

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,909
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,282

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 электронному каталогу «Почта России» – ПА037

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,909.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,282.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО ИД «Академия Естествознания»

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

Адрес редакции: 440026, Пензенская область, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

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

Подписано в печать – 10.01.2020
Дата выхода номера – 10.02.2020

Формат 60×90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»
410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

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

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 19,5
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2019/12
Подписной индекс ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00)**СТАТЬИ**

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ РЕКОНСТРУКЦИИ МНОГОРАКУРСНОЙ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ <i>Алексян Г.К., Щербаков И.Д., Сулыз А.В., Тетелев М.В.</i>	243
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ У ДЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМА СЛУЧАЙНОГО ЛЕСА <i>Баширов А.Н., Воронов В.И.</i>	249
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ <i>Белоконев В.М.</i>	256
ВЛИЯНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПИЛЯТОРА GCC НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММНОГО КОДА В ЯЗЫКЕ C++ <i>Болотнов А.М., Нурисламова Э.А.</i>	266
НЕЧЕТКИЙ КОНТРОЛЛЕР КОМПЕНСАЦИИ НЕИЗМЕРЯЕМЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ПРИВОДАХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ <i>Веселов О.В., Светушенко С.Г.</i>	271
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ <i>Гегерь Э.В., Евельсон Л.И., Федоренко С.И., Козлова И.Р.</i>	276
ИССЛЕДОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ ШАГАЮЩИХ РОБОТОВ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ СВЯЗАННЫХ СИСТЕМ ТЕЛ <i>Горобцов А.С., Чигиринская Н.В., Андреева М.И., Смирнов Е.А., Бочкин А.М.</i>	282
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ШИФРА CLEFIA <i>Ищуква Е.А., Куликов А.В.</i>	287
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ <i>Осипов Г.С.</i>	293
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УГЛОВ УСТАНОВКИ КОНИЧЕСКОГО РОЛИКА НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ <i>Отений Я.Н., Лаврентьев А.М.</i>	299
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ СООРУЖЕНИЙ РИСОВЫХ СИСТЕМ НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ <i>Солодунов А.А., Бандурин М.А., Волосухин В.А.</i>	304

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

СПЕЦИФИКА РАЗРАБОТКИ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ <i>Артюшина Л.А., Троицкая Е.А.</i>	312
ХАРАКТЕРИСТИКА СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОМИКИ АЙКИДО В РОССИИ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ <i>Бекетов О.В., Кравченко Т.Л., Арсеев Е.А., Собянин Ф.И., Демченко Л.В.</i>	318

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ» <i>Бодюков Е.В., Бердышева Е.В., Сорокина Л.А.</i>	324
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК НОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВОЕ КАЧЕСТВО ЖИЗНИ <i>Гордеева И.В.</i>	329
ОЦЕНКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПРОЕКТНОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩЕГО АРХИТЕКТОРА <i>Данченко Л.В., Туктамышев Н.К.</i>	335
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ДУХОВНО-НРАВСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ В ПРАВОСЛАВНЫХ ТРАДИЦИЯХ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ <i>Емельянова О.Я., Шершень И.В., Кравец М.А.</i>	340
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТАНОВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПОДРОСТКОВ: СУЩНОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ, РИСКИ <i>Ермоленкова Г.В., Преображенская Е.В.</i>	345
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВОЧНО-ГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ-ШТУРМАНОВ <i>Карабанова О.Р.</i>	350
ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО «АЪАГАС ЭЙГЭ СИТИМЭ» КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА <i>Макарова Т.А., Манасытова М.А.</i>	355
РЕАЛИЗАЦИЯ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ <i>Минин М.Г., Хаперская А.В., Жданова А.Б.</i>	360
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС <i>Потапкин Е.Н., Малькова А.С.</i>	365
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВНЕДРЕНИЯ «ОБОГАЩАЮЩЕЙ МОДЕЛИ» ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ШКОЛЫ <i>Савельева Н.Н., Железнякова О.В., Лебедева Е.А.</i>	371
МЫШЕЧНАЯ АКТИВАЦИЯ ВО ВРЕМЯ УПРАЖНЕНИЙ НА НЕСТАБИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ <i>Семёнова Г.И., Григорьев П.А.</i>	377
ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГА СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ К ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Трегубова Е.Д.</i>	382
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ОБРАЗОВАНИИ <i>Усачева И.Н.</i>	388
УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНОГО НАСТРОЕНИЯ В ПРОЕКТАХ РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ДЛЯ ЕГО УСПЕШНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Шалина Д.С., Степанова Н.Р.</i>	395
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОНЯТИЯ «ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ» МЕТОДОМ КОНТЕНТ-АНАЛИЗА <i>Шилова И.В., Задворнов С.А.</i>	401

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00)

ARTICLES

PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF MULTI-ANGLE ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY RECONSTRUCTION ALGORITHMS <i>Aleksanyan G.K., Shcherbakov I.D., Sulyz A.V., Tetelev M.V.</i>	243
PREDICTION OF THE PROBABILITY OF OCCURRENCE OF BRONCHIAL ASTHMA IN CHILDREN WITH THE USE OF THE RANDOM FOREST ALGORITHM <i>Bashirov A.N., Voronov V.I.</i>	249
MODERN TECHNOLOGIES OF PHOTSENSITIVE MATERIALS FOR OPTOELECTRONICS PRODUCTS <i>Belokonev V.M.</i>	256
IMPACT OF GCC COMPILER OPTIMIZATION ON SOFTWARE EFFICIENCY IN THE LANGUAGE C++ <i>Bolotnov A.M., Nurislamova E.A.</i>	266
FUZZY CONTROLLER FOR COMPENSATION OF IMMEASURABLE DISTURBANCES IN ACTUATORS <i>Veselov O.V., Svetushenko S.G.</i>	271
IMPROVEMENT OF DATA PROCESSING METHODS IN INFORMATION SYSTEMS FOR SUPPORT OF ADMINISTRATION OF DECISION-MAKING DECISIONS <i>Geger E.V., Evelson L.I., Fedorenko S.I., Kozlova I.R.</i>	276
STUDYING OF CONTROLLED MOVEMENT OF STEPPING ROBOTS BY METHODS OF COMPUTER SIMULATION OF THE DYNAMICS OF RELATED BODY SYSTEMS <i>Gorobtsov A.S., Chigirinskaya N.V., Andreeva M.I., Smirnov E.A., Bochkin A.M.</i>	282
RESEARCH OF CLEFIA CIPHER ANALYSIS ALGORITHMS <i>Ishchukova E.A., Kulikov A.V.</i>	287
COMPUTER MODELING OF QUEUING SYSTEMS WITH LIMITATIONS <i>Osipov G.S.</i>	293
EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE IMPACT OF ANGLES OF THE TANO ROLLER TANING ON THE ROUGHNESS OF THE BRAIDED SURFACE <i>Oteniy Ya.N., Lavrentev A.M.</i>	299
MATHEMATICAL MODELING OF INFLUENCE OF DEFECTS OF STRUCTURES OF RISE SYSTEMS ON THEIR OPERATIONAL RELIABILITY <i>Solodunov A.A., Bandurin M.A., Volosukhin V.A.</i>	304

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

ARTICLES

THE CREATION SPECIFICS OF EDUCATIONAL TASKS PROVIDING THE DEVELOPMENT OF LEARNERS' AXIOLOGICAL COMPETENCY <i>Artyushina L.A., Troitskaya E.A.</i>	312
A CHARACTERISNI OF COMPETITIVE ACTIVITIES OF TOMIKI AIKIDO IN RUSSIA: A HISTORICAL PERSPECTIVE <i>Beketov O.V., Kravchenko T.L., Arseenko E.A., Sobyenin F.I., Demchenko L.V.</i>	318

STUDY OF KNOWLEDGE OF STUDENTS IN DISCIPLINE «PHYSICAL CULTURE AND SPORT» <i>Bodyukov E.V., Berdysheva E.V., Sorokina L.A.</i>	324
DIGITAL TRANSFORMATION AS NEW REALITY: NEW TECHNOLOGIES AND NEW QUALITY OF LIFE <i>Gordeeva I.V.</i>	329
EVALUATION OF THE SPACE-PROJECT THINKING DEVELOPMENT OF THE FUTURE ARCHITECT <i>Danchenko L.V., Tuktamyshov N.K.</i>	335
MODELING THE DEVELOPMENT OF SPIRITUAL AND MORAL CULTURE IN ORTHODOX TRADITIONS IN YOUTH ENVIRONMENT <i>Emelyanova O.Ya., Shershen I.V., Kravets M.A.</i>	340
PEDAGOGICAL CONDITIONS OF FORMATION SOCIAL COMPETENCE OF ADOLESCENTS: THE NATURE, CHARACTERISTICS, RISKS <i>Ermolenkova G.V., Preobrazhenskaya E.V.</i>	345
PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MODEL OF FORMATION OF THE APPROXIMATE Gnostic ACTIVITY OF FUTURE OFFICERS-NAVIGATORS <i>Karabanova O.R.</i>	350
OPEN EDUCATIONAL SPACE «AHAGAS EIGE CITIME» AS A CONDITION FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE ACTIVITY OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE <i>Makarova T.A., Manasytova M.A.</i>	355
ACTIVE PEDAGOGICAL METHODS IMPLEMENTATION OF DISABLED PEOPLE IN DIGITALIZATION <i>Minin M.G., Khaperskaya A.V., Zhdanova A.B.</i>	360
IMPROVING STUDENTS' RESEARCH SKILLS IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF THE GEF <i>Potapkin E.N., Malkova A.S.</i>	365
PEDAGOGICAL CONDITIONS OF THE INTRODUCTION OF AN «ENRICHING MODEL» OF LEARNING IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE SCHOOL <i>Saveleva N.N., Zheleznyakova O.V., Lebedeva E.A.</i>	371
MUSCLE ACTIVATION DURING OF EXERCISING ON AN UNSTABLE SURFACE (BOSU) <i>Semenova G.I., Grigorev P.A.</i>	377
DEVELOPMENTS SCHEMES FOR A SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION TEACHER READINESS TO PROJECT ACTIVITIES <i>Tregubova E.D.</i>	382
THE PROBLEMS OF FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE IN EDUCATION <i>Usacheva I.N.</i>	388
THE LEVEL OF SOCIAL MOOD IN REDEVELOPMENT PROJECTS FOR ITS SUCCESSFUL ORGANIZATION <i>Shalina D.S., Stepanova N.R.</i>	395
THE DEFINITION OF THE NOTION «PEDAGOGICAL CONDITIONS» METHOD OF CONTENT ANALYSIS <i>Shilova I.V., Zadvornov S.A.</i>	401

СТАТЬИ

УДК 004.021:615.478:616-7

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ РЕКОНСТРУКЦИИ МНОГОРАКУРСНОЙ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ**Алексанян Г.К., Щербakov И.Д., Сулыз А.В., Тетелев М.В.***ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова», Новочеркасск, e-mail: graer@yandex.ru*

Статья посвящена разработке алгоритма поиска числа входных данных для процесса выполнения дифференциальной реконструкции поля импеданса и визуализации её результатов методом многокурсовой электроимпедансной томографии. Исследованы зависимости нагрузки на персональный компьютер в составе информационно-измерительной системы в виде времени процесса реконструкции и частоты кадров в секунду от количества входных файлов, размера выделяемой оперативной памяти, тактовой частоты процессора для технических средств многокурсовой электроимпедансной томографии на базе персонального компьютера. Реконструкция и визуализация входных данных выполнялась в программном пакете *EIDORS* в среде программирования *Octave*. Разработан алгоритм поиска значения числа входных данных для одного томографического среза. Реализация данного алгоритма выполнена на языках программирования *Python* и *Java*. Данный алгоритм позволяет увеличить скорость обработки входных данных путём определения максимального количества входных файлов, прием которого программным компонентом аппаратно-программного комплекса электроимпедансной томографии возможен без превышения объема выделяемой оперативной памяти. При разработке данного алгоритма были проведены исследования на персональных компьютерах двух конфигураций по оценке средней нагрузки процесса реконструкции и числа файлов для процесса реконструкции. Проведенное исследование позволяет выбрать число входных данных для процесса реконструкции, как для уже полученных архивных данных, так и данных, получаемых в режиме реального времени. Данное исследование позволит увеличить скорость визуализации реконструированных изображений при минимальной задержке выполнения процесса реконструкции для двумерной и трехмерной электроимпедансной томографии.

Ключевые слова: электроимпедансная томография, многокурсовая электроимпедансная томография, алгоритмы реконструкции, дифференциальная реконструкция

PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF MULTI-ANGLE ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY RECONSTRUCTION ALGORITHMS**Aleksanyan G.K., Shcherbakov I.D., Sulyz A.V., Tetelev M.V.***Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, e-mail: graer@yandex.ru*

The article is devoted to the development of search algorithms the number of input data for the process of reconstruction of field Performing differential impedance and visualization of its results by multi-angle electrical impedance tomography. The dependence of the load on the PC in the information-measuring systems in terms of the time of the reconstruction process and the frame rate per second by the number of input files, the size of allocated memory, CPU clock speed for the technical means of the multi-electrical impedance tomography based on the PC. Reconstruction and visualization of input data was performed in *EIDORS* software packages in *Octave* programming environment. Developed search algorithm value of the number of input data for a tomographic slice. The implementation of this algorithm is executed in the *Python* programming language and *Java*. This algorithm allows to increase the speed of processing the input data by determining the maximum number of input files, and software components whose reception hardware and software complex electrical impedance tomography is possible without exceeding the scope of allocated RAM. In the development of this algorithm research on the personal computer of the two configurations were performed on rank average load of the reconstruction process and the number of files for the upgrade process. Conducting research to select the number of input data for the reconstruction process, both already received archival data, and the data obtained in real-time mode. This study will increase the speed of the rendering of images reconstructed with minimum delay Upgrade Process for two- and three-dimensional electrical impedance tomography.

Keywords: multi-angle electrical impedance tomography, algorithms, differential reconstruction

Электроимпедансная томография (ЭИТ) – неинвазивный метод реконструкции и визуализации распределения поля электрической проводимости внутренних структур биологических объектов по результатам электрических измерений на его поверхности [1–3]. В общем случае, практическая реализация метода ЭИТ заключается в подключении исследуемого объекта (ИО) к одному или нескольким источникам электрического тока

высокой частоты и малой амплитуды через электроды, размещенные на его поверхности, и регистрации потенциалов $\varphi(i, j)$ в точках крепления электродов (где i – номер пары инжектирующих электродов, j – номер измерительного электрода) [1]. Используемые в ЭИТ алгоритмы реконструкции используют математическую модель объекта исследования, расчёт сопротивления объекта осуществляется путём решения дифферен-

циальных уравнений для каждого среза [2]. Одним из перспективных направлений ЭИТ является трехмерная ЭИТ, позволяющая получать информацию о параметрах поля проводимости внутренних структур ИО как в отдельном двухмерном томографическом срезе, так и в их совокупности [3]. Использование нескольких электродных поясов пациента позволяет формировать томографические срезы не только в плоскости электродных поясов, но и в других проекциях, предлагая новую функциональность в виде многоаккурности.

Цель исследования: реализация многоаккурной ЭИТ (МРЭИТ) в аппаратно-программных комплексах создает ряд проблем, одной из которых является ресурсоемкость процесса реконструкции.

Для определения параметров ресурсоемкости процесса дифференциальной реконструкции [2] (использованного объема оперативной памяти (ОЗУ) электронно-вычислительной машины (ЭВМ) $V_{\text{ср}}$, общего затраченного времени $t_{\text{общ}}$, времени формирования кадра $t_{\text{уд}}$, частоты кадров в секунду k) проведено исследование, в котором использовано минимальное для дифференциальной реконструкции количество входных файлов $n = 2$, общее количество файлов $N = 4260$.

В качестве объекта исследования выбран фантом с цилиндрическими неоднородностями заданного размера [4]. Параметры ЭВМ, используемой для проведения исследования: размер установленного ОЗУ ЭВМ – 6 Гб, тактовая частота процессора ЭВМ – 3,20 ГГц, версия операционной системы (ОС) – Windows 8.

В результате проведенного исследования были получены следующие показатели ресурсозатратности: $V_{\text{ср}} = 410,80$ Мб, $t_{\text{общ}} = 513,30$ с, $t_{\text{уд}} = 0,85$ с, $k = 1,16$ кадров/с. Таким образом, выявлено, что при реконструкции поля проводимостей методом ЭИТ возникает проблема низкой скорости визуализации результатов реконструкции, не позволяющей при полученной k отслеживать динамику некоторых физиологических процессов (например, воздухонаполнение легких, сердечбиение).

Одним из путей решения данной проблемы является определение такого числа n , которое может обработать программный

пакет за один вызов процесса реконструкции без превышения $V_{\text{ср}}$. В связи с этим предложен для разработки алгоритм выбора необходимого количества n в зависимости от конфигурации используемого в составе аппаратно-программного комплекса персонального компьютера, заключающийся в тестировании компонентов программного обеспечения (ПО) для определения параметров обработки входных файлов для процесса реконструкции при используемой в задачах МРЭИТ конфигурации персонального компьютера.

Материалы и методы исследования

Алгоритм реализован с помощью языка программирования *Python* [5]. Исследование разработанного алгоритма выполнено на АПК ЭИТ БО [6–8]. Процесс реконструкции и визуализации проводился с помощью программного пакета *EIDORS* [9]. Проведено исследование на двух ЭВМ, № 1 и № 2, с параметрами, приведенными на табл. 1, целью исследования являлось определение $V_{\text{ср}}$ для процесса реконструкции одного томографического среза при МРЭИТ.

Блок-схема обобщенного алгоритма исследования $V_{\text{ср}}$ приведена на рис. 1. Алгоритм работы программы, разработанной для проведения данного исследования, состоит в следующем: программой осуществляется прием заданного количества входных файлов n для процесса реконструкции, поэтапно обрабатываются все входные файлы $N = 4260$. После завершения процесса работы *EIDORS* в параметрах программы АПК ЭИТ БО задается новое значение n и регистрируются параметры $V_{\text{ср}}$, $t_{\text{общ}}$, $t_{\text{уд}}$ и k для нового процесса реконструкции.

Результаты исследования зависимости $V_{\text{ср}}$ от n приведены на табл. 2 и 3.

Анализ полученных результатов показывает, что при увеличении n для процесса реконструкции уменьшается $V_{\text{ср}}$ и снижается время выполнения работы ПО *EIDORS*. При увеличении n до N зарегистрировано превышение объема выделяемой ОЗУ и завершение процесса реконструкции системной ошибкой. На рис. 2 и 3 приведены зависимости изменения $V_{\text{ср}}$, $t_{\text{уд}}$ процесса реконструкции одного файла от n для ЭВМ № 1 и ЭВМ № 2.

Таблица 1

Параметры исследуемых ЭВМ

	Версия операционной системы (ОС)	Размер ОЗУ	Тактовая частота процессора
№ 1	Windows 8	8 Гб	3,5 ГГц
№ 2	Windows 8	6 Гб	3,2 ГГц

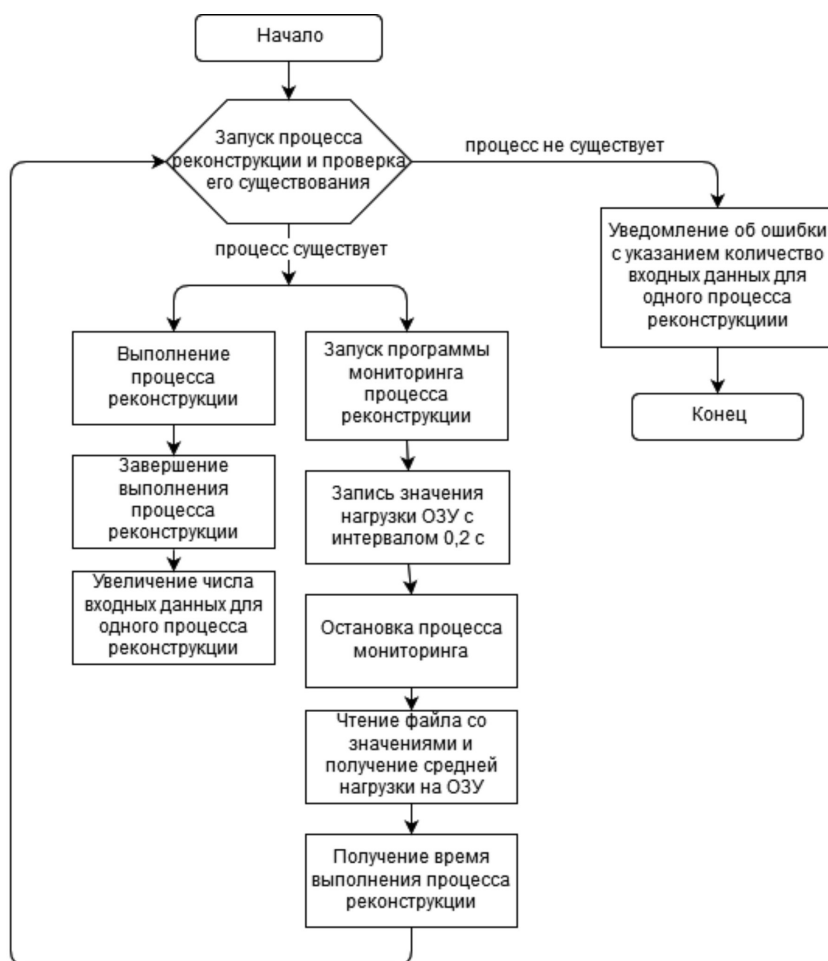
Рис. 1. Блок-схема обобщенного алгоритма исследования V_{cp} , $t_{уд}$, $t_{общ}$, k

Таблица 2

Исследование зависимости V_{cp} , $t_{уд}$, $t_{общ}$, k от n для ЭВМ № 1

N	n	V_{cp} , Мб	$t_{уд}$, с	$t_{общ}$, с	k , кадров/с
4260	10	563,5	0,330	1283,70	3,3
4260	71	129,8	0,090	412,60	10,3
4260	355	84,8	0,083	354,70	12,0
4260	2130	83,5	0,081	346,80	12,3
4260	4260	—	—	—	—

Таблица 3

Исследование зависимости V_{cp} , $t_{уд}$, $t_{общ}$, k от n для ЭВМ № 2

N	n	V_{cp} , Мб	$t_{уд}$, с	$t_{общ}$, с	k , кадров/с
4260	10	549,9	3,77	16099,5	0,20
4260	71	125,6	0,45	1915,6	2,22
4260	355	81,4	0,31	1326,9	3,21
4260	2130	80,3	0,26	1121,3	3,79
4260	4260	—	—	—	—

