они станут известными, заслуженными и даже великими. **Другого пути у тренера нет [5–9].**

Характеристики лидерства

Успешные тренеры-лидеры руководят спортсменами и командой, исходя из их видения процесса подготовки и знаний, как это видение перевести в действительность. Тренер в роли лидера для достижения поставленных им целей стремится преобразовать окружающую его и спортсменов среду, что можно назвать культурой спортивного коллектива. Эта культура создается посредством отбора, мотивации, вознаграждений, сохранения и объединения членов его «команды», которая включает спортсменов, его помощников, родителей и других лиц.

Тренировка – это деятельность людей, и успешные тренеры должны учить людей и учиться у них. Чтобы быть превосходным лидером и превосходным тренером, необходимо развивать коммуникабельность, чтобы объединить всех участвующих в этом процессе людей и привести их к необходимым действиям. Для этого очень важны коммуникативные способности тренера – умение и желание вести разговор, слушать, вести переговоры, ободрять и утешать и многое

другое. Очевидно, внимательный читатель обнаружит в них большое сходство с родительскими характеристиками хороших родителей. Тренировка столь же требовательна к коммуникативным способностям успешного тренера, как и многим другим, столь же важным по общему признанию его качествам. Считается, что все люди могут быть разделены на три класса: немногие, кто участвует в создании каких-то вещей и событий; многие, кто наблюдает за происходящим, и огромное большинство, кто вообще не имеет понятия о том, что происходит. В этом заявлении, очевидно, есть доля правды. И для того, чтобы быть успешным тренером, он должен быть среди тех немногих, кто заставляет вещи и события осуществиться и произойти и кто ведет окружающих его людей за собой [5; 6; 10–15].

Что делают лидеры

Чтобы быть лидером, тренер должен знать, что эти лидеры делают и как они идут к выполнению своих лидерских функций. Следующие действия определяют отличия эффективного лидера от неэффективного [14, с. 32]:

- Лидеры обеспечивают руководство, они устанавливают цели исходя из их видения будущего и затем уточняют эту жизненную функцию.
- Лидеры строят психологическую и социальную среду, способствующую достижению целей команды. В деловом мире это называется корпоративной культурой, а в нашем случае – культурой команды.
- Лидеры прививают ценности, как части разделяемой ими жизненной философии, подчеркивают значение наличия этих ценностей и их передачу спортсменам.
- Лидеры мотивируют членов своей группы следовать ее целям, побуждая и регулируя действия спортсменов.
- Лидеры противостоят членам своей организации, когда возникают проблемы, и разрешают эти конфликты.
- Лидеры общаются между собой для критической оценки умений в рассмотренных выше действиях.

Лидерство часто путают с управлением. Управление состоит из планирования, организации, укомплектования персоналом и пополнения, планирования, составления бюджета, и связей с общественностью. Лидеры тоже в большей или меньшей степени выполняют эти функции или делегируют их другим и затем наблюдают за ними, но они также делают больше. Лидеры определяют руководство для будущего и затем выстраивают командные ресурсы для продвижения в этом направлении [2; 4–6].

Обеспечение руководства

Очевидно утверждение о направленности руководства на цель спортивных состязаний, которая, конечно, состоит в том, чтобы выиграть каждую игру, чемпионат лиги, национальный чемпионат, установить мировой рекорд и так далее. В спорте победа является важной целью, но если победа будет первой или единственной целью, то маловероятно, что тренер будет успешным. Лидеры обеспечивают руководство, сосредотачиваясь не на самом результате победы или поражения, а на шагах, которые приводят к победе, а также и на других целях, которые они считают важными для команды. Лидер обязан реализовать лучшее у своих людей, большинство которых не достигнет своих целей, если не поощрять их к риску, и тренер должен вывести их из зон комфорта. Для лидера нет большего удовлетворения, чем знание, что он помог кому-то сделать невозможное. Если тренер не требует от спортсмена или его команды очень многого, даже за пределами их возможностей, он не сможет исчерпать их потенциал.

Создание видения

Для правильного руководства лидеры должны быть способны установить реалистические цели, которые зовут и ведут группу к действиям от того, что есть сейчас, к тому, что может быть. Спортсмены обходят существующие непосредственные препятствия и находят курс, который приводит к успеху [10].

Когда тренеры установили это руководство и обозначили курс, они должны сосредоточить на нем не только свое собственное внимание, но и внимание каждого спортсмена и команды в целом. Сначала они должны достаточно подробно, уверенно, убедительно и успешно сообщить своим начальникам в клубе, федерации, министерстве, стремясь получить их одобрение и согласие. В отношениях со спортсменами должны быть определены, признаны и приняты обязательства каждого члена команды. Такие обязательства не могут быть формальными, и их внутреннее принятие спортсменами не может быть достигнуто приказом или принуждением, хотя многие тренеры стремятся установить свое руководство таким образом. Истинные обязательства проникают через убеждение, они создают атмосферу энтузиазма, помогая каждому спортсмену и команде в целом понять, что возможно достигнуть определенных целей.

Эффективные тренеры обращаются к эмоциям и к духу членов команды, об-

ращаясь к их ценностям и стремлениям. Превосходные тренеры не заявляют свои цели только однажды, а повторяют их снова и снова, формируя физическую [7; 8] и психологическую [5; 6] окружающую среду, чтобы укрепить совместное движение к этим целям. Видение принимаемых целей и движение к ним укрепляется и развивается главным образом в процессе спортивной подготовки. Лидеры приобретают это видение в поиске информации из любых соответствующих источников. Поскольку в этом процессе лидеры в значительной степени полагаются на информацию от других людей, они должны обладать хорошими навыками слушать и уметь задавать хорошие вопросы. «Хочешь получить умный ответ – задай умный вопрос». После этого следует «просеять» доступную информацию, анализируя и интерпретируя ее, применительно к специфике своей ситуации, к своим спортсменам и команде. Качество этой интерпретации определяется истинной способностью лидера проникнуть в суть проблемы и его возможностью извлечь из полученного «рациональные зерна» для своей команды. Видение также связано с интеллектом, который развивается подготовкой – в процессе самообучения, чтобы быть в состоянии понять, как думать, планируют, и учатся другие. И только те, кто в жестких условиях современного спорта сможет выбрать правильную стратегию в нужной ситуации, получит право стать лидером. Превосходная стратегия не возникает просто из интеллекта (хотя это и необходимо), она появляется, главным образом, из его развития, когда тренер становится учеником «спортивной игры». Чтобы обеспечить на основе развитого видения реализацию эффективной стратегии – все, что от тренера требуется: это хорошо знать свой спорт, своих спортсменов и своих соперников [11–15].

Создание командной культуры

Наличие руководства и видения для команды тренера является первейшим, жизненно необходимым условием лидерства. Но только способность тренера привести их в действие, чтобы заставить стать действительностью, делает его лидером. Приведение в действие видения требует от тренера развития и поддержания эффективной командной культуры. Развитие двигательных навыков и создание условий в планировании тактики для следующего спортивного соревнования, конечно, важны, но равной мере важно создание культуры команды [14].

Определение культуры команды

Культура команды – это способ организации ее внутренней жизни и социальная архитектура, определяющая командный дух. Здоровая культура команды создает климат для успеха и развития психологии победы, принятия обязательств, внушения гордости и создания духа товарищества. Она касается: процедуры награждения, кто, с кем и как общается, тренировочных процедур и соревновательных протоколов, приемлемых реакций на победы и поражения, дресс-кода и многих других вещей в жизни команды. Стиль лидерства, используемый тренером, определяющий распределение властных полномочий и принятие решений, является частью культуры команды. Культура команды включает формальные организационные системы, которые устанавливает тренер-лидер для того, чтобы двигаться к намеченным целям, и ряд неофициальных факторов, которые работают в любом развивающемся спортивном коллективе. Эти формальные и неофициальные процедуры имеют большое влияние на внутреннее состояние команды, которое часто называют душой команды [14, с. 34–36].

Важной задачей тренера-лидера является соответствующее развитие культуры команды, адекватное ее руководству. В противном случае команда будет функционировать существенно ниже реальных способностей, приводя к неудовлетворенности ее членов. Негативными факторами для развития и поддержания нужной культуры команды являются ситуации, когда спортсмены постоянно подвергаются критике, когда между ними и тренерами или непосредственно среди атлетов возникают и развиваются конфликты, вызывая чувство отчужденности, когда тренеры осуществляют слишком много контроля, или когда ощущения тщетности проявляемых усилий и неудовлетворенности достигают своего порога.

Часто тренеры не достигают своих целей в гораздо большей степени из-за недостатка понимания и способности развивать и поддерживать командную культуру, а не из-за плохого руководства и знаний своего вида спорта. Строительство культуры команды не означает, что каждый ее член должен твердо соответствовать тому, что диктует тренер. Это сложный и длительный процесс развития команды, в который должны быть вовлечены все ее члены, и диктовка каждого стандарта соответствующего поведения не приводит к ее развитию. Успешный тренер-лидер должен очень аккуратно и дозированно использовать свою власть в команде, чрезмерность которой зачастую

негативно действует на команду. Позитивная культура должна давать пространство для индивидуализма и разумного разделения ответственности.

Компоненты культуры команды

Традиции команды. Очевидно, что тренеры хотят построить традиции победы, заменив пораженческие, но и такие традиции, как команда, которая никогда не уходит, отношения «fair play», умная команда и другие, также важны для ее развития.

Основные рабочие процессы. Это процедуры отбора спортсменов, вознаграждения, тренировки и подготовки к соревнованиям. К ним также относятся использование оборудования и технических средств, помощники тренера и установленные связи с общественностью. Все эти системы должны работать эффективно и направлены на достижения целей команды.

Управление информацией. Эффективность информационного управления командой зависит от многих факторов: как она поступает к тренеру, кто посвящен и в какую информацию, как определенная информация передается помощникам тренера и спортсменам, как информацией управляют во время соревнований, на тренировочных сборах и в межсезонье.

Специфика вида спорта. В разных видах спорта обычно необходима различная культура команды. Особое значение это имеет для командных видов спорта, потому что они требуют особо точной координации усилий при жестких временных ограничениях. Культура в боевых спортивных состязаниях и единоборствах отличается от неконтактных видов спорта, однополые спортивные состязания отличаются от спортивных состязаний со смешанным полом. Культура команды, конечно, должна соответствовать виду спорта [5; 6; 15].

Власть, влияние и статусная структура в команде. Показатели функционирования культуры команды определяют, сохраняет ли тренер большую часть власти, или делит ее с помощниками и спортсменами, стремятся ли члены команды помогать друг другу или тренер и его помощники обеспечивают эти отношения, есть ли в команде сильная иерархия, основанная на опыте и классе спортсменов.

Стиль лидерства тренера. Это наиболее значимый фактор культуры команды.

Практические средства развития культуры команды

Для успешного тренера развитие культуры команды не может быть делегировано кому-либо еще, что, вероятно, является

наиболее трудной задачей. Когда тренер говорит о создании и развитии команды, он прежде всего должен признать необходимость изменить ее культуру. Он всегда должен работать над культурой команды, понимая, что каждый раз, когда он встречается со спортсменом, на каждой тренировке и соревновании любые предпринимаемые им действия влияют на культуру команды [14, с. 37–38].

Существуют определенные признаки указывающие на проблемы с культурой команды:

- команда играет не как обычно, ниже ее уровня и возможностей;
- помощники тренера жалуются;
- среди членов команды есть конфликты;
- ощущение дискомфорта в общении тренера с помощниками и спортсменами;
- нарушения в назначениях, пропуск сообщений, неясность в отношениях;
- очевидные признаки апатии и незаинтересованности;
- пассивность на собраниях команды.

Развитию культуры команды помогает проявление интереса тренера к достижению каждого спортсмена, проявление гордости командой, способность помогать ей играть дружно и ясная обратная связь о работе. Спортсмены гордятся своими достижениями, развивая чувство удовлетворения от того, что они часть команды и часть процесса принятия решений. Изменение культуры команды – постепенный процесс, и при быстром образовании национальных сборных команд, состоящих из «звезд», времени у тренера для развития их культуры немного. В таких условиях особое значение приобретает умение и желание тренера сборной команды, дорожа каждым днем и часом возможного общения со спортсменами, точно дозировать каждое свое слово и действие, направленные на понимание и совместные действия.

Тренер успешно развивает динамичную культуру команды, если:

- вовлекает спортсменов в определение целей команды, совместных с их целями;
- определяет им такие обязанности, которые они реально могут выполнять;
- демонстрирует превосходные умения и знания своего вида спорта;
- подчеркивает уважение каждого спортсмена и признает их компетентность;
- вознаграждает за хорошую работу и усилия, если результаты – вне контроля атлетов;
- учит спортсменов способам и средствам взаимной поддержки друг друга;
- озвучивает развитие своей философии тренировки;

- принимает долгосрочные, а не краткосрочные цели и перспективы;

- имеет в запасе хорошо продуманный, «аварийный» план для бедственных ситуаций.

Заключение

Представленные в данной статье соображения относительно некоторых проблем развития современного спорта предполагают акцентирование ряда теоретических и практических сторон успешной тренерской деятельности в спорте. Их актуальность связана с недостаточной, по мнению автора, разработанностью некоторых особенностей практической работы тренера, скрытых от внешних взглядов и сосредоточенных на внутренней интеллектуальной и психологической сторонах его профессии. Представляется, что описанная в статье необходимая внутренняя работа тренера по значимости может быть оценена как айсберг, 10% которого над уровнем океана, а 90% под водой, и доступна только квалифицированному исследователю.

Список литературы

1. Абульханова-Славская К.А. Психология личности. Хрестоматия. Т. 2. – Самара: Бахрах-М, 2013. – 544 с.
2. Асеев В.Г. Феномен неоднозначности воздействий: мотивационные механизмы // В сборнике: Мотивация в современном мире. – Щелково: ИнтоПринт, 2011. – С. 20–24.
3. Деркач А.А. Психология профессиональной деятельности. – М.: Рос. акад. гос. службы, 2010. – 340 с.
4. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Смысл, 2004. – 346 с.
5. Марков К.К. Педагогические и психологические аспекты деятельности тренера по волейболу в тренировочном и соревновательном процессах: автореф. дис. ... докт. пед. наук. – М.: РГУФК, 2001. – 49 с.
6. Марков К.К. Философские и психолого-педагогические проблемы успешной тренерской деятельности в спорте. – Иркутск, 2017. – 171 с.
7. Марков К.К., Николаева О.О., Янов В.В. Специальная силовая подготовка в современном волейболе: монография. – Красноярск: КГПУ, 2008. – 186 с.
8. Марков К.К., Николаева О.О. Моделирование физиологических и биомеханических характеристик спортивных скоростно-силовых локомоций // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2006. – № 1. – С. 149–156.
9. Марков К.К., Пашкова Н.В. Инновационные подходы к обучению двигательным действиям в волейболе на основе теории учебной деятельности // В сборнике: Восток – Россия – Запад. Современные процессы развития физической культуры, спорта и туризма. Состояние и перспективы формирования здорового образа жизни. Материалы международного симпозиума. – Красноярск, 2008. – С. 150–156.
10. Мерлин В.С. Психология индивидуальности / под ред. Е.А. Климова. – Воронеж: Модэк, 2010. – 543 с.
11. Coaches Manual. Level 4. CVA, Canada, 2013. – 215 p.
12. Coaches Manual. Lausanne, FIVB, 2011. – 166 p.
13. High-performance training for sport / D. Joyce, D. Lewindon, editors. Human Kinetics, 2014. – 377 p.
14. Martens R. Successful coaching – 4th ed. Human Kinetics, 2012. – 443 p.
15. Murphy S. The sport psych handbook. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008. – 368 p.

УДК 37.012.3

ЭВОЛЮЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ШКОЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ В ЯКУТИИ: АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (1960–1980 ГГ.)

Николаева А.Д.

ФГАУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» Минобрнауки
России, Якутск, e-mail: allanikol@list.ru

В современных условиях развития образования особую значимость приобретают изучение и использование отечественного исторического опыта для модернизации управления образованием. Это объясняется тем, что для недопущения повторения необоснованных и неверных решений необходимо учитывать положительный опыт в совокупности с осознанием и недопущением прошлых ошибок. Поэтому с целью объективной комплексной оценки истории развития образования и установления ценности и значимости для его последующего развития применяется аксиологический (ценностный) анализ. Автор утверждает, что аксиологический анализ позволяет проецировать исторический опыт управления образованием на современный и последующие этапы его развития. Аксиологический подход в исследовании истории развития системы управления образованием обоснован тем, что функциональным назначением этой системы со времени ее возникновения была и является система управленческих действий, направленных на создание условий для функционирования и развития образовательных систем с целью обеспечения и сохранения единого образовательного пространства. В статье на основе историографических данных представлены результаты аксиологического анализа эволюции системы управления образованием в 1960–1980-е гг., проведенного с позиций определения позитивного и перспективного опыта с точки зрения дальнейшего развития и укрепления системы управления школьным образованием; выявления негативного опыта в управлении образованием, связанного с теми или иными деформациями или просчетами, тормозящими развитие исследуемой отрасли образования за достаточно продолжительный период развития образования в Якутии.

Ключевые слова: аксиологический анализ, управление школьным образованием, эволюция, исторический опыт, тенденции, двойственность в развитии, управление по задачам, корреляция тактики управления образованием, механизмы опережающего реагирования

EVOLUTION OF COMMON EDUCATION IN YAKUTIA: AXIOLOGICAL ASSESSMENT (1960–1980)

Nikolaeva A.D.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova Ministry of Education
and Science of Russia, Yakutsk, e-mail: allanikol@list.ru

In modern conditions of development of education acquire particular importance to study and use of the national historical experience for the management of education modernization. This is because in order to avoid repetition of unfounded and incorrect decisions have the opportunity not only to integrate the achievements of the past, but also to understand and then to overcome the mistakes committed earlier. Therefore, to conduct a comprehensive assessment of historical experience, accumulated over the lifetime of the education management system and establish its value and significance for the next stages of its development, axiological (evaluative) analysis is used. On the basis of the results of these historiographical axiological analysis of the evolution of education management system, conducted from the standpoint of determining the positive and promising practices in terms of further development and strengthening of school management; identifying negative experience in education management associated with certain deformations or failures hindering the development of the industry study obrazovaniya for a sufficiently long period (pre-revolutionary and Soviet) the development of education in Yakutia. The authors argue that axiological analysis allows us to project the historical formation of management experience in the modern and the subsequent stages of development. They emphasize that the axiological approach to the study of the history of education management system development based on the fact that the functionality of the system since its inception has been and is the system of administrative actions aimed at creating conditions for the functioning and development of educational systems with a view to achieving and maintaining a common educational space.

Keywords: axiological analysis, management school, evolution, historical experience, trends, duality in the development of public-public education management, direction on tasks, the correlation of education management tactics, advanced mechanisms to respond

На современном этапе модернизации образования, когда зачастую происходят не всегда соответствующие состоянию системы изменения, недостаточно учитываются прошлые ошибки и положительные тенденции, аксиологическая оценка прошлого, осмысление и сохранение всего ценного из опыта образования как никогда актуальны. Несмотря на идеологизацию и унифицированность образования в советский период, в системе образования отмечались и поло-

жительные тенденции, которые актуальны и могут иметь развитие и в современных условиях.

Историко-педагогические источники не в полной мере способствуют установлению совокупности факторов, влияющих на процесс развития системы. Аксиологическая оценка дается только отдельными эпизодами истории образования, при этом только фрагментами. Вместе с тем оценка перспективного опыта и выявление оши-

бок в управлении образованием, обусловленных определенными деформациями или просчетами, тормозящими развитие образования, позволяет «ретранслировать проанализированный опыт на последующие этапы развития системы управления образованием, более взвешенно и с учетом ошибок определять стратегические направления развития» [1].

Цель исследования: выявить на основе комплексного аксиологического анализа положительные и негативные тенденции с точки зрения дальнейшего развития и укрепления управления школьным образованием.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования использованы историографические материалы по общему образованию и органов управления образованием. Аксиологическая оценка эффективности управления в исследуемый исторический период проводилась на основе экспертного метода, дихотомического метода, обобщения опыта, методов количественного и качественного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Противоречия эволюции СССР в 1960-е гг. отразились и на судьбе советской школы. С одной стороны, политика развития общественного производства, усиление роли технического потенциала оказали большое влияние и на развитие школьного образования, особенно на значимость получения учащимися теоретических и естественно-научных знаний. С другой – отголоски сталинской политики, все большее ослабление демократических принципов в общественной жизни привели к стагнации в образовании, осязаемому формализму в оценке качества знаний и умений обучающихся. Как и во всем обществе, в системе образования усилилась вертикаль власти, установилась бюрократическая система управления образованием. Наблюдалось осязаемое расхождение между реальной практикой и тем, что провозглашалось. Образовательная политика советского периода характеризовалась тем, что управление образованием имело жесткую иерархическую структуру в соответствии с существующим механизмом управления страной. Соответственно, система управления школой еще более жестче была централизована созданным в 1966 Министерством просвещения СССР, что, естественно, повлекло усиление унификации всего учебно-воспитательного процесса в учреждениях образования. Произошла тотальная монополизация школьного обра-

зования в стране, проявившаяся в унифицированных единых для всех регионов страны учебниках с одинаковой учебной программой и учебно-методических рекомендаций. Эти меры были направлены на достижение единого содержания образования, соответственно – на создание единого учебно-методического сопровождения. Несмотря на то, что снабжение ресурсами в данный период было все еще недостаточным, но все-таки стабильным, в учреждениях образования не наблюдались мотивация и активность в развитии. Как отмечает С.Б. Белоглазова, «управление образованием имело жесткие линейно-функциональные структуры, относительно приспособленные к работе в стабильных условиях, но не рассчитанные на изменения и развитие» [2]. Поэтому местные органы управления образованием вынуждены были выполнять предписания вышестоящих органов, например, по достижению формальных показателей, в том числе процента успеваемости, охвата образованием и т.д.).

Административный характер реформирования образования 1960–1980-х гг. также отразился, как отмечает М.С. Тулебаева, и на том, что «вновь не было продумано опережающее кадровое обеспечение реформ. Существующий педагогический состав школ без глубокой подготовки должен был выполнять программу реформирования системы образования, участвовать в инновационных процессах модернизации» [3]. Снова повторялись ошибки предшествующих реформ: не были созданы соответствующие условия для реформирования образования (материальные и кадровые ресурсы); творческая инициатива педагогов, получившая определенный уровень развития вплоть до конца 1930-х гг., была снова блокирована, а также не придавалось значения национальному образованию. Как указывает автор статьи в предыдущих исследованиях, «система управления образованием снова не предусмотрела создание инновационных структур с целью организации и прогнозирования развития образования», например в структуре органов управления не было специалистов по проблемам инноваций образования; отсутствовали целевые фонды для решения научно-методических и других задач; не открывались научные лаборатории и экспериментальные площадки по актуальным проблемам развития образования и внедрения новых педагогических технологий. То есть «не были созданы условия для реального и опережающего развития системы образования на основе массового педагогического творчества как механизма эволюции образования.

В этих условиях трудно было ожидать от систем управления образованием проявления серьезной инициативы и ориентации на саморазвитие» [1].

Как отрицательные тенденции в управлении образованием можно определить: недостаточное осознание управленческих проблем, повышения качества образования, наличие позиции управленцев на местах как проводников решений вышестоящих органов управления образованием (что собственно было объективно в силу существующей государственной политики), отождествление управления с управляемым объектом; неосознаваемое (или даже отсутствие) обозначение и поиск путей решения проблем повышения качества управления образованием. Системы управления образованием неспособны были оперативно решать появляющиеся проблемы, действующие органы управления обладали гипертрофированным свойством жесткого администрирования и контроля, поэтому характер их деятельности не способствовал позитивным и качественным изменениям в образовании. Потребность в обратной связи практически отсутствовала, поэтому руководители образования не стремились глубоко изучать объект. Все это не способствовало необходимости ставить и решать вопросы прогнозирования развития системы образования и социокультурной среды. Все это показывает, что культура управления образованием характеризовалась закрытостью и узковедомственностью, соответственно – самоконсервацией. Вместе с тем эта система объективно рассматривалась как единственно возможное, поскольку ввиду единообразия, устойчивости ее характера управлять такой системой было очень удобно и достаточно эффективно. Помимо этого, данная система была направлена, прежде всего, на «лозунговый» труд, что свидетельствовало об открытой политико-идеологической ангажированности управленческой деятельности, являлась надежной опорой существующей государственной системы.

Общее образование в ЯАССР в 1960–1980-е годы

В 1960-е гг. XIX в., как и в целом по стране, в регионе проводилось укрупнение школ и, как следствие, закрытие малокомплектных начальных школ, открытие средних школ-интернатов. Как нами было установлено, «сокращение количества начальных школ шло примерно такими же темпами, как и в целом по РСФСР. Например, в 1965 г. в республике насчитывалось 623 школы, из них восьмилетних – 250, средних – 100, а в начале 1970-

х гг. – 247 начальных, 234 восьмилетних и 150 средних школ, 11 вечерних и заочных школ. Количество школьников достигло 153,2 тыс., что по сравнению с 1965 г., увеличилось на 17,9 тыс. Из более чем 9 тыс. учителей 57% имели высшее образование» [4, 1]. В 1960–1980-е гг. на Крайний Север ввиду развития горнодобывающей промышленности стали прибывать специалисты из других регионов СССР, поэтому появилась полиэтничность культурной среды и возникла необходимость развития двуязычия. Однако, у народов Севера стал нарушаться традиционный уклад жизни. Дети коренных народов Севера отрывались от родителей и привычной среды обитания. Как отмечают В.Н. Егоров, Н.Д. Неустроев, с 1960-х гг. «началось постепенное увеличение числа детей коренных народностей Севера, обучающихся на русском языке с 1-го класса. Во многих школах народностей Севера родной язык и литература из школьной программы исключались» [5]. Таким образом, можно констатировать, что укрупнение школ сказалось на изучении родных языков. Вместе с тем в условиях русификации отмечалась положительная динамика развития двуязычия в сельской местности, увеличение количества населения Якутии, свободно владеющих русским языком, по данным переписи населения 1979 г. полиязычное образование составляло 76,5% всей системы образования республики. Несмотря на позитивную тенденцию открытия в регионе школ-интернатов, в Якутии в отличие от массовых школ и от ситуации в других регионах РФ интернаты требовали больших финансовых затрат ввиду специфичных условий Севера. Кроме того, несмотря на то, что создание интернатов воспринималось населением положительно, наблюдалась нехватка учителей из числа коренных жителей и специалистов, способных заниматься разработкой методических пособий, учебников и литературы на родном языке народов Севера. Система полиязычного образования характеризовалась сетью школ, частично сходных между собой, и школами, обладающих специфическими особенностями. Двуязычное образование в республике учитывало языковые особенности территории и обладало определенной степенью образовательной автономии, так как союзное правительство определяло основную цель и предоставляло автономным республикам возможность решать задачи организации поликультурного образования самостоятельно. Таким образом, в указанный период наблюдались «тенденции к изменению внутреннего содержания типов национальных

школ по языкам обучения» [1], обусловленные демографической и языковой ситуацией в Якутии.

Предыдущие исследования показывают, что в 1960–1970-е гг. школы республики стали больше оснащаться техническими средствами обучения, так, в конце 1970-х гг. школы были обеспечены в 4 раза больше, чем в начале 1960-х гг. Со второй половины 1960-х гг. обеспечение учебно-наглядными пособиями и оборудованием Якутским учебным коллектором Главснабпропа МП РСФСР стало плановым. Повысился уровень образованности населения, по сравнению с 1939 г. (с 89 чел. с высшим и средним специальным образованием до 448 чел. (1970) на 1000 чел. населения – рост на 563%) [5, 6]. Были созданы первые экспериментальные программы, учебно-методические пособия по родным и русскому языкам с целью «оптимизации содержания школьного образования и необходимости устранения перегрузки учащихся учебным материалом» [6, 4]. Так, впервые в Якутии на научной основе была организована учебно-методическая работа по совершенствованию содержания образования (создание учебников и методических пособий). В 1980-е гг. четко проявилась положительная тенденция принятия мер «по расширению сети и улучшению материально-технического обеспечения школ, повышению уровня образованности населения, оптимизации учебно-воспитательного процесса в школах» [6]. Новые социально-экономические условия региона способствовали проявлению тенденции повышения роли русского языка как языка межнационального общения. Итогом явилось распространение двуязычия и полиязычия, что позитивно сказалось на развитии национального образования. Активно пропагандируемый через средства массовой и педагогической информации опыт педагогов-новаторов страны также способствовал совершенствованию школьного образования республики. Многие учителя успешно осваивали и применяли педагогические технологии, разработанные российскими коллегами: методики В.Ф. Шаталова, Р.Г. Хазанкина, С.Н. Лысенковой, В.Н. Зайцева, Б.Н. Неменского, Л.В. Занкова, Д.Б. Кабалевского, Е. Ильина; З.Н. Наскидаева, липецкий опыт и многое другое. Например, учитель начальных классов А.И. Говорова (г. Якутск), еще в 1980-е гг. работала по системе КСО с включением технологии Демсос, в результате ее ученики могли экстерном за 1 год проходить программы 2 лет обучения. Е.К. Попова, учитель Хатын-Арынской начальной школы Намского улуса, с 1963 г. осуществляла экспериментальное обучение в 1 классе по новому

букварю Д.К. Сивцева и М.Е. Охлопковой, который был основан на учете особенностей якутского языка и учитывал принципы, разработанные Д.Б. Элькониным о развитии фонематического слуха у детей. По результатам эксперимента ею были составлены учебник по якутскому языку и прописи для учащихся. Учитель биологии Г.Е. Бессонов, Герой Социалистического труда, в с. Тойбохой Сунтарского улуса создал учебно-методический комплекс, включающий: учебно-биологический кабинет, уголок живой природы, школьный краеведческий музей, опытный участок, ботанический сад, парк-дендрарий, картинную галерею, народный музей им. В.И. Ленина, станция юных натуралистов и опытников сельского хозяйства, зимний сад и дом-музей «Курьезы природы». В условиях сурового климата Якутии под руководством учителя учащиеся проводили опытническую работу с сельскохозяйственными и декоративными культурами, содержали большое количество разнообразных птиц и зверей, получая навыки трудовой и исследовательской работы. Учащиеся школы не раз становились лауреатами ВДНХ в г. Москве. В 1960-е гг. в Эльгэйской средней школе того же Сунтарского улуса Б.Н. Андреев, заслуженный учитель РСФСР, прирожденный биолог и орнитолог, создал уникальный музей природы, известный далеко за пределами России. А.В. Белина, учитель русского языка и литературы Ытык-Кельской СШ Таттинского улуса, автор учебных программ по русской литературе, спецкурсов, пособий для учащихся, проводила большую работу по развитию навыков исследовательской работы учащихся. В 1970-е гг. ее ученики неоднократно становились победителями Всероссийских литературных праздников. Одной из первых в республике она освоила технологию адаптивной системы обучения (АСО). В 1960-е гг. В.П. Карпова в условиях единственной в республике школы-интерната для детей с тяжелыми нарушениями речи внедрила технологию поэтапного формирования умственных способностей, адаптировав к условиям школы. И.М. Кершенгольц (СШ-9 г. Якутска), С.А. Олесов (Майинская СШ Мегино-Кангаласского улуса) в 1980-е гг. были организаторами заочных физико-математических школ при Московском и Новосибирском госуниверситетах. М.Х. Конобулова, учитель географии Крестянской СШ Сунтарского улуса, является основателем уникального музея первооткрывателей алмазов (1985 г.), ее ученики неоднократно становились призерами и победителями Всероссийских конференций, смотров и конкурсов. 1962 г. в истории образования Якутии стал знаменателен тем,

что было заложено начало физико-математического образования, которое впервые осуществил в Верхневилуйском улусе народный учитель СССР Михаил Андреевич Алексеев, идеи и опыт которого в настоящее время продолжают свое развитие в работе с одаренными детьми, подтверждаемые результатами учащих школ Республики Саха (Якутия) предметных олимпиадах школьников различного уровня. И таких примеров можно привести много. В исследуемый период были также введены факультативы и кружки технического направления, в том числе и новый предмет – основы информатики и вычислительной техники и др. В экстремальных условиях Севера было осуществлено обучение шестилетних детей в школах в полном объеме требований учебных программ при сохранении права обучения по трехлетней программе. Таким образом, деятельность органов управления образованием в Якутии оказалась весьма результативной: было оптимизировано учебно-методическое обеспечение школ республики, поднялся научно-методический уровень преподавания, что в конечном итоге повлияло на качество знаний и несколько устранило учебную перегрузку в якутских школах. Все это, несомненно, послужило хорошим заделом для реализации положений реформы 1990-х гг.

Следовательно, можно резюмировать, что, несмотря на то, что отдельные характеристики системы управления образованием не были адекватны изменениям и требованиям жизни, трудности их качественного преобразования во многом исходили из отсутствия или недостаточной внутренней готовности к изменениям, которые были необходимы в условиях реформы конца 1980-х гг. В качестве положительных тенденций, которые можно использовать с последующим их развитием, можно отметить «активность принимаемых решений по расширению и рационализации сети, улучшению материально-технической базы школ, меры по оптимизации содержания образования, использование передового педагогического опыта учителей-новаторов, более взвешенный подход к совершенствованию и развитию системы управления образованием, научно-методическое обеспечение системы подготовки управленческих кадров. В конечном итоге это в какой-то степени способствовало «устранению эмпирики в управлении образованием, которая ярко проявлялась с конца 1930-х гг.» [6, 1].

Заключение

Комплексный аксиологический анализ выявил двойственность в развитии

советской системы управления образованием в Якутии (1960–1980-е гг.), которая обусловлена, с одной стороны, линейно-функциональной структурой системы управленческой вертикали в стране, с другой – несмотря на то, что развитие образования с учетом социокультурной ситуации в регионах несколько сдерживалось общей политикой управления в СССР, в ЯАССР, как и в других автономных республиках, система образования обладала тенденциями определенного развития с учетом региональных условий. Таким образом, аксиологическая комплексная оценка позволяет, оперируя конкретными фактами, выявить позитивные и негативные тенденции в процессе эволюции управления общим образованием в Якутии; выявить соотношение исторического опыта образования с проблемами, имеющимися на современном этапе; с учетом аксиологической «ретрансляции» имеющегося опыта на последующие этапы развития системы управления образованием в республике» определить преимущественный вид управления образованием как наиболее адекватный образовательной ситуации (в данном случае управление по задачам). Управление по задачам, на наш взгляд, это определение или выбор стратегий в качестве задач достижения прогнозируемых результатов. Как известно, стратегическое управление образованием на этапе выбора стратегий предусматривает анализ, который включает диагностику социокультурной ситуации, исходящей из комплексного аксиологического анализа эволюции образования. Следовательно, возможная корреляция тактики управления образованием и определение механизмов опережающего реагирования могут исходить с учетом установленных по результатам комплексной оценки положительных и негативных тенденций развития управления образованием на различных этапах ее эволюции.

Список литературы

1. Николаева А.Д., Степанова Л.В. Аксиологическая оценка эволюции управления общим образованием в Якутии // Вестник СВФУ. Серия Педагогика. Психология. Филология. – 2017. – № 1 (05). – С. 62–70.
2. Белоглазова С.Б. История образования в Якутии в период реформ первой четверти XIX в. // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – 2013. – № 4 (170). – С. 31–40.
3. Тулебаева М.С. Становление и развитие системы управления образованием в Башкирии, конец XIX–XX вв.: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. – Уфа, 2001. – 176 с.
4. Национальный архив РС (Я), ф. 288, оп. 1, д. 463, л. 21.
5. Егоров В., Неустроев Н. Специфика деятельности малокомплектных и кочевых школ в условиях Севера. – М.: Академия, 2009. – С. 53. – 66 с.
6. Цирульников А.М. Система образования в этнорегиональном и социокультурном измерениях. – СПб.: Агентство образовательного сотрудничества, 2007. – 288 с.