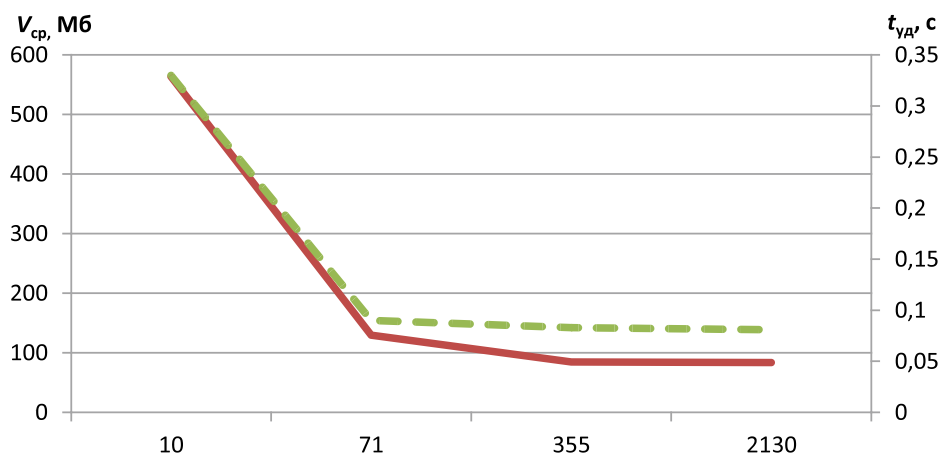


Рис. 2. Зависимость V_{cp} , $t_{уд}$ от n для ЭВМ № 1 в составе АПК ЭИТ БО

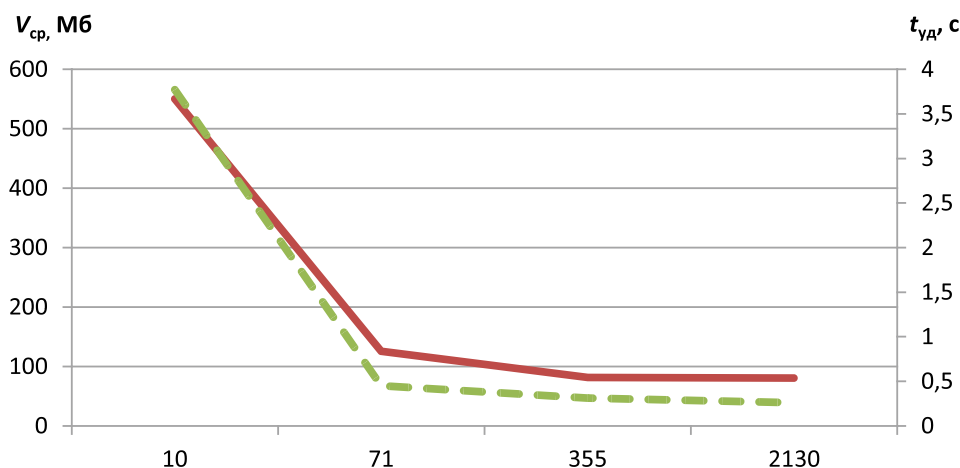


Рис. 3. Зависимость V_{cp} , $t_{уд}$ от n для ЭВМ № 2 в составе АПК ЭИТ БО

Сплошной линией обозначен график потребления V_{cp} процессом реконструкции, пунктирной линией обозначены связанные с его выполнением временные затраты $t_{уд}$. Анализ рис. 2 и 3 показывает, что значение показателей V_{cp} и $t_{уд}$ процесса реконструкции уменьшается до достижения значения $n = 71$ (1,66% от общего числа файлов), дальнейшее увеличение параметра n не приводит к значительному росту скорости обработки входных данных.

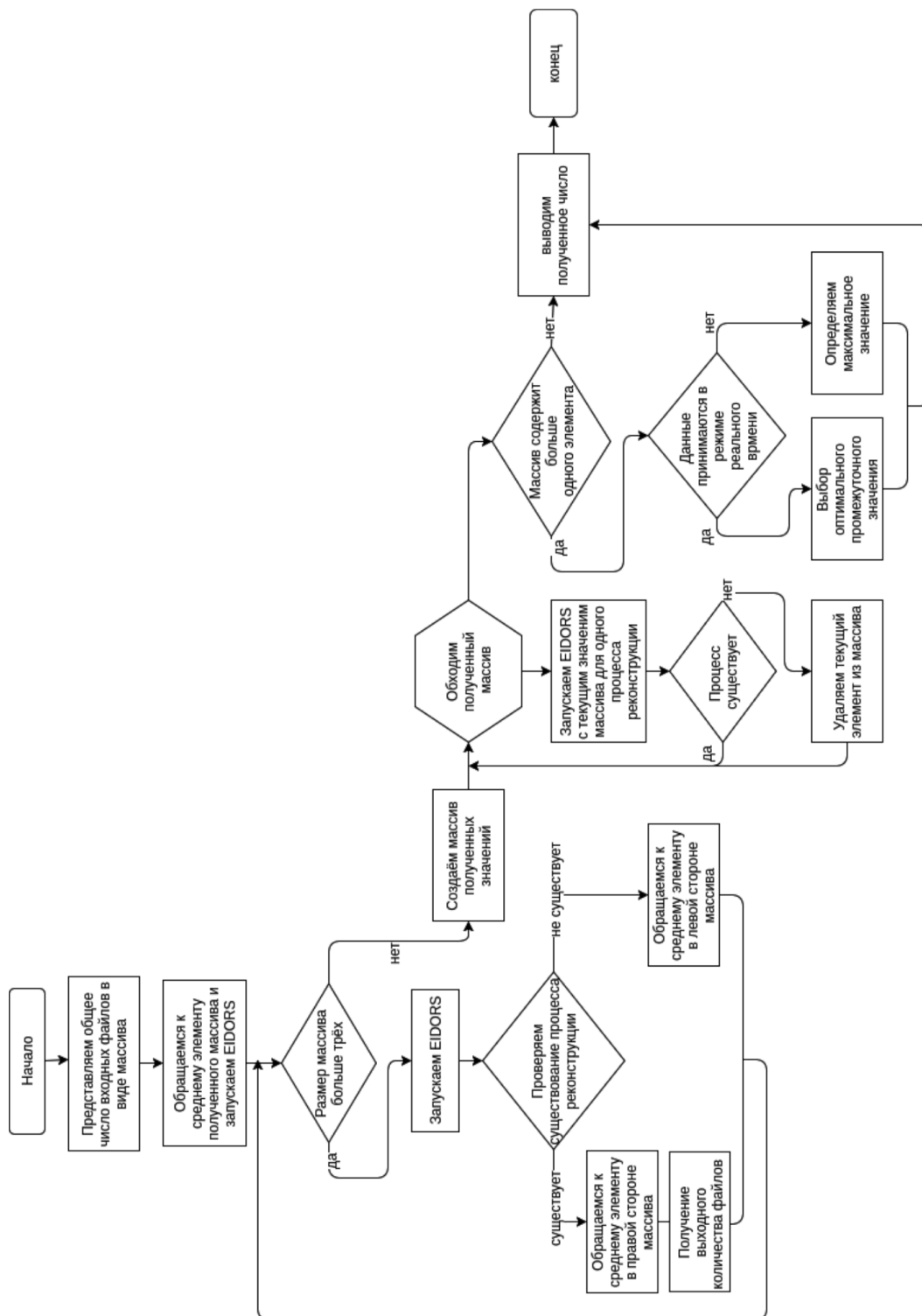
Для определения n для каждого процесса реконструкции, при котором ресурсоемкость его минимальна, разработан алгоритм, основанный на методе бинарного поиска.

Бинарный (двоичный) поиск – это поиск заданного элемента на упорядоченном множестве, осуществляемый путем неоднократного деления этого множества на две

части таким образом, что искомый элемент попадает в одну из этих частей. Поиск заканчивается при совпадении искомого элемента с элементом, который является границей между частями множества или при отсутствии искомого элемента [10].

Разработанный алгоритм позволяет определить максимальное n для одного процесса реконструкции без превышения V_{cp} . Данный алгоритм реализован на языке программирования *Python*. Блок-схема алгоритма представлена на рис. 4.

Как видно из представленной на рис. 4 блок-схемы, разработанный алгоритм может быть применен при каждом запуске процесса реконструкции, позволяя значительно сокращать связанные с ней временные затраты без риска возникновения аварийных ситуаций, связанных с переполнением ОЗУ.

Рис. 4. Блок-схема работы алгоритма поиска n

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанный алгоритм позволяет определять максимальное n для достижения минимальной длительности процесса реконструкции и визуализации уже полученных входных файлов. При получении входных файлов в режиме реального времени (со скоростью 20–60 кадров в секунду [11]), производится выбор такого значения n , которое позволяет снизить время ожидания при получении входных файлов для процесса реконструкции и тем самым избежать увеличения времени задержки процесса выполнения реконструкции EIDORS и, соответственно, потери диагностической ценности реконструированных изображений.

Заключение

Таким образом, в рамках проведенного исследования разработан алгоритм поиска значения числа входных данных для одного томографического среза. Программное обеспечение, реализующее данный алгоритм, позволяет увеличить скорость обработки входных данных путём определения максимального количества входных файлов, прием которого программным компонентом АПК ЭИТ БО на имеющейся конфигурации ЭВМ возможен без риска превышения объема выделяемой ОЗУ и, как следствие, аварийного завершения работы процесса реконструкции.

При разработке данного алгоритма были проведены исследования на ЭВМ двух пространственных конфигураций по оценке средней нагрузки процесса реконструкции и числа файлов для процесса реконструкции, которое позволит значительно увеличить скорость визуализации реконструированных изображений при сохранении допустимого показателя временной задержки, связанной с выполнением процесса EIDORS как для двухмерной, так и трехмерной ЭИТ.

Проведенное исследование позволяет определить число входных данных для процесса реконструкции, как для уже полученных архивных данных, так и данных, получаемых в режиме реального времени в задачах МРЭИТ.

Направлением дальнейших исследований является оптимизация используемых алгоритмов реконструкции для задач МРЭИТ. Полученные результаты найдут применение в последующих исследованиях по разработке технических средств двухмерной и трехмерной ЭИТ.

Работы выполняются в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-196.2017.8 «Разработка теоретических основ и алгоритмов многоакурсной электроимпедансной томографии для систем неинвазивной трехмерной медицинской визуализации».

Список литературы

1. Пеккер Я.С., Бразовский К.С., Усов В.Ю., Плотноков М.П., Уманский О.С. Электроимпедансная томография. Томск: Издательство «НТЛ», 2004. 192 с.
2. Коломиец В.Я. Электроимпедансная томография новый метод респираторного мониторинга // Поликлиника. 2013. С. 34–35.
3. Yang C.L. Electrical impedance tomography: algorithms and applications: Thesis (Doctor of Philosophy (PhD)). University of Bath. 2014. P. 142.
4. Aleksanyan G., Shcherbakov I., Kucher A., Priyma M. Research of the conductivity of organic and inorganic media in multi-angle multi-frequency electrical impedance tomography. MATEC Web Conf. № 04008. 2017. P. 1–4.
5. Python 3. 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.python.org/> (дата обращения: 22.10.2019).
6. Алексанян Г.К., Кучер А.И., Горбатенко Н.И., Нгуен Мань Кыонг, Чан Нам Фонг. Разработка информационно-измерительной системы электроимпедансной томографии биологических объектов // Вьетнамо-российская Междунар. науч. конф., ГТУ им. Ле Куи Дона, 02–03 апр. 2015 г.: тез. докл. / ГТУ им. Ле Куи Дона. Ханой: ЛКД, 2015. С. 52–53.
7. Aleksanyan G., Gorbatenko N., Kucher A., Shcherbakov I. Hardware in the loop simulation of objects internal structures inhomogeneities in multi-angle electrical impedance tomography. MATEC Web Conf. № 04007. 2017. P. 1–4.
8. Aleksanyan G.K., Shcherbakov I.D., Kucher A.I. Feature research of using current source in 2-dimensional and 3-dimensional multifrequency electrical impedance tomography devices. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12. № 3. P. 587–592.
9. EIDORS: Electrical Impedance Tomography and Diffuse Optical Tomography Reconstruction Software. 2016. [Electronic resource]. URL: <http://eidors3d.sourceforge.net> (date of access: 22.10.2019).
10. Левитин А. Введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. С. 180–183.
11. Emamjomeh-Zadeh E., Kempe D., Singhal. Deterministic and probabilistic binary search in graphs. 48th ACM Symposium on Theory of Computing. 2016. P. 519–532.
12. Teschner E., Imhoff M., Leonhardt S. Electrical Impedance Tomography: The realisation of regional ventilation monitoring. 2nd edition. Drägerwerk AG & Co, 2015. P. 36–37.

УДК 004.855.5

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ У ДЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМА СЛУЧАЙНОГО ЛЕСА

Баширов А.Н., Воронов В.И.*ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», Москва,
e-mail: an888@bk.ru, vorvi@mail.ru*

Бронхиальная астма является наиболее частым хроническим заболеванием у детей, в особенности в крупных городах с развитой промышленной базой. В 80 % случаев болезнь начинает проявлять себя у детей в возрасте до 6 лет. Достаточно часто эта патология диагностируется некорректно, что приводит к неправильному лечению. Таким образом, разработка различных программных средств, прогнозирующих вероятность формирования бронхиальной астмы, для своевременного диагностирования, становится актуальной и востребованной. В статье, на основе аллергологических данных о 333200 пациентах, разработана модель классификации и прогнозирования вероятности возникновения бронхиальной астмы у детей раннего возраста. Основой для классификации стал алгоритм «случайного леса». Для обучающего набора экспериментальным путём подобраны параметры классификатора. Максимальная точность достигается при 100 деревьях решений. Оптимизация обучающего набора и алгоритма позволила сбалансировать прогнозную эффективность. На стадии обучения точность составила 80 %, на тестовой выборке – 79 %, при этом степень вероятности принадлежности к классу отдельно взятых точек достигала 85 %. «Случайный лес» доказал свою применимость на выбранном наборе данных, однако алгоритм требователен к вычислительным ресурсам.

Ключевые слова: астма, бронхиальная астма, аллергия, дети, диагностика, машинное обучение, искусственный интеллект, анализ данных, алгоритм, модель, случайный лес, бэггинг

PREDICTION OF THE PROBABILITY OF OCCURRENCE OF BRONCHIAL ASTHMA IN CHILDREN WITH THE USE OF THE RANDOM FOREST ALGORITHM

Bashirov A.N., Voronov V.I.*Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI), Moscow,
e-mail: an888@bk.ru, vorvi@mail.ru*

Bronchial asthma is the most common chronic disease in children, especially in industrial agglomerations. In 80 % of cases, the disease begins before the age of 6 years. Often this pathology is diagnosed incorrectly and this leads to improper medical treatment. Therefore, various software tools development for prediction of bronchial asthma formation probability, for timely diagnosis, it is very actual. Based on allergological data of 333200 patients, the article developed a model for classifying and predicting the likelihood of bronchial asthma in young children. The classification was based on the random forest algorithm. For the training set classifier parameters were experimentally selected. Maximum accuracy is achieved with 100 decision trees. Optimization of the training set and algorithm allowed balancing predictive efficiency. At the training stage, the accuracy was 80 %, on the test sample – 79 %, while the probability of belonging to the class of individual points reached 85 %. «Random Forest» proved its applicability with the selected data set, however the algorithm is demanding on computing resources.

Keywords: asthma, bronchial asthma, allergies, children, diagnostics, machine learning, artificial intelligence, data analysis, algorithm, model, random forest, bagging

Медицина является одной из перспективных областей для внедрения искусственного интеллекта. В [1] отмечается, что методы машинного обучения предоставляют широкие возможности в прогнозировании рисков формирования различных заболеваний.

В работе [2] проанализировано применение методов машинного обучения в проблеме детской астмы. Авторы отмечают, что анализ данных, основанный на алгоритмах машинного обучения, облегчает обнаружение скрытых структур в больших данных системы здравоохранения. Проведенные исследования позволили получить важные сведения о механизмах предотвращения и профилактики заболеваний, связанных с астмой.

Методы и алгоритмы машинного обучения также могут применяться в решении самых разных диагностических и реабилитационных медицинских задач. Например, в работе [3] авторы используют параллельные вычисления для высоконагруженных алгоритмов распознавания жестов. Одновременно глубокие нейронные сети находят свое применение в этой же области, пример этого показан в [4]. В работе [5] рассказывается о создании полноценной автоматизированной системы для облегчения социализации людей с нарушениями слуха.

Бронхиальная астма – одно из наиболее частых хронических заболеваний у детей, в особенности в крупных промышленных городах и мегаполисах. Нередко данная патология не диагностируется, и пациенты

лечатся неправильно. В этой связи является актуальной разработка программных средств, с необходимой точностью прогнозирующих вероятность формирования астмы. Пример существующего диагностического алгоритма приведен в [6].

В детской больнице Филадельфии (США) проведено ретроспективное когортное исследование [7] с применением логистической регрессии для выявления зависимостей между видами пищевой аллергии и респираторной аллергией. Объектом исследования выступил набор данных [8], сформированный из сведений о 333 200 пациентах, включающих информацию о наличии различных видов пищевой аллергии, атопического дерматита, аллергического ринита и астмы. В результате была установлена ассоциированность развития астмы и ринита у детей с определёнными видами пищевой аллергии.

В исследовании, описанном в настоящей статье, мы также использовали набор данных [8] для целей проектирования программного модуля на базе алгоритма

«случайного леса», прогнозирующего риск формирования бронхиальной астмы при наличии конкретных видов пищевой аллергии, а также аллергического ринита и атопического дерматита.

Цель исследования: выяснение применимости алгоритма «случайного леса» для задачи прогнозирования риска возникновения бронхиальной астмы при наличии конкретных видов пищевой аллергии, а также аллергического ринита и атопического дерматита.

Предобработка данных и параметризация алгоритма «случайного леса»

В работе использовались результаты нескольких исследований отечественных и зарубежных учёных, посвящённые алгоритму «случайного леса».

Корреляционный анализ исследуемого набора данных [8] и его признаков показал, что наиболее сильные линейные связи имеются между астмой и аллергическим ринитом, а также между аллергиями на орехи, молоко и сою (рис. 1).

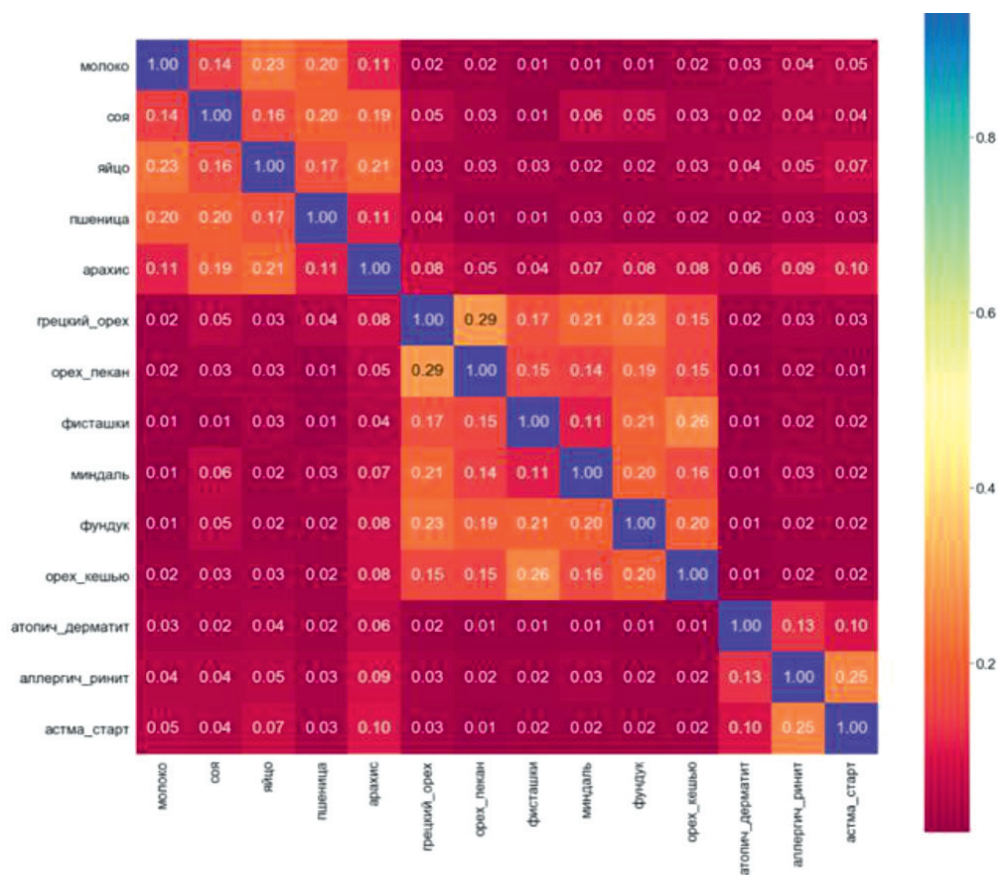


Рис. 1. Матрица коэффициентов связей (14 признаков)

Вместе с тем значения в представленном наборе данных распределены неравномерно, имеются значительные пропуски, что является характерным признаком практически любых медицинских данных. Несмотря на то, что ансамблевые алгоритмы (к которым относится и «случайный лес»), достаточно устойчивы к непропорциональным и разреженным данным, необходимо стремиться к нормализации данных.

Нами из обучающего множества были исключены признаки, не оказывающие влияния на отнесение к классу «имеется риск возникновения бронхиальной астмы» (раса, этническая принадлежность, коэффициент плательщика и сведения о временных эпизодах использования рецептурных медикаментов), а весь набор данных, состоящий из 43 признаков и 330 200 обучающих объектов: год рождения, пол, атопический марш и виды аллергических заболеваний (возраст их начала и окончания) – был масштабирован, приведён к одинаковой числовой шкале, а отсутствующие значения заменены на 0. Для масштабирования данных мы применили модуль «StandardScaler» из библиотеки «Scikit-learn».

Алгоритм «случайный лес» популярен в приложениях машинного обучения по причине его хорошей классификационной способности, универсальности, масштабируемости и достаточно простой программной реализации. «Случайный лес» рассматривается как ансамбль деревьев решений, представляющий собой устойчивую модель, с лучшей ошибкой обобщения и меньшей восприимчивостью к переобучению [9].

Число деревьев – один из основных параметров этого алгоритма. При подборе количества деревьев следует учитывать, что чем их больше, тем эффективнее становится модель на обучающей выборке, но существенно возрастает время обучения, а также растёт потребление вычислительных ресурсов.

Другим важным гиперпараметром случайного леса является максимальная глубина деревьев. При его увеличении возрастает качество как на стадии обучения, так и на перекрёстной проверке. Однако в случае очень большого числа объектов в выборке могут получиться крайне глубокие деревья, построение которых занимает значительное время и непозволительно большие ресурсы оперативной памяти.