УДК 378.172:796.011.3

ТЕСТИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА НА ОСНОВЕ НОРМАТИВОВ ФИЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА «ГОТОВ К ТРУДУ И ОБОРОНЕ»

Прокопенко Л.А.

*Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета, Нерюнгри,
e-mail: larisana4@mail.ru*

Для объективного анализа физической подготовленности студентов в период обучения в вузе разработана шкала оценки результатов тестирования физических качеств. В основе разработки лежит введение нормативов нового комплекса ГТО, базирующегося на концепции о трудности выполнения нормативов, а также методика разработки шкалы оценок, предложенная в примерной учебной программе вузов по физической культуре 1990 года. Введены альтернативные тесты на быстроту и выносливость с учетом неблагоприятных климатических условий Севера, где расположен вуз. Балльная система оценки позволяет оценивать отдельные стороны физической подготовленности студентов. Разработанная шкала применяется для промежуточной аттестации студентов в период зимней и летней сессий, а также для оценки подготовки молодых людей к выполнению нормативов ВФСК ГТО.

Ключевые слова: аттестация студентов, физическая подготовленность, шкала оценок, нормативы комплекса ГТО

PHYSICAL FITNESS TESTING STUDENTS BASED ON THE STANDARDS OF THE COMPLEX «READY FOR LABOUR AND DEFENCE»

Prokopenko L.A.

*Technical Institute (branch) of North-Eastern Federal University, Neryungri,
e-mail: larisana4@mail.ru*

For objective analysis of physical preparedness of students in the period of study at the University developed a rating scale of test results of physical qualities. The core of the development lies the introduction of the new standards set by the complex RLD based on the concept of the difficulty of compliance, and methods development of the scale of assessments proposed in the indicative curriculum of universities of physical culture, 1990. Introduced alternative tests for speed and endurance given the adverse climatic conditions of the North, where the institution is located. The point system allows to rate certain aspects of physical preparedness of students. The developed scale is used for the intermediate certification of students during winter and summer sessions, as well as to assess the training of young people to meet the requirements of Russian Physical Culture and Sport GTO Complex.

Keywords: certification of students, physical fitness, rating scale, standards of the complex RLD

Физическое состояние студентов следует понимать как совокупность результатов, характеризующих физическое развитие, функциональные возможности, уровень развития основных двигательных способностей и состояния здоровья. Объективная оценка физического состояния и установление его динамики во времени и количестве являются непременными условиями эффективного управления учебно-тренировочным процессом. Построение процесса физического воспитания в вузе ведется в соответствии с Учебной программой [1].

Примерная учебная программа дисциплины «Прикладная физическая культура» для вузов отражает требования государственного образовательного стандарта, а также может быть расширена с учетом регионально-территориальных, социокультурных и климатических факторов, материально-технических условий. Учебная дисциплина «Прикладная физическая культура» предусматривает контроль физической подготовленности студентов, которую

кафедры физической культуры оценивают по балльно-рейтинговой системе. На протяжении более 25 лет мы можем наблюдать, что существенных изменений в подходе к оценке физической подготовленности студентов не происходит.

Так, базисная учебная программа дисциплины «Физическая культура» для вузов 1990 г. содержала более 10 контрольных тестов для оценки физической подготовленности студентов и включала практически все виды испытаний современного комплекса ГТО с оценкой в очках [2].

Примерная программа 2010 г. включила оценку в баллах трех обязательных тестов физической подготовленности, соответствующих предыдущей программе, но с учетом массы тела испытуемого в беге на 3000 м и подтягиваниях на перекладине у мужчин и в беге на 2000 м у женщин [1].

Многочисленные исследования показывают, что показатели физической подготовленности и уровня здоровья населения нашей страны, в том числе студенческой мо-

лодежи, неуклонно снижаются. Это определило необходимость издания Указа Президента Российской Федерации В.В. Путина (2014 г.) и дальнейшую разработку нового Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ВФСК ГТО) для различных возрастных групп населения России, предусматривающего выполнение установленных государством нормативов.

Нововведение вызвало интерес и желание попробовать свои силы по выполнению нормативов комплекса ГТО у студентов. В то же время это вызвало интерес у преподавателей вузов: выяснить, как справляются студенты с нормативами комплекса ГТО [3–6]. А также возник вопрос: как оценить уровень физической подготовленности студентов в балльной системе в соответствии с нормативами ВФСК ГТО. В настоящее время интеграции комплекса ГТО и программы обучения в вузе на уровне контроля результатов не наблюдается. Но кто же, как не кафедры физической культуры, должны готовить молодых людей к выполнению нормативов ВФСК ГТО?

Цель работы – разработать шкалу оценивания показателей физической подготовленности с учетом нормативных требований комплекса ГТО VI ступени для промежуточной аттестации студентов.

Материалы и методы исследования

В основе получения информации о состоянии и эффективности деятельности занимающихся в процессе многолетних учебных занятий по физической культуре лежит педагогический контроль с использованием адекватного тестирования. Тест – это контрольное упражнение, результат которого можно рассматривать как качественный и количественный показатель физической подготовленности. Педагогические тесты дают возможность объективно и комплексно определять отдельные стороны физической подготовленности студентов, оценить эффективность используемых средств и методов, выделить основные и вспомогательные упражнения для контроля над уровнем развития физических качеств. В соответствии с методикой обучения преподавателю необходимо планировать и регулировать физическую нагрузку в строгом соответствии с возможностями организма занимающихся, способствовать развитию у них высокого уровня адаптации к мышечным напряжениям, т.е. соблюдать принципы физического воспитания – доступности и индивидуализации. Разрабатываемые тесты и нормативы позволяют в большей степени учесть различия в физическом состоянии студентов, методически целесообразно по-

дойти к проведению учебного процесса, определить уровень развития физических качеств каждого студента.

Для оценки физического состояния студентов мы опирались на следующие методические приемы, направленные на создание системы непрерывного контроля:

1) определение оптимального объема показателей;

2) выбор тестов, достаточно полно отражающих искомые показатели и в то же время удобных для массовых измерений.

Физическая подготовленность студентов оценивается относительной шкалой оценок, разработанных на базе модельных статистических показателей подготовленности с учетом региональных, возрастных и половых особенностей.

В основу разработки нашей шкалы оценивания показателей тестирования положена система нормативно-тестирующей части ВФСК ГТО, предусматривающая установки, заложенные в концепции о трудности выполнения нормативов: 70% испытуемым должны быть посильны нормативы бронзового знака отличия, 60% – серебряного и 20% – золотого [7].

Вместе с тем мы опирались на систему разработки шкалы оценок физической подготовленности, реализованной в учебной программе по дисциплине «Прикладная физическая культура» для студентов вузов, согласно которой оценке 5 баллов соответствует 20% лучших результатов (граница – 20-й перцентиль), оценкам 4, 3, 2 и 1 балл – границы 40-го, 60-го, 80-го, 90-го перцентиля соответственно [8].

Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова (ТИ (ф) СВФУ) расположен в Южной Якутии. Этот северный регион характеризуется неблагоприятными погодными условиями в период сдачи сессий студентами. В связи с чем кафедра физического воспитания ТИ (ф) СВФУ внесла для проведения текущей аттестации дополнительные тесты физической подготовленности: челночный бег 5х10 м и челночный бег в течение 40 с по длине волейбольной площадки, как альтернативные тесты на быстроту и выносливость, и разработала методику их проведения в условиях спортивного зала [9].

Объем выборки студентов для определения количественных показателей при расчете нормативных значений, соответствующих пяти выделяемым уровням физической подготовленности, составил: 201 чел. возрастной группы 18–24 года, 31 чел. возрастной группы 25–29 лет мужского контингента; 151 чел. и 22 чел. соответствующих возрастных групп женского контингента.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании изученных материалов и методик для оценки физической подготовленности студентов ТИ (ф) СВФУ мы разработали шкалу оценивания показателей тестирования основных физических качеств: быстроты, выносливости, силы, гибкости, ловкости. Из комплекса ГТО были взяты упражнения VI ступени возрастной группы 18–29 лет, с делением на подгруппы: 18–24 лет и 25–29 лет. Для мужчин это обязательные испытания – 4 теста: 1) бег 100 м, 2) бег 3 км, 3) подтягивание из виса на высокой перекладине, 4) наклон вперед с прямыми ногами из положения стоя на гимнастической скамье; испытания по выбору – 1) прыжок в длину с места толчком двумя ногами. Для женщин обязательные испытания – также 4 теста комплекса ГТО: 1) бег 100 м, 2) бег 2 км, 3) подтягивание из виса на низкой перекладине, 4) наклон вперед с прямыми ногами из положения стоя на гимнастической скамье и два испытания по выбору – 1) прыжок в длину с места толчком

двумя ногами, 2) поднимание туловища из положения лежа на спине, ноги закреплены, руки за головой (количество раз за 1 мин.). Из испытаний по выбору женщинам предлагается выполнить один тест, с которым лучше справляются. Таким образом, для оценки текущей аттестации определили по 5 тестов для мужчин и женщин.

В связи с неблагоприятными погодными условиями в период летней сессии, а также в период зимней сессии в качестве альтернативных тестов для мужчин и женщин нами введены: тест на быстроту – челночный бег 5х10 м и тест на скоростную выносливость – челночный бег 40 с на волейбольной площадке 18 м.

Тесты измеряются в разных единицах, результаты тестирования представляются в виде баллов по шкале от 1 до 5. С практической точки зрения такая шкала отражает уровень физической подготовленности: 1 балл – низкий, 2 балла – ниже среднего, 3 балла – средний, 4 балла – выше среднего, 5 баллов – высокий и дает возможность понимания и оценивания занимающимися своих результатов.

Таблица 1

Шкала оценивания показателей физической подготовленности
мужского контингента студентов

№ п/п	Тестовые упражнения	Оценка в баллах				
		1	2	3 бронза	4 серебро	5 золото
Мужчины от 18 до 24 лет						
Обязательные испытания (тесты)						
1 или	Бег на 100 м (с)	15,6	15,4	15,1	14,8	13,5
	Челночный бег 5х10 м (с)	14,1	13,9	13,5	13,2	13,0
2 или	Бег на 3 км (мин, с)	14,40	14,20	14,00	13,30	12,30
	Челночный бег 40 с на площадке 18 м (м)	155	160	165	175	185
3	Подтягивание из виса на высокой перекладине (раз)	5	7	9	10	13
4	Наклон вперед с прямыми ногами стоя на гимнастической скамье (см)	– 2	0	6	7	13
Испытания (тесты) по выбору						
5	Прыжок в длину с места толчком двумя ногами (см)	200	210	215	230	240
Мужчины от 25 до 29 лет						
Обязательные испытания (тесты)						
1 или	Бег на 100 м (с)	15,7	15,4	15,0	14,6	13,9
	Челночный бег 5х10 м (с)	14,5	14,2	14,0	13,6	13,4
2 или	Бег на 3 км (мин, с)	15,30	15,10	14,50	13,50	12,10
	Челночный бег 40 с на площадке 18 м (м)	150	155	160	175	180
3	Подтягивание из виса на высокой перекладине (раз)	5	7	9	10	12
4	Наклон вперед с прямыми ногами стоя на гимнастической скамье (см)	– 5	0	5	6	10
Испытания (тесты) по выбору						
5	Прыжок в длину с места толчком двумя ногами (см)	200	210	225	230	240

Таблица 2

Шкала оценивания показателей физической подготовленности
женского контингента студентов

№ п/п	Тестовые упражнения	Оценка в баллах				
		1	2	3 бронза	4 серебро	5 золото
Женщины от 18 до 24 лет						
Обязательные испытания (тесты)						
1 или	Бег на 100 м (с)	18,7	17,9	17,5	17,0	16,5
	Челночный бег 5x10 м (с)	15,0	14,8	14,5	14,1	13,4
2 или	Бег на 2 км (мин, с)	12,30	11,55	11,35	11,15	10,30
	Челночный бег 40 с на площадке 18 м (м)	130	140	150	160	170
3 или	Подтягивание из виса лежа на низкой перекладине (раз)	5	8	10	15	20
	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу (раз)	6	8	10	12	14
4	Наклон вперед с прямыми ногами стоя на гимнастической скамье (см)	0	5	8	11	16
Испытания (тесты) по выбору						
5	Прыжок в длину с места толчком двумя ногами (см)	150	160	170	180	195
6	Поднимание туловища из положения лежа на спине, ноги закреплены (раз за 1 мин)	25	30	34	40	47
Женщины от 25 до 29 лет						
Обязательные испытания (тесты)						
1 или	Бег на 100 м (с)	19,0	18,3	17,9	17,5	16,8
	Челночный бег 5x10 м (с)	15,4	15,1	14,8	14,3	13,8
2 или	Бег на 2 км (мин, с)	12,30	12,10	11,50	11,30	11,00
	Челночный бег 40 с на площадке 18 м (м)	120	130	140	150	160
3 или	Подтягивание из виса лежа на низкой перекладине (раз)	5	8	10	15	20
	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу (раз)	6	8	10	12	14
4	Наклон вперед с прямыми ногами стоя на гимнастической скамье (см)	0	3	7	9	13
Испытания (тесты) по выбору						
5	Прыжок в длину с места толчком двумя ногами (см)	150	160	165	175	190
6	Поднимание туловища из положения лежа на спине, ноги закреплены (раз за 1 мин)	20	25	30	35	40

В разрабатываемой шкале оценки показателей физической подготовленности студентов мы определили нормы испытаний на оценки 5, 4 и 3 баллов в соответствии с золотым, серебряным и бронзовым знаками отличия ВФСК ГТО. И включили альтернативные тесты на быстроту и скоростную выносливость, рассчитав их количественные показатели для баллов 5–3 в соответствии с методикой расчетов в комплексе ГТО. Также сделали количественные расчеты для нормативов на 2 и 1 балл в отобранных испытаниях комплекса ГТО и тестах на быстроту и скоростную выносливость по методике для учебных программ вузов.

Шкалы оценивания показателей физической подготовленности студентов и студенток представлены в табл. 1 и 2.

Разработанная нами шкала оценки показателей физической подготовленности

студентов утверждена научно-техническим советом ТИ (ф) СВФУ и введена в рабочие программы преподавателей с 1 сентября 2016 г. Данные контрольные тесты и нормативы физической подготовленности являются обязательными для промежуточной и итоговой аттестации студентов основной группы. В учебных группах тестирование проводится в форме соревнований, борьбы за результат.

Заключение

Для объективного анализа физической подготовленности студентов в период обучения в вузе нами разработана шкала оценивания результатов тестирования основных физических качеств: быстроты, выносливости, силы, гибкости, ловкости для студентов и студенток возрастной группы 18–29 лет. В основу разработки положена интеграция нового комплекса ГТО и программы обуче-

ния в вузе на уровне контроля результатов. Учитывая неблагоприятные климатические условия Севера, где расположен вуз, нами расширена шкала оценки введением альтернативных тестовых упражнений: на быструю – добавлен челночный бег 5х10 м и скоростную выносливость – челночный бег 40 с на площадке 18 м.

Данная система оценки показателей физической подготовленности студентов, разработанная в соответствии с нормативами комплекса ГТО VI ступени и с учетом региональных особенностей Севера, проста и доступна, позволяет тестировать и оценивать отдельные стороны физической подготовленности студентов. Шкалу оценивания показателей физической подготовленности можем предложить для промежуточной аттестации студентов в период зимней и летней сессий, а также для оценки подготовки молодых людей к выполнению нормативов ВФСК ГТО.

Список литературы

1. Примерная программа дисциплины «Физическая культура» [Электронный ресурс]. – URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/ppd/20110323164024.pdf> (дата обращения: 10.06.2017).
2. Физическая культура: Общесоюзная базисная учебная программа для высших учебных заведений. – М.: Гособразование СССР, 1990. – 22 с.
3. Голубина О.А., Кочнев А.В., Агеева О.Н. Оценка выполнения комплекса ГТО у студенток Северного вуза // Научный альманах. – 2015. – № 4 (6). – С. 106–110.
4. Королев В.Г. Нормативы по физической подготовленности студентов вузов // Молодой ученый. – 2017. – № 8. – С. 391–394.
5. Прокопенко Л.А., Мороз А.А., Черцова А.И. Формирование готовности студентов ТИ (ф) СВФУ к выполнению нормативов комплекса ГТО // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 12 (142). – С. 103–107.
6. Устинов И.Е. Физическая подготовленность студентов вуза относительно норм комплекса ГТО // Современная педагогика. – 2017. – № 3.; URL: <http://pedagogika.snauka.ru/2017/03/6760> (дата обращения: 30.04.2017).
7. Уваров В.А., Булавина Т.А. Результаты апробации действующих нормативных требований I–VI ступени ВФСК ГТО // Социально-педагогические аспекты физического воспитания молодежи: сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции (27 февраля 2015 г.). – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – С. 236–239.
8. Обоснование нормативов программы по физическому воспитанию студентов (методические рекомендации). – М.: ВНИИФК, 1989. – 26 с.
9. Прокопенко Л.А., Полкова К.А. Особенности контрольных тестов и оценка физической подготовленности студентов вуза в условиях Севера // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 2.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26365> (дата обращения: 30.06.2017).

УДК 378.046.4

КРИТЕРИИ СОЦИАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕДАГОГА

Сафин А.А.