В библиотеке Scikit-learn реализованы бинарные деревья решений, где каж-

дый родительский узел расщепляется на два дочерних узла. Подобная реализация позволяет уменьшить комбинаторное пространство поиска. При этом в бинарных деревьях решений используются три меры неоднородности (критерия расщепления): Джини, энтропия и ошибка классификации. В Scikit-learn по умолчанию установлена мера неоднородности в форме критерия Джини, который определяет вероятность ошибочной классификации [10].

В родительском узле дерева решений осуществляется классификация данных и переход на левую или правую дочерние вершины. Используя признаки из обучающей выборки, дерево обучается, чтобы сделать выводы о метках классов. Каждое дерево строится по выборке, получаемой из обучающей, с помощью бутстрэпа [10], а именно, из набора данных равномерно берётся n образцов (объектов) с возвращением. При таких условиях непременно окажутся повторы того или иного образца (объекта выборки) со случайной частотой [11].

Для классификации в каждой вершине используется фиксированное число случайно отобранных признаков обучающей выборки и каждый лист дерева содержит данные одной метки класса. Процесс начинается в корне дерева и объект уходит к той дочерней вершине, признак которой даёт максимальную информативность. Далее процедура классификации повторяется в итеративном режиме в каждом дочернем узле, пока объект не придет в листовую вершину, где все объекты принадлежат одному и тому же классу [10].

Для классификации и перехода в дочерние узлы определяется целевая функция на самых информативных признаках, которую следует оптимизировать с помощью алгоритма обучения. Целевая функция состоит в максимизации прироста информации при каждой итерации [10]:

$$I(d_p, f) = i(d_p) - \sum_{j=1}^m \frac{n_j}{n} i(d_j), \quad (1)$$

где f – признак, по которому выполняется классификация, d_p и d_j – набор данных родительского и j -го дочернего узла, i – мера неоднородности, n_p – общее количество образцов в родительском узле и n_j – число образцов в j -м дочернем узле. Под приростом информации подразумевается разница между неоднородностью родительского узла и суммой неоднородностей дочерних узлов [10].

Авторы данной статьи реализовали алгоритм случайного леса на языке программирования Python 3.7. В сценарии алгоритма выделено несколько этапов:

1) извлечение случайной бутстрэп-выборки размера n ;

2) построение деревьев решений из бутстрэп-выборки;

3) в каждом узле дерева: случайным образом отбираются признаки без повторов; строятся дочерние узлы, с использованием отобранного признака, обеспечивающего наилучшее разделение в соответствии с целевой функцией;

4) повторяются первый и второй этапы k число раз и на заключительной стадии, для назначения метки класса агрегирован прогноз из каждого дерева решений на основе большинства голосов.

Классификация в методе «случайного леса» осуществляется путём мажоритарного голосования: класс, набравший наибольшее количество голосов деревьев (более 50 %), становится ответом [9].

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с методикой, нами построен случайный лес, прогнозирующий возможный риск бронхиальной астмы. Первоначально в модели использовалось 60 деревьев решений с максимальной глубиной до 15 вершин. В результате, на стадии обучения коэффициент точности достиг 95 %, а на тестовой выборке – 82 %. Однако степень вероятности принад-

лежности отдельно взятых экземпляров к классу составила только 74,8 %. При этом в ходе анализа матрицы погрешностей для тестовых прогнозов выявлена недостаточная эффективность классификатора. Исходя из сформированной диаграммы, модель правильно прогнозировала вероятность возникновения астмы в 4349 случаях и ошиблась в 2996 случаях. Вместе с тем в 77862 случаях модель верно определила отсутствие риска астмы и ошиблась в 14753.

Получившиеся результаты свидетельствуют о том, что модель обучилась лучше распознавать отсутствие вероятности возникновения астмы, чем риск её возникновения. Это объясняется тем, что исходный набор данных был асимметричен, т.е. содержал больше данных, относящихся к одному классу. В нем представлено 269326 экземпляров, относящихся к первому классу – «отсутствие вероятности астмы», и только 63874 объекта для второго класса. При обучении построенное дерево решений уделяет повышенное внимание классам с большим число обучающих образцов.

Также, анализируя график обучения, приведенный на рис. 2, можно заметить, что прогнозная эффективность модели не увеличивалась с ростом объема входных данных.

Результаты работы модели как на стадии тренировки, так и на перекрёстной проверке не изменялись с ростом числа обучающих образцов.

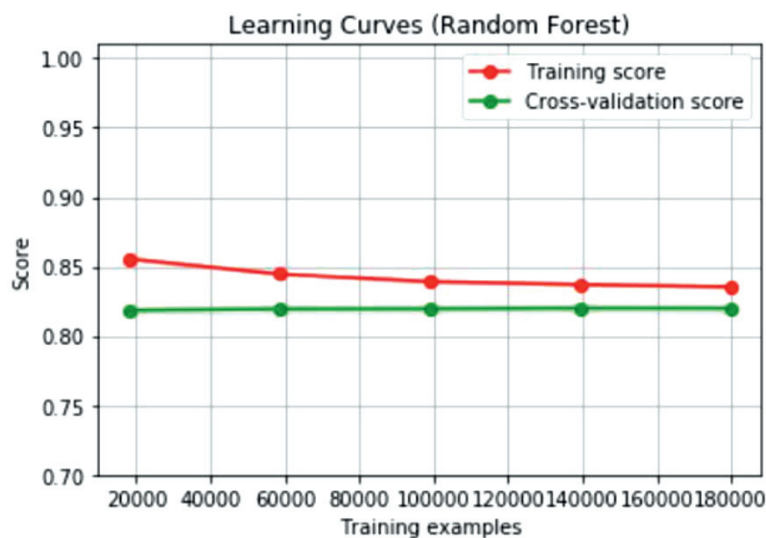


Рис. 2. Кривая обучения (метод случайного леса)

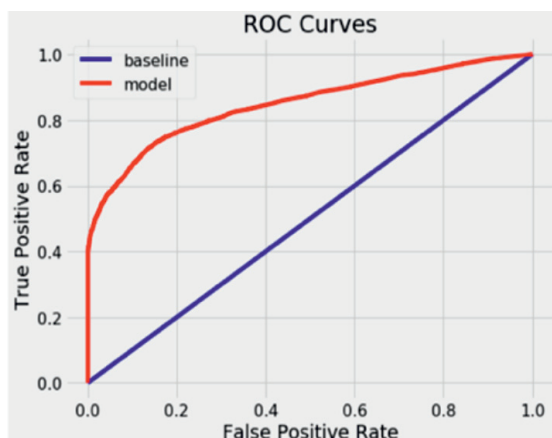


Рис. 3. График ROC-кривой

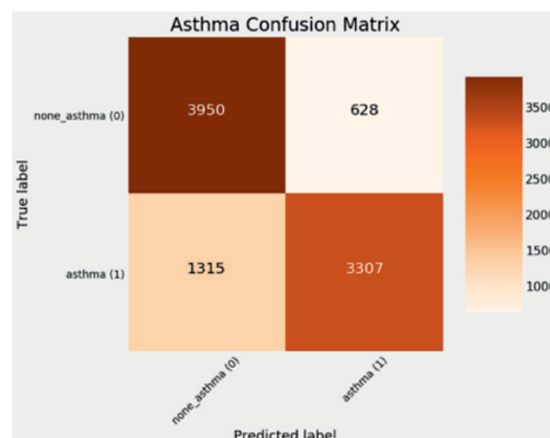


Рис. 4. Матрица погрешностей

В целях оптимизации модели набор данных был сокращён до 44000 образцов, а классы равномерно распределены. Для модифицированного набора, экспериментальным путём, вновь подобраны параметры классификатора. Наиболее высокие показатели эффективности соответствовали 100 деревьям в модели, с максимальной глубиной 25 вершин, с максимальным числом признаков для классификации – 17 и максимальным количеством объектов в вершинах – 15.

Для определения эффективности работы классификатора построен график ROC-кривой и матрица погрешностей для тестовых прогнозов [12].

На графике (рис. 3) ось x представляет долю ложных положительных классификаций, ось y – долю верных положительных классификаций. Количественную интерпретацию ROC даёт показатель AUC – площадь, ограниченная ROC-кривой и осью доли ложных положительных классификаций. Чем выше показатель AUC, тем качественнее классификатор [11]. В данном случае кривая лучшей модели стремится вверх и вправо.

Согласно приведенным данным (рис. 4), оптимизация обучающей выборки и модели случайного леса позволила сбалансировать прогнозную эффективность. На стадии обучения коэффициент точности составил 80 %, а на перекрёстной и тестовой выборке – 79 %. При этом вероятность принадлежности отдельно взятых экземпляров к классу возросла на 10 % и составила 85 %, то есть доля правильно классифицированных объектов увеличилась.

Анализируя получившиеся деревья решений, одно из которых визуализировано при помощи модуля «GraphViz», можно проследить процесс построения дерева.

Для анализа нами выбран фрагмент дерева решений.

На рис. 5 видно, что вероятность возникновения астмы установлена в нескольких случаях, например следуя от элемента «арахис» с мерой неоднородности, равной 3,599, к atopическому дерматиту. Дерево построено до исчерпания выборки, то есть пока в листовых вершинах не остались представители только одного класса.

Для дополнительной проверки спроектированной модели импортированы данные, не встречавшиеся ни в одной из выборок, где смоделированы ситуации для 14 пациентов с наличием некоторых видов пищевой аллергии, а также atopического дерматита и ринита. В результате тестирования алгоритм из имеющихся данных определил вероятность возникновения бронхиальной астмы в 3 случаях, у пациентов: 1-й – 69 %, 2-й – 76 %, 3-й – 55 %. В первом случае у пациента имелась аллергия на молоко, а также atopический дерматит и аллергический ринит, который завершился в возрасте 8 лет. Во втором случае у пациента был зафиксирован аллергический ринит, а у третьего – аллергия на арахис, орех кешью.

Выводы

Авторами построена прогнозная модель риска возникновения бронхиальной астмы у детей в связи с сопутствующими аллергическими реакциями на основе алгоритма случайного леса. Компьютерные эксперименты, проведенные с параметризацией классификаторов и оптимизацией обучающего набора данных, позволили сбалансировать прогнозную эффективность и добиться достаточно высоких результатов в классификации и прогнозировании патологии.

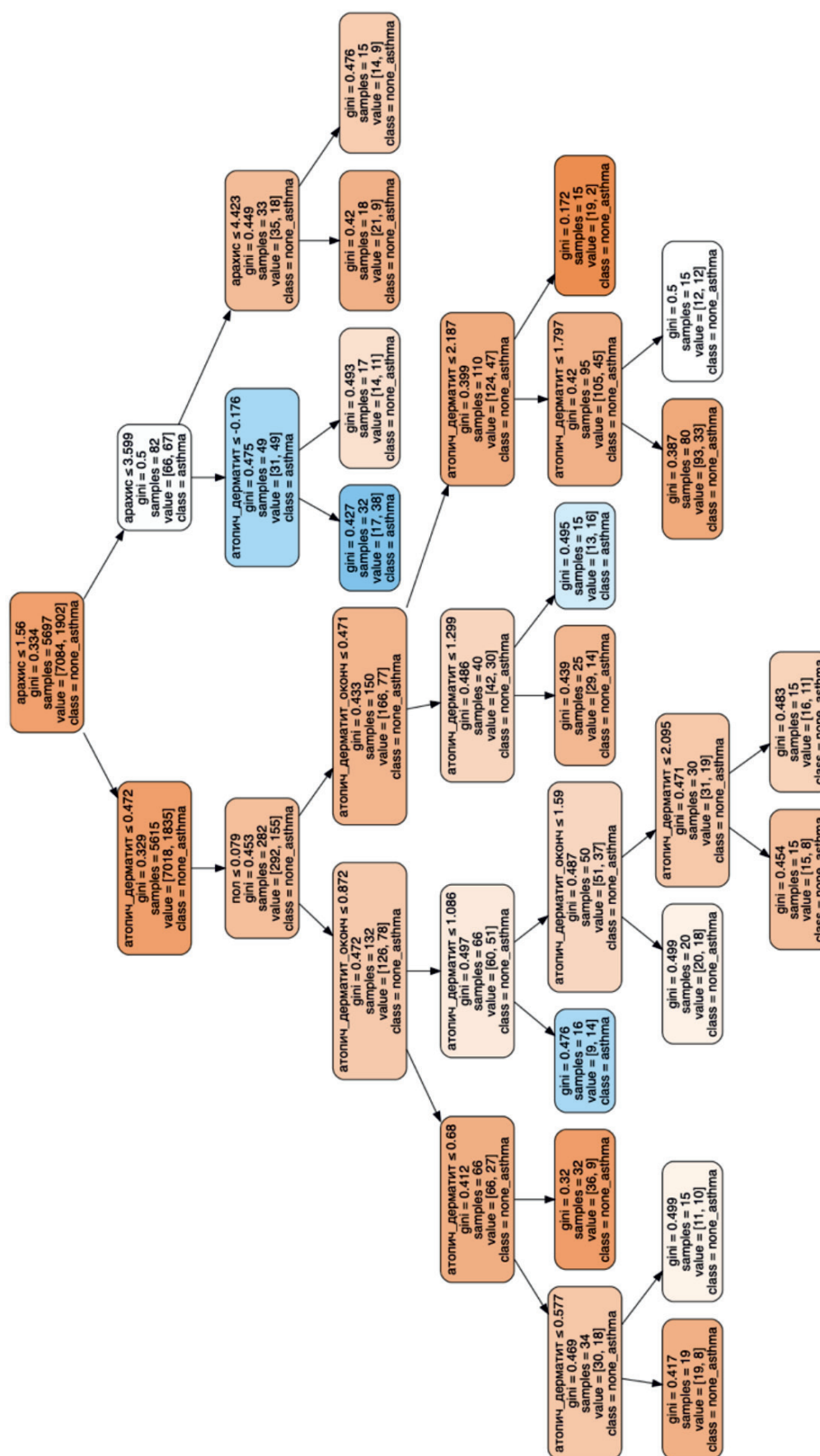


Рис. 5. Пример построения фрагмента случайного леса – один из корневых узлов

Подтверждена применимость метода случайного леса для задач прогнозирования риска возникновения заболеваний при условии использования полноценных ретроспективных когорт данных.

Список литературы

1. Deo R.C. Machine learning in medicine. *Circulation*, Lippincott Williams & Wilkins. 2015. vol. 132. no. 20. P. 1920–1930.
2. Saglani S., Custovic A. Childhood asthma: advances using machine learning and mechanistic studies. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2019. vol. 199. no. 4. P. 414–422.
3. Воронов В.И., Воронова Л.И., Генчель К.В. Применение параллельных алгоритмов в нейронной сети для распознавания жестового языка // Актуальные проблемы информатизации в науке и образовании (АПИНО 2018): VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей. В 4-х т. Под ред. С.В. Бачевского. 2018. С. 207–212.
4. Voronov V. I., Genchel K.V., Artemov M.D., Bezumnov D.N. «Surdotelephone» project with convolutional neural network. 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications 2018 (Moscow, 14–15 march, 2018). M.: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. P. 8350581.
5. Goncharenko A.A., Voronova L.I., Voronov V.I., Ezhov A.A., Goryachev D.V. Automated support system design for people with limited communication. 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications 2018 (Moscow, 14–15 march, 2018). M.: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. P. 8350585.
6. Фурман Е.Г., Грымова Н.Н., Санакоева Л.П., Крылова О.А., Мазунина Е.С. Оценка риска развития бронхиальной астмы у детей раннего возраста с помощью опросника «Asthma Prediction Tool» // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018. № 63(1). С. 34–39.
7. Hill A.D., Grundmeier R.W., Ram G., Spergel J.M. The epidemiologic characteristics of healthcare provider-diagnosed eczema, asthma, allergic rhinitis, and food allergy in children: a retrospective cohort study. *BMC Pediatrics*. 2016. DOI: 10.1186/s12887-016-0673-z.
8. Allergy dataset. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.44529.
9. Пальмов С.В., Денисова А.О. Случайный лес: основные особенности // Наука сегодня: теоретические и практические аспекты: материалы международной научно-практической конференции (Вологда, 28 декабря 2016 г.). Вологда: ООО «Маркер», 2017. С. 51–53.
10. Рашка С. Python и машинное обучение / Пер. с англ. А.В. Логунова. М.: ДМК Пресс. 2017. 418 с.
11. Купенова Э.М., Кашницкий А.В. Метод случайных лесов в задачах классификации спутниковых снимков // Вестник Тверского государственного университета. Серия: география и геоэкология. 2018. № 3. С. 99–107.
12. Fawcett T. An introduction to ROC analysis. *Pattern recognition letters*. 2006. vol. 27. no. 8. P. 861–874.

УДК 621.38:535.015

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ**Белоконев В.М.***ФГБОУ ВО МИРЭА – Российский технологический университет (ПТУ МИРЭА),
Москва, e-mail: fox2115@yandex.ru*

В данной статье представлен анализ мировых и отечественных трендов развития технологии фоточувствительных материалов для изделий оптоэлектроники. Рассмотрены области электроники, использующие структуры (светодиоды, лазерные диоды, солнечные элементы, фотоприемные устройства, транзисторы, интегральные микросхемы), полученные методом МОС-гидридной эпитаксии: автостроение, светофоры, осветительные приборы, CD, DVD, дисплеи, телекоммуникации, медицинская техника, спутники, бытовая техника, приборы ночного видения различного назначения, сотовые телефоны и радары. Рассмотрены основные тенденции развития отрасли применительно к группам изделий фотоники, использующих МОС-гидридную эпитаксию. Проанализированы перспективные «прорывные» технологии фоточувствительных материалов: увеличение производительности и снижение себестоимости изделий благодаря переходу к эпитаксиальному росту на подложках увеличенного диаметра; снижение времени простоя оборудования за счет создания кластерных систем, в которых несколько эпитаксиальных установок объединяются одним модулем загрузки-выгрузки пластин; уменьшение производственных затрат, связанное с роботизацией оборудования и технологических процессов его обслуживания и т.д. Представлена краткая характеристика основных отечественных предприятий отрасли, соответствующих областей техники и областей применения конечного продукта. Проведен анализ факторов, сдерживающих развитие эпитаксиальных технологий в России, и сценариев дальнейшего развития данного направления.

Ключевые слова: МОС-гидридная эпитаксия, эпитаксиальные гетероструктуры, полупроводниковые гетероструктуры, фоточувствительные материалы, оптоэлектроника

MODERN TECHNOLOGIES OF PHOTSENSITIVE MATERIALS FOR OPTOELECTRONICS PRODUCTS**Belokonev V.M.***Federal State Budgetary Educational Institution Higher Education «MIREA – Russian technological University» (University MIREA), Moscow, e-mail: fox2115@yandex.ru*

This article presents an analysis of global and domestic trends in the development of technology of photosensitive materials for optoelectronics products. The areas of electronics using structures obtained by the MOC-hydride epitaxy method (light-emitting diodes, laser diodes, solar cells, photodetectors, transistors, integrated circuits) are considered: automotive engineering, traffic lights, lighting devices, CDs, DVDs, displays, telecommunications, medical equipment, satellites, household appliances, night vision devices for various purposes, cell phones and radars. The main trends in the development of the industry in relation to groups of photonics products using MOC-hydride epitaxy are reviewed. The promising «breakthrough» technologies of photosensitive materials are analyzed: an increase in productivity and a reduction in the cost of products due to the transition to epitaxial growth on substrates of increased diameter; reduction of equipment downtime due to the creation of cluster systems in which several epitaxial installations are combined by a single plate loading and unloading module; reduction of production costs associated with the robotization of equipment and technological processes of its maintenance, etc. A brief description of the main domestic enterprises of the industry is presented, as well as the corresponding areas of technology and areas of application of the final product. The analysis of the factors restraining the development of epitaxial technologies in Russia and the scenarios of further development of this direction are carried out.

Keywords: MOCVD, metalorganic chemical vapour deposition, epitaxial heterostructures, semiconductor heterostructures, photosensitive materials, optoelectronics

Среди возможных методов получения эпитаксиальных гетероструктур на передний план выдвигается МОС-гидридная эпитаксия или МOCVD (англ. Metalorganic chemical vapour deposition) – метод получения материалов, в том числе эпитаксиального роста полупроводников, путём термического разложения (пиролиза) металлоорганических соединений, содержащих необходимые химические элементы. Она объединяет в себе как достоинства высокопрецизионного метода формирова-

ния эпитаксиальных слоев, включая наноразмерные, так и преимущества высокой производительности, что незаменимо для создания технологий промышленного производства гетероструктур и серийного выпуска изделий на их основе [1].

Цель исследования: анализ современных технологий фоточувствительных материалов для изделий оптоэлектроники [2, 3], мировых трендов развития отрасли и перспективных трендов развития направления, а также состояния отечественной отрасли.

Анализ мировых трендов развития отрасли и перспективных трендов развития направления

Преимущества использования технологии MOCVD:

– Чрезвычайно высокое качество выращиваемых слоев (большая скорость роста при высокой однородности легирования и воспроизводимости).

– Высокий выход; кроме того, не требуется ультраглубокий вакуум (как в технологии MBE), что более экономически выгодно и увеличивает относительное время работы системы.

– Гибкость технологии: различные материалы могут быть выращены на одной установке и в течение одного процесса.

– Возможность получения резких границ, таким образом, технология подходит для выращивания гетероструктур (например, структур со множественными квантовыми ямами (MQW) [4]).

Полупроводниковую фотонику на основе МОС-гидридной эпитаксии можно условно разделить на две большие группы по отношению к излучению.

Базовый характер технологии получения эпитаксиальных гетероструктур позволяет решать задачи создания и производства гетероструктур для приборов обеих рассмотренных групп, что обеспечивает диверсификацию технологического портфеля заказов.

Рассмотрим основные тенденции развития отрасли применительно к указанным группам. При анализе сосредоточимся только на приборах, создаваемых на основе полупроводниковых соединений групп

пы A^3B^5 (такие соединения, как AlGaInP, GaAs, AlGaAs и т.д. [5]).

Суперлюминесцентные диоды составляют достаточно узкую рыночную нишу между светодиодами и лазерными диодами, самостоятельной статистики и рыночных прогнозов не имеют. Развитие идет в тренде расширения применения полупроводниковых излучающих устройств, в том числе и суперлюминесцентных приборов. Ведущие применения – источники излучения для волоконно-оптических гироскопов, источники излучения для оптической томографии, источники излучения для оптических датчиков.

Подводя краткий итог, заметим, что существуют динамично развивающиеся секторы рынка излучающих и приемных полупроводниковых приборов. Возможность создания, управления свойствами и совершенствования характеристик таких приборов зависит от наличия и уровня развития технологии получения эпитаксиальных гетероструктур – основы указанных приборов. МОС-гидридная эпитаксия в настоящее время является ведущим промышленным методом получения эпитаксиальных гетероструктур при организации массового выпуска указанных приборов. Мировой тенденцией является создание крупных эпитаксиальных центров, обеспечивающих возможность снижения себестоимости выпускаемой продукции. При этом лидерами в данном процессе являются страны Юго-Восточной Азии, ориентированные на наиболее массовые сегменты рынка. В связи с этим представляется целесообразным сосредоточиться на нишевых высокотехнологичных продуктах сегментов B2B и B2G.

Таблица 1

Области использования структур, полученных методом МОС-гидридной эпитаксии

Состав гетеро-эпитаксиальной структуры	Устройство	Область применения
AlGaInP	светодиоды, лазерные диоды	автостроение, светофоры, DVD, дисплеи, медицинская техника
InGaN	светодиоды, лазерные диоды	осветительные приборы, дисплеи, CD, автостроение
AlGaAs	светодиоды, лазерные диоды	CD, телекоммуникации, медицинская техника
GaAs	солнечные элементы, фотоприемные устройства	спутники, бытовая техника, приборы ночного видения различного назначения
GaInP	транзисторы, интегральные микросхемы	сотовые телефоны, радары

Таблица 2

Группы изделий фотоники, использующие МОС-гидридную эпитаксию

1-я группа	Приемные (фотоприемные) приборы (фоторезисторы, фотодиоды, матричные фотоприемники, электронно-оптические преобразователи)
2-я группа	Излучающие приборы (светодиоды, лазерные диоды, суперлюминесцентные диоды)

Таблица 3
Приемные полупроводниковые приборы

№ п/п	Устройства	Реализация	Области применения	Ведущие производители	Оценка рынка
1	Фотоприемники	1. Дискретные приборы (УФ, видимого и ИК-областей спектра) 2. Матричные фотоприемники (УФ, видимого и ИК-областей спектра)	1. Лазерные информационные системы (ВОЛС, оптическая связь по открытому каналу, лазерная дальнометрия). 2. Оптико-электронные комплексы (средства наблюдения и визуализации объектов). 3. Системы мониторинга (экологический, космический, технический) 4. ИК-камеры	Hamamatsu, FLIR Systems, L-3 Communications, Rockwell Collins, BAE Systems, Thales Group, Elbit Systems, Exelis, American Technologies Network	Рынок ИК-фотодетекторов 2014 г. – 230,3 млн дол. США 2020 г. – 405,2 млн дол. США CAGR – 9,83 %.
2	Электронно-оптические преобразователи	Приборы ночного видения (УФ, видимого и ИК-областей спектра)	1. Охранные системы 2. Системы контроля движения 3. Охотничье и спортивное снаряжение 4. Специальные приборы наблюдения и обнаружения	ITT, Hamamatsu	Рынок ночного видения составил 2015 г. – 5,07 млрд. дол. США 2020 г. – 7,73 млрд. дол. США CAGR – 8,8 %.

Таблица 4
Излучающие полупроводниковые приборы

№ п/п	Устройства	Реализация	Области применения	Ведущие производители	Оценка рынка
1	Светодиоды	Светодиоды ИК, красного, желтого, зеленого, синего, УФ и белого свечения	1. Системы отображения информации 2. Осветительная техника 3. Бытовая техника	Samsung Electronics, LG Innotek, Philips Lumileds Lighting, Cree, Osram Opto Semiconductors, Citizen Electronics, Nichia	Рынок светодиодов насыщается 2015 г. – 15 млрд дол. США 2020 г. – 17 млрд дол. США
2	Лазерные диоды	Лазерные диоды (УФ, видимого и ИК-областей спектра)	1. Лазерные информационные системы 2. Оптическая запись информации 3. Приборостроение (накачка твердотельных лазеров, волоконные лазеры) 4. Технологическая обработка материалов	Oclaro, Coherent, Spectra-Physics, Nlight, Dilas, Jenoptic	Рынок лазерных диодов составил 2015 г. – 4,4 млрд дол. США CAGR – 5–10 %

Перспективные «прорывные» технологии

В краткосрочной и среднесрочной перспективе ожидается сохранение ведущей роли МОС-гидридной эпитаксии в качестве промышленного метода получения полупроводниковых гетероструктур для приемных и излучающих приборов. Ведущим трендом в развитии технологии получения фоточувствительных и светоизлучающих материалов является переход к эпитаксиальному росту на подложках увеличенного диаметра, что позволяет увеличить производительность и снизить себестоимость изделий. Активно развивается подход по созданию кластерных систем, когда несколько эпитаксиальных установок объединяются одним модулем загрузки-выгрузки пластин, что позволяет существенно снизить время простоя оборудования. Уменьшение производственных затрат связывается с роботизацией оборудования и технологических процессов его обслуживания. Расширяется оснащение эпитаксиального оборудования средствами *in situ* мониторинга, позволяющими отслеживать параметры процесса роста непосредственно в реакционном объеме в режиме реального времени. Организационной тенденцией создания конкурентоспособных производств является укрупнение эпитаксиального производства, создание многомашинного (десятки и сотни установок) производства с экономией на обеспечительной инфраструктуре и логистике исходных материалов. При разработке новых технологий расширяется применение средств моделирования процесса роста и прогнозирования характеристик материала в зависимости от технологических параметров.

В части наиболее актуальных прикладных задач выделяются проблемы освоения массового выпуска источников диодной накачки для снижения стоимости лазерного оборудования в пересчете на ватт излучаемой мощности, организации выпуска квантовых каскадных лазеров среднего ИК-диапазона для высокоразрешающей лазерной спектроскопии широкого круга веществ (медицинская аппаратура неинвазивной диагностики по выдыхаемому воздуху, дистанционное обнаружение опасных и вредных веществ, в том числе наркотических и взрывчатых, лазерная дальнометрия, передача данных по оптическому каналу) терагерцовых излучателей (медицинская диагностическая аппаратура, системы безопасности в части обнаружения скрытых предметов), создание фотоприемных устройств УФ-диапазона, в частности с чувствительностью в солнечно-слепом

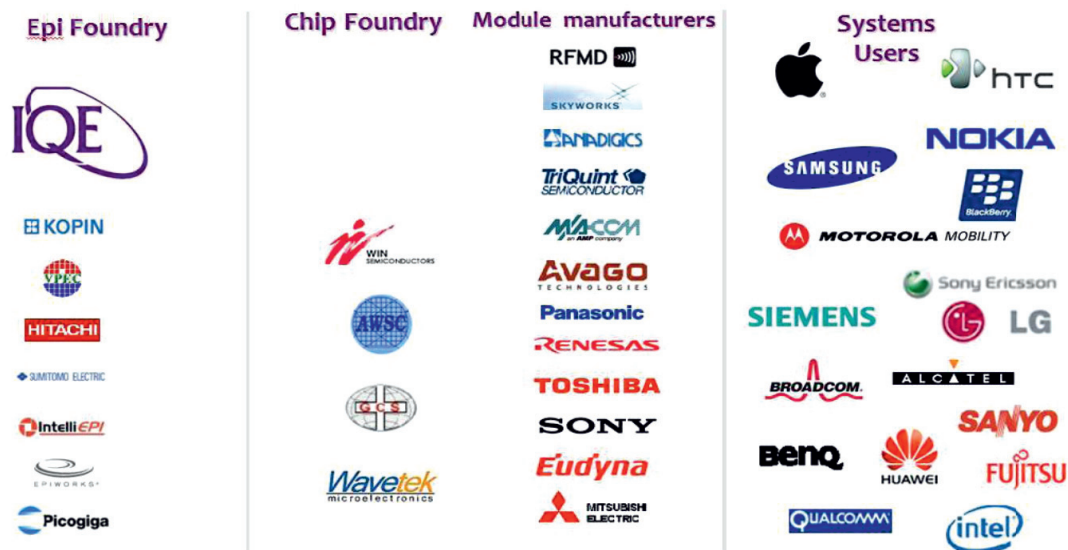
спектральном диапазоне (радиационный и экологический мониторинг, многоспектральные оптико-электронные системы обнаружения и слежения, газовый анализ, медицинская техника), мегапиксельных фотоприемных устройств ближнего и среднего ИК-диапазона (охранные системы, космический мониторинг, медицинская техника), электронно-оптических преобразователей УФ-, видимого и ближнего ИК-диапазона с цифровым выводом изображения (охранные системы, охотничье и спортивное снаряжение, медицинская техника, «умные» автомобильные системы), электронных компонентов СВЧ-техники (электронные устройства (мобильные телефоны, телевизоры, компьютеры и др. бытовая электроника), системы беспроводной передачи данных (GSM, Wi-Fi, Wi-Max и т.д.). Каждая из перечисленных задач требует для своего решения создания соответствующей полупроводниковой гетероструктуры и технологии ее получения.

Для обеспечения растущих потребностей рынка в существующей и перспективной продукции на основе полупроводниковых излучателей и приемников будет увеличиваться потребность в эпитаксиальных гетероструктурах, удовлетворение которой осуществляется по двум различным механизмам:

1) создание собственной эпитаксиальной технологии;

2) приобретение полупроводниковых гетероструктур у сторонних компаний-производителей (эпитаксиальных компаний, Epi Foundry).

По первому пути создания производства полного технологического цикла (вертикальная интеграция), как правило, идут компании – мировые лидеры, ключевые игроки соответствующих рынков (Samsung, Sony, LG, Siemens, Philips, Huawei и т.д.). Располагая базовой технологией, они имеют возможность создавать ноу-хау уже на уровне получения материала и обеспечивать конкурентоспособность своей продукции. Обратной стороной такого подхода являются существенные финансовые вложения, требуемые для создания и развития масштабного эпитаксиального производства, которые, впрочем, окупаются за счет продаж готовой продукции. Следует отметить, что не для всех видов продукции используется данный подход. Существует ряд позиций, которые даже крупные компании закупают у сторонних производителей, несмотря на наличие собственных технологических возможностей по их изготовлению. В данном случае ведущим фактором является экономическая целесообразность.



Структура рынка производителей беспроводных систем связи

Второй путь характерен для компаний, не имеющих возможности создать или считающих экономически неоправданным наличие собственного эпитаксиального производства. Указанные компании приобретают полупроводниковые гетероструктуры у специализированных производителей (Epi Foundry), зачастую по своим заказам с оформлением соответствующих документов о неразглашении коммерческой тайны (NDA). Для реализации спроса на полупроводниковые гетероструктуры в мире успешно работает целый ряд эпитаксиальных компаний. К ведущим из них можно отнести следующие:

- IQE (Великобритания);
- Intelligent Epitaxy Technology (США);
- Visual Photonics Epitaxy (Тайвань);
- EpiWorks (США);
- Xiamen Powerway Advanced Material (Китай);
- NTT Advanced Technology Corporation (Япония);
- EpiGaN (Бельгия);
- Uniroyal (США) и т.д.

Указанные компании располагают обширным парком эпитаксиального оборудования и способны создавать гетероструктуры для широкого круга приборов, в отличие от монопродуктовой ориентации эпитаксиальных производств первой группы.

В качестве примера ниже представлена структура рынка производителей беспроводных систем связи, основные электронные компоненты которых базируются на эпитаксиальных гетероструктурах, по-

ставляемых эпитаксиальными компаниями (Epi Foundry).

Очевидно, что обе рыночные стратегии развития эпитаксиальных технологий оправданы, ориентированы на различных потребителей, дополняют друг друга и будут востребованы в будущем.

Анализ состояния отечественной отрасли

Согласно классификатору отраслей народного хозяйства (ОКОНХ) технологии данного направления классифицируются:

- как самостоятельное производство:
 - 10000 – Промышленность;
 - 12200 – Цветная металлургия;
 - 12310 – Промышленность редких металлов и полупроводниковых материалов.
- как часть технологической цепочки создания полупроводниковых приборов (электронной компонентной базы):
 - 10000 – Промышленность;
 - 14000 – Машиностроение и металлообработка (без промышленности медицинской техники);
 - 14600 – Машиностроение для легкой и пищевой промышленности и бытовых приборов;
 - 14770 – Электронная промышленность;
 - 14771 – Электронная промышленность (без производства специального технологического оборудования).

Ниже представлена основная кооперация по основным экспортно-ориентированным позициям конечного продукта, основанная на использовании технологии получения фоточувствительного (светоизлучающего) материала методом МОС-гибридной эпитаксии.

Таблица 5

Основная кооперация по основным экспортно-ориентированным
позициям конечного продукта

№ п/п	Конечный продукт (производитель)	Основной эле- мент продукта (производитель)	Области техники	Области применения
1	Электронно- оптический преобразователь (ОАО «Катод»)	Фотокатодный диск (НИИ «Полус»)	Наблюдательная техника	Продукция для конечного физического потребителя: – охота и наблюдение за животными; – ночные фото и видеосъемки; – туризм и экстремальный спорт; – спелеология; Продукция для компаний и корпораций: – активные системы безопасности авто- мобилей (обнаружение людей и живот- ных в ночное время); – охранные системы; – навигация воздушных, сухопутных и морских судов; – медицинская и научная техника; Продукция для государственного заказчика: – разведка, наблюдение и прицеливание в сумерках и ночью; – управление транспортными средствами в ночное время; – патрулирование и охрана объектов, а так- же охрана границ в ночных условиях; – проведение военных и специальных операций, включая контртеррористиче- ские акции в ночное время
2	Лазерный диод (НПП «Инжект», НИИ «Полус»)	Лазерная гетероструктура (НИИ «Полус»)	Машиностроение, робототехника, связь, научное приборостроение, медицинская техника	Лазерные информационные системы; управляемый термоядерный синтез; передача информации по ВОЛС; лазерные технологические установки; хирургия, терапия и восстановление
3	Суперлюминес- центный диод (ООО «Суперлю- минесцентные диоды», ОАО «Физоптика»)	Лазерная гетероструктура и светоизлуча- ющий кристалл (НИИ «Полус»)	Приборостроение, робототехника, медицинская техника	Системы управления движением объек- тов, контрольно-измерительные датчики, оптическая томография
4	Фотоприемник (НПО «Орион»)	Фотоприемная гетероструктура (НИИ «Полус»)	Приборостроение	Лазерные информационные системы; оптико-электронные системы наблюде- ния, разведки и наведения оружия; системы космического и воздушного мо- ниторинга
5	Лазерный излучатель (НИИ «Полус»)	Лазерная гетерострукту- ра и активный кристалл (НИИ «Полус»)	Медицинская техника	Офтальмология; хирургия; терапия

АО «НИИ “Полус” им. М.Ф. Стель-
маха» – ведущий отечественный центр
квантовой электроники, занимающийся
разработкой и производством лазерной тех-
ники различных типов. Располагает круп-
нейшим в стране подразделением МОС-
гидридной эпитаксии, имеющей опыт
работы со всеми полупроводниковыми со-
единениями A^3B^5 для приборов оптоэлек-

троники, лазерной и ИК-техники. Научный
коллектив направления включает докто-
ров и кандидатов наук, имеет тесные связи
с институтами академии наук и ведущими
вузами, работает на современном техноло-
гическом и контрольно-измерительном обо-
рудовании, создает продукцию на мировом
уровне, характеризуется низким средним
возрастом (около 35 лет) и способен решать

перспективные задачи. Базовый характер МОС-гидридной эпитаксии позволяет решать задачи не только по профильной для НИИ «Полюс» продукции, но и обеспечивать материалом (гетероструктурами) и другие организации лазерной и смежных отраслей в стране.

Помимо эпитаксиальной технологии НИИ «Полюс» располагает полным производственным циклом изготовления полупроводниковых излучателей и приемников (лазерные диоды, линейки и решетки лазерных диодов, суперлюминесцентные диоды, фотодиоды, матричные фотоприемники). Создана необходимая производственная инфраструктура и подготовлены высококвалифицированные кадры. Освоен выпуск значительного числа полупроводниковых излучателей и фотоприемников, в основном для производителей ВВСТ.

В НИИ «Полюс» успешно развивается направление твердотельных лазеров и приборов на их основе, которые в последнее время активно начинают использовать лазерные диоды в качестве источников оптической накачки твердотельных лазеров. Переход к полупроводниковой (диодной) накачке позволяет повысить эффективность приборов, снизить энергопотребление, улучшить массогабаритные параметры, что позволяет создавать лазерные изделия нового типа, востребованные на рынке. Специализируется в создании лазерной техники для ВВСТ.

В табл. 6 показаны силовые лазеры, наиболее часто используемые в хирургической практике, которые могут быть изготовлены в АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха».

Существенной особенностью высококонкурентного рынка медицинской техни-

ки является требование к низкой стоимости конечной продукции и, следовательно, к низкой стоимости комплектующих. Снижение стоимости лазерных источников, изготавливаемых в АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха» по полному производственному циклу, возможно только при большом количестве продукции. В этом случае существует возможность получения конкурентных преимуществ, как по цене, так и по возможности гибко подстраивать выходные характеристики лазеров под требования потребителя. В противном случае, ниша АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха» лежит в области создания единичных лазерных источников с уникальными характеристиками, которые не представлены на рынке.

Позиции российских компаний на мировом лазерном рынке чрезвычайно слабы. По экспертным оценкам объем продаж российской лазерной медицинской продукции внутри страны и за рубежом в последние годы не превышает 1% мирового рынка этой продукции. На рынке существует всего несколько отечественных предприятий, специализирующихся на производстве лазерного оборудования для хирургии, при этом объемы производства каждого из этих предприятий составляют порядка десяти экземпляров в год:

- ООО «Оптосистемы» (экцимерные и фемтосекундные офтальмологические комплексы);
- Тульский ГУП «Конструкторское бюро приборостроения» (хирургические CO₂ лазеры семейства «Ланцет», диодные лазеры);
- ИППИТ РАН (лазер для реваскуляризации миокарда);

Таблица 6

Силовые лазеры, наиболее часто используемые в хирургической практике

Тип лазера	Длина волны	Режим работы	Область применения
Твердотельные лазеры:			
Nd:YAG (неодимовый)	1064 нм	Непрерывный	Хирургия
Nd:YAG (неодимовый)	1064 нм	Импульсный	Хирургия Удаление татуировок
Er:стекло (эрбиевый в стекле)	1540 нм	Импульсный	Хирургия
KTP/Nd:YAG (вторая гармоника неодимового лазера)	532 нм	Импульсный	Коагуляция сосудистых образований
KTP/Nd:YAG (вторая гармоника неодимового лазера)	532 нм	Непрерывный с диодной накачкой	Офтальмология – коагуляция сетчатки глаза
KTP/Nd:YAG (вторая гармоника неодимового лазера)	532 нм	Непрерывный, импульсный с диодной накачкой	Коагуляция сосудов
GaAs (галлий-арсенид)	980 нм	Непрерывный, импульсный	Биостимуляция, хирургия
GaAlAs	780-870 нм	Непрерывный	Биостимуляция, хирургия
InGaAlP	630-685 нм	Непрерывный	Биостимуляция, ФДТ

– ООО «НТЦ «ИРАДИА» (косметологические лазеры);

– ООО «Милон Лазер», ЗАО «Полупроводниковые приборы», ООО «Новые хирургические технологии», ООО «Алком-медика», ООО «ВОЛО», ФГУП «ФНПЦ «Прибор» (диодные лазерные аппараты для хирургии и силовой терапии);

– ООО «Азор» и ООО «НТО «ИРЭ-Полус» (лазерные аппараты на основе диодных и волоконных лазеров);

– ООО «Лазерные технологии в медицине» (лазерный хирургический комплекс «Лазурит»);

Большая часть ЛТА, выпускаемая российскими производителями (около 20), вполне конкурентоспособна по сравнению с зарубежными аналогами (на российском рынке представлено около 10). Ведущими производителями являются: НПО Космического приборостроения (бренд МИЛТА), «РИКТА», «Мустанг», «УЗОР», «АЗОР» самые продаваемые аппараты, также научно-исследовательский центр «Матрикс» (бренды Матрикс и ЛАЗМИК) – единственный среди производителей аппаратуры, который проводит научные исследования, также имеет самый широкий спектр продукции в мире.

ОАО «Катод» – отечественный лидер в производстве электронно-оптических преобразователей (ЭОП) последних поколений и изделий на их основе, входит в тройку мировых лидеров по производству указанных ЭОП. Располагает производственной линией выпуска упомянутых изделий за исключением фоточувствительного материала (фотокатодных дисков), которые получает от НИИ «Полус». Значительная часть изделий поставляется на зарубежные рынки.

ООО «Суперлюминесцентные диоды» – отечественный лидер по производству суперлюминесцентных диодов, входит в тройку мировых лидеров данного сегмента рынка. Располагает технологической линией выпуска указанных изделий на основе светоизлучающих чипов, поставляемых НИИ «Полус». Подавляющая часть изделий поставляется на зарубежные рынки.

ОАО «Физоптика» – один из отечественных лидеров по созданию волоконно-оптических гироскопов. Располагает технологической линией выпуска указанных изделий на основе суперлюминесцентных диодов, поставляемых НИИ «Полус». Значительная часть изделий поставляется на зарубежные рынки.

ОАО «НПП «Инжект» – отечественный лидер по созданию изделий полупроводниковой (диодной) накачки. Располагает значительными производственными

мощностями выпуска указанных изделий на основе эпитаксиальных гетероструктур, поставляемых НИИ «Полус». Подавляющая часть изделий поставляется в интересах РФЯЦ-ВНИИЭФ и других организаций ГК «Росатом».

АО «НПО «Орион» – ведущий отечественный центр полупроводниковой фотоелектроники. Располагает технологической линией выпуска фотоприемных модулей на основе эпитаксиальных гетероструктур, поставляемых НИИ «Полус». Подавляющая часть изделий поставляется в интересах производителей ВВСТ.

Перечислены только основные организации, потребляющие эпитаксиальные гетероструктуры. Среди других производителей эпитаксиальных гетероструктур заслуживает внимание только ОАО «Сатурн». Данная организация специализируется в производстве солнечных батарей для космических аппаратов и располагает полным производственным циклом создания таких батарей, включая МОС-гидридную эпитаксию.

Рассматриваемое направление – технология фоточувствительных (светоизлучающих) материалов – относится к числу базовых и критических технологий, обеспечивающих возможность как создания широкого круга современных полупроводниковых приборов, так и управления (совершенствования) их характеристиками. Рассматриваемая технология является первым звеном в технологической цепочке изготовления рассматриваемых приборов, задает уровень их параметров, гарантирует технологическую независимость и возможность повышения конкурентоспособности продукции за счет управления свойствами материала. МОС-гидридная эпитаксия относится к числу высоких технологий, требует современного оборудования, высококвалифицированного персонала, соответствующей инфраструктуры, культуры производства, научной школы. В силу этого наиболее целесообразным представляется развитие существующего в НИИ «Полус» эпитаксиального центра для создания востребованной на рынке продукции.