ФБОУ ВО «Казанский государственный институт культуры», Казань, e-mail: safin_aleksei@mail.ru

Рассмотрены вопросы обеспечения социальной безопасности педагога на основе преодоления профессиональных деформаций средствами совершенствования профессиональных компетенций. В условиях перехода на новые государственные образовательные стандарты осталась за кадром проблема готовности к переменам ключевого исполнителя процесса – педагога, его проблемы, возникающие в процессе педагогической деятельности. Возникающие при этом профессиональные деформации приводят к социальной дезадаптации, утрате социальной безопасности педагога. В работе описаны критерии социальной безопасности педагога: эмоциональный, коммуникативный, мотивационно-потребностный, деятельностный. Критерии социальной безопасности педагога дифференцированы по уровням социальной безопасности, которым соответствуют определенные профессиональные характеристики педагога в эмоциональной, мотивационно-потребностной, коммуникативной, деятельностной сфере личности педагога. Социальная безопасность педагога достигается средствами преодоления профессиональных деформаций в процессе совершенствования профессиональных компетенций.

Ключевые слова: социальная безопасность, профессиональные деформации, профессиональные компетенции, критерии социальной безопасности

CRITERIA OF SOCIAL SECURITY TEACHER

Safin A.A.

Kazan State Institute of Culture, Kazan, e-mail: safin_aleksei@mail.ru

The issues of ensuring the social safety of the teacher on the basis of overcoming professional deformations by means of improving professional competencies are considered. In the conditions of transition to new state educational standards, the problem of readiness for changes of the key performer of the process – the teacher, his problems arising in the process of pedagogical activity – remained behind the scenes. The resulting professional deformations lead to social disadaptation, loss of the teacher's social safety. The paper describes the criteria of the teacher's social safety: emotional, communicative, motivational, needful, and activity-oriented. The criteria for the social safety of the teacher are differentiated according to the levels of social security that correspond to certain professional characteristics of the teacher in the emotional, motivational, needful, communicative, activity sphere of the teacher's personality. Social safety of a teacher is achieved by means of overcoming professional deformations in the process of improving professional competencies.

Keywords: social security, professional deformations, professional competencies, social safety criteria

Обеспечение социальной безопасности педагога как субъекта образовательного процесса, формирование у него состояния защищенности в современном социуме в процессе профессиональной деятельности должны стать важным направлением работы руководителей образовательных организаций по сохранению и совершенствованию педагогических кадров.

Преодоление профессиональных деформаций, возникающих в процессе профессиональной деятельности, обеспечивает социальную безопасность педагога [1]. Профессиональные деформации преодолеваются в ходе совершенствования профессиональных компетенций [2]. Высокий уровень профессиональной компетентности у педагога, достаточная сформированность у него безопасных личностных характеристик и знаниево-информационных основ профессиональной деятельности являются важнейшими элементами в обеспечении социальной безопасности человека. В связи с этим нами предложена дефиниция «социальная безопасность педагога». Социаль-

ная безопасность педагога – это устранение социальных угроз средствами повышения профессиональной компетенции, достигаемой на основе преодоления профессиональных деформаций. Необходимые для безопасной профессиональной деятельности педагога качества, подтверждающие его высокий уровень профессиональной компетентности, описаны в профессиональных стандартах педагогов [3, 4].

Оценка уровня социальной безопасности педагога на основе преодоления профессиональных деформаций производится по эмоциональному, мотивационно-потребностному, коммуникативному, деятельностному критериям, которым соответствуют наличие профессиональных деформаций в эмоциональной, мотивационно-потребностной, коммуникативной, деятельностной сферах личности педагога.

Систему социальной безопасности педагога можно описать по следующим адаптированным для педагогической деятельности параметрам: предупреждение возникновения ситуации срыва, професси-

онального выгорания; предотвращение деградации личности педагога; обеспечение устойчивости субъекта профессиональной деятельности; поддержка адекватности системы профессиональной деятельности педагога на основе совершенствования компетенций.

Ситуация потенциальной возможности возникновения срыва, деградации, профессионального выгорания наступает при одновременном выходе за допустимые пределы эмоциональной, мотивационно-потребностной, коммуникативной, деятельностной составляющих личности педагога. В ситуации, когда у педагога сформированы профессиональные деформации, выражающиеся в нарушении целостности личности, снижении адаптивности к постоянно изменяющимся условиям труда, достаточного повлечь за собой негативные реакции и даже уход педагога из профессии.

Профессиональная компетентность позволяет профессионалу действовать адекватно ситуации и в соответствии с предназначением профессии [5]. Достижение таких характеристик профессиональной деятельности, как устойчивость субъекта профессиональной деятельности, адекватность системы профессиональной деятельности педагога на основе совершенствования компетенций, должны стать главными целями обеспечения социальной безопасности педагога.

На базе основных групп компетенций [6] можно сгруппировать профессиональные компетенции, совершенствование которых приводит к конструктивным изменениям личности по критериям социальной безопасности педагога. Нами сформулированы следующие критерии оценки социальной безопасности педагога на основе преодоления профессиональных деформаций средствами совершенствования профессиональных компетенций: эмоциональный, коммуникативный, мотивационно-потребностный, деятельностный. Каждый критерий дифференцируется по уровням социальной безопасности (высокий, средний, низкий), которым соответствуют определенные профессиональные характеристики педагога в эмоциональной, мотивационно-потребностной, коммуникативной, деятельностной сфере личности педагога.

Эмоциональный критерий социальной безопасности педагога. Высокому уровню социальной безопасности по эмоциональному критерию соответствует отсутствие у педагога сформированности фаз эмоционального выгорания или наличие лишь отдельных симптомов фазы «напряжение». При этом педагог обладает адекватными

эмоциональными реакциями в критических ситуациях деятельности, выраженной эмоциональной устойчивостью, эмоциональной гибкостью, воодушевлением и ответственностью при осуществлении профессиональной деятельности, уверенностью в профессиональном успехе.

Среднему уровню социальной безопасности по эмоциональному критерию соответствует стадия формирования отдельных симптомов или сформированность фаз эмоционального выгорания «напряжение» и «резистенция». Для данного уровня состояния эмоциональной сферы педагога характерны переживание эмоциональных реакций в критических ситуациях деятельности (тревога, стресс, фрустрация, страх и др.), сопротивление протекающим процессам, выстраивание психологической защиты, осознанное или бессознательное стремление к психологическому комфорту и снижению давления высших обстоятельств, связанных с изменениями в профессиональной деятельности.

На низком уровне социальной безопасности по эмоциональному критерию у педагога сформированы все 3 фазы эмоционального выгорания: «напряжение», «резистенция», «истощение». На этом уровне педагогам свойственны такие профессиональные характеристики, как неадекватное избирательное эмоциональное реагирование, «экономия» на эмоциях, эмоционально-нравственная дезориентация, симптом «редукции (упрощения) профессиональных обязанностей», падение общего энергетического тонуса и ослабление нервной системы.

Коммуникативный критерий социальной безопасности педагога. Высокий уровень социальной безопасности по коммуникативному критерию соответствует высокому уровню проявления коммуникативных качеств педагога, которые можно описать как высокий уровень общительности, склонность к сотрудничеству, владение на высоком уровне продуктивными стилями общения, новаторский подход к профессиональной деятельности, направленность на развитие и саморазвитие.

Средний уровень социальной безопасности по коммуникативному критерию фиксируют при достаточном уровне общительности и склонности к сотрудничеству, проявлении консервативности и осторожного отношения к изменениям в профессиональной деятельности, присутствию самоуверенности, догматичности во взглядах, назидательности в педагогическом общении.

Для низкого уровня социальной безопасности по коммуникативному крите-

рию характерны выраженные затруднения в осуществлении профессиональной деятельности (сдержанность, обособленность, холодность в педагогическом общении), избегание компромиссов, подчиненность, пессимизм, подавленность, робость, подозрительность.

Мотивационно-потребностный критерий социальной безопасности педагога. Высокому уровню социальной безопасности по мотивационно-потребностному критерию соответствует тип мотивационно-потребностной сферы (МПТ) восходящего вида. Для МПТ восходящего вида характерны выраженность внутренней мотивации педагога; наличие мотивов профессиональной деятельности как удовлетворенности от процесса и результата работы, возможности реализации в данной деятельности; стремление к самореализации, развитию, самосовершенствованию, интерес, стремление добиться успеха; потребность успешно выполнить поставленные задачи.

Средний уровень социальной безопасности по мотивационно-потребностному критерию описывается профессиональными характеристиками типа мотивационно-потребностной сферы переходного вида. Для этого вида МПТ свойственны выраженность внешней положительной мотивации (ВПМ), наличие мотивов, отражающих потребность в материальном поощрении, стремлении к продвижению по работе, а также в достижении социального престижа и уважения со стороны других при осуществлении профессиональной деятельности.

С низким уровнем социальной безопасности по мотивационно-потребностному критерию соотносится тип мотивационно-потребностной сферы (МПТ) нисходящего вида. Для нисходящего типа МПТ характерны выраженность внешней отрицательной мотивации (ВОМ), наличие мотивов, отражающих стремление избежать критики со стороны руководителя или коллег, избежать возможности наказаний или неприятностей, следование инструкциям, нормативам, отсутствие стремления к изменениям и инновациям при осуществлении профессиональной деятельности.

Деятельностный критерий социальной безопасности педагога. Высокий уровень социальной безопасности по деятельностному критерию означает высокую степень адекватности профессиональной деятельности на основе совершенствования компетенций, актуализированной в следующих профессиональных характеристиках: выраженная педагогическая направленность на новаторство и творчество, педагоги-

ческая компетентность; педагогическая гибкость; педагогическое самосознание, самоактуализация.

Средний уровень социальной безопасности по деятельностному критерию соответствует состоянию устойчивости субъекта в профессиональной деятельности, которому свойственны наличие в достаточной степени педагогической направленности на новаторство и творчество, педагогической компетентности, педагогической гибкости; педагогического самосознания, самоактуализации.

При низком уровне социальной безопасности по деятельностному критерию необходима деятельность, направленная на предупреждение, предотвращение ситуации срыва, профессионального выгорания. На данном уровне фиксируются слабовыраженные профессиональные характеристики: отсутствие педагогической направленности к творчеству, склонность к консерватизму, низкая педагогическая компетентность, высокая нормативность поведения, замкнутость, ограниченное мышление; низкая педагогическая гибкость, излишняя непосредственность, прямолинейность, низкий уровень педагогического самосознания, отсутствие самостоятельности, низкий уровень самоактуализации и самоконтроля.

Для обеспечения социальной безопасности средствами преодоления профессиональных деформаций нами реализована программа совершенствования профессиональных компетенций педагогов.

В ходе работы, проведенной с группами педагогов, проявивших средний и низкий уровень социальной безопасности, проявивших профессиональные деформации (95 человек), проходящих курсы повышения квалификации на базе ГАОУ ДПО «Институт развития образования Республики Татарстан» (г. Казань), проведены диагностические процедуры по выявлению видов деформаций, разработана авторская программа преодоления профессиональных деформаций, включающая основные направления коррекционной деятельности: первичную и заключительную диагностику проявления профессиональных деформаций у педагогов, совершенствование знаниевой составляющей профессиональной компетенции, которая предоставляет возможности каждому педагогу изучить свой образ «Я», наметить цели изменений, осознать основные направления саморазвития, овладеть самооценкой и взаимооценкой психических состояний коллег, овладеть элементарными умениями педагогической диагностики в процессе групповой деятельности.

В ходе реализации данной программы преодоления профессиональных деформаций на основе совершенствования профессиональных компетенций на первичном этапе проводились диагностические процедуры по выявлению уровня социальной безопасности по видам деформаций педагогов. Были определены группы педагогов по эмоциональному критерию обеспечения социальной безопасности на основе сформированности фаз и симптомов эмоционального выгорания.

На первичном этапе работы, независимо от стажа, особенностей предмета, специфики сельской и городской школы из 154 человек выделились три группы педагогов:

1) 50 педагогов (32,4%) показали низкий уровень обеспечения социальной безопасности (эмоциональное выгорание, сформированы все 3 фазы);

2) у 45 педагогов (29,2%) оказался средний уровень обеспечения социальной безопасности (сформирована или в стадии формирования фаза резистенции (сопротивления));

3) у 59 респондентов (38,3%) зафиксирован высокий уровень обеспечения социальной безопасности (отсутствие или отдельные симптомы эмоционального выгорания фазы напряжения).

По данным результатам были выделены для дальнейшей работы педагоги с низким и средним уровнем обеспечения социальной безопасности (эмоциональным выгоранием и сформированной фазой резистенции (всего 95 человек), как проявившие профессиональные деформации. В дальнейшем у первой и второй групп педагогов определялись уровни социальной безопасности по мотивационно-потребностному критерию (особенности мотивационной сферы), коммуникативному критерию (особенности коммуникативной сферы) и деятельностному критерию.

Анализ первичного и заключительного этапов работы позволил выявить положительную тенденцию результатов у педагогов с низким и средним уровнем обеспечения социальной безопасности по эмоциональному критерию. Более половины педагогов (23 человека), показавших на первом этапе средний уровень социальной безопасности (сформированную фазу резистенции), на заключительном этапе перешли в группу с высоким уровнем социальной безопасности по эмоциональному критерию (сформированы лишь отдельные симптомы эмоционального выгорания). В группе с низким уровнем социальной безопасности таких педагогов оказалось 3 человека. Таким образом, если на первом этапе у нас были только две груп-

пы педагогов с низким и средним уровнем социальной безопасности (первая с эмоциональным выгоранием и вторая – с фазой резистенции), то после повторного тестирования образовалась третья группа, где педагоги (всего 26 человек, 27,3%) показали высокий уровень социальной безопасности по эмоциональному критерию (проявили отдельные симптомы эмоционального выгорания).

Сравнительный анализ первичного и заключительного этапа по мотивационно-потребностному критерию социальной безопасности педагога также выявил положительные тенденции. Результаты заключительного этапа реализации программы свидетельствуют о том, что значительная часть педагогов (10 человек, 10,5%) с низким уровнем социальной безопасности по мотивационно-потребностному критерию (нисходящим видом МПТ) на этом этапе показали средний и высокий уровень (переходный и восходящий вид МПТ), т.е. перешли на более высокую ступень социальной безопасности (произошло развитие мотивационно-потребностной сферы).

По коммуникативному критерию социальной безопасности динамика проявления коммуникативных свойств у педагогов первой и второй группы при повторном тестировании была следующей. По факторам коммуникативной сферы преобладающей является численность педагогов со средним уровнем социальной безопасности. Вместе с тем улучшили свои показатели по коммуникативному критерию социальной безопасности 6 педагогов (6,3%). Значительно увеличилось число педагогов с высокими показателями по фактору «общительность» (с 8,8% до 22,2%), почти вдвое уменьшилась численность педагогов с низкими показателями.

По деятельностному критерию социальной безопасности у педагогов первой и второй группы при повторном тестировании также произошло улучшение обобщенных показателей. По факторам деятельностной сферы численность педагогов со средними показателями также была преобладающей, как на первичном, так и на заключительном этапе реализации программы. Улучшили показатели в деятельностной сфере по обобщенному параметру 11 человек (11%). Во второй группе значительно увеличилось число педагогов с высокими показателями по фактору «склонность к новаторству» (с 7,8% до 21,2%), почти вдвое уменьшилось число педагогов во второй группе с низкими показателями по факторам «самостоятельность» (с 23% до 13,2%) и «самоконтроль» (с 21,3% до 11,2%).

Реализованная программа совершенствования профессиональных компетенций как средства преодоления профессиональных деформаций с целью обеспечения социальной безопасности педагога показала свою эффективность.

Таким образом, предложенные критерии оказываются необходимыми и достаточными для корректного определения уровней социальной безопасности педагога.

Список литературы

1. Сафин А.А. Социальная безопасность и профессиональные деформации педагога // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 2; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26178> (дата обращения: 11.05.2017).
2. Сафин А.А. Диагностика и преодоление профессиональных деформаций личности педагога. Монография / А.А. Сафин. – Казань: Казан. гос. ин-т культуры, 2015. – 164 с.
3. О внесении изменений в профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном,

начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н»: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 05.08.2016 г. № 422н // *Российская газета*. – 2016 г. – № 7069.

4. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. № 608н [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/71202838> (дата обращения: 06.06.2017).

5. Митина Л.М. Психологу об учителе. Личностно-профессиональное развитие учителя: психологическое содержание, диагностика, технология, коррекционно-развивающие программы / Л.М. Митина. – М.: Изд-во «ПИ РАО», «МГППУ», 2010. – 386 с.

6. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата современного образования // *Интернет-журнал «Эйдос»*. – 2006. – № 1 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eidos.ru/journal/2006/0505.htm>. (дата обращения: 30.05.2017).

УДК 372.48/.891

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАВСТВЕННО-ЭСТЕТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ В ШКОЛЬНОМ ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

¹Смирнова О.В., ²Грибанов С.В., ³Коршунов М.Ю., ¹Долганова С.Л.¹ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: geogrovs@yandex.ru, snezh.dolganova@yandex.ru;²ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»,
Нижний Новгород, e-mail: s.gribanow2011@yandex.ru;³ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина»,
Санкт-Петербург, e-mail: meteokorshun@mail.ru

В исследовании представлены теоретико-методологические основы реализации нравственно-эстетического воспитания, связанные с формированием культурной личности, обладающей системой ценностных отношений, в том числе эстетического характера, при изучении школьной географии. Статья содержит авторскую методическую систему, компоненты которой выявлены с учетом структуры нравственного и эстетического воспитания школьников и основаны на идеях, подходах и принципах, обеспечивающих последовательную трансформацию этических и эстетических ценностей в личностно значимые, реализацию нравственно-эстетической деятельности в окружающей среде. Методические основания разработанной методической системы включают целевой, содержательный, процессуально-технологический и результативно-оценочный компоненты. Нравственно-эстетическое воспитание базируется на коэволюционной системе ценностей, идеях гармонии и сотворчества человека и природы. Апробация методической системы в школьной практике подтверждает ее актуальность и результативность.