Существенным фактором, сдерживающим развитие эпитаксиальных технологий, является отсутствие достаточного количества современных ростовых установок. Например, средний темп прироста парка установок МОС-гидридной эпитаксии в мире составляет несколько сотен штук ежегодно, тогда как в России эта величина составляет одну установку в 1–2 года. В нашей стране в настоящее время отсутствуют крупные эпитаксиальные центры, способные решать задачи массового производства. Напри-

мер, крупнейший производственный центр МОС-гидридной эпитаксии в АО «НИИ “Полус” им. М.Ф. Стельмаха» располагает всего шестью установками, тогда как ведущие зарубежные компании оснащают подобные центры десятками и сотнями эпитаксиальных установок.

Следует отметить, что в нашей стране существует ряд научных институтов ведущих фундаментальные исследования в части создания полупроводниковых гетероструктур и исследования их свойств (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе (Санкт-Петербург), Институт физики полупроводников СО РАН (Новосибирск), Физический институт им. П.Н. Лебедева (Москва), Институт физики микроструктур (Нижний Новгород). Для реализации указанной деятельности они оснащены эпитаксиальным оборудованием исследовательского класса, производственные задачи данные организации решать не могут.

Технология МОС-гидридной эпитаксии относится к сфере высоких технологий, в которых значима роль ноу-хау. Поскольку данная технология определяет выходные параметры продукции, то производственная кооперация в части эпитаксии не практикуется для предотвращения утечки ключевых знаний и сохранения конкурентоспособности продукции. Обсуждение более общих, научных вопросов осуществляется в рамках международных конференций по данной технологии.

В рамках рассмотрения данного направления конкурентной отечественной организацией с развитой эпитаксиальной технологией является АО «НИИ “Полус” им. М.Ф. Стельмаха». Эпитаксиальное подразделение указанного предприятия обеспечивает как внутренние собственные потребности в полупроводниковом материале для производства сложившегося ассортимента продукции НИИ «Полус», так и потребности сторонних организаций по другим типам продукции (ОАО «Катод», ОАО «НПП «Инжент», АО «НПП «Орион» и др.).

Достаточно масштабное производство полупроводниковых гетероструктур организовано в НПП «Сатурн» (Краснодар) для солнечных элементов космического базирования. Однако данное производство является монопродуктовым, интегрировано в существующую технологическую цепочку и предоставляет продукцию только для внутреннего пользования.

Другие организации, располагающие эпитаксиальным оборудованием, осуществляют только исследовательские работы или мелкосерийное производство.

По данному направлению технологии фоточувствительных и светоизлучающих материалов в АО «НИИ “Полус” им. М.Ф. Стельмаха» разработаны уникальные технологии МОС-гидридной эпитаксии полупроводниковых гетероструктур для электронно-оптических преобразователей 3–5 поколений с мировым уровнем выходных характеристик, суперлюминесцентных диодов и полупроводниковых лазеров с не имеющими аналогов выходными характеристиками.

Заключение

Технология МОС-гидридной эпитаксии общепризнана как перспективный метод промышленного производства полупроводниковых гетероструктур. Наиболее целесообразной стратегией развития данного направления является развитие эпитаксиального подразделения в АО «НИИ “Полус” им. М.Ф. Стельмаха». Возможны несколько сценариев: поступательный (техническое перевооружение производства), опережающий (реконструкция производства), прорывной (строительство нового центра). Сценарии отличаются масштабом решаемых задач и, соответственно, объемом ресурсов, требующихся для их реализации. В любом случае, успех рассматриваемого направления зависит от наличия спроса на полупроводниковый материал. Для увеличения маржинальности перспективной представляется организация комплексных проектов по выпуску конечной продукции, ключевой материал для которой создается в рамках развиваемого эпитаксиального направления. Причем эпитаксиальный центр способен обеспечивать материалом одновременно несколько таких проектов, увеличивая диверсификацию своего производства и снижая себестоимость продукции.

Научная школа, опыт производства, высококвалифицированные кадры имеются в наличии. Возможными препятствиями могут послужить ограничения на поставку не имеющего отечественных аналогов технологического и контрольно-измерительного оборудования, а также запасных частей к ним, в случае ужесточения санкций.

В настоящее время все имеющееся оборудование МОС-гидридной эпитаксии в АО «НИИ “Полус” им. М.Ф. Стельмаха» загружено на 100 % при односменной работе для обеспечения материалом (полупроводниковыми гетероструктурами) производственной кооперации, описанной выше (фотокатодные гетероструктуры – ОАО «Катод», ОАО «Геофизика-НВ»; лазерные гетероструктуры – ОАО «НПП «Инжент», АО «НИИ “Полус” им. М.Ф. Стельма-

ха»; гетероструктуры для суперлюминесцентных диодов – ООО «Суперлюминесцентные диоды», АО «НИИ «Полнос» им. М.Ф. Стельмаха»; фотоприемные гетероструктуры – АО «НПО «Орион», АО «НИИ «Полнос» им. М.Ф. Стельмаха»). Естественным резервом для увеличения объема выпуска той или иной продукции является переход на двух- или трехсменную работу.

Для решения более масштабных задач необходимо расширять парк эпитаксиального оборудования. Ориентировочная стоимость одной промышленной установки МОС-гидридной эпитаксии, необходимой инфраструктуры, вспомогательного оборудования и комплекса мероприятий по монтажу и запуску оборудования составляет порядка 700,0 млн руб. в текущих ценах. Важно отметить, что рассматриваемое оборудование МОС-гидридной эпитаксии является специализированным под конкретную систему материалов и одна установка не может быть использована для решения всего круга

задач. В зависимости от рыночной ситуации может потребоваться приобретение нескольких установок, позволяющих получать требуемые материалы для обеспечения производства наиболее актуальных для рынка изделий.

Список литературы

1. Акчурин Р.Х. МОС-гидридная эпитаксия: Современное состояние и основные тенденции развития // Материалы электронной техники. 1999. № 2. С. 4.
2. Корнеева М.Д., Пономаренко В.П., Филачев А.М. Современное состояние и новые направления полупроводниковой ИК-фотозлектроники (Часть 1) // Прикладная физика. 2011. № 2. С. 47–60.
3. Тарасов В.В., Торшина И.П., Якушенков Ю.Г. Инфракрасные системы 3-го поколения / Под общ. ред. Ю.Г. Якушенкова. М.: Логос, 2011. 239 с.
4. Кучерова О.В. Спектроскопия адмиттанса полупроводниковых гетероструктур с множественными квантовыми ямами InGaN/GaN: автореф. дис. ... канд. физико-матем. наук: 01.04.10. Санкт-Петербург, 2011. 18 с.
5. Туркин А. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы // Полупроводниковая светотехника. 2011. Т. 5. № 13. С. 28–33.

УДК 004.432.2

ВЛИЯНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПИЛЯТОРА GCC НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММНОГО КОДА В ЯЗЫКЕ C++

Болотнов А.М., Нурисламова Э.А.*ФГОУ ВО «Башкирский государственный университет», Уфа, e-mail: BolotnovAM@mail.ru*

Эффективность программного кода является важнейшей характеристикой языков программирования и компиляторов. При выполнении вычислительных алгоритмов язык C++ является одним из наиболее эффективных. Компиляторы GNU Compiler Collection являются наиболее доступными и эффективными инструментами генерации исполняемого кода для основных языков программирования. В данной работе проведено исследование влияния различных уровней оптимизации компилятора GCC на эффективность работы программ на языке C++. Тестирование проводилось на примерах шести стандартных алгоритмов, используемых в практике программирования. Для получения объективной оценки времени выполнения заданий были произведены расчеты на трех компьютерах с различной платформой. Цель данной работы заключалась в получении средних оценок влияния встроенных опций оптимизации компилятора GCC на время выполнения программ с различными алгоритмическими особенностями. Установлено, что время работы программ существенно зависит от используемых действительных типов. Тестирование проводилось по двум основным действительным типам: двойная точность и расширенная точность. Тип одинарная точность не был протестирован из-за того, что в вычислительных задачах использование этого типа ограничено малой длиной мантиссы. В работе получены средние оценки повышения эффективности программного кода при различных уровнях оптимизации компилятора. Показано, что максимальный эффект от применения оптимизации компилятора достигается для вещественных типов двойной точности. Для всех алгоритмов тестирования максимальное ускорение достигается при выборе ключа оптимизации -Ofast.

Ключевые слова: язык программирования C++, компиляторы GCC, свободное программное обеспечение, оптимизация программ, эффективность программного кода

IMPACT OF GCC COMPILER OPTIMIZATION ON SOFTWARE EFFICIENCY IN THE LANGUAGE C++

Bolotnov A.M., Nurislamova E.A.*Bashkir State University, Ufa, e-mail: BolotnovAM@mail.ru*

Software efficiency is an essential feature of programming languages and compilers. The C++ language is one of the most computationally efficient for computational algorithms. GNU Compiler Collection is the most accessible and effective tool for generating executable code for core programming languages. In this paper, a study has been conducted on the impact of different levels of GCC compiler optimization on the effectiveness of programs written in the C++ language. Testing was based on the examples of six standard algorithms used in programming practice. In order to obtain an objective estimate of the time of the tasks, calculations were made on three different computing platforms. The objective of this work was to obtain average estimates of the impact of standard GCC compiler optimization options on the codes with different algorithmic features. It has been established that the code execution time is significantly dependent on the floating point variable types used. It has been established that the code execution time is significantly dependent on the floating point types used. Testing was conducted on two main types: double precision and enhanced precision. The single precision type has not been tested due to the fact that in computational tasks the use of this type is limited by low precision. The work includes average estimates of the effectiveness of code at different levels of compiler optimization. It is shown that the maximum effect of the use of compiler optimization is achieved for the real types of double precision. For all test algorithms, maximum acceleration is achieved when selecting the optimization key -Ofast.

Keywords: C++ programming language, GCC compilers, free software, program optimization, program code efficiency

В настоящее время при создании программных проектов используется большое количество интегрированных сред разработки приложений, компиляторов и языков программирования. Коллекция компиляторов GNU Compiler Collection (GCC) [1], распространяемая фондом свободного программного обеспечения на условиях лицензий GNU GPL и GNU LGPL, является наиболее доступным и универсальным инструментом генерации исполняемого кода для основных языков программирования: C, C++, Java, Fortran, Ada, Go, D. Отличительной особенностью коллекции компиляторов GCC является поддержка многих операционных систем и аппаратных платформ.

Эффективность генерируемого программного кода, в первую очередь – скорость выполнения проекта, является важнейшей характеристикой языков программирования и компиляторов. Одним из востребованных, универсальных и эффективных языков программирования, в том числе для реализации вычислительных алгоритмов, остается язык C++ [2, 3].

Многие современные компиляторы, в том числе из коллекции GCC, содержат встроенные средства оптимизации исходного кода программы, направленные в том числе на повышение скорости работы приложений. Для объективной оценки влияния различных уровней оптимизации компиля-

тора на повышение эффективности исполняемого кода необходим сравнительный анализ результатов работы нескольких программ, отличающихся алгоритмическими особенностями и протестированных на компьютерах с различными платформами.

Цель исследования в данной работе состоит в получении усредненных оценок повышения эффективности программного кода для различных уровней оптимизации компилятора MinGW-64 GCC [4] при выполнении на трех компьютерах с различной платформой шести тестовых алгоритмов, реализованных на языке C++. Так как время работы программных приложений существенно зависит от используемых базовых действительных типов (одинарная, двойная, расширенная точность), тестирование проводилось для двух основных типов: с двойной точностью (double) и с расширенной точностью (long double). Действительный тип с одинарной точностью (float) не тестировался ввиду того, что в вычислительных задачах применение указанного типа ограничено недостаточно широким диапазоном представления чисел и малой длиной мантиссы.

Материалы и методы исследования

Компилятор для языка программирования C++ из коллекции GCC допускает применение следующих уровней оптимизации, в порядке увеличения скорости работы программ: -O1, -O2, -O3 и -Ofast. Информацию о флагах оптимизации компилятора GCC можно получить с помощью команды `man gcc`. Конкретный перечень оптимизирующих процедур по каждому из перечисленных уровней оптимизации приведен в [1, 4]. Отметим, что включение опций оптимизации несколько увеличивает время компиляции программ; их использование может оказаться нецелесообразным в проектах, выполняющихся за короткое время.

Результаты ускорения выполнения программ с использованием ключей оптимизации во многом зависят от используемой платформы, поэтому в данном исследовании тестовые расчеты проводились независимо на трех персональных компьютерах с различными характеристиками: ПК1 – IBM PC 32 bit X86 Intel CPU 2.8 ГГц RAM 2 Гб; ПК2 – Note Book 64 bit AMD Phenom(tm) II Quad-Core 2.0 ГГц RAM 4 Гб; ПК3 – IBM PC 64 bit Intel(R) Core(TM) i5-3470 3.2 ГГц RAM 8 Гб.

Введем следующие обозначения. Пусть i – порядковый номер задачи (1, 2, ..., 6); j – порядковый номер ПК (1, 2, 3); m – тип данных (1 – double, 2 – long double); n – уровень оптимизации (0 – без оптимизации; 1 – O1; 2 – O2; 3 – O3; 4 – Ofast).

Тогда t_{ijmn} – время выполнения i -й задачи на j -м компьютере для m -го действительного типа данных с n -м уровнем оптимизации компилятора. Для объективности оценки времени выполнения алгоритмов значение параметра t_{ijmn} вычислялось как среднее арифметическое из 10 повторных расчетов, после чего фиксировалось время выполнения i -й задачи (в секундах): t_{i1mn} – для первого ПК, t_{i2mn} – для второго, и t_{i3mn} – для третьего.

Очевидно, что средний коэффициент ускорения выполнения i -й задачи на трех ПК может быть вычислен по формуле

$$K_{imn} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 t_{ijm0} / t_{ijmn}; i = 1, 2, \dots, 6;$$

$$m = 1, 2; n = 0, 1, 2, 3, 4, \quad (1)$$

где t_{ijm0} – время работы алгоритма без оптимизации.

Принятые обозначения использованы в представленных ниже результатах проведенных расчетов. Тестирование проводилось на примерах типичных вычислительных алгоритмов, которые широко встречаются в практике программирования. Все полученные значения приведены с округлением до трех значащих цифр.

Результаты исследования и их обсуждение

Тест-1: итерационный алгоритм. В программе реализован метод последовательных приближений решения краевой задачи для уравнения Пуассона с нелинейными граничными условиями [5, 6]. Особенностью данного алгоритма является отсутствие массивов; задействованы функции пользователя с многократными вызовами; число итераций фиксировано.

Тест-2: сортировка одномерного массива. В качестве теста используется простейший алгоритм обменов (метод пузырька) для упорядочивания одномерного массива с 200000 элементами действительного типа двойной и расширенной точности.

На рис. 1 представлены результаты, полученные в первых двух тестах.

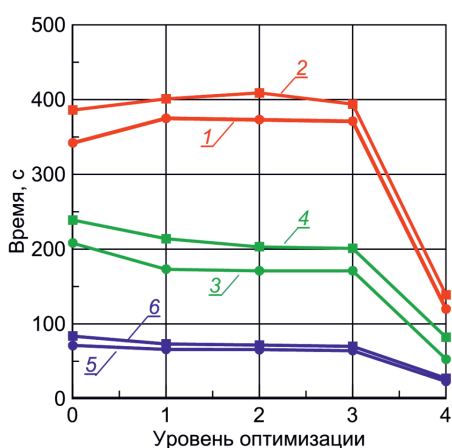
Как видно из рис. 1, в первом тесте применение оптимизации компилятора с первого по третий уровни не дают заметного эффекта и только при четвертом уровне (-Ofast) среднее время выполнения программы сокращается более чем в 2,5 раза. Для второго алгоритма ситуация кардинально отличается: здесь уже при первом уровне оптимизации значение среднего коэффициента ускорения превышает 2,5 для типа double и до-

стигает 1,7 для типа long double. Включение же второго и третьего уровней оптимизации не приводит к заметным изменениям по сравнению с первым уровнем. Эффект от применения оптимизации четвертого уровня наиболее значителен для типа double ($K = 3,1$); для типа long double аналогичный показатель гораздо ниже ($K = 1,69$).

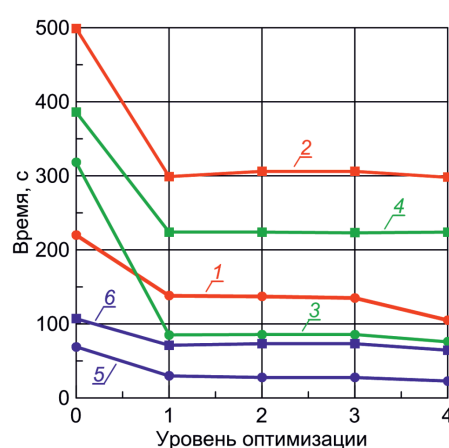
Тест-3: перемножение матриц (вариант А). В данном тесте реализован алгоритм перемножения двух квадратных матриц (1000×1000) с элементами двойной и расширенной точности в его классическом виде «строка – на – столбец».

Тест-4: перемножение матриц (вариант Б). Решается та же задача. Отличие от предыдущего алгоритма заключается в том, что в данном случае учитывается расположение элементов двумерных массивов в оперативной памяти компьютера. Компилятор GCC для языка C++ размещает двумерные массивы в памяти ПК по строкам, поэтому в данном примере для ускорения работы алгоритма транспонируется вторая матрица (строки и столбцы меняются местами), после чего матрицы перемножаются по схеме «строка – на – строку».

На рис. 2 представлены полученные результаты.

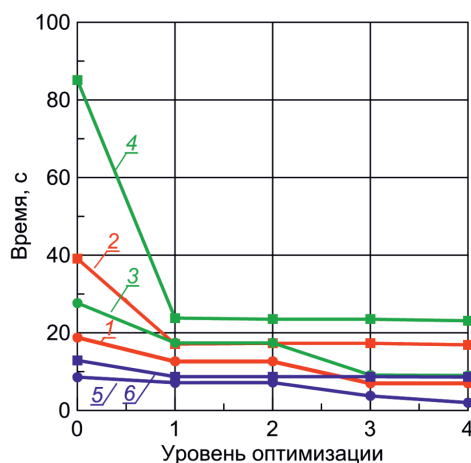


а)

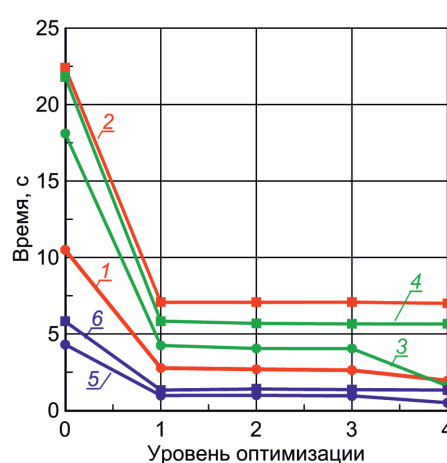


б)

Рис. 1. Зависимости времени выполнения программ от уровня оптимизации компилятора в тесте-1 – (а) и в тесте-2 – (б): 1, 2 – ПК1; 3, 4 – ПК2; 5, 6 – ПК3; для базовых действительных типов double – 1, 3, 5 и long double – 2, 4, 6



а)



б)

Рис. 2. Зависимости времени выполнения программ от уровня оптимизации компилятора в тесте-3 – (а) и в тесте-4 – (б). Остальные обозначения те же, что и в подписи к рис. 1

Сравнивая результаты данных тестов, отметим, что абсолютное время выполнения задачи по второму алгоритму для всех ПК сократилось в 3–6 раз. Отметим особо результаты вычислений на ПК2 для типа double: при четвертом уровне оптимизации (ключ *-Ofast*) время выполнения алгоритма сократилось более чем в 11 раз (18,1 с без оптимизации и 1,6 с с четвертым уровнем оптимизации). При максимальном уровне оптимизации средний коэффициент ускорения превышает значение 3,0 для типа double и 2,5 – для типа long double.

Тест-5: метод Гаусса. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) является актуальной задачей для многих разделов вычислительной математики. Метод исключения Гаусса – один из наиболее известных и часто используемых прямых методов решения СЛАУ [7]. В данном примере тестируется алгоритм решения системы $A \cdot x = b$ методом Гаусса с выбором ведущего элемента по столбцу. Здесь A – матрица ($N \times N$); x и b – векторы из N элементов. Тестирование проводилось для СЛАУ при $N = 1400$.

Тест-6: метод Гивенса. В данном примере решается та же система линейных алгебраических уравнений, что и в предыдущем тесте, но методом вращений (Гивенса). Метод вращений является наиболее устойчивым к вычислительной погрешности [8, 9], хотя и требует больших усилий при реализации алгоритма.

Результаты полученных расчетов для тестов 5, 6 представлены на рис. 3.

Сравнивая результаты тестов 5 и 6, приведенные на рис. 3, отметим, что абсолютное время решения СЛАУ методом Гивенса

в среднем в 2–2,5 раз больше, чем решение той же задачи методом Гаусса. В тесте 5 при максимальном уровне оптимизации средний коэффициент ускорения оказался равным 3,44 для типа double, и 1,93 – для типа long double; при этом для типа long double уровни оптимизации 1–3 приводят к близким значениям ускорения (1,67–1,70). В тесте 6 средний коэффициент ускорения при четвертом уровне оптимизации достигает значения 5,2 для базового типа double и 2,7 – для типа long double.

Обобщая проведенные исследования, приведем гистограмму распределения коэффициентов ускорений при выполнении шести тестовых алгоритмов с различными уровнями оптимизации компилятора (рис. 4).

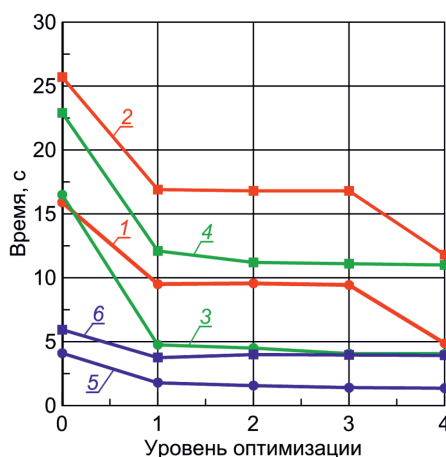
По результатам проведенных расчетов получены итоговые оценки на основании соотношения

$$K_{mn}^0 = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 K_{imn}; m = 1, 2; n = 0, 1, 2, 3, 4, (2)$$

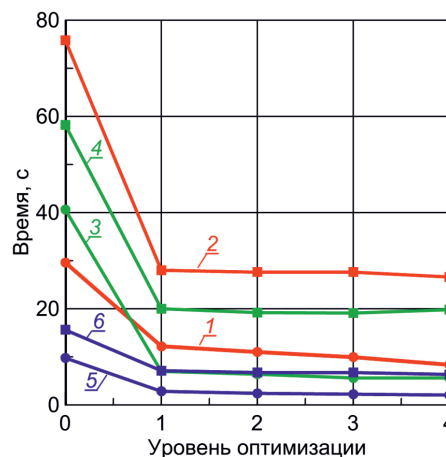
которые определяют средние значения коэффициентов ускорения в шести тестовых алгоритмах при различных ключах оптимизации компилятора для двух действительных типов. Результаты, полученные по формуле (2), представлены в таблице

Средние значения ускорений

n	0	1	2	3	4
K_{1n}^0	1	2,60	2,73	3,08	4,46
K_{2n}^0	1	2,20	2,21	2,22	2,60



а)



б)

Рис. 3. Зависимости времени выполнения программ от уровня оптимизации компилятора в тесте-5 – (а) и в тесте-6 – (б). Остальные обозначения те же, что и в подписи к рис. 1

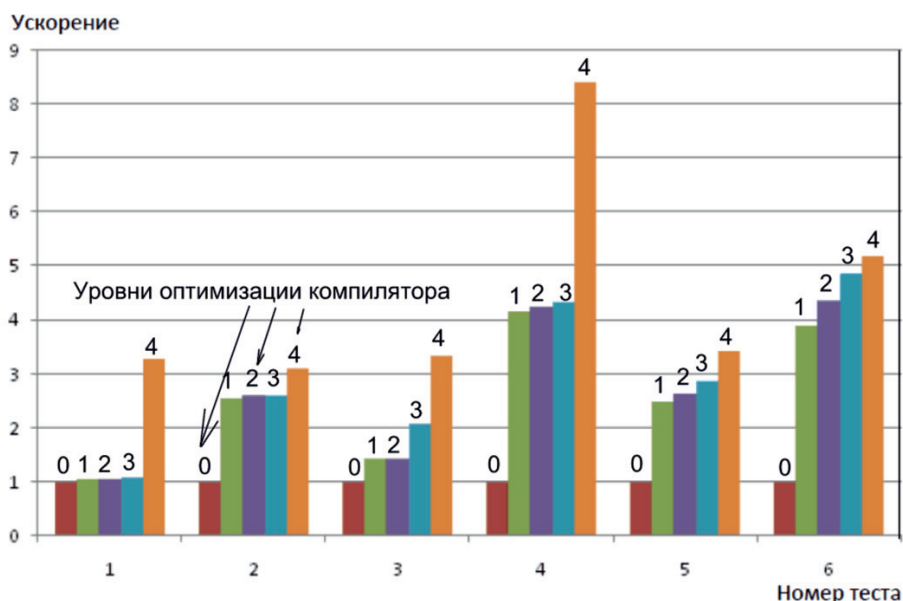


Рис. 4. Коэффициенты ускорения при выполнении программ в шести тестах с выбором ключей оптимизации: 0 – нет оптимизации, 1 – ключ оптимизации -O1, 2 – ключ оптимизации -O2, 3 – ключ оптимизации -O3, 4 – ключ оптимизации -Ofast

Закключение

Применение средств оптимизации программного кода всех уровней, имеющихся в компиляторе GCC, приводит, как правило, к различному ускорению работы приведенных алгоритмов. Максимальный эффект, как и следовало ожидать, наблюдается при выборе ключа оптимизации четвертого уровня (-Ofast). Наибольшее среднее значение коэффициента ускорения (4,46) получено в алгоритмах с базовым действительным типом double; среднее значение аналогичного показателя для типа long double достигает значения 2,6.

Список литературы

1. GCC, the GNU Compiler Collection. [Электронный ресурс]. URL: <https://gcc.gnu.org/> (дата обращения: 18.11.2019).
2. Бьерн Страуструп. Язык программирования C++. Специальное издание. Пер. с англ. М.: Издательство Бином, 2017. 1136 с.

3. Димитриев А.П. Исследование эффективности методов оптимизации исходного кода на примере программы моделирования расписания занятий // Фундаментальные исследования. 2016. № 5–1. С. 28–32.

4. MinGW, Minimalist GNU for Windows. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mingw.org> (дата обращения: 18.11.2019).

5. Болотнов А.М. Компьютерное моделирование потенциальных электрических полей в электролитах на основе интервальных вычислений // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=12937> (дата обращения: 18.11.2019).

6. Болотнов А.М., Хисаметдинов Ф.З. Определение сопротивления изоляции трубопровода по результатам измерений разности потенциалов «грунт – труба» // Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. № 1. С. 20–24.

7. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение: Пер. с англ. М.: Мир, 2001. 575 с.

8. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченкова Н.В. Вычислительные методы для инженеров: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1994. 544 с.

9. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. 4-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 636 с.

УДК 681.5.013:681.5.09:681.516.77

НЕЧЕТКИЙ КОНТРОЛЛЕР КОМПЕНСАЦИИ НЕИЗМЕРЯЕМЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ПРИВОДАХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**Веселов О.В., Светушенко С.Г.***Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), Владимир, e-mail: 010848_j@mail.ru*

Рассмотрены вопросы построения привода с нечетким контроллером, компенсирующим неизмеряемые возмущения. Привод представлен системой с переменной структурой, которая реализована двумя нечеткими контроллерами, один из которых определяет отклонение от траектории движения, а второй реализует переключение структур. Выполненное моделирование привода в пакетах Simulink и Fuzzy Logic Toolbox программной системы Matlab показало возможность компенсации возмущений с использованием нечеткого контроллера. Отмечено, что особенности функционирования рассматриваемой структуры с нечетким контроллером способны компенсировать как собственные параметрические возмущения, так и неизмеряемые, вызванные технологическим процессом. Особое внимание уделено анализу терм множеств, от которых зависит результат работы проектируемой системы. Связанные с принципом управления незначительные колебания установившегося значения выходной координаты значительно меньше, чем компенсируемые неизмеряемые возмущения от технологического процесса. База знаний представлена четырьмя логическими уравнениями. Два уравнения реализуют оценку отклонения от кривой в первом нечетком контроллере и два уравнения обеспечивают переключение структур с использованием второго нечеткого контроллера. Функции активации терм множеств определяют точность процесса вычислений. Замена традиционных средств реализации систем на методы искусственного интеллекта позволяет реализовать систему более просто.

Ключевые слова: возмущения, привод, нечеткий контроллер, система с переменной структурой, скользящий режим

FUZZY CONTROLLER FOR COMPENSATION OF IMMEASURABLE DISTURBANCES IN ACTUATORS**Veselov O.V., Svetushenko S.G.***Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolay Grigoryevich Stoltovych (VLSU), Vladimir, e-mail: 010848_j@mail.ru*

The problems of constructing a drive with a fuzzy controller compensating immeasurable disturbances are considered. The drive is represented by a system with a variable structure, which is implemented by two fuzzy controllers, one of which determines the deviation from the trajectory of motion, and the second realizes the switching of structures. The simulation of the drive in the packages Simulink and Fuzzy Logic Toolbox software system Matlab, showed the possibility of compensation of disturbances using fuzzy controller. It is noted that the peculiarities of the functioning of the considered structure with a fuzzy controller are able to compensate for both intrinsic parametric disturbances and immeasurable ones caused by the technological process. Special attention is paid to the analysis of terms of sets, on which the result of the designed system depends. The small fluctuations of the steady-state value of the output coordinate associated with the control principle are much smaller than the compensated immeasurable disturbances from the technological process. The knowledge base is represented by four logical equations. Two equations implement an estimate of the deviation from the curve in the first fuzzy controller and two equations provide switching structures using the second fuzzy controller. The activation functions of the term sets determine the accuracy of the calculation process. Replacing traditional means of implementing systems with artificial intelligence methods makes it possible to implement the system more simply.

Keywords: disturbance, actuator, fuzzy logic controller, the system with variable structure, sliding mode

Технологические требования к равномерности движения приводов существенно ужесточаются в условиях, при которых исполнительный электропривод должен обеспечивать исключительно широкий диапазон регулирования параметров выполнения технологических операций.

При движении в системе электропривода могут возникать повышенные ускорения и динамические моменты. Люфты и зазоры в механических передачах приводов в сильной степени влияют на характер движения исполнительных систем. Широкий спектр неравномерности скорости привода может при совпадении частот привести к возник-

новению механических колебаний значительной амплитуды. Все это увеличивает износ деталей и узлов механизмов, снижает их механическую надежность, может привести к поломкам и выходу из строя, что совершенно недопустимо. Эти же причины могут потребовать введения либо дополнительного механического демпфирования, либо упругих компенсаторов. Это приведет к снижению чувствительности по перемещению или ухудшению динамических качеств привода. Конструктивные требования к равномерности движения привода становятся важными, учитывая тенденции непосредственного соединения вала ис-

полнительного двигателя с ходовым винтом, исключая промежуточный редуктор, который способен во многом снизить уровень неравномерности движения конечного звена привода. Становится важной задача компенсации упругих свойств механических передач, влияющих на процесс выполнения технологических операций при силовом взаимодействии. Рост статического момента нагрузки приводит к увеличению перерегулирования в переходных режимах и снижению запаса устойчивости системы. Аналогичное влияние оказывает изменение момента инерции нагрузки. При гармонических входных сигналах увеличение их частоты вызывает снижение точности, установившаяся динамическая ошибка недопустимо возрастает.

Для обеспечения равномерности движения широко используется адаптивное управление. Применению адаптивного управления посвящено немало работ Я.З. Цыпкина, А.А. Воронова, Р. Изермана, А.В. Тимофеева и др. Однако введение дополнительного контура в структуру привода усложняет систему управления, может приводить к неустойчивости процесса управления, сложно в настройке.

Еще одним принципом управления для компенсации возмущений является скользящий режим работы в системах с переменной структурой. Наиболее полно возможности скользящих движений были выявлены и использованы в работах по теории систем с переменной структурой, которые в настоящее время сформировались в самостоятельное научное направление в общей теории нелинейных систем [1].

Процессы носят случайный характер, и описать их аналитически довольно сложно, а реализация классическими методами затруднительна. В связи с этим для решений обозначенных задач предлагается использовать алгоритмы управления, основанные на нечеткой логике.

Основанием для такого решения является доказательство Вангом в 1992 г. теоремы о существовании нечеткой системы, формирующей выходную функцию, такую, что верхняя граница разности исходной функции и выходной меньше или равна некоторой произвольной постоянной. В 1993 г. Б. Коско доказал FАТ теорему (Fuzzy Approximation Theorem), в которой говорится о том, что любая математическая система может быть аппроксимирована системой на основе нечеткой логики. И, наконец, в 1995 г. Кастро показал, что логический контроллер Мамдани при определенных условиях является универсальным аппроксиматором. Эти работы послужили активному

применению нечеткой логики в различных отраслях знаний, в том числе и в системах автоматического управления [2–4].

Таким образом, использование нечеткого контроллера (НК) в структуре системы автоматического управления (САУ) позволит решить задачу компенсации возмущений с минимальной ошибкой более простыми и эффективными методами.

Цель исследования: разработка метода обеспечения равномерного движения компенсацией параметрических возмущений, возникающих в приводе, и недетерминированных возмущений гармонического характера, вызванных технологическим процессом. Компенсация возмущений рассматривается на примере привода электро-механической системы робота, в которой возмущения в силу конструктивных решений не могут быть измерены.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования рассматривается привод перемещения с главной обратной связью по положению. Объект управления имеет конечную жесткость и коэффициент демпфирования, а отсутствие информации о возмущающем воздействии затрудняет обеспечение заданных показателей работы САУ.

Рассматриваемая далее САУ представляет собой систему с переменной структурой (СПС). Характерным видом движения в таких системах являются скользящие режимы, важной особенностью которых является состояние при котором, попав на линию переключения, дальнейшее движение в системе будет осуществляться вдоль этой линии, являющейся линией переключения, и никогда с нее не сойдет при любом возмущении [1, 5]. Кроме того, скользящий режим в рассматриваемом случае определяется не параметрами объекта, а параметрами созданного подпространства скольжения.

С точки зрения обработки нечеткостей нельзя получить результаты, пока не будут исследованы в полной мере исходные данные, оценена общая структура проблемы, исключены сомнительные данные.

Для систем автоматического управления нет практических рекомендаций к выбору функций активации, их числа, мощности множеств, диапазонов, что сильно осложняет процесс построения приводов с нечетким контроллером в структуре.

САУ с таким видом движения реализуем на основе НК, выполняющего роль регулятора, формирующего управление на основе измерения положения и угловой скорости.

Структурная схема, реализующая данный подход, представлена на рис. 1.

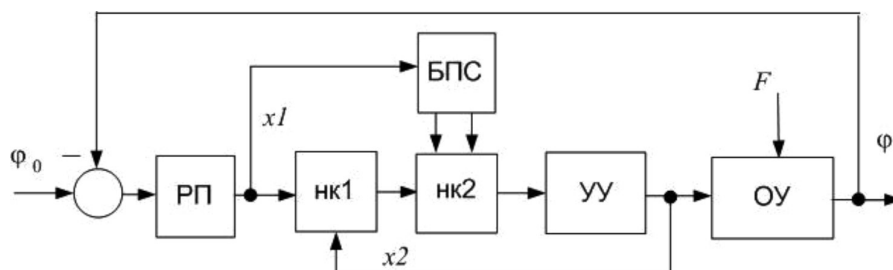


Рис. 1. Структурная схема электропривода переменной структуры с нечетким регулятором: НК1 – нечеткий контроллер вычисления S , НК2 – нечеткий контроллер переключения структур РП – регулятор положения, БПС – блок переключаемых структур, УУ – управляющее устройство, ОУ – объект управления, F – возмущение, ϕ – угловое положение

Она представляет собой электропривод с нечетким СПС регулятором. Основными устройствами в схеме являются два нечетких контроллера включенных последовательно НК1 и НК2. НК1 выполняет функции вычисления кривой скольжения, а второй НК, в зависимости от знака произведения её вычисленного в НК1 обеспечивает переключение структур реализованных в блоке переключаемых структур БПС. Входным сигналом на БПС является сигнал с выхода регулятора положения. Этот сигнал используется и в НК1. Устройство управления УУ может быть любым, обеспечивающим угловое перемещение ϕ исполнительного механизма. Выходной сигнал с УУ используется НК1. Объект управления при возникающих возмущениях F перемещается не равномерно. В качестве входного воздействия ϕ_0 используются типовые входные воздействия.

Алгоритм работы схемы следующий. На универсальном множестве P , характеризующем пространство состояний САУ, имеют два подмножества:

- подмножество S , характеризуемое функцией принадлежности $\mu_s(x^1)$. Подмножество S множества P есть множество пар $\{x^1 | \mu_s(x^1), \forall x^1 \in P\}$ описывающих сигнал регулятора положения;

- подмножество V , характеризуемое функцией принадлежности $\mu_v(x^2)$. Подмножество V множества P есть множество пар $\{x^2 | \mu_v(x^2), \forall x^2 \in P\}$ описывающих скорость вращения ротора двигателя.

В качестве функций принадлежности используем Z функцию, которая задается аналитическим выражением

$$f_z(x; a, b) = \begin{cases} 1, x < a \\ 0,5 + 0,5 \cos\left(\frac{x-a}{b-a}\pi\right), a \leq x \leq b \\ 0, x > a \end{cases} \quad (1)$$

и S функцию, для которой аналитическое выражение аналогично

$$f_s(x; a, b) = \begin{cases} 0, x < a \\ 0,5 + 0,5 \cos\left(\frac{x-a}{b-a}\pi\right), a \leq x \leq b \\ 1, x > a \end{cases} \quad (2)$$

где a, b – числовые параметры, принимающие действительные значения и упорядоченные отношением: $a < b$.

Разница в том, что рассматриваемые функции принадлежности порождают нормальные выпуклые нечеткие множества с ядром $(-\infty, a)$ и носителем $(-\infty, b)$ для Z функции и с ядром $(b, +\infty)$ и носителем $(a, +\infty)$ для S функции.

Чем меньше уверенность в точности измерения, тем большим будет интервал носителя соответствующего нечеткого множества. Именно по этой причине фазсификация позволяет более адекватно представить объективно присутствующую неточность результатов физических измерений. Это хорошо согласуется с принципом управления, когда любое отклонение от кривой скольжения вызывает соответствующую реакцию для переключения структуры. Входные терм множества определялись по результатам анализа фактических данных [6, 7]: диапазон ошибки регулятора положения, значение скорости, величина отклонения от траектории движения.

Для обеспечения движения необходимо добиться выполнения условия, при котором произведение $e\dot{e} < 0$, где e является линией переключения (скольжения), а $\dot{e}$ её производная.

Это решает НК1. Его выходное множество также имеет сплайн-функции принадлежности, характеризующие величину отклонения от реализуемой траектории дви-

жения. В соответствии с принципом управления уравнение скольжения запишется в следующем виде $e = C\mu_s(x^1) + \mu_v(x^2)$.

База знаний НК1 представлена двумя правилами, так как в соответствии с принципом работы необходимо оценивать знак e . Оценка осуществлялась с использованием конструкции Мамдани. Изначально находим α – уровни для каждого из правил с использованием операции MIN: $\alpha_1 = S_1(x^1) \wedge V_1(x^2)$, $\alpha_2 = S_2(x^1) \wedge V_2(x^2)$ а затем соответствующие им функции принадлежности: $\mu_1(e) = \alpha_1 \wedge K_1(e)$, $\mu_2(e) = \alpha_2 \wedge K_2(e)$.

Вывод выполним с использованием операции MAX, производя объединение усеченных функций. В результате получаем переменную выхода с функцией принадлежности: $\mu_s(e) = (\alpha_1 \wedge K_1(e)) \vee (\alpha_2 \wedge K_2(e))$.

Изменение структуры реализуется с помощью НК2. Входная функция представлена функциями вида (1) и (2). Имеет два термина «Больше» и «Меньше». Выходная переменная представлена трапецеидальными функциями.

Закон изменения структуры основан на анализе произведения $e\mu_s(x^1)$

$$\Psi = \begin{cases} b & \text{при } e\mu_s(x^1) > 0 \\ -b & \text{при } e\mu_s(x^1) < 0 \end{cases}$$

а управляющее воздействие: $u = \Psi\mu_s(x^1)$.

Вывод реализуется аналогичным образом, как и для НК1.

В [1] отмечено, что если функция управления формируется из регулируемой величины и ее производных, то движение в скользящем режиме не зависит от параметров объекта и внешних возмущений. В рамках одной линейной структуры для стабилизации необходимо в управление добавить воздействие по x^2 – производной от координаты x^1 . Таким образом, в резуль-

тате изменения структуры удастся парировать внешнее возмущение, которое недоступно для измерения, и сделать величину ошибки после окончания процесса управления равной нулю [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование работоспособности рассматриваемой структуры автоматического управления было реализовано в пакетах Simulink и Fuzzy Logic Toolbox программы MatLab на примере электропривода постоянного тока, расположенного в суставе робототехнической системы. Полагалось, что ОУ подвержен влиянию внешнего неизмеряемого возмущения, имеющего вид гармонической функции. Исследования проводились для оценки работоспособности и характеристик нечеткой следящей системы; инвариантности к изменению собственных параметров и способности системы к компенсации внешних возмущений.

Анализ влияния возмущений оценивался при изменении амплитуды и частоты возмущений. Амплитуда возмущений изменялась в интервале от 0,5 до 2 и фиксировался процесс движения следящей системы (рис. 2, а). Рассматривался установившийся режим движения при скачкообразном входном воздействии.

Изменение амплитуды возмущений составляло 50% от входного задания, что для реальных систем вряд ли целесообразно, так как приводные системы не проектируются по моменту нагрузки до величин вдвое превосходящие допустимые.

Изменение частоты возмущающего воздействия в моделируемых ситуациях компенсируется и практически не влияет на характер движения системы (рис. 2, б).

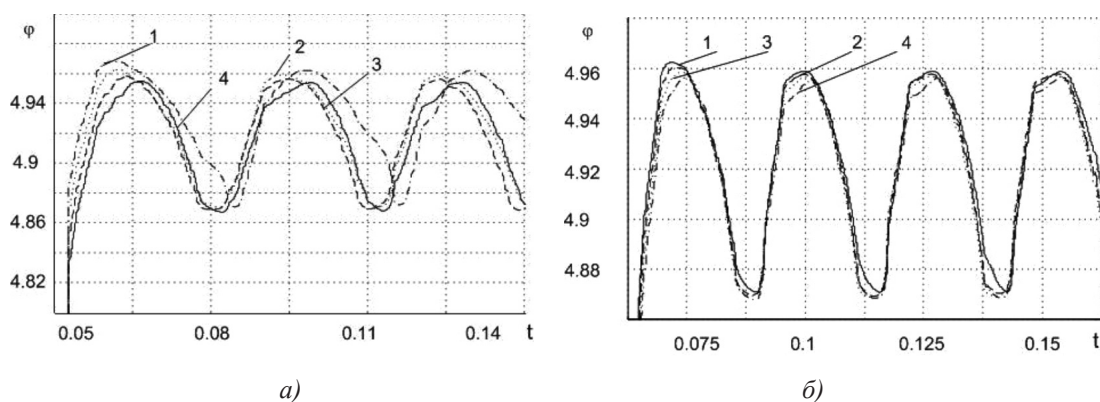


Рис. 2. Влияние амплитуды а) и частоты б) возмущения на выходную координату:
а) изменение амплитуды при постоянной частоте возмущений: $F_4 = 0$, $F_{3,2,1} = (0,5 \dots 2)\sin(2t + 1,57)$,
б) изменение частоты возмущений при постоянной амплитуде: $1 - F = 2\sin(2t + 1,57)$,
 $2 - F = 2\sin(3t + 1,57)$, $3 - F = 2\sin(4t + 1,57)$, $4 - F = 2\sin(5t + 1,57)$

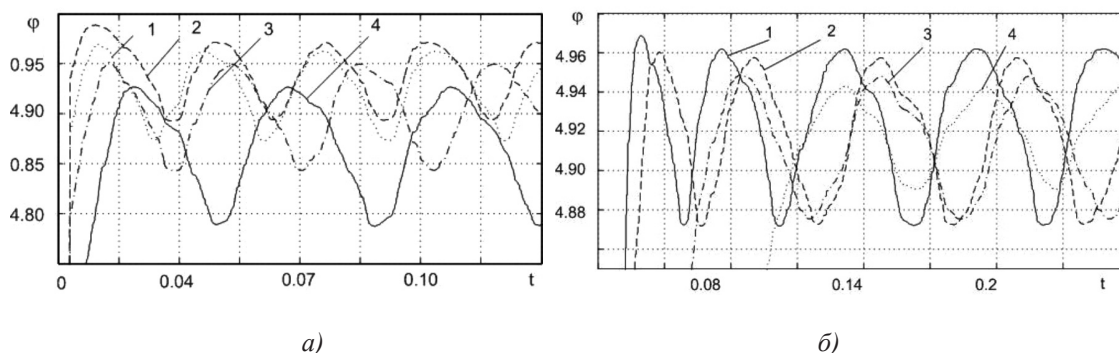


Рис. 3. Влияние коэффициента усиления регулятора положения а) и управляющего устройства б):
 а) 1 – $K_{pn} = 20,0$; 2 – $K_{pn} = 14,7$; 3 – $K_{pn} = 25$; 4 – $K_{pn} = 30,2$;
 б) 1 – $K_{oy} = 40,2$; 2 – $K_{oy} = 20,2$; 3 – $K_{oy} = 25,2$; 4 – $K_{oy} = 35$.