Ключевые слова: нравственно-эстетическое воспитание, эстетическое отношение, культурный ландшафт, эстетическая ценность, нравственно-эстетическая деятельность, аксиологический подход, экологизация образования, школьное географическое образование

THEORETICAL-METHODOLOGICAL BASES OF REALIZATION OF MORAL-AESTHETIC EDUCATION OF STUDENTS IN SCHOOL GEOGRAPHIC EDUCATION

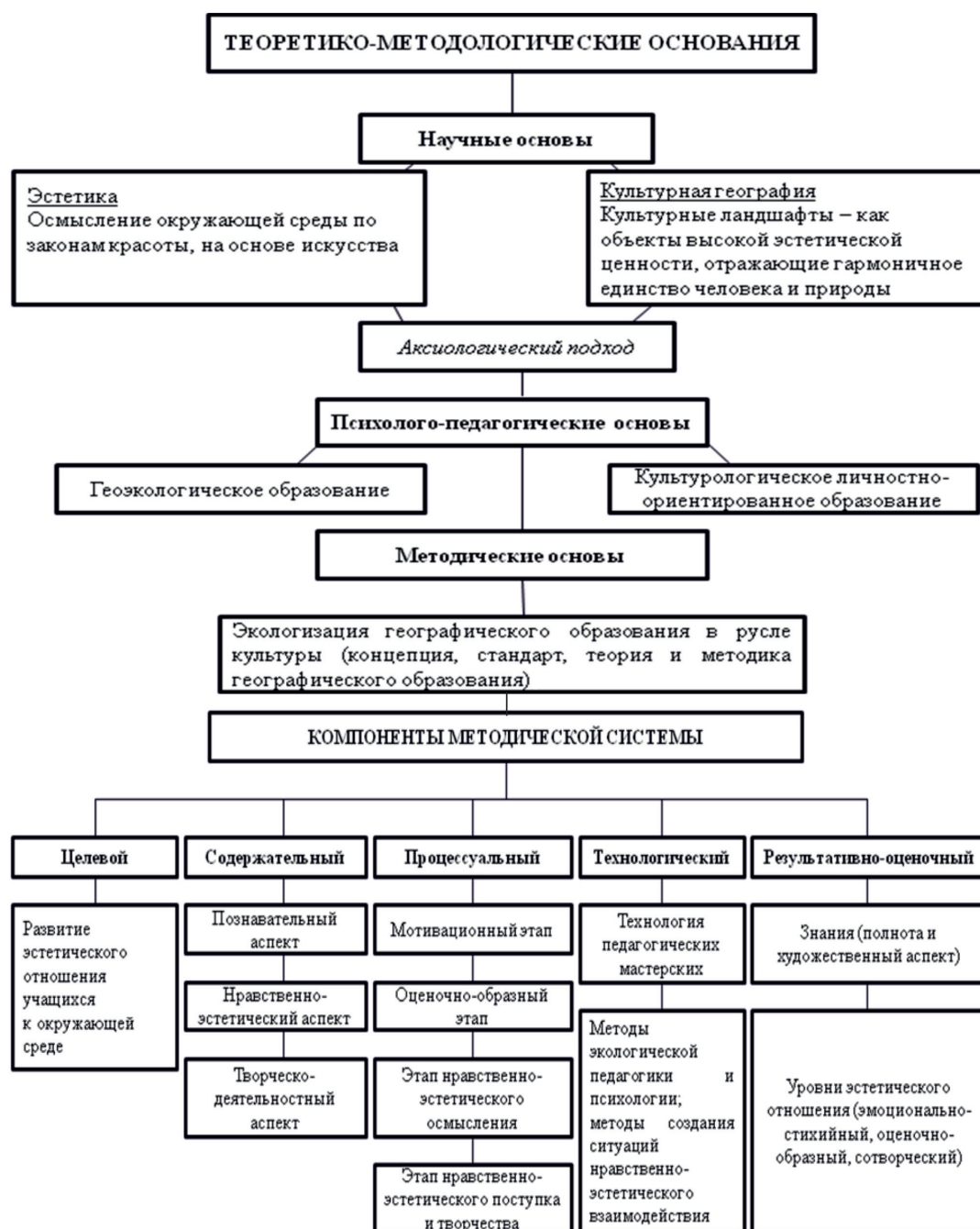
¹Smirnova O.V., ²Gribanov S.V., ³Korshunov M.Yu., ⁴Dolganova S.L.¹Nizhny Novgorod state pedagogical University named Kozma Minin, Nizhny Novgorod,
e-mail: geogrovs@yandex.ru, snezh.dolganova@yandex.ru;²Volga State University of water transport, Nizhny Novgorod, e-mail: s.gribanow2011@yandex.ru;³Pushkin Leningrad State University, Saint-Petersburg, e-mail: meteokorshun@mail.ru

The study presents theoretical and methodological bases of realization of moral-aesthetic education, associated with the formation of cultural personality with the system of value relations, including of an aesthetic nature, in the study of geography in school. The article contains the author's methodical system with components identified, given the structure of moral and aesthetic education of pupils and is based on the ideas, approaches and principles to ensure a consistent transformation of the ethical and aesthetic values in personal and meaningful, the implementation of moral and aesthetic activities in the environment. Methodical basis of the developed methodical system includes target, substantial, procedural, technological, and result-evaluative components. Moral-aesthetic education based on Co-evolutionary system of values, ideas of harmony and co-creation of man and nature. Aprrobation of the methodical system of school practice confirms its relevance and impact.

Keywords: moral and aesthetic education, aesthetic attitude, humanized landscape, aesthetic value, moral and aesthetic activity, axiological approach, education greening, school geographic education

Важнейшей задачей современного российского образования является воспитание культурной личности, обладающей системой духовно-нравственных ориентиров. Школьное географическое образование при этом выполняет опережающую функцию, связанную с формированием целостной картины мира на основе не только научного, но и эмоционально-чувственного познания и восприятия окружающей среды – «и мыслью, и сердцем» (В.А. Николаев). Последнее является

важнейшим «актом» освоения школьниками окружающего мира и направлено на изучение прекрасного в жизни, природе, нравственном облике и поведении людей. Такое духовное восприятие становится хорошей основой моральных действий, поступков, гражданской ответственности, регулирует нравственный выбор подростков в будущем. Таким образом, существенное значение в формировании культурной личности выполняет нравственно-эстетическое воспитание.



Методическая система реализации нравственно-эстетического воспитания учащихся в школьном географическом образовании

Анализ школьной практики показал, что методика нравственно-эстетического воспитания – актуальная и востребованная проблема. Однако вопросы связанные с нравственностью и эстетикой в географическом образовании чаще всего рассматриваются изолированно друг от друга, носят в целом фрагментарный характер; остаются слабо раскрытыми методические механизмы взаимосвязи эстетического и нравствен-

ного (этического) воспитания; отсутствует единая методическая система. С целью разрешения данного противоречия нами раскрыты теоретико-методологические основы и разработана авторская методическая система реализации нравственно-эстетического воспитания учащихся в школьном географическом образовании (рисунок).

Цель исследования заключается в раскрытии теоретико-методологических ос-

нований реализации нравственно-эстетического воспитания учащихся в школьном географическом образовании, которые служат основой внедрения в учебный процесс конкретных методических разработок по данной тематике.

Материалы и методы исследования

Методологическим ориентиром разработки методической системы явились научные, психолого-педагогические и методические исследования, посвященные проблемам нравственного и эстетического воспитания. Анализ научных и психолого-педагогических работ К.В. Гавриловца, М.С. Каган, И.И. Казимирской, Б.Т. Лихачева, Б.М. Неменского, В.А. Сластенина, И.Ф. Харламова и других позволил установить, что как нравственное, так и эстетическое воспитание тесно связаны с освоением окружающей среды по законам красоты и направлены на выработку этической и эстетической культуры. Причем развитие нравственных, этических, эстетических потребностей и вкусов происходит в органичном единстве с эстетикой поведения школьников [1]. В данном контексте большое значение придается понятию «отношение» (этическое отношение, эстетическое отношение). В нашем исследовании мы придерживаемся определения отношения, данного В.Н. Мясичевым, который отмечает, что отношение характеризуется различным соотношением личных стремлений и общественных требований. На основе исследований В.Н. Мясичева были выделены четыре уровня сформированности нравственно-эстетического отношения. На первоначальном уровне доминируют личные потребности и побуждения учащегося и его поведение регулируется принципом «хочу». На втором уровне происходит разграничение принципов «можно – нельзя», то есть имеет место выделение личных побуждений и общественных объективных требований. Личные требования сопоставляются с общественными. На третьем уровне формируется соотношение «должно, хочу», для которого характерно понятие должного, причем долженствование обусловлено внешними побуждениями. Четвертый (высший) уровень нравственного отношения связан не только с осознанием формулы «должен делать», но и с осознанием формулы «нужно делать», то есть такого долженствования, которое обуславливается не внешней необходимостью, а внутренними побуждениями («должно – нужно»).

В школьном географическом образовании проблемам нравственного и эстетического воспитания уделяют большое внима-

ние И.А. Алексеев, И.А. Барина, Н.Ф. Винокурова, И.В. Душина, В.В. Николина, Е.А. Смирнов, О.В. Смирнова, В.Д. Сухо-руков, Д.П. Финаров и др. Методисты-географы отмечают, что такое воспитание необходимо осуществлять в русле процесса *экологизации* школьной географии, что подразумевает проникновение эстетики во все сферы жизни человека с целью создания гармонии и красоты окружающего мира, творчества человека и природы, бережного отношения к природным ценностям. Нравственно-эстетическое воспитание базируется на коэволюционной системе ценностей, идеях гармонии и сотворчества человека и природы. Оно рассматривается как целенаправленный процесс формирования творчески активной, эмоционально-нравственной личности, способной чувствовать и переживать прекрасное в окружающем мире. Содержание нравственно-эстетического воспитания в школьной географии составляют понятия: культурный ландшафт, эстетика ландшафта (прекрасное и безобразное в ландшафте), геоэкологическая проблема, природное и культурное наследие, экологическая этика. Данные понятия отражают диалектику взаимоотношений человека и окружающей среды, позволяют учащимся ощутить причастность к проблемам окружающей среды, включенность во все процессы, происходящие в ней, мотивируют и активизируют сознательную деятельность школьников [2].

Таким образом, научная основа нравственно-эстетического воспитания в школьной методике географии представлена научным направлением – эстетика, а также новым направлением географических исследований – культурной географией, где центральным объектом изучения является культурный ландшафт, как «доминант ноосферы» (Н.Ф. Винокурова). Методологическим основанием рационально-логического и образно-ассоциативного познания окружающей среды является аксиологический подход (В.А. Сластенин). Применительно к нашей работе, аксиологический подход определил стратегическую цель методической системы – воспитание географической и экологической культуры учащихся, как части общечеловеческой культуры, а также позволил выделить уровни эстетического отношения учащихся к ценностям природы и окружающей среды – мотивационный (первичный интерес и стихийное проявление эмоций к ценностям окружающей среды), оценочно-образный (эмоциональная оценка ценностей окружающей среды), нравственно-эстетического осмысления (осознанная оценка ценностей окружающей среды, аргументация своей позиции), нрав-

ственно-эстетического поступка и творчества (создание ценностей на основе сотворчества, соразвития с окружающей средой, природой).

Аксиологический подход в нравственно-эстетическом воспитании основан на личностно-ориентированных и культурологических идеях современного образования (Е.В. Бондаревская, А.П. Валицкая, С.В. Кульневич, В.В. Сериков, А.В. Хуторской). Аксиологический подход направляет методическую систему в русло экологизации и гуманизации образования, что расширяет личностный смысл в деятельности ученика и направляет его на познание эстетики, норм этики и морали, базовых общечеловеческих ценностей (совесть, долг, гражданственность, ответственность, честь, милосердие, любовь, доброта, труд и др.), правил взаимоотношений в системе «человек – природа», гуманитарного знания и опыта, включение учащихся в многообразную познавательную, коммуникативную, практико-ориентированную деятельность по улучшению окружающей среды.

Рассмотренные выше идеи методической системы определили выбор основополагающих принципов реализации нравственно-эстетического воспитания учащихся в школьном географическом образовании: принцип экологизации предполагает осуществление нравственно-эстетического воспитания учащихся на основе взаимодействия человека и природной окружающей среды; субъектности и социальности предполагает создание субъектно-субъектных отношений с окружающей средой; ценностно-смысловой принцип предполагает овладение учащимися материальными и духовными ценностями, а окружающая среда выступает субъектом ценностных отношений; принцип проблемности задает вектор проблемно-творческой направленности компонентам методической системы через изучение основ экологической этики и создание проблемных личностно-смысловых ситуаций нравственно-эстетического взаимодействия; принцип нравственного выбора предполагает принятие решения о нравственно-эстетическом поступке; принцип патриотизма обеспечивает развитие гражданских и патриотических чувств, координацию национального сознания [3].

На основе принципа системности методики обучения и воспитания географии, аксиологический подход реализуется в целевом, содержательном, процессуальном, технологическом и результативно-оценочном компонентах разработанной методиче-

ской системы. Таким образом, данный подход способствует духовному и социальному развитию личности учащихся и направлен на гармонизацию отношений между школьником и природой [4].

Методический уровень авторской методической системы включает раскрытие особенностей целевого, содержательного, процессуально-технологического и результативно-оценочного компонентов. Целевой компонент направлен на развитие эстетического отношения учащихся к окружающей среде [5]. Содержательный компонент предполагает отбор информации нравственно-эстетического характера в качестве учебной основы для получения учащимися географических, исторических, культурологических и др. знаний. В структуру содержательного компонента входят познавательный, нравственно-эстетический, творческо-деятельностный и личностный аспекты. Процессуальный компонент методической системы базируется на поэтапном развитии нравственно-эстетического воспитания (на основе исследований А.И. Шемшуриной и В.А. Сластенина) [6]:

1 этап мотивационный – на основе эстетических переживаний и чувств происходит мотивация учащихся к познанию красоты окружающей среды. На данном этапе используются методы создания ситуаций нравственно-эстетического восприятия культурных и деструктивных ландшафтов как нравственно-эстетических антиподов, эвристическая беседа, составление фотоколлажей и др. Важное значение имеет эмоциональная окраска изучаемого материала, форма его подачи, стремление вызвать у учащихся сопутствующие материалу эмоции, которые впоследствии перейдут в устойчивые чувства и будут определять заинтересованность школьников в изучении материала.

2 этап оценочно-образный – ориентирован на конкретизацию знаний об эстетике окружающей среды, понимание ее значимости, изучение гармоничных канонов природы. Оценка эстетического состояния окружающей среды наглядно дает учащимся дальнейший мотив в ее изучении и улучшении, ее духовном освоении. Создание образа среды позволяет воздействовать на эмоционально-ценностную сферу школьников, наметить пути ее улучшения. Основной целью восприятия образа среды является поиск гармонии, красоты, совершенства. При этом большое значение уделяется методам и технологиям развития личностных качеств школьников, так как именно способность индивида адекватно чувственно осваивать окружающую среду

является своего рода «магическим кристаллом» (по выражению В.А. Николаева) [7], сквозь призму которого каждый человек видит прекрасное.

3 этап нравственно-эстетического осмысления – происходит дальнейшее приобретение социально-экологических знаний, осмысление и осознание эстетического отношения к окружающей среде на основе ситуаций нравственного выбора и опоры на общественное мнение, «переоценка ценностей»; опора на опыт и имеющиеся у ученика знания и умения для того, чтобы проблема стала для него не только учебной, но и реально значимой. Включение в ситуацию реализуется на основе методов побуждения эмоций учащихся. Этап связан с нравственным и эстетическим становлением, развитием ценностного отношения к природе. Нравственное становление характеризуется формированием нравственного опыта учащихся [8]. Поэтому в качестве методического инструментария на данном этапе используются ситуации нравственного выбора, включение в которые осуществляется посредством метода эмоционально-ценностных сопоставлений. Данный прием позволяет учащимся осмыслить значение эстетики окружающей среды и нравственные «механизмы» жизни в ней.

4 этап нравственно-эстетического поступка и творчества – этап направлен на осуществление нравственно-эстетических поступков, получение опыта самостоятельной социальной деятельности, направленной на создание красивой и комфортной окружающей среды, опыта, ведущего к эстетическому и нравственному саморазвитию; школьник проявляет самостоятельные действия в общественной жизни, преобразуя ее. Этап реализуется также посредством ситуаций нравственно-эстетической рефлексии, направленных на рефлексию и оценку деятельности с выработкой своей эстетической и нравственной позиции. Данный этап предполагает самоопределение, принятие решения о значимом нравственно-эстетическом поступке, критическую оценку нравственно-эстетической ситуации.

Результаты исследования и их обсуждение

Результативно-оценочный компонент методической системы ориентирован на выявление усвоения знаний по критерию глубины и художественного аспекта в соответствии с планируемыми результатами, а также развитие эстетического отношения по эмоционально-стихийному, оценоч-

но-образному и сотворческому уровням. Исследовательской базой, на которой осуществлялась опытно-экспериментальная работа, послужили исследования Ю.К. Бабанского, С.Д. Дерябо, И.С. Колесниковой, И.Я. Лернера, В.Н. Мясичева, В.А. Петровского, И.Т. Суравегиной, И.С. Якиманской, В.А. Ясвина. Оценка сформированности эстетического отношения опиралась на исследования Р.З. Апресяна, А.И. Бурова и включала три уровня: эмоционально-стихийный, для которого характерно восприятие учащимися преимущественно внешнего вида объектов окружающей среды, оценочно-образный уровень, на котором учащиеся создают собирательный образ объектов, сравнивая его с известным, и творческий, на котором учащиеся проявляют эстетическое отношение через разнообразную деятельность [9].

Апробация разработанной методики и выявление ее эффективности осуществлялись на базе МАОУ «Школа № 81», МАОУ «Школа № 172» г. Н. Новгорода, МБОУ «Средняя школа № 17» г. Дзержинска Нижегородской области. Всего в эксперименте приняли участие 214 человек. Достоверность и обоснованность результатов исследования подтверждаются достаточной длительностью опытно-экспериментальной практики (2015–2017 уч. гг.) и репрезентативностью выборки – экспериментом было охвачено 13 учителей и 201 учащихся (7, 8, 9, 10 классы). В процессе обучения и экспериментальной проверки применялись такие методы исследования, как педагогическое наблюдение, беседы, тестирование, анкетирование учителей и учащихся, проведение контрольных срезов учащихся, анализ результатов методической работы. Полученные результаты педагогического эксперимента выявили положительную динамику. Итоговая интерпретация полученных результатов позволила сделать вывод об эффективности и доступности разработанной методической системы, что позволяет судить о достижении поставленных целей.