Таким образом, рассматриваемая САУ компенсирует неизмеряемое возмущение по частоте и амплитуде с незначительным отклонением по сравнению с невозмущенным движением и в первую очередь за счет принципа действия систем с переменной структурой.

Изменение коэффициента усиления регулятора положения в диапазоне от 14,7 до 30,2 приведено на рис. 3, а. С ростом коэффициента усиления уменьшается амплитуда отклонения от кривой и возрастает частота переключения структур. При этом увеличивается и рассогласование между заданным входным сигналом и сигналом по цепи обратной связи примерно на 2%. Для компенсации этого явления необходима коррекция параметров цепи обратной связи. Следует заметить, что изменение коэффициента усиления в два раза на практике маловероятно.

Аналогичное изменение параметров управляющего устройства приводит к уменьшению коэффициента усиления к увеличению времени переходного процесса и в незначительном изменении частоты переключения структур (рис. 3, б). Изменение параметров САУ не оказывает существенного влияния на выходные характеристики.

Заключение

Исследование модели показало принципиальную возможность построения приводов с переменной структурой в классе систем, использующих нечеткую логику. Рассмотренная система работоспособна, характеристики нечеткой системы показывают инвариантность к изменению собственных параметров и способность к компенсации внешних возмущений. Структура привода с НК реализуется значительно про-

ще. База знаний имеет всего лишь четыре записи, обеспечивающие желаемые выходные характеристики. Единственный недостаток связан с конечной частотой переключений, в силу чего в выходном сигнале появляется периодическое отклонение незначительной величины.

Отсутствие методик построения приводов с НК требует более широких исследований по реализации структур и формирования баз знаний. Необходима новая парадигма в создании САУ с искусственным интеллектом.

Простая замена известных средств реализации систем на методы искусственного интеллекта позволяет реализовать систему с желаемыми характеристиками более просто.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-08-01126.

Список литературы

1. Емельянов С.В. Системы автоматического управления с переменной структурой. М.: Издательство «Наука», 1967. 336 с.
2. Емельянов С.Г. Адаптивные нечетко-логические системы управления: монография. М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2013. 184 с.
3. Нечеткие системы и мягкие вычисления. Промышленные применения. Fuzzy Technologies in the Industry (FTI-2017): Первая Всероссийская научно-практическая конференция (г. Ульяновск, 14 ноября, 2017): сборник научных трудов. Отв. ред. Н.Г. Ярушкина. Ульяновск: УлГТУ, 2017. 406 с.
4. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. К.: Радиоаматор, 2008. 972 с.
5. Уткин В.И. Скользящие режимы и их применения в системах с переменной структурой. М.: Издательство «Наука», 1974. 272 с.
6. Веселов О.В. Интеллектуальная диагностика электромеханических систем // Интеллектуальные системы: труды одиннадцатого международного симпозиума / Под ред. К.А. Пупкова. (Москва, 4 июля 2014 г.). М.: РУДН, 2014. С. 315–319.
7. Веселов О.В., Сабуров П.С. Методы искусственного интеллекта в диагностике: учеб. пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. 251 с.

УДК 004.02:004.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

¹Тегерь Э.В., ²Евельсон Л.И., ²Федоренко С.И., ²Козлова И.Р.¹ГАОУЗ «Брянский клинико-диагностический центр», Брянск, e-mail: emiliya_geger@mail.ru;²ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», Брянск

В статье рассматривается применение метода сравнения бинарных выборок к анализу данных в медицинских информационных системах. Показано, что предлагаемый метод позволяет выявлять статистическую взаимосвязь между вредными условиями труда и заболеваемостью, устанавливать заболевания, характерные для определенного комплекса вредных производственных факторов. Это дает возможность врачу получить новые знания, лучше определять тактику диагностики и лечения. Для медицинского менеджмента становится возможным на более высоком уровне планировать профилактические мероприятия. Описывается методология статистического исследования, направленного на выявление характерных заболеваний, присущих воздействию вредных производственных факторов: электрического и магнитного полей промышленной частоты, с целью принятия управленческих и врачебных решений. Обосновывается необходимость внедрения новых методов анализа медицинских данных, которые позволяют лучше понять закономерности и определить значимые различия в показателях заболеваемости между лицами, подвергающимися воздействию опасных производственных факторов, и лицами, в работе которых отсутствуют вредные производственные источники. Предлагаемые методы направлены на анализ данных, накопленных в медицинских информационных системах транзакционного типа. Сделаны выводы о целесообразности дальнейших исследований и анализа показателей здоровья в группах лиц, имеющих вредные производственные факторы и у лиц, в профессиональной деятельности которых согласно специальной оценке труда отсутствуют опасные источники.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, оценка риска, анализ данных, бинарные выборки, вредные производственные факторы

IMPROVEMENT OF DATA PROCESSING METHODS IN INFORMATION SYSTEMS FOR SUPPORT OF ADMINISTRATION OF DECISION-MAKING DECISIONS

¹Geger E.V., ²Evelson L.I., ²Fedorenko S.I., ²Kozlova I.R.¹Bryansk Clinical and Diagnostic Center, Bryansk, e-mail: emiliya_geger@mail.ru;²Bryansk State Technical University, Bryansk

The article considers the application of the binary sample comparison method to data analysis in medical information systems. It is shown that the proposed method allows to identify the statistical relationship between harmful working conditions and morbidity, to establish diseases common to a certain complex of harmful production factors. This allows the doctor to gain new knowledge, better determine the tactics of diagnosis and treatment. It becomes possible for medical management to plan preventive measures at a higher level. It is described the methodology of statistical research aimed at identifying the characteristic diseases inherent in the action of harmful production factors: electric and magnetic fields of industrial frequency, in order to make managerial and medical decisions. The article demonstrates the necessity of implementation of new methods for the analysis of medical data to better understand patterns and to identify significant differences in incidence of disease between persons exposed to hazardous industrial factors and those in which there are no harmful production sources. The proposed methods are aimed at analyzing the data accumulated in medical information systems of transactional type. Conclusions about expediency of further researches and the analysis of indicators of health in groups of the persons having harmful production factors and at persons in which professional activity according to a special assessment of work there are no dangerous sources are made.

Keywords: medical information systems, risk assessment, data analysis, binary data selections, harmful industrial factors

В программе «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной Распоряжением Правительства РФ 28 июля 2017 г., которая ориентируется на Стратегию развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг., сфера здравоохранения выделена в приоритетное направление. Применение информационных технологий, используемых при организации и оказании медицинской помощи, является одним из векторов развития цифрового здравоохранения. Современные

информационно-аналитические методы предоставляют в распоряжение лечащего врача разнообразные методики для принятия врачебных решений [1–3].

Управление профессиональными рисками представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, который должен основываться на достоверных результатах периодических медицинских осмотров работников, занятых во вредных условиях труда, появляется необходимость использовать методы статистического ана-

лиза и аналитический инструмент, адекватные поставленной задаче [4, 5].

Процесс оценки производственного риска должен базироваться на результатах объективного анализа медицинских данных, накопленных в медицинских информационных OLTP (On-Line Transaction Processing) – системах, поэтому технологиям работы с данными должно уделяться особое внимание [6].

Для выявления причинно-следственных связей развития профессиональных заболеваний необходима разработка новых методических подходов к оценке уровня показателей здоровья работающего населения в динамике трудовой деятельности, обусловленных комплексом вредных факторов на рабочем месте, что позволит совершенствовать системы поддержки принятия решений.

Вышесказанное определило актуальность темы исследования.

Цель исследования: оценка рисков профессиональной заболеваемости с применением метода сравнения бинарных выборок на основе анализа данных медицинской информационной системы транзакционно-го типа.

Материалы и методы исследования

Как правило, данные в OLTP-системах собираются без их связи с дальнейшим анализом. Поэтому первоначально для достижения поставленных в исследовании целей необходимо решить задачи консолидации, очистки и предобработки данных, собранных в медицинской информационной OLTP-системе. Следующим этапом для анализа данных в данном исследовании являлось создание методики корректировки неоднородных выборок, являющейся необходимым условием достоверной обработки данных для принятия управленческих и врачебных решений.

Далее опишем группы обследуемых лиц и обособим формирование выборок для дальнейшего анализа.

Для решения поставленных задач исследования – выявления заболеваний, характерных для лиц, занимающихся профессиональной деятельностью, связанной с действием электрического и магнитного полей и излучений промышленной частоты на основе статистических и аналитических подходов, – нами были исследованы лица (112 чел.), постоянно работающие во вредных условиях труда (ЭМИ), и лица, которые по результатам специальной оценки труда не испытывают в своей производственной деятельности вышеуказанные вредные воздействия. В качестве таковых была взята

группа лиц, являющихся офисными работниками (251 чел.).

На первом этапе исследования эта выборка принималась в качестве контрольной группы (КГ). Показатели здоровья работающих во вредных условиях труда анализировались на основании данных периодических медицинских осмотров. Ранее в статьях [4, 5] нами было описано сопоставление тех же групп по показателям лабораторных исследований, сделанное на основе статистического метода бинарных выборок. Этот метод предусматривал бинаризацию результатов лабораторных анализов по признаку соответствия принятой норме, принимающих только два возможных значения – «да» или «нет», т.е. «соответствует» или «не соответствует». В настоящей статье нами ставилась цель – на основе данных медосмотров по вышеуказанным двум группам и с помощью того же метода бинарных выборок изучить влияние электромагнитных полей промышленной частоты и излучений на заболеваемость. В данном случае бинаризация проводилась по признакам наличия/отсутствия соответствующих диагнозов, определяемых врачами в ходе медицинского обследования. Исследования проводились в Брянском клинико-диагностическом центре, результаты отражались в медицинской информационной системе. Перечень профессиональных заболеваний определялся согласно Приказу МЗСР РФ № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний» и в соответствии с Приказом МЗСР РФ № 302 н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ... и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медосмотров (обследований)» [7, 8]. Эксперимент проводился в соответствии с ФЗ РФ № 152 «О персональных данных» [9].

Математическая модель, описывающая собранные данные, строилась на статистической оценке значимости разницы между заболеваемостью в группе с наличием вредных производственных факторов и в группе с отсутствием таких факторов. Использовался подход, основанный на анализе бинарных выборок. В соответствии с этим подходом, в данной задаче сначала для обеих групп было определено множество D имевших место диагнозов, т.е. была сформирована совместная совокупность, в которую вошли все диагнозы, поставленные хотя бы одному из лиц, входящих в эти группы. Далее по каждому из диагнозов определялась их частота по данной группе.

Если в предыдущих работах специально проводилась бинаризация с использованием статистической нормы по лабораторным показателям, правомерность которой нуждается в дополнительном исследовании, то в настоящей работе метод бинарных выборок использован по «прямому» назначению, так как наличие/отсутствие у конкретного пациента рассматриваемого диагноза, естественно, описывается бинарной величиной.

Проверялась гипотеза об однородности двух выборок бинарных (двоичных) данных. Такая выборка характеризуется объемом n и частотой $p^* = m/n$ (где m – число людей, которым поставлен рассматриваемый диагноз), по которой оценивается вероятность p .

«В статистической модели предполагалось, что m является биномиальной случайной величиной $B(n, p)$, т.е. случайной величиной с параметрами n – объем выборки и p – вероятность наличия соответствующего диагноза. Такая случайная величина может быть представлена в виде

$$m = X_1 + X_2 + \dots + X_n, \quad (1)$$

где X_i – это независимые одинаково распределенные случайные величины, которые могут принимать одно из двух значений (1 или 0), причем если $P(X_i = 1) = p$, то $P(X_i = 0) = 1 - p$ » [10].

Сначала была проведена консолидация данных на основе медицинской информационной системы. Осуществлялась выгрузка обезличенных данных в формате MS Excel. Далее выполнялась очистка и предобработка данных. В ходе очистки выявлялись и устранялись дефекты и шумы, 4 записи в группе ЭМИ были исключены из дальнейшего анализа вследствие неустраняемых дефектов данных.

Объем первой исходной выборки уменьшился с первоначальной 112 человек до 108 человек. Далее следовал этап анализа, который был выполнен после предобработки. Имеются две выборки по каждому рассматриваемому диагнозу. В соответствии с первоначальным планом исследования первая выборка относится к лицам, профессиональная деятельность которых связана с вредными производственными факторами ЭМИ, а вторая считается контрольной.

Объемы бинарных выборок обозначим как n_1 и n_2 . Пусть в первой выборке число лиц с рассматриваемым диагнозом равно m_1 , а во второй – m_2 . В рамках вероятностной модели предположим, что m_1 и m_2 – биномиальные случайные величины, соответствующая вероятность значения «1», т.е.

наличия этого диагноза для конкретного лица, входящего в первую выборку, равна p_1 , а во вторую выборку – p_2 . Проверяем нулевую гипотезу об однородности выборок: $H_0: p_1 = p_2$ при альтернативной гипотезе $H_1: p_1 \neq p_2$.

«В основу построения критерия проверки нулевой гипотезы положим статистическую функцию от выборочных частот p_1^* и объемов выборок n_1, n_2 ; обозначим ее $q(p_1, p_2, n_1, n_2)$; обозначим Q предельное значение функции q , которое соответствует выходу за границы доверительного интервала разности вероятностей p_1, p_2 . Критерий однородности выборок (проверки нулевой гипотезы) имеет вид

$$Q = \frac{p_1^* - p_2^*}{\sqrt{\frac{p_1^*(1-p_1^*)}{n_1} + \frac{p_2^*(1-p_2^*)}{n_2}}}, \quad (2)$$

где знаком «*» обозначены выборочные частоты, являющиеся оценками соответствующих вероятностей: $p_i^* = m_i/n_i$). Модуль величины Q следует сравнивать с граничным значением критерия проверки однородности, которое, как показано в [10], можно определить на основании условий наследования сходимости из соотношения

$$K_{(\alpha)} = \frac{\Phi^{-1}(1+\alpha)}{2}, \quad (3)$$

где Φ – функция стандартного нормального распределения, «-1» означает, что речь идет об обратной функции, α – уровень статистической значимости. Для уровня значимости $\alpha = 0,05$, имеем $K = 1,96$ (таблицы значений функций Φ и Φ^{-1} [10]). Если Q по модулю меньше 1,96, то разница между выборками признается статистически незначимой и принимается нулевая гипотеза об однородности выборок. Если Q по модулю больше 1,96, то принимается альтернативная гипотеза о неоднородности. Необходимо обратить внимание на знак Q , по нему можно судить о том, какая из сравниваемых частот (вероятностей) выше.

Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа заболеваемости была использована «Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем» десятого пересмотра (МКБ-10) [11].

В табл. 1 частично представлены результаты обработки диагнозов по методике бинарных выборок. В ней собраны все

диагнозы, по которым разница между двумя исследовавшимися выборками оказалась статистически значима (т.е. Q по модулю больше 1,96). Если $Q < 0$, то больше частота в группе КГ, а если $Q > 0$, то, соответственно, в группе ЭМИ. Также в таблице присутствуют для примера некоторые диагнозы, разница по которым оказалась незначимой. Диагноз «Здоров» позволяет сравнить уровень общей заболеваемости в обеих группах. По диагнозу «Здоров» получили значение $Q = 3,61$ (Q положительное, т.е. частота этого диагноза в группе ЭМИ значимо превышает частоту в группе КГ).

Таким образом, заболеваемость в группе КГ оказалась значимо выше, чем в группе ЭМИ.

Таблица 1
Диагнозы, встречающиеся
в группах ЭМИ и КГ

№ п/п	Диагноз по МКБ	Критерий однородности Q
1	Здоров	3,86
2	G90.9	2,02
3	E78.0	7,35
4	H52.4	3,10
5	H35.4	-2,01
6	I11.9	-0,60
7	H25.0	-3,92
8	H27.8	-2,25
9	M51.1	-2,01
10	M19.0	-2,25
11	E06.3	-3,23
12	E80.4	-2,85
13	E04.1	-3,55
14	E04.2	-4,66
15	E01.0	-2,87
16	R94.3	-2,25

Электромагнитные излучения вряд ли положительно влияют на здоровье человека, логично предположить, что для КГ характерно влияние определенной неблагоприятной производственной среды, не учитываемой при аттестации рабочих мест, проводимой при специальной оценке условий труда (повышенная зрительная нагрузка, напряжение мышц спины и т.д.).

Сравнение бинарных выборок по другим диагнозам позволяет выделить те диагнозы, которые имеют значимо более высокую частоту в группе ЭМИ. Как видно

из табл. 1, для рассматриваемых групп оказались характерны следующие диагнозы:

Для группы ЭМИ: E78.0 – Чистая гиперхолестеринемия; G90.9 – Расстройство вегетативной [автономной] нервной системы неуточненное; H52.4 – Пресбиопия.

Для группы КГ: H35.4 – Периферические ретиальные дегенерации; H25.0 – Начальная старческая катаракта; H27.8 – Другие уточненные болезни хрусталика; M51.1 Поражения межпозвоночных дисков поясничного и других отделов с радикулопатией; M19.0 – Первичный артроз других суставов; E01.0 – Диффузный (эндемический) зоб, связанный с йодной недостаточностью; E06.3 – Аутоиммунный тиреоидит; E80.4 – Синдром Жильберта; E04.1 (E04.2) – Нетоксический одноузловой (многоузловой) зоб; R94.3 – Отклонения от нормы, выявленные при проведении функциональных исследований сердечно-сосудистой системы.

Были проверены гипотезы об однородности рассматриваемых выборок по признаку пола, который важен для выявления заболеваемости. Анализ данных показал: в группе ЭМИ большинство составляют мужчины, в то время как в группе КГ, несмотря на то, что мужчин больше, чем женщин, эта разница существенно меньше. При объеме выборки ЭМИ 108 человек, 106 из них составляют мужчины. В выборке КГ (251 человек), число мужчин – 223.

Поскольку признак «пол» с достаточной для целей настоящего исследования точностью можно считать бинарным, то можно применить описанный выше метод бинарных выборок по той же схеме и к этому признаку. Проведенный расчет показал значение $Q = 3,92$. Поскольку модуль Q больше критического значения 1,96, можно сделать вывод о неоднородности рассматриваемых выборок по признаку пола. В связи с этим далее был сделан расчет, в котором сопоставлялись две выборки, полученные исключением из исходных выборок всех записей, относящихся к женщинам. Логическим обоснованием такого приема может служить то, что число женщин в группе ЭМИ – 2, при этом общий объем обеих выборок и после исключения «женских» записей остается достаточно большим для того, чтобы можно было корректно проверить нулевую гипотезу однородности, используя метод бинарных выборок. Таким образом, описанный выше расчет был полностью повторен для скорректированных выборок, в которых были оставлены только «мужские» записи. В табл. 2 представлены полученные результаты по диагнозам.

Структура табл. 2 полностью аналогична структуре табл. 1.

Таблица 2
Диагнозы, встречающиеся в группах ЭМИ и КГ после корректировки выборок по признаку «пол»

№ п/п	Диагноз по МКБ	Критерий однородности Q
1	Здоров	3,73
2	G90.9	1,57
3	E78.0	7,29
4	H52.4	2,97
5	H35.4	-2,01
6	I11.9	-0,65
7	H25.0	-3,40
8	H27.8	-2,25
9	M51.1	-2,02
10	M19.0	-2,26
11	E06.3	-3,23
12	E80.4	-2,85
13	E04.1	-3,56
14	E04.2	-4,42
15	E01.0	-2,88
16	R94.3	-2,25

Сопоставление значений табл. 1 и 2 показывает, что корректировка выборок по признаку «пол» по большинству диагнозов не привела к изменению вывода, знаки неравенства $Q > 1,96$ или $Q < -1,96$ остались прежними. Однако по диагнозу G90.9 «Расстройство вегетативной [автономной] нервной системы неуточнённое» результат изменился: вместо вывода о значимо большей заболеваемости по этому диагнозу в группе ЭМИ сделан вывод о незначимой разнице между ЭМИ и КГ по этому диагнозу.

Выводы

1. Предлагаемый метод, основанный на анализе бинарных выборок, может продуктивно использоваться как составная часть информационной системы оценки риска профессиональных заболеваний. Применение данного метода показано на реальных данных, сбор, консолидация и обработка которых осуществлялись с помощью медицинской автоматизированной информационной OLTP-системы. Он позволит определять заболевания, которые присущи различным видам профессиональной занятости с последующим анализом скрытых закономерностей.

2. Группа работников КГ, которую первоначально планировалось использовать в качестве контрольной группы условно здоровых людей, не может быть выбрана в качестве таковой, поскольку заболева-

емость в этой группе оказалась значимо выше, чем в группе ЭМИ. Целесообразно проведение дополнительного исследования, направленного на уточнение вредных факторов, присущих производственной деятельности работников группы КГ, а также их влиянию на заболеваемость.

3. Группы ЭМИ и КГ оказались неоднородными по признаку «пол». Было сделано дополнительное исследование, направленное на изучение влияния признака «пол» на результаты исследования, позволившего сделать вывод о целесообразности структурирования информации, приведению данных к однородности, что даст возможность сделать эти данные более пригодными для цифровой трансформации.

4. Необходимо провести дальнейшее исследование закономерностей влияния неоднородности сравниваемых выборок медицинских данных по характерным признакам на результаты сравнения, включив предлагаемый метод в аналитический модуль для медицинских информационных систем, определить эффективность его использования, что будет способствовать повышению качества и уровня управленческих решений.

Заключение

Таким образом, метод сравнения бинарных выборок может быть успешно применен для анализа медицинских данных, ранее накопленных в медицинских информационных системах транзакционного типа, и позволит выявлять заболевания, характерные для определенных комплексов вредных факторов, связанных с производственной деятельностью. Это будет способствовать совершенствованию диагностики и лечения с применением цифровых технологий, поможет принятию правильных управленческих решений в сфере медицинской профилактики профзаболеваний.

Список литературы

1. Катаев В.А., Зарипова Г.Р., Богданова Ю.А. Модели СППР в хирургической практике. Современные подходы к решению проблемы // Медицина. 2016. Т. 4. № 4 (16). С. 68–74.
2. Миронов П.И., Медведев О.И., Ишмухаметов И.Х., Булатов Р.Д. Прогнозирование течения и исходов тяжелого острого панкреатита // Фундаментальные исследования. 2011. № 10–2. С. 319–323.
3. Наркевич А.Н., Виноградов К.А., Катаева А.В., Пичугина Ю.А., Афанасьева Н.А. Средства интеллектуальной поддержки принятия решений в диагностике и лечении наркотических // Врачи и информационные технологии. 2018. № 4. С. 20–26.
4. Исмаилова Л.Н. Эффективное управление производственными рисками // Экономика и бизнес: теория и практика. 2016. № 5. С. 77–79.

5. Гегерь Э.В., Федоренко С.И., Евельсон Л.И. Разработка метода оценки риска профессиональной заболеваемости, основанного на статистике нечисловых данных // Перспективы науки. 2017. № 11 (98). С. 7–13.

6. Гегерь Э.В., Федоренко С.И., Евельсон Л.И., Козлова И.Р. Разработка метода оценки профессиональных заболеваний для создания информационной системы производственной безопасности // Вестник НЦ БЖД. 2019. № 1 (39). С. 79–87.

7. Приказ МЗСР РФ № 417н от 27.04.2012 г. «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/70177874/> (дата обращения: 23.11.2019).

8. Приказ МЗСР РФ от 12.04.2011 № 302 н (ред. 06.02.2018) «Об утверждении перечней вредных и (или) опас-

ных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медосмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медосмотров (обследований)». [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/12191202/> (дата обращения: 23.11.2019).

9. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ (ред. 29.07.2017) «О персональных данных». [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/5635295/> (дата обращения: 30.11.2019).

10. Орлов А.И. Прикладная статистика. М.: Изд-во «Экзамен», 2006. 671 с.

11. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) [Электронный ресурс]. URL: <https://mkb-10.com> (дата обращения: 20.11.2019).

УДК 004.94:514.853

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ ШАГАЮЩИХ РОБОТОВ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ СВЯЗАННЫХ СИСТЕМ ТЕЛ

Горобцов А.С., Чигиринская Н.В., Андреева М.И., Смирнов Е.А., Бочкин А.М.
Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: vm@vstu.ru

Рассматривается управление шагающим многоногим роботом с различными модификациями движителей. Представлен синтез управления движением в режимах с использованием одноколесного и шагающих движителей. Для синтеза управляемого движения используется метод обратной задачи. Уравнения метода обратной задачи составляются на основе методов динамики связанных систем тел и включают в себя уравнения движения свободных тел и уравнения связей. Выделены три группы уравнений связей – определения походки робота, описания условий устойчивости робота и взаимосвязанного движения выбранных звеньев робота. Уравнения метода обратной задачи в такой постановке содержат вторые производные координат системы в уравнениях связей, описывающих программную траекторию главного вектора реакций связей. Такие уравнения не имеют однозначного решения в общем случае из-за наличия вторых производных множителей Лагранжа. Рассмотрен упрощенный метод решения такой задачи, в котором инерционные составляющие в уравнениях связей отбрасываются, поскольку их влиянием на динамику многоногих роботов можно пренебречь. Предложены уравнения связей, которые задают взаимосвязанное движение выбранных звеньев робота и определяющие однозначное решение задачи на основе приближенных уравнений. Получены программные движения для комбинированного колесно-шагающего движителя, допускающего движение в двух режимах. Для перемещения по ровной поверхности используется одноколесный движитель с подруливанием с помощью выбранных шагающих движителей. Преодоление препятствий и выполнение рабочих функций осуществляется с помощью шагающих движителей.

Ключевые слова: робототехника, шагающие роботы, управление, инсектоморфные роботы, компьютерное моделирование

STUDYING OF CONTROLLED MOVEMENT OF STEPPING ROBOTS BY METHODS OF COMPUTER SIMULATION OF THE DYNAMICS OF RELATED BODY SYSTEMS

Gorobtsov A.S., Chigirinskaya N.V., Andreeva M.I., Smirnov E.A., Bochkin A.M.
Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: vm@vstu.ru

The control of a walking multi-legged robot with various modifications of propulsors is considered. A synthesis of motion control in modes using unicycle and walking propulsors is presented. For the synthesis of controlled motion, the inverse problem method is used. The equations of the inverse problem method are compiled on the basis of the methods of dynamics of coupled systems of bodies and include the equations of motion of free bodies and the equations of constraints. Three groups of linking equations are distinguished – determining the gait of the robot, describing the stability conditions of the robot and the interconnected movement of the selected links of the robot. The equations of the inverse problem method in this formulation contain the second derivatives of the coordinates of the system in the constraint equations describing the program trajectory of the main coupling reaction vector. Such equations do not have an unambiguous solution in the general case due to the presence of second derivative Lagrange multipliers. A simplified method for solving such a problem is considered, in which the inertial components in the link equations are discarded, since their influence on the dynamics of many-legged robots can be neglected. Relations equations are proposed that specify the interconnected movement of the selected robot links and determine the unique solution to the problem based on approximate equations. Program movements for a combined wheel-walking propulsion, which allows movement in two modes, are obtained. To move on a flat surface, a one-wheeled propeller with a steering wheel using selected walking propulsors is used. Overcoming obstacles and performing work functions is carried out with the help of walking movers.

Keywords: robotics, walking robots, control, insect robots, computer simulation

Шагающие роботы относятся к интенсивно развивающемуся классу роботов. Активно развивающимся направлением являются инсектоморфные роботы, которые обладают повышенной устойчивостью по сравнению с антропоморфными [1–2] или зооморфными роботами [3] за счет большего количества ног. Такие многоногие роботы малых размеров могут быть изготовлены с использованием 3D-принтера [4].

Шагающие роботы обладают высокой способностью по преодолению препятствий, но движение по ровной поверхности

неэффективно из-за высоких энергозатрат, особенно для инсектоморфных роботов. Повышение энергоэффективности и скорости передвижения шагающих роботов является актуальным направлением исследований. Исследователями предлагаются разные пути решения проблемы, например введение новых режимов передвижения робота путем изменения его кинематической схемы. Одним из направлений является совмещение колесного и шагового перемещений, например, у робота-паука компании Festo [5]. В данной работе рассматривается

использование дополнительного одноколесного движителя для увеличения мобильности и энергоэффективности робота при движении по ровной поверхности.

Ставится задача синтеза управления шагающим роботом в двух режимах – режиме движения только на шагающих движителях и режиме движения с помощью одноколесного движителя с балансированием и подруливанием частью шагающих движителей. В результате решения такой задачи получены кинематические параметры программных движений приводов шагающих движителей в указанных двух режимах.

Материалы и методы исследования

Решается обратная задача динамики, с использованием программного комплекса моделирования динамики связанных систем тел ФРУНД (<http://frund.vstu.ru>) [6, 7]. Особенностью данного подхода является точный учет кинематической схемы робота в расчетной схеме, в отличие от общепринятых методов редукции, приводящих к упрощенным уравнениям с 1–2 степенями свободы. Такой подход особенно важен для синтеза программного движения подруливающих движителей в режиме движения с использованием одноколесного движителя.

Синтез управляемого движения

Разработан метод синтеза программного движения шагающих роботов методом обратной задачи. Метод использует точные выражения статических слагаемых уравнений координат точки нулевого момента, определяющей устойчивость походки. Общее уравнение динамики движения робота как пространственной механической системы можно записать в виде

$$\begin{cases} M\ddot{x} = f(x, \dot{x}, t) + u(t) \\ Q_1(x) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Здесь x – вектор координат всей системы размерностью $n \times 6$, где n – число тел системы, M – матрица инерции, $f(x, \dot{x}, t)$ – вектор позиционных, диссипативных и внешних сил, $Q_1(x)$ – вектор уравнений связей размерностью k_1 , описывающих кинематические пары, $u(t)$ – матрица сил (моментов) в приводах, приведенная к координатам тел.

Уравнения (1) принято называть уравнениями прямой задачи. В терминах аналитической механики уравнения (1) описывают систему с голономными связями. Для нахождения управлений $u(t)$ в методе обратной задачи действия управляющих сил заменяются дополнительными уравнениями связей. Уравнения (1) применительно к ша-

гающим роботам в этом случае приобретают вид

$$M\ddot{x} = f(x, \dot{x}, t), \quad (2a)$$

$$Q_1(x) = 0, \quad (2б)$$

$$Q_2(x) = w(t), \quad (2в)$$

$$Q_3(x) = 0, \quad (2г)$$

$$Q_4(x, \ddot{x}, z(t)) = 0, \quad (2д)$$

$$Q_5(x, \ddot{x}, z(t)) < k. \quad (2е)$$

Уравнение (2в) размерностью k_2 задает кинематику движения опорных точек робота и его корпуса. Вектор функция $w(t)$ включает в себя траектории точек ног и корпуса. Уравнение (2г) размерностью k_3 задает вспомогательные связи для исключения избыточных степеней свободы всего робота. Уравнение (2д) размерностью $k_4 \leq 3$ определяет выполнение условий устойчивости. Скалярное неравенство (2е) задает условие отсутствия скольжения в опорных точках робота, которое зависит от коэффициента трения об опорную поверхность k .

Два последних уравнения являются уравнениями для условий устойчивости, и на настоящий момент не разработано методов точного численного решения (2) с учетом связей такого типа, содержащих вторые производные от координат системы. В существующих работах [8–10], как правило, учитывается только уравнение (2д) в упрощенном виде. В настоящей работе из уравнения (2д) исключаются члены со вторыми производными. При численном решении уравнений (1–2) используется общепринятый показатель точности – максимальная погрешность уравнений связей, которая принималась равной 10^{-6} м.

Движение робота по ровной поверхности и по макропрепятствиям с помощью шагающих движителей

В данный момент разработаны теоретические методы и программное обеспечение, позволяющие синтезировать управление движением роботов с произвольным количеством ног – двуногих, шестиногих, многоногих.

Эти роботы могут совершать произвольные движения, например подъем по лестнице (рис. 1). Формирование управления для такого типа движения выполнено за счет соответствующих функций $w(t)$, которые задают пространственное движение стоп и корпуса. Преодоление лестничных пролетов является важной задачей для мобильных роботов, решение которой для роботов с традиционными движителями, например гусеничным, требует значительного увеличения габаритов робота. Использование

шагающих движителей позволяет добиться требуемого функционала роботами относительно небольшого размера.

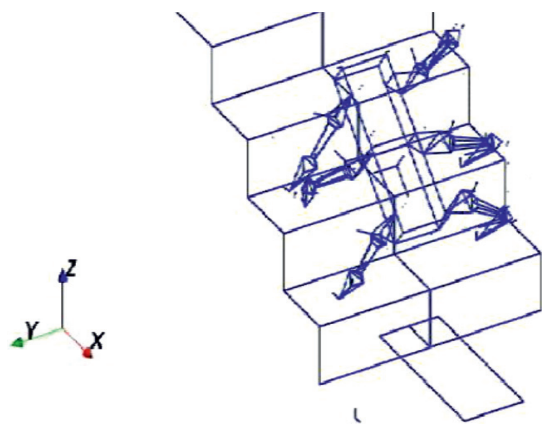


Рис. 1. Преодоление роботом ступеней

Относительные размеры робота, позволяющие выполнять такой вид движения, при высоте ступени 20 см приведены в таблице. Длина робота в таком случае составляет около 60 см, ширина – около 40 см. Суммарная длина ног 40 см. То есть габариты робота будут относительно небольшими.

Размеры робота для преодоления ступеней

Параметр	Значение, см
длина ног	40 (7 + 14 + 19, БЕДРО, ГОЛЕНЬ, СТОПА)
расстояние между ногами продольное	20
расстояние между ногами поперечное	26

Движение робота с помощью одноколесного движителя

Основными недостатками роботов с шагающими движителями являются малая скорость передвижения и низкая энергоэффективность, особенно для шагающих движителей инсектоморфного типа. Указанные

показатели можно значительно улучшить путем введения дополнительного колесного движителя.

По предложенной кинематической схеме была создана математическая модель многоногого робота в программном комплексе ФРУНД, приведенная на рис. 2.

Такая структура позволяет объединить преимущества шагающего робота, такие как высокая профильная проходимость – преодоление ступенек и других единичных препятствий, с достоинствами колесных роботов – высокой скоростью передвижения и высокой энергоэффективностью.

Обладая дополнительным колесным движителем, инсектоморфный робот может быстро преодолевать большие открытые пространства с относительно ровной поверхностью, сохраняя при этом энергию, необходимую для преодоления труднопроходимой местности.

При наличии препятствий или сложном профиле поверхности робот выполняет шаговое перемещение, как обычный инсектоморфный робот. Если надо переместиться по ровной поверхности, то робот поднимает передние ноги, опираясь на колесо, и движется по заданной траектории, подруливая задними ногами (рис. 3). Алгоритм подруливания использует рассогласование между направлением вектора скорости характерной точки робота и касательной к заданной программной траектории. Само подруливание выполняется одной парой ног – рис. 3 и реализуется за счет поперечного смещения концевых точек стоп указанной пары ног пропорционально рассогласованию вектора скорости и касательной к траектории. В расчетах принималось, что на подруливающую пару ног приходилось 20% общего веса робота. Результаты моделирования представлены на рис. 3. Максимальная погрешность отклонения ц.м. корпуса от программной траектории составляла 0.1 м, что, на наш взгляд, достаточно для транспортного режима перемещения робота.

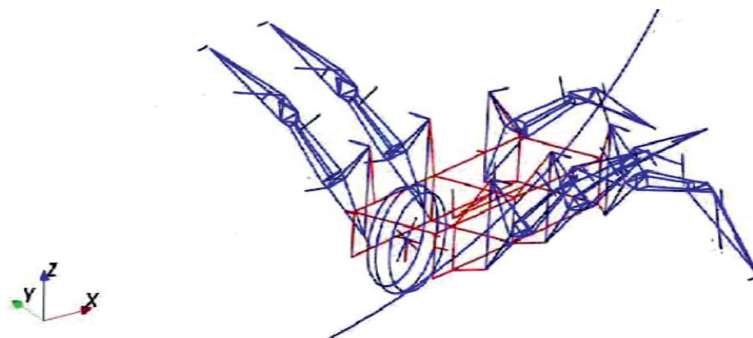


Рис. 2. Модель робота с колесным движителем

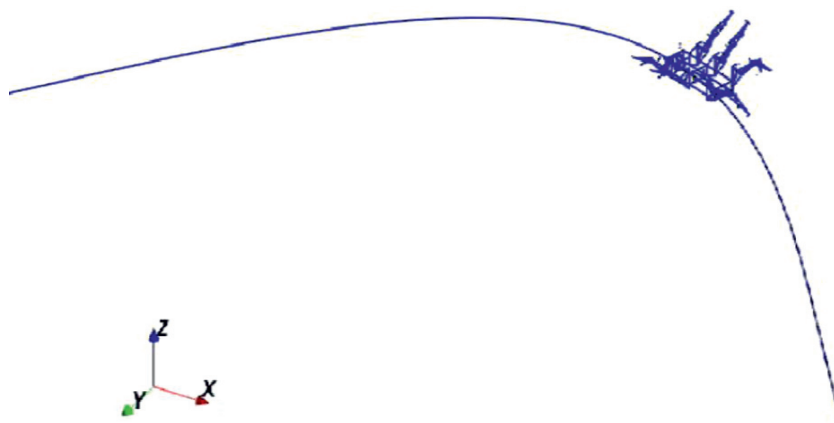


Рис. 3. Подруливание при перемещении по траектории

Рабочие режимы движения робота

Важным достоинством многоногого робота является возможность работы в режиме манипулятора (рис. 4). При работе в данном режиме робот выполняет заданное программное движение определенной точки за счет шагающих движителей.

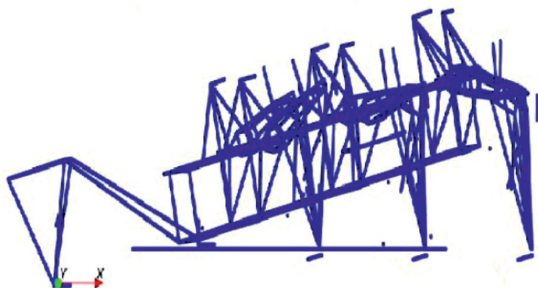


Рис. 4. Многоногий робот с манипулятором

Использование шагающих движителей в режиме манипулятора, с одной стороны, упрощает конструкцию робота как манипулятора, поскольку или не требует введения дополнительных управляемых степеней свободы в конструкцию робота, или допускает добавление ограниченного числа таких степеней свободы. При этом в обоих случаях обеспечивается пространственный характер движения конечного звена манипулятора, в том числе как по поступательным степеням свободы, так и по вращательным. Такой манипулятор по общепринятой классификации относится к 6D манипуляторам. Работа в режиме манипулирования может так же разделяться на два режима.

В первом режиме движение конечной точки осуществляется без перешагивания

шагающих движителей. В этом случае величина рабочей зоны ограничивается размерами звеньев шагающих движителей, так как стопы движителей остаются неподвижными относительно опорных поверхностей. Манипулятор в таком режиме работы обладает повышенной жесткостью, поскольку является по существу параллельным механизмом с шестью параллельными силовыми контурами (для рассматриваемого варианта робота). Наличие шести контуров приводов также увеличивает точность позиционирования, и кроме этого, для достижения заданных силовых характеристик манипулятора требуются приводы меньшей мощности.

Во втором режиме движение конечной точки осуществляется с перешагиванием шагающих движителей. В этом случае величина рабочей зоны в горизонтальной плоскости ничем не ограничивается. В вертикальном направлении рабочая зона может быть увеличена, например, за счет добавления звена с одной степенью свободы относительно корпуса робота.

Добавление режима манипулятора позволяет использовать мобильного робота для выполнения различных задач, предлагаемых шагающим роботам, таких как, например, сбор проб, открытие вентиля, перемещение грузов или разминирование объектов.

Заключение

Малоразмерный шагающий робот с колесным движителем является удобной платформой для создания высокомобильных сервисных роботов различного назначения – осмотр внутренних помещений, сбор проб и т.д. Его преимуществами являются:

- низкая стоимость и простота изготовления механической части;

– высокая унификация аппаратной части системы управления;

– модульность конструкции.

Перспективным направлением исследований является использование малоразмерных шагающих роботов с колесным двигателем для отработки программной части систем управления с элементами искусственного интеллекта в реальных эксплуатационных условиях.

Созданные методы управления локомотивом шагающих роботов могут быть использованы для роботов с различными типами шагающих двигателей. Для роботов большой размерности и грузоподъемности могут применяться двигатели на основе дельтаподобных механизмов.

Список литературы

1. Nelson G., Saunders A., Neville N., Swilling B., Bondaryk J., Billings D., Lee C., Playter R., Raibert M. Petman: A humanoid robot for testing chemical protective clothing. *Journal of the Robotics Society of Japan*. 2012. vol. 30. no. 4. P. 372–377.
2. Kim J.Y., Yang U.J. Mechanical design of powered prosthetic leg and walking pattern generation based on motion capture data. *Advanced Robotics*. 2015. vol. 29. no. 16. P. 1061–1079.
3. Sutyasadi P., Parnichkun M. Gait Tracking Control of Quadruped Robot Using Differential Evolution Based Structure Specified Mixed Sensitivity H_∞ Robust Control. *Journal of Control Science and Engineering*. 2016. 18 p.
4. Егунов В.А., Качалов А.Л., Петросян М.К., Тарасов П.С., Янкина Е.В. Development of the insectoid walking robot with inertial navigation system // *Proceedings of the 2018 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2018)* (February 1–4, 2018, B-CON Plaza, Beppu, Oita, Japan) / Editor-in-Chief Masanori Sugisaka ; International Steering Committee of International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB), ICAROB society (ALife Robotics Corporations Ltd.), IEEE Fukuoka Section (Japan). [Japan], 2018. P. 54 (Mobile Robotics; OS7-2).
5. Festo's New Bionic Robots Include Rolling Spider, Flying Fox [Электронный ресурс]. URL: <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/festo-bionic-learning-network-rolling-spider-flying-fox> (date of access: 15.11.2019).
6. Горобцов А.С. Синтез параметров управляемого движения многозвенных механических систем произвольной структуры методом обратной задачи // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2004. № 6. С. 43–50.
7. Горобцов А.С., Андреев А.Е., Тарасов П.С., Скориков А.В., Карцов С.К. Синтез устойчивых квазистатических режимов шагания антропоморфного робота // *Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах*. 2016. № 6 (185). С. 75–76.
8. Kima J.Y., Kimb J.H. Error Analysis and Effective Adjustment of the Walking-Ready Posture for a Biped Humanoid Robot. *Advanced Robotics*. 2010. vol. 24. P. 2137–2169.
9. Carla M.A., Pinto J.A., Machado T. Fractional central pattern generators for bipedal locomotion. *Nonlinear Dynamics*. 2010. vol. 62. no. 1–2. P. 27–37.
10. Di Gironimo G., Pelliccia L., Siciliano B. et al. Biomechanically-based motion control for a digital human. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. 2012. vol. 6. no. 1. P. 1–13.

УДК 004.021

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ШИФРА CLEFIA**Ищукова Е.А., Куликов А.В.***Южный федеральный университет, Институт компьютерных технологий и информационной безопасности, Таганрог, e-mail: uaishukova@sfedu.ru;*

В статье рассмотрен симметричный блочный алгоритм шифрования CLEFIA, представляющий собой обобщенную структуру Фейстеля. Данный алгоритм шифрования в 2012 г. был включен в международный стандарт облегченного шифрования ISO/IEC. В статье представлены результаты анализа основных криптографических операций, используемых в CLEFIA. Также был проанализирован Механизм переключения рассеивания (Diffusion Switching Mechanism – DSM), чередующий блоки замены и матрицы рассеивания. С целью оценки вклада механизма DSM в повышение криптографической стойкости к дифференциальному криптоанализу были проанализированы различные вариации упрощений алгоритма шифрования CLEFIA. В качестве упрощений были рассмотрены как уменьшение количества раундов шифрования, так и ослабление механизма DSM в виде отключения чередования блоков замены и/или матриц рассеивания. В результате работы был проанализирован DSM механизм, его степень влияния на стойкость шифра к дифференциальному классу атак. Перебор грубой силой для упрощенного шифра из девяти раундов можно осуществить со сложностью $1/2^{128}$, в то время как дифференциальным анализом удалось достигнуть результата в $1/2^{125.39}$. В работе представлены экспериментальные результаты анализа. Было показано, что использование DSM-механизма в составе алгоритма шифрования CLEFIA не случайно, а имеет обоснованные причины использования.

Ключевые слова: криптография, блочный шифр, CLEFIA, дифференциальный анализ, разность текстов**RESEARCH OF CLEFIA CIPHER ANALYSIS ALGORITHMS****Ishchukova E.A., Kulikov A.V.***Southern