Выводы

Разработанная методическая система успешно внедряется в практику работы школ г. Н. Новгорода и Нижегородской области. Подчеркнем, что внедрение авторской методической системы реализации нравственно-эстетического воспитания учащихся при изучении школьной географии показало повышение интереса к эстетике природы и окружающей среды в целом, существенное углубление знаний нравственно-эстетического характера, стремление

к ее познанию, в том числе с помощью различных видов искусства. Этот вывод подкрепляется результатами педагогического эксперимента.

Список литературы

1. Савина Г.В. Эстетическое воспитание учащихся основной школы в процессе биологического образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Москва, 2011. – 28 с.
2. Николаев В.А. Гармонические каноны природы // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. Геогр. – 2002. – № 2. – С. 3–10.
3. Сиротин В.И. Практические работы по географии и методика их выполнения (6–10 классы): Пособие для учителя / В.И. Сиротин. – М., 2007. – 136 с.
4. Смирнов Е.А. Процесс эстетического воспитания в начальном курсе школьной географии / Е.А. Смирнов //

Вестник Вятского гуманитарного университета. – 2010. – № 2 (3). – 132 с.

5. Грибанов С.В. Роль государства в урегулировании социальных конфликтов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – Н. Новгород, 2008. – № 24. – С. 35–37.

6. Бычков В.В. Эстетика: учебник. – М.: КНОРУС, 2012. – 528 с.

7. Николаев В.А. Ландшафтоведение: эстетика и дизайн: учебное пособие / В.А. Николаев. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 176 с.

8. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика. Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. В.А. Сластенина. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 576 с.

9. Смирнова О.В., Дудышева А.А. Гражданско-патриотическое воспитание в профильном географическом образовании: методические основы // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2015. – № 6. – С. 231–235.

УДК 378.141.227

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

Тарасова И.М.*Российская таможенная академия, Владивостокский филиал, Владивосток,
e-mail: tarasova.im1008@yandex.ru*

В статье рассмотрены особенности и тенденции в развитии российского образования, отличительной чертой которых является формирование профессиональных компетенций выпускника. Проанализированы основные задачи компетентного подхода на основе междисциплинарных связей. Обосновывается целесообразность междисциплинарных связей, описаны принципы и условия, которые необходимы для формирования научных понятий на междисциплинарной основе. Рассмотрены этапы и приведён пример по формированию элементов компетенций. Предложена классификация по видам междисциплинарных связей при изучении естественнонаучных дисциплин для конкретной специальности. Определена функция обучения, в которой выражена результативность и целенаправленность в формировании личности студента как основная характеристика учебно-воспитательного процесса. Сформулированы общие принципы и рассмотрена специфика преподавания естественнонаучных дисциплин у студентов на основе структурирования учебного материала. Проанализирован ряд положений по организации деятельности студентов по овладению методами математического моделирования, наилучшие результаты достигаются при классификации прикладных, междисциплинарных учебно-познавательных или компетентностно-ориентированных задач.

Ключевые слова: междисциплинарные связи, математика, математические методы и модели, математическое моделирование

FORMATION OF COMPETENCES ON THE BASIS OF INTERDISCIPLINARY APPROACH IN CASE OF STUDY OF NATURAL-SCIENCE DISCIPLINES

Tarasova I.M.*Russian customs academy Vladivostok branch, Vladivostok, e-mail: tarasova.im1008@yandex.ru*

The article deals with the features and tendencies in development of Russian education where formation of professional competences of a graduate is the distinctive feature. The main objectives of competence-based approach on the basis of interdisciplinary communications are analyzed. Feasibility of interdisciplinary communications is proved, the principles and conditions promoting formation of scientific concepts on an interdisciplinary basis are described. Stages are considered and the example on formation of elements of competences is given. The author offers classification by types of interdisciplinary communications in case of a study of natural-science disciplines for a certain specialty. Training function is defined as the qualitative characteristic of teaching and educational process where effectiveness in formation of the identity of the student is expressed. The general principles are formulated and specifics of teaching natural-science disciplines for students on the basis of structuring a training material are considered. Some of provisions on the organization of activities of students for mastering methods of mathematical simulation are analyzed; the best results can be in case of classification of application-oriented, interdisciplinary educational and cognitive or competence-based focused tasks.

Keywords: interdisciplinary communications, mathematician, mathematical methods and models, mathematical modeling

На современном этапе развития общества, связанного с информационными технологиями, для высшего образования определяют системно-ориентированный подход образовательных целей по подготовке квалифицированных специалистов, готовых к стремительным и неизбежным переменам в общественно-информационном развитии. Современные выпускники высших образовательных учреждений должны отличаться: способностью принимать решения в различных профессиональных ситуациях, в том числе и случайных; осваивать информационно-коммуникационные технологии и использовать их в своей профессиональной деятельности; способностью стремиться к самообразованию и развитию профессиональных качеств.

Обеспечение рынка труда профессиональными специалистами, обладающими вышеописанными качествами, на сегодняшний день является одной из задач высшего образования.

В последнее десятилетие для высшего образования России сформировалась необходимость в привлечении работодателей как основной цели, образовательной системы. В нормативно-правовой документации, регламентирующей образовательную деятельность, научно-педагогических исследованиях в качестве одной из задач предлагается формирование компетенций у студентов.

Действующие Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования определяют, что в основе

образовательного процесса в высшей школе лежит компетентный подход к образованию, обеспечивающий взаимосвязь фундаментальной и прикладной подготовки студентов, ориентирующий выпускников высших учебных учреждений на формирование компетенций, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности. В высших учебных учреждениях требуется обновление в проектировании содержания, новых форм, интерактивных средств и методов обучения с использованием компетентного подхода.

«Компетенция представляет собой интегративное понятие и выражает способность применять элементы знаний и умений в самых различных ситуациях, способность делать что-либо компетентно, предвидя или прогнозируя результат этой деятельности. Для этого в структуре учебного процесса необходимо отразить сложность и многообразие профессионально значимых объектов и ситуаций, их принципиальную несводимость к сумме конкретных отдельных предметных сущностей» [1]. Сложившаяся дисциплинарная и предметная система обучения студентов формирует некоторые противоречия между разрозненными по учебным дисциплинам (знания, умения, владения) и противоречия между сформированностью профессиональных компетенций как основной характеристикой качества обучения и средствами её формирования в рамках конкретных учебных дисциплин.

За счёт формирования и усиления в учебном процессе межпредметных или междисциплинарных связей могут быть устранены данные противоречия. «Межпредметные связи (МПС) разрешают существующие в предметной системе обучения противоречия между разрозненным усвоением разнородных знаний и необходимостью их последующего синтеза и комплексного применения в практике и профессиональной деятельности» [1].

В настоящее время среди педагогического сообщества есть осознание того, что формирование профессиональной компетентности выпускника высшего образовательного учреждения невозможно без осуществления профессионально-направленного обучения, в результате которого формируется профессиональная и социальная компонента будущего специалиста таможенных органов, а также без применения междисциплинарных связей учебных дисциплин.

«Междисциплинарные связи – это взаимная согласованность учебных программ, обусловленная содержанием наук и дидактическими целями. Междисциплинарные

связи имеют особое значение при комплексной системе обучения, при которой для образования комплексных тем выделяются связанные с ними элементы (темы, разделы, факты, понятия, законы) из различных отраслей знания. Междисциплинарные связи могут проследиваться по времени как сопутствующие, предшествующие, последующие, перспективные, повторяющиеся. Направленность на путь переноса знаний, умений и навыков определяет их роль как обеспечивающих или обеспечиваемых, прямых или опосредованных. По своему характеру связи могут быть логическими, философскими, гносеологическими, семиотическими» [2].

Необходимость междисциплинарных связей в обучении студентов особенно очевидна на фоне интеграционных процессов, происходящих на современном этапе информационного общества. Будущий специалист должен уметь комплексно применять и использовать знания различных дисциплин в профессиональной деятельности [3].

Междисциплинарные связи разрешают противоречие между разрозненным усвоением знаний и необходимостью их интеграции, комплексного применения в практике, профессиональной и социальной деятельности человека. Умение комплексного применения знаний, их синтеза, переноса идей и методов из одной науки в другую лежит в основе теоретического подхода к любой деятельности человека в современных условиях. Обучение таким знаниям и умениям, диктуется тенденциями интеграции в науке и практике и решается с помощью междисциплинарных связей [4, 5].

В основе принципа междисциплинарности, как и любого другого принципа обучения, находится свойство всеобщности, которое возможно реализовать к каждой учебной дисциплине. В педагогических и методических исследованиях подтверждается целесообразность его применения.

Определяют следующие педагогические, общедидактические и психологические условия, способствующие формированию научных понятий на междисциплинарной основе [4, 6]: согласованное во времени изучение отдельных учебных дисциплин, при котором каждая из них опирается на предшествующую понятийную базу и готовит обучающихся к успешному усвоению терминов и понятий последующей дисциплины; необходимость обеспечения непрерывности и преемственности в определении и развитии понятий; понятия, являющиеся общими для ряда дисциплин, должны от дисциплины к дисциплине непрерывно развиваться, напол-

няться новым содержанием, обогащаться новыми связями; единство в интеграции общенаучных понятий; осуществление единого подхода к раскрытию одинаковых классов понятий.

Этапы формирования компетенций ОК-1, ОК-7 у студентов специальности 38.05.02 «Таможенное дело» при изучении дисциплин в семестре приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1
ОК-1 – способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу [7]

Название дисциплины	Семестр
Математика	1 и 2
Концепции современного естествознания	1
Культурология	3
Логика	3
Основы системного анализа	4
Математические методы и модели в управлении	8
Научно-исследовательская работа	9

Таблица 2
ОК-7 – способность использовать основы экономических и математических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах [7]

Название дисциплины	Семестр
Математика	1 и 2
Основы системного анализа	4
Математические методы и модели в управлении	8
Научно-исследовательская работа	9

Уровень сформированности компетенции по дисциплине (УС (Компетенция (Дисциплина))) можно определить от количества дисциплин (КД).

Например, УС (Компетенция (Дисциплина)) = $1/КД$, тогда УС (ОК-1 (Математика)) = 0,14, УС (ОК-7 (Математика)) = 0,25.

Уровень сформированности компетенции ОК-7 у студентов незначительно больше, по сравнению с уровнем сформированности компетенции ОК-1 при изучении вышеперечисленных дисциплин.

Данные дисциплины можно классифицировать по видам междисциплинарных связей: предшествующие – дисциплины, чьи понятия и методы являются базовыми, основными, используются в других дисциплинах; сопутствующие – дисциплины, изучающие то же направление профессиональной деятельности, использующие подобный терминологический и методо-

логический аппарат; последующие – дисциплины, для которых изучаемые понятия и методы будут опорными и использоваться в профессиональной деятельности.

Обучение в высшем образовательном учреждении должно представлять собой целостный или непрерывный воспитательный и учебный процесс, имеющий общую структуру и функции, которые отражают взаимодействие научения и преподавания. Функция обучения – является основной характеристикой воспитательного и учебного процесса, в которой отражена целенаправленность и результативность в формировании личности студента. Междисциплинарные связи помогают в реализации воспитательной, образовательной, и развивающей функции обучения. Они осуществляются во взаимосвязи и взаимно дополняют друг друга.

Проанализируем в данной статье реализацию междисциплинарных связей на примере дисциплин: «Математика», «Математические методы и модели в управлении».

Математика – относится к базовым дисциплинам и на современном этапе обучения сформированные компетенции у студентов специальности 38.05.02 «Таможенное дело» по разделам математики являются основой для решения задач по дисциплине, которая определена в рабочих учебных планах как дисциплина по выбору «Математические методы и модели в управлении».

Определение понятий модель и моделирование в содержании образования, выяснение роли моделирования в стиле познания изменяет отношение к учебной дисциплине, процессу обучения, делает учебную деятельность более осознанной и эффективной.

Математическая подготовка студентов данной специальности включает в себя многоуровневую, поэтапную интеграцию математических знаний, умений и владений, воспринятых в ходе изучения разделов математики, в основе которой должен лежать, прежде всего, принцип математического моделирования процессов, имеющих место в таможенной практике. Преимущество в реализации такой подготовки студентов обеспечивает её фундаментальность, непрерывность и ориентированность на профессиональную деятельность. В современных условиях студенты должны уметь пользоваться методами моделирования: знать, понимать и уметь строить модели объектов, явлений и процессов; исследовать, анализировать и применять их в будущей профессиональной деятельности. Это может быть определено как основа формирования профессиональных компетенций у студентов

в области применения метода математического моделирования.

В процессе обучения студентов методам математического моделирования можно определить следующие этапы: определяющий (постановка задачи) – сбор и накопление материала для построения моделей; последовательный (принятие решения) – определение метода моделирования; результирующий (информационный) – решение и анализ данных на основе выбранного метода моделирования с использованием прикладных программ.

Обучение моделированию студентов можно рассматривать как способ реализации предшествующих, сопутствующих и последующих связей, придающий изучаемому математическому содержанию целостность и фундаментальность. Такое обучение предполагает необходимость создания специальных математических моделей, направленных на будущую профессиональную деятельность, а также формирования у студентов построения и исследования простейших моделей, связанных с изучением других дисциплин, содержательно интерпретировать результаты этих исследований на основе перспективных связей.

Использование моделирования в обучении студентов можно представить в виде двух частей: содержательной, которую необходимо усвоить студентам в процессе обучения, и познавательной, которую они должны воспроизводить или владеть. Составным элементом учебной деятельности является математическое моделирование. Первый этап определяется задачей формирования у студентов основ понятийного и теоретического типа мышления, как основ содержательного восприятия и осмысления. Второй этап состоит в исследовании места и роли моделирования, постановки задачи, как особой формы воспроизведения, в формировании у студентов умения выполнять основные алгоритмы (схемы действий и операций), которыми они должны уметь пользоваться в процессе различных понятий.

При проектировании и структурировании учебного материала необходимо учитывать следующие принципы: содержание учебного материала должно соответствовать уровню теоретической подготовки студентов по основным разделам математики; создание и накопление базы заданий для успешного усвоения студентами общепрофессиональных дисциплин и дисциплин по выбору, четкого представления возможностей математического аппарата; содержание учебных дисциплин должно раскрывать методы научного исследования, определяя

метод моделирования на основе междисциплинарных связей.

Организацию учебного процесса студентов по владению методом математического моделирования необходимо проводить в соответствии с положениями [8]:

1. На лекциях и занятиях семинарского типа раскрывается фундаментальный характер дисциплины, вводятся основные понятия «модель», «метод моделирования», «методы математического моделирования». Любую предметную область можно рассматривать как модель, описывающую некоторую совокупность объектов, явлений и процессов реального мира. Рассматриваются материальные (предметные), знаковые (графические, математические) и компьютерные модели на основе прикладных программ, применяемые в будущей профессиональной деятельности.

2. При решении задач с применением методов математического моделирования необходимо освоить обобщенный прием, в соответствии с которым большинство задач строятся по схеме: содержательная постановка задачи – концептуальная постановка задачи, построение математической модели, выбор методов решения задачи – поиск решения задачи – проверка адекватности модели – анализ результатов моделирования.

По обучению решению задач на построение математических методов и моделей следует определить и реализовать следующие этапы:

1. Во время проведения занятия преподаватель предлагает студентам задачи из определённого раздела, в котором определяются дидактические элементы знаний (основные термины, алгоритмы, математические методы) и объясняется решение задачи, далее студенты самостоятельно решают задачи данного типа в соответствии с выбранным алгоритмом, при решении более сложных задач студенты используют пакеты прикладных программ.

2. По окончании занятия преподаватель объявляет итоги деятельности студентов, оценивает формирование у них знаний, умений, владений (способность обобщать, сравнивать, анализировать, делать выводы) по решению задач.

Особое внимание следует обратить на подборку и классификацию прикладных задач. К первому классу задач можно отнести такие задачи, в решении которых исключён процесс формализации, то есть необходимая для решения задачи математическая модель уже содержится в условии задачи. Решение такой задачи включает математическое исследование готовой модели,

анализ и обобщение полученных математических результатов. В процессе решения задач второго класса, которые сформулированы на языке предметной области, применяется этап математического моделирования: построение математической модели, выбирается алгоритм решения, решение осуществляется при помощи пакетов прикладных программ, интерпретация и анализ полученных результатов. При решении задач второго класса определяется уровень изучения междисциплинарного материала.

В ходе различных контролируемых мероприятий (контрольные работы, индивидуальные и тестовые задания) с использованием специально разработанных контрольных вопросов и заданий (текущих и промежуточных) проверяется оценка сформированности у студентов элементов компетенций в области применения математического моделирования.

Обучение методам математического моделирования студентов данной специальности должно быть ориентировано на примеры изучения реальных объектов, процессов и явлений, связанных с будущей профессиональной деятельностью. В процессе преподавания учебных дисциплин должно происходить использование методов математического моделирования и формирование профессиональных компетенций в области применения исследования операций и метода моделирования.

Преподаватель может усиливать предыдущие, сопутствующие, последующие связи между учебными дисциплинами, направленно используя, например, междисциплинарные учебно-познавательные задачи, профессионально-направленные или социально-ориентированные задания, которые формируют элементы компетенций у студентов. Компетентностный под-

ход приводит к необходимости применения междисциплинарных связей, добавив необходимость о целенаправленном усилении учебной дисциплины с другими. Междисциплинарные связи расширяют образовательное пространство, создают междисциплинарное пространство, в котором студент применяет знания и умения по каждой дисциплине в новых условиях, за рамками самой дисциплины, развивает навыки и владения в будущей профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Новиков А.М. Педагогика: словарь системы основных понятий. – М.: Издательский центр ИЭТ, 2013. – 268 с.
2. Новиков Д.А. Введение в теорию управления образовательными системами / Д.А. Новиков. – М.: Эгвес, 2009. – 156 с.
3. Зеер Э.Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход / Э.Ф. Зеер, А.М. Павлова, Э.Э. Сыманюк. – М.: МПСИ, 2005. – 216 с.
4. Зеер Э.Ф. Психология профессионального образования: практикум: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Э.Ф. Зеер, А.М. Павлова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 144 с.
5. Немирова Г.И., Рожкова Ю.В. Реализация междисциплинарных связей как направление повышения качества подготовки специалиста таможенного дела // Оренбургский государственный университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.120-bal.ru/doc/5578/index.html> (дата обращения: 08.08.2017).
6. Панкратова О.П. Проектирование междисциплинарной технологии обучения студентов в условиях информатизации образовательного процесса вуза: автореф. дис. ... канд. пед. наук. (13.00.08) – Ставрополь, 2004. – 20 с.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 38.05.02 Таможенное дело (квалификация (степень) специалист), утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2015 г. № 850. – 21 с.
8. Подзорова М.И. Методика обучения основам методов математического моделирования студентов экологических специальностей // Учёные записки Российского государственного социального университета. – 2013. – Т. 1, № 5. – С. 122–126.

УДК 37.032

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Федорова О.А.

ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, e-mail: ShtenbergOA@yandex.ru

Настоящая статья посвящена проблеме создания и функционирования образовательной среды, что связано с особенностями настоящего этапа развития системы образования – приоритетная ориентация на эффективные результаты образования подрастающего поколения. При этом успешность достижения образовательных результатов обеспечивается формированием ключевых компетенций в рамках школьного образования, а комфортные условия определяются организацией образовательной среды. В статье рассматривается понятие «образовательная среда». Представлено авторское видение рассматриваемого понятия. На основе анализа научной литературы выделяются особенности и функции образовательной среды, ее характеристика, структура и параметры. Определены основные факторы и особенности современной образовательной среды, роль педагога в ее успешном формировании. Раскрыто значение образовательной среды и проектных задач в развитии личностного потенциала ребенка. Представлен опыт включения младших школьников в решение проектных задач на базе образовательных учреждений Саратовского региона.

Ключевые слова: образовательная среда, модель образовательной среды, личностный потенциал ребенка, проектная задача, опыт включения учащихся в решение проектных задач

EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR THE DEVELOPMENT OF PERSONAL POTENTIAL OF THE YOUNGER GENERATION

Fedorova O.A.

Saratov State University, Saratov, e-mail: ShtenbergOA@yandex.ru

The article focuses on the problem of creation and functioning of educational environment. The issue deals with peculiarities of the present stage of education system development such as priority orientation on effective results of education of the younger generation. Formation of key competencies within the framework of school education ensures successful achievement of educational results, and organization of educational environment provides comfortable conditions. The article considers the concept of «educational environment». The author gives her perspective of the concept under consideration. The analysis of scientific literature enables the author to distinguish a set of features, functions, characteristics, structure and parameters of the educational environment. The research determines the main factors and features of modern educational environment and the role of a teacher in its successful formation. The article reveals the importance of the educational environment and of project tasks in the development of personal potential of the child. The author describes the experience of involving younger schoolchildren in project tasks solution in the educational institutions of Saratov region.

Keywords: educational environment, the model of the educational environment, personal potential of the child, project task, experience of including younger schoolchildren in the solution of project tasks

Введение Федерального государственного образовательного стандарта позволяет выделить основные результаты обучения и воспитания подрастающего поколения, создать навигацию проектирования универсальных учебных действий, овладение которыми обеспечит ребёнку возможность самостоятельно и успешно усвоить новые знания, умения и компетентности, включая организацию усвоения – умение учиться. Сегодня в психолого-педагогических исследованиях происходит смещение целей образования в направлении от «знаниевой» парадигмы к «компетентностной» парадигме. Реализация Федерального государственного образовательного стандарта образовательными учреждениями требует построения особой образовательной среды, необходимой для полифункционального развития познавательной и личностной сферы ребёнка. Образовательная среда – это насыщенное событиями, отношениями, ценностями

культуры пространство, из которого личность черпает своё содержание. Это особая культура, которая питает её развитие. Образовательная среда при этом выполняет не только развивающую, но и компенсаторную функцию, способствует выработке у учащихся навыков адекватного реагирования на учебные трудности.

Вопросы о значимости создания и функционирования образовательной среды, её влияния на процессы и результаты обучения и воспитания личности, развитие личностного потенциала подрастающего поколения затрагиваются в психолого-педагогических исследованиях на протяжении уже достаточно долгого времени. В работах выделены уровни образовательной среды, описана её структура, функции, субъекты, определены и разработаны подходы и параметры её оценивания и экспертизы, проведены исследования социального аспекта. Вместе с тем само понятие «образовательная сре-

да» остаётся неоднозначным: её определения отличаются разнообразием трактовок и включают в себя широкий диапазон научных направлений исследований.

По мнению С.Д. Дерябо [1], образовательная среда – это совокупность всех возможностей обучения, воспитания и развития личности. В исследовании В.И. Слободчикова [2] образовательная среда рассматривается как категория, характеризующая развитие ребёнка, что определяет её целевое и функциональное назначение в контексте предметности культуры общества. Согласно В.И. Панову [3], образовательная среда – система условий, которые необходимы для практической реализации данной технологии и миссии данного образовательного учреждения, включая пространственно-предметные условия, систему межличностных взаимоотношений между субъектами учебно-воспитательного процесса и пространство разнообразных видов деятельности, необходимых для социализации обучающихся в соответствии с их возрастными особенностями развития и индивидуальными интересами. Образовательная среда – это система влияний и условий формирования личности, а также возможностей для её развития, содержащихся в социальном и пространственно-предметном окружении [4]. В современных исследованиях под образовательной средой понимается система педагогических, психологических и организационных условий и воздействий, обеспечивающих субъектно-личностное развитие (когнитивное, эмоциональное, коммуникативное и др.) учащихся на основе их природных и возрастных особенностей с учётом целей общества [5]. Возможно причиной многообразия трактовок образовательной среды является различие в основаниях, которые используются разными авторами для теоретических и практических исследований проблемы. По нашему мнению, образовательная среда – это пространство, где происходит систематическое взаимодействие (общение, совместная деятельность) педагога и ребёнка, в результате которого формируются новые способы жизнедеятельности индивида, раскрывается весь личностный потенциал ребёнка. Личностный потенциал – способность человека преумножать свои внутренние резервы, развиваться, эффективно взаимодействовать в социоприродном окружении. По мнению В.И. Слободчикова [2], среда начинается там, где происходит встреча образующего и образуемого, где они совместно начинают её проектировать и строить как предмет и ресурс своей совместной деятельности и где между субъек-

тами образования начинают выстраиваться определенные связи и отношения. В качестве характеристик среды предлагается рассматривать её насыщенность (ресурсный потенциал) и структурированность (способ ее организации). В зависимости от типа связей и отношений, структурирующих данную образовательную среду, выделяются три принципа её организации: единообразие, разнообразие и вариативность. Автор подчеркивает относительность и опосредующий характер образовательной среды. С учётом мнения ряда авторов становится понятно, что образовательная среда выполняет единую образовательную функцию – развитие личностного потенциала подрастающего поколения. Среда способствует становлению и социализации личности ребёнка [6], развитию его субъективного опыта [7], эволюции субъекта [8]. Интегративным критерием качества образовательной среды является способность обеспечить субъектам образовательного процесса возможности для эффективного личностного саморазвития [4]. Образовательная среда школы обеспечивает ценностно-смысловой вектор социально-позитивной деятельности школьников, которая позволяет реализовать их социокультурные потребности, в том числе потребности в самореализации и самоактуализации [9]. Образовательная среда несёт в себе большие возможности развития интеллектуальных и творческих способностей учащихся, а также содействует улучшению их самостоятельной работы, что способствует построению индивидуальных траекторий развития ребёнка. В рамках образовательной среды возможна разнообразная деятельность учащихся познавательной, оздоровительной, эстетической, коммуникативной, управленческой, краеведческой и рефлексивной направленности. Среда в образовательном учреждении создаётся субъектами образования и образует целостность. Тем самым, проявляя активность в использовании развивающих возможностей или ресурсов образовательной среды, учащиеся становятся реальными субъектами своего собственного развития, субъектами образовательного процесса. Отличительной чертой образовательной среды является динамическая изменчивость её состояний, обусловленная взаимовлиянием личности и среды [10], поскольку человек – существо социальное, именно свойства среды формируют качества личности ребенка, который присваивает свойства окружающей социоприродной среды и культуры, усваивает и присваивает ценности, тем самым происходит процесс индивидуализации личности. Тем самым ребёнок не только

объект различных воздействий, но и субъект, который, творчески изменяя среду вокруг себя, проявляет свою неповторимую индивидуальность, изменяет посредством этого собственную личность. Отмеченное условие необходимо учитывать при проектировании и функционировании образовательной среды, которая осуществляется всеми субъектами образования, и потому важно привлекать к проектированию среды учащихся на правах партнеров. Это обеспечит позитивное отношение к образовательной среде, стимулирующее продуктивное взаимодействие с ней, в рамках которого будет происходить развитие опыта моделирования учащимися ожидаемых результатов пребывания в образовательной среде в соответствии с персональным целеполаганием ребёнка.

В структуру среды входят: природно-предметное окружение (ландшафт, природные объекты, архитектура образовательного учреждения, расположение классных комнат), субъектное окружение (участники образовательного процесса, их взаимоотношения, распределение статусов и ролей и др.), информационное окружение (информационные потоки, традиции данного сообщества, правила, устав учебного заведения, средства наглядности), образовательно-воспитательные программы (содержание программ, стиль обучения, характер контроля, формы контроля).

В настоящее время в психолого-педагогических исследованиях рассматриваются разнообразные подходы к оцениванию образовательной среды, представлен диагностический инструментарий [11]. Выделяются [4] следующие параметры экспертизы образовательной среды: модальность, широта, интенсивность, осознаваемость, устойчивость, обобщенность, эмоциональность, доминантность, когерентность (согласованность), структурированность, социальная активность, мобильность, безопасность, на основе которых необходимо проводить анализ и проектирование её развития. В процессе проектирования образовательной среды важно учитывать, какой тип среды будет внедряться в практику образовательной деятельности школы: «догматическая образовательная среда», «карьерная образовательная среда», «бесмятежная образовательная среда», «творческая образовательная среда». А также какая основная модель образовательной среды будет доминировать в учебном заведении: эколого-личностная модель, коммуникативно-ориентированная модель, антрополого-психологическая модель, психодидактическая модель дифференциации и индивидуализации образо-

вательной среды школы. Образовательная среда должна ориентироваться на реализацию принципов открытости, вариативности и избыточности для подрастающего поколения, в связи с чем требуется «вывести» среду в местный социум. Необходимо взаимодействие класса, школы, общественных и государственных структур. А эту деятельность может освоить только коллектив образовательного учреждения в совместной работе. Важно, чтобы среда удовлетворяла принципу открытости: среда должны быть не только развивающей, но и развивающейся, она должна обладать свойствами динамичности и вариативности.

На сегодняшний день идёт поиск форм и методов, которые обеспечивают развитие личностного потенциала подрастающего поколения в условиях создания и функционирования образовательной среды. Принимая во внимание мнения ряда исследователей, необходимо отметить, что образовательная среда может быть организована через проектную деятельность и включение учащихся в решение проектных задач. Участие детей в проектной деятельности обеспечивает развитие личностного потенциала ребенка, способствует формированию эмоционально-чувственной, интеллектуальной и деятельностиной сфер личности современного школьника, обеспечивает развитие ключевых компетенций подрастающего поколения.

Большими возможностями для развития личностного потенциала учащихся обладает экологическое образование. Отмечается, что создание и поддержание среды становится ведущим методом экологического образования [12]. В связи с чем, мы попытались выявить, какие методы педагоги используют в экологическом образовании младших школьников и используют ли в образовательном процессе метод создания и функционирования образовательной среды. В анкетировании приняли участие студенты-педагоги (200 респондентов), обучающиеся в системе заочной формы обучения СГУ имени Н.Г. Чернышевского, профиль «Начальное образование». Педагогам были заданы вопросы: «Какие формы и методы Вы используете в образовательном процессе?»; «Что такое «образовательная среда»?»; «Имеется ли у Вас опыт организации образовательной среды на базе образовательного учреждения?». Результаты анкетирования показали, что, организуя деятельность учащихся экологической направленности, педагоги активно используют не только словесные методы, а именно: беседы, рассказы (100%), а и дидактические и экологические игры (81%); наблюдения с последующей

регистрацией явления (75%), проблемно-исследовательский метод (37%), моделирование (38%), работы по распознаванию и определению природных объектов (51%), эксперимент (42%), работу с природными материалами (35%) и др. Нужно отметить, что в образовательном процессе педагоги стали активно использовать методы формирования отношений к природным объектам (метод художественной репрезентации, метод экологической эмпатии, метод ритуализации экологической деятельности и др.) (39%). Ценно, что респонденты указали на значимость использования в образовательном процессе методов организации экологической деятельности младших школьников, а именно: создание и функционирование экологических троп (41%), включение учащихся в решение проектных задач (63%). К сожалению, лишь некоторые из опрошенных (9%) указали на необходимость организации работы по созданию и поддержанию среды образовательного учреждения. На вопрос: «Что такое «образовательная среда»?» – большинство из опрошенных педагогов ответили, что среда – это пространство жизнедеятельности ребенка, зона его активности, условия его социализации и развития личностного потенциала. Это возможность для раскрытия интересов и способностей учащихся и др. В дальнейшем мы попытались выяснить, имеют ли педагоги опыт создания образовательной среды на базе образовательных учреждений Саратовского региона. Многие респонденты отметили, что теоретические основы организации образовательной среды получили на лекциях (76%), спецкурсах (58%) и практических занятиях (77%) во время образовательного процесса, опыт создания среды получили и во время педагогической практики (98%). Некоторые из опрошенных (11%) отметили, что несомненный опыт создания образовательной среды был получен при подготовке и написании курсовых и выпускных квалификационных работ. Необходимо отметить, что были педагоги-практики, которые отметили, что транслируют свой опыт создания и функционирования образовательной среды на методических совещаниях (12%) и в публикациях своих материалов в сборниках научных трудов (4%). Респонденты установили, что проблемы проектирования и функционирования образовательной среды требуют решения для каждой конкретной школы и не в полной мере представлены в теории и практике образования. Остается открытым вопрос о наиболее эффективных технологиях создания и функционирования образовательной среды.

По нашему мнению, такой технологией является проектная деятельность (решение проектных задач). Мы предлагаем включать учащихся в решение системы проектных задач («Растём вместе», «Мой зелёный друг», «Птицы в нашем городе» и др.), которые успешно реализуются на базе более чем шестидесяти образовательных учреждений Саратовского региона, опыт реализации которых представлен в работах ряда авторов [13]. Нами установлено, что в процессе включения учащихся в решение проектных задач обеспечивается проявление эмоций и чувств ребёнка по отношению к объектам природы, развитие представлений и понятий о природе и её ценности, формирование оценочных суждений. Осуществляется проявление личного интереса к природным объектам, что активизирует творческую деятельность школьников. Происходит освоение детьми способов непрагматического взаимодействия с природой.

Анализ образовательных сред образовательных учреждений, которые участвовали в реализации отмеченных выше проектных задач, позволил нам зафиксировать развитие образовательных сред с учетом отмеченных выше параметров. Например, в ходе решения проектной задачи «Растём вместе» обеспечивается развитие такого параметра среды, как широта, что связано с организацией внеурочной деятельности школьников, включением в образовательную среду сказочных героев и объектов природы – растений. Задания, заложенные в проектной задаче, обеспечивают развитие такого параметра среды, как интенсивность. Развитие параметра осознанности было осуществлено в результате организации деятельности по изготовлению коллективного панно. Появление объектов социально-экологического назначения (зелёные уголки в рекреациях образовательного учреждения, создание школьного музея комнатных растений и каталогов комнатных растений; календари природы и наблюдений, уголки творчества) за счёт включения в образовательную среду комнатных растений (проектная задача «Мой зелёный друг»), способствовало развитию широты образовательной среды. Развитие параметра «интенсивность» было осуществлено при выполнении заданий, заложенных в проектной задаче. У детей появилась возможность проявить отношение к природе (создание запрещающих знаков, табличек, выступление на конференциях с докладами и сообщениями). Решение проектной задачи «Птицы в нашем городе» обеспечило дальнейшее развитие образовательной среды по параметру «широта», что связано с включением в обра-

зовательную среду сказочных героев, птиц ближайшего природного окружения. В учебно-воспитательной работе стали использоваться возможности районных культурных учреждений. Выход образовательной среды в местный социум (изготовление и установка кормушек для птиц, функционирование агитационных бригад, изготовление и раздача листовок) способствовал развитию параметров «мобильность» и «социальная активность». Учащиеся получили возможность участвовать в дискуссиях, в конкурсах, в экологических акциях. Осведомлённость об экологической деятельности школьников в образовательном учреждении учащиеся получили за счёт функционирования школьного радио и изготовления печатной продукции, что позволило детям осмыслить значимость экологической деятельности. Задания проектной задачи: изodeятельность, составление меню для птиц, написание письма, участие в социологическом опросе и др. – создали условия для развития параметра «интенсивность». Учащиеся и педагоги стали сотрудничать с представителями Всероссийского общества охраны природы и активно принимать участие в региональных научно-практических конференциях. Развитие параметра осознаваемость произошло за счёт проектирования детьми мероприятий по оказанию помощи природным объектам – птицам.

Таким образом, роль образовательной среды и ее воспитательный потенциал не вызывает сомнения. Включение учащихся в решение проектных задач обеспечивает не только развитие параметров экспертизы образовательной среды, но и способствует раскрытию личностного потенциала подрастающего поколения.

Список литературы

1. Дерябо С.Д. Учителю о диагностике эффективности образовательной среды / С.Д. Дерябо; под ред. В.П. Лебедевой, В.И. Панова. – М.: Молодая гвардия, 1997. – 216 с.
2. Слободчиков В.И. О понятии образовательной среды в концепции развивающего образования / В.И. Слободчиков. – М.: Экспосцентр РОСС, 2000. – 230 с.
3. Панов В.И. Психодидактика образовательных систем: теория и практика / В.И. Панов. – СПб.: Питер, 2007. – 352 с.
4. Ясвин В.А. Экспертно-проектное управление развитием школы. – М.: Сентябрь, 2011. – 176 с.
5. Григорьева М.В. Понятие «образовательная среда» и модели образовательных сред в современной отечественной психологии / М.В. Григорьева // Известия Саратовского университета. Новая серия. Акмеология образования. Психология развития. – 2010. – № 4. – С. 3–11.
6. Катилина М.И. Образовательная среда как фактор социализации личности: социально-философский аспект: дис. ... канд. философ. наук. – М., 2009. – 198 с.
7. Запятая О.В. Формирование социальных умений младших школьников в образовательной среде школы: дис. ... канд. пед. наук. – Красноярск, 2011. – 181 с.
8. Нечаев М.П. Теоретические основания развития воспитывающего потенциала образовательной среды школы: дис. ... д-ра пед. наук. – М., 2011. – 503 с.
9. Запалацкая В.С. Мотивация к интеллектуальным достижениям в образовательных средах: монография / В.С. Запалацкая. – М.: ИИУ МГОУ, 2016. – 118 с.
10. Тимофеева А.Г. О проектировании эколого-образовательной среды. От противоречий к дополнителности // Конфликты в современном мире: международное, государственное и межличностное измерение: сб. ст. по материалам V междунар. науч. конф. – Саратов, 2016. – С. 856–860.
11. Заир-Бек Е.С. Понятие «образовательная среда школы» и подходы к её оцениванию в современных исследованиях / Е.С. Заир-Бек // Письма в Эмиссия. Оффлайн: электронный научный журнал. – 2011. – № 11. – С. 1683.
12. Николаева С.Н. Методика экологического воспитания дошкольников: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2011. – 224 с.
13. Морозова Е.Е., Федорова О.А. Формирование ценностного отношения к природе у младших школьников на основе проектной деятельности. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2015. – 256 с.

УДК 378.2:37.031.4

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ КАК СПОСОБ
ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ****Цибизова Т.Ю., Комкова Т.Ю.**

*ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
Москва, e-mail: mumc@bmstu.ru, tkomkova@bmstu.ru*

Статья посвящена вопросам подготовки высококвалифицированных кадров – инженеров. Показано, что необходимым условием является сотрудничество промышленности с образованием, связь предприятия с вузом. Одним из способов реализации такого взаимодействия является совместное проведение научно-технических и научно-практических конференций с апробацией, представлением и защитой результатов научно-исследовательской работы. Определены критерии оценки качества обучения при проведении конференций, показаны способы формирования компетенций. На примере десятилетнего опыта проведения в МГТУ им. Н.Э. Баумана Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России» представлены результаты оценки эффективности освоения знаний по итогам проведения конференции. Подчеркнута роль ведущих вузов в подготовке кадров, научных исследований для всевозрастающих по сложности и наукоемкости современных технологий, а также необходимость максимально объединить возможности образования, науки и бизнеса для подготовки специалистов в области машиностроения нового поколения.

Ключевые слова: научно-техническая конференция, критерии качества образования, профессиональная компетентность, высококвалифицированные кадры, высокотехнологичное и наукоемкое производство, научно-исследовательская деятельность

**SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE AS A WAY OF IMPROVING
THE QUALITY OF TRAINING OF ENGINEERS****Tsibizova T.Yu., Komkova T.Yu.**

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University» (BMSTU), Moscow, e-mail: mumc@bmstu.ru, tkomkova@bmstu.ru

The article is devoted to the training of highly qualified personnel – engineers. It is shown that a necessary condition is the cooperation of industry with education, the relationship of the enterprise with the University. One of the ways of realization of such cooperation is the joint scientific-technical and scientific-practical conferences with testing, presentation of results of research work. Defined criteria for evaluating the quality of learning at conferences, shows how to build skills. For example, a ten-year experience in the BMSTU the Russian conference of young scientists and specialists «The Future engineering of Russia» presented the results of the evaluation of the effectiveness of learning following the conference. The role of the leading universities in personnel training, scientific research to the ever-increasing complexity and knowledge-intensity of modern technologies and the need as to combine education, science and business for training of specialists in the field of engineering a new generation.

Keywords: scientific-technical conference, criteria for the quality of education, professional competence, highly qualified personnel, high-tech and knowledge-intensive production, research activities

Для России, учитывая нынешнее состояние промышленности, и особенно для стратегически важных ее отраслей, крайне необходимо предпринять срочные меры для мощной модернизации именно инженерного образования. Только массовый приход в промышленность подготовленных на обновленной научно-технической базе инженеров-интеллектуалов может спасти нашу промышленность от кризисных явлений [1].

Инженер – главная фигура в технических отраслях промышленности. На него возлагается обязанность разрабатывать новые, а также поддерживать и развивать действующие образцы техники и технологий. Поэтому подготовка специалистов для высокотехнологичных производств и качество такого образования является главной задачей высших учебных заведений [1, 2].

Очевидно, что такая подготовка должна быть основана на интеграции науки, образования и производства и согласовываться с обновлением сущности этапов подготовки высококвалифицированных кадров, их устойчивым формированием и развитием в образовательном процессе непрерывного образования [3].

С другой стороны, характеристики знаний, умений, навыков и компетенций формируются сообществом специалистов из промышленности. Следовательно, необходимым условием является сотрудничество промышленности с образованием, связь предприятия с вузом. Тогда совместными усилиями предприятие и вуз будут следить за качеством учебного процесса, создавать привлекательные условия для эффективного использования инженеров, молодых

ученых и специалистов по своему прямому назначению – разработка новых технических решений в технике и технологиях. В этом есть своя логика: современное производство, составляющее основу реального сектора экономики, должно базироваться на новейших инженерных и научных достижениях. Обеспечение такого производства возможно лишь при наличии профессионально-ориентированного образования, опирающегося на систему научной подготовки кадров. От этого в значительной степени зависит способность страны к созданию наукоемких технологий как важнейшего условия укрепления ее национальной безопасности [1, 4]. Способом обеспечения взаимодействия между высшим образованием и промышленностью являются разрабатываемые в настоящее время Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования с учетом профессиональных стандартов (ФГОС 3++).

В этой связи одним из актуальных вопросов является вопрос о научно-исследовательской деятельности как особом виде социальной практики, закономерностях ее развития, оптимальных и эффективных формах организации, стимулировании научного поиска, возможностях и границах регулирования и инициирования творческих процессов [5]. И как завершающий аккорд – проведение научно-технической конференции с апробацией, представлением и защитой результатов научно-исследовательской работы.

Критерии оценки качества обучения при проведении конференций

В МГТУ им. Н.Э. Баумана ежегодно проводятся различного рода факультетские, общеуниверситетские, межвузовские, всероссийские, международные мероприятия – конференции, олимпиады, семинары, выставки. Наши студенты, аспиранты принимают участие в мероприятиях, проводимых другими вузами, организациями, предприятиями. Все это дает возможность определить эффективность подготовки молодых специалистов и сравнить их уровень образования с современными тенденциями развития промышленности, производства и общества, с теми требованиями, которые необходимы для работы на производстве, дальнейшего развития отечественной науки и техники.

Таким образом, проведение научно-технических конференций – это краткосрочный, но очень емкий, насыщенный в образовательном и научном уровне процесс освоения знаний. За счет интенсификации

таких мероприятий зависит быстротечность процесса консолидации, объединения и взаимопонимания сфер образования и промышленности, а значит, и достижения наилучших результатов развития науки, образования, промышленности и экономики нашей страны.

Например, среди восьми обязательных для всех направлений подготовки и специальностей универсальных компетенций (УК), определяемых ФГОС 3++ (на основе разработанных проектов), при проведении могут формироваться как минимум шесть из них (таблица).

В процессе мероприятий у участников формируются и общепрофессиональные компетенции (ОПК). Несмотря на то, что их определения отличаются в ФГОС 3++ по разным направлениям подготовки и специальностям, общими категориями все равно являются: системный анализ и моделирование, использование информационных технологий, способность проводить научные исследования и др. Все эти знания, умения и навыки используются и реализуются при проводимых научных исследованиях, проектных и опытных работах, подготовке к выступлению на научной конференции и дополняются при непосредственном участии в ней.

Качество обучения при проведении конференции определяется эффективностью и ценностью полученных знаний, их пригодностью к реализации поставленных целей при выполнении молодыми учеными и специалистами конкретных задач в науке, технике и производстве [6].

Основными критериями качества образования являются: профессиональная компетентность научных и преподавательских кадров; эффективность системы управления образованием, в том числе руководителей систем образования разного уровня; уровень развития материально-технической базы; научно-методическое обеспечение системы обучения; организация учебного и воспитательного процесса; состояние научно-исследовательской работы молодых ученых и их наставников; морально-этический климат в коллективе. При проведении научной конференции действуют те же критерии, позволяющие формировать и профессиональные компетенции:

1. Заседания научных секций проводят ведущие ученые в данной области, освещаются основные проблемы и перспективы развития данной отрасли промышленности, заседания, проводится анализ заслушанных работ, намечаются пути дальнейшего развития научно-исследовательской и практической деятельности каждого из докладчиков.

Формирование универсальных компетенций при проведении мероприятий

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Формируются при подготовке и проведении мероприятий
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	При проведении научно-исследовательской работы, подготовке отчета, статьи, выступления. При анализе результатов после выступления, защиты. При определении дальнейшего развития работы
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	При проведении проектных, опытно-конструкторских, производственных разработок для выступления на конференции
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	При проведении коллективных разработок, исследований, участия в командном проекте
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	При прохождении защиты научно-исследовательской работы, выступлении на конференции, внешней и внутренней научной коммуникации
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	При проведении обсуждений, дискуссий, при формальном и неформальном общении на конференции
Самоорганизация и саморазвитие	УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	При подведении итогов конференции, обсуждении, награждении, определении дальнейшего развития направлений исследования с научным руководителем

2. Участникам конференции предоставляется возможность познакомиться с лучшими образцами новейших отечественных разработок при посещении ведущих промышленных предприятий и научно-образовательных центров МГТУ им. Н.Э. Баумана.

3. Участникам предоставляется возможность как получения новых знаний на научных заседаниях и экскурсиях, так и личного общения с представителями различных организаций, учеными, специалистами.

4. Конференция проходит в деловой и дружественной атмосфере. Награждение лучших участников дипломами, призами сопровождается пожеланиями успешной реализации всех научных, творческих и профессиональных стремлений молодого ученого и специалиста.

Оценка качества образования при проведении конференции основывается на многоаспектности, многогранности и многогосубъектности участников, которые являются представителями государственных организаций, учащейся молодежи – молодых ученых и специалистов, преподавателей вузов, машиностроительных предприятий из различных регионов России и других стран. Чем выше уровень, опыт

и культура всех участников конференции, тем выше результирующая интегральная функция качества полученного образования и знаний на данном мероприятии. Основные цели и содержание образования задаются в самом проведении конференции актуальной на данном этапе развития машиностроительного производства. В зависимости от коллективного интеллекта участников конференции удается добиться лучшего качества содержания образования. Эффективность процессов освоения новых знаний при обучающей составляющей конференции будет тем выше, чем выше все вышеперечисленные составляющие компоненты качества.

Оценка эффективности освоения знаний по итогам проведения Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России»

Интенсивное развитие высокотехнологичных и наукоемких производств возможно только на основе эффективной кадровой политики, направленной на формирование качественно нового кадрового потенциала, прежде всего инженерно-технической на-

правленности и удовлетворение потребностей отрасли в квалифицированном персонале всех уровней [7]. В этой связи приоритетное значение приобретает формирование специалиста, направленное на развитие творческого мышления и инициативы на всех стадиях профессиональной подготовки [8–10]. В качестве основных принципов производственной деятельности в реальном секторе экономики выдвигается необходимость постоянного обновления знаний и освоения новых специальностей.

За десять лет существования Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России» в ее работе приняли участие более 5000 студентов, аспирантов, молодых сотрудников предприятий и организаций. За это время участники конференции закончили вузы, защитили диссертации, создали свои предприятия, пошли работать в промышленность и на производство, стали преподавателями, учеными и высококвалифицированными специалистами.

Результатами оценки эффективности освоения знаний по итогам проведения конференции явились:

- выявление существования и реально-го количества молодых специалистов, занятых в отечественном машиностроении, их уровень знаний, умений, навыков, научных и творческих способностей;
- выявление молодых ученых, стремящихся самореализоваться через инновационную деятельность, и стимулирование массового участия молодежи в научно-технической и инновационной деятельности;
- осуществление взаимосвязи и взаимодействия вузовской науки и потребностей современной промышленности и производства;
- обсуждение вопросов, проблем и перспектив улучшения качества именно технического образования, связанного с реальными запросами промышленности и передовыми достижениями науки и техники;
- исследование перспектив развития современного молодого специалиста в машиностроительной отрасли, проблем и потребностей молодого человека, связавшего свою жизнь с этой специальностью;

• перспективы восстановления утраченных высот российской науки, техники и технологии за счет усовершенствования системы подготовки кадров для промышленности и производства.

Количественными и качественными оценками эффективности освоения молодыми учеными и специалистами передовых достижений отечественной и зарубежной науки и техники явились:

- выступления ведущих ученых на пленарном заседании, на заседаниях секций, мастер-классах, научных школах-семинарах;
- знакомство с передовыми промышленными предприятиями и современными техническими разработками;
- определение лучших научных работ по каждой секции, авторы которых награждены дипломами и медалями «за лучшую научную работу»;
- определение лучших инновационных проектов;
- определение лучших статей, рекомендованных к публикации в специализированных, отраслевых научных журналах.

Возможными потребителями научного, методического результата конференции являются промышленные и производственные предприятия и организации, входящие в Союз машиностроителей России, студенты, аспиранты, молодые ученые и преподаватели МГТУ им. Н.Э. Баумана и других вузов России.

Результаты научно-исследовательских работ молодых ученых и специалистов могут быть внедрены в учебный процесс для подготовки высококвалифицированных кадров машиностроения и использованы промышленными предприятиями для развития современных образцов техники и технологий [10].

Результаты Конференции могут быть использованы:

- для подготовки предложений по формированию новых компетенций инженера-интеллектуала в машиностроительной отрасли;
- получения полной и достоверной информации о текущем состоянии и перспективах развития машиностроительной отрасли от ведущих ученых и практиков;
- эффективного освоения молодыми учеными и специалистами лучших научных и технических достижений;
- совершенствования уровня проведения научно-технических мероприятий как инструмента повышения качества обучения молодых ученых и специалистов.

Заключение

Существующая в настоящее время проблема подготовки кадров в области машиностроения насущна и многоаспектна, но очевидно, что эта подготовка будет в значительной степени осуществляться, прежде всего, в ведущих российских университетах. Подчеркивая роль ведущих вузов в подготовке кадров, научных исследований для всевозрастающих по сложности и наукоемкости современных технологий, необходимо максимально объединить возможности образования, науки и бизнеса для подготовки специалистов в области машиностроения нового поколения.

Список литературы

1. Цибизова Т.Ю. О проблемах подготовки высококвалифицированных специалистов в системе непрерывного профессионального образования // Наука и образование: научное издание. – 2011. – № 10. – С. 54.
2. Александров А.А., Пролетарский А.В., Неусыпин К.А. Концепция взаимодействия МГТУ им. Н.Э. Баумана с предприятиями ракетно-космической отрасли в вопросах целевой подготовки инженеров и научных кадров // European Social Science Journal. – 2013. – № 1 (29). – С. 121–126.
3. Цибизова Т.Ю. Подготовка высококвалифицированных специалистов в системе непрерывного профессионального образования (на примере МГТУ им. Н.Э. Баумана) // European Social Science Journal. – 2011. – № 2 (5). – С. 154–159.
4. Цибизова Т.Ю. Концептуальные основания исследовательской деятельности обучающихся в системе непрерывного образования: автореф. дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.01 / Институт теории и истории педагогики Российской академии образования. – М., 2013. – 41 с.
5. Орешкина А.К., Сергеева М.Г., Горягина Е.Б. Методологические основы развития педагогических систем непрерывного образования: Учебное пособие. – М.: Изд-во: Московский институт лингвистики, 2015. – 194 с.
6. Сергеева М.Г. Компетентностная модель выпускника в условиях непрерывного профессионального образования: монография. – М.: Изд-во: Московский институт лингвистики, 2015. – 203 с.
7. Скрыль С.В., Зеленцова Е.В., Занг Л.В.Х. Методические основы построения системы характеристик качества подготовки специалистов // Вестник Воронежского института МВД России. – 2015. – № 1. – С. 27–36.
8. Августан О.М., Марданов С.А., Марданова К.В., Сергеев Д.А., Чернега Е.В. Проектный подход при подготовке IT-специалистов // Сб. трудов XXVII Международной конференции «Современные информационные технологии в образовании». – Москва – Троицк, 2017. – С. 454.
9. Августан О.М., Марданова К.В., Чернега Е.В. Опережающее образование при подготовке IT-специалистов // Сборник статей международной научно-практической конференции «Современные проблемы инновационного развития науки». Часть 2. – Волгоград: МЦИИ «Омега Сайнс», 2017. – С. 53.
10. Брекалов В.Г. Выбор метода оптимизации ресурсов вуза с целью обеспечения физического моделирования при реализации опытно-конструкторских работ и учебного процесса // В сборнике: Будущее машиностроения России Сборник докладов Восьмой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – С. 317–319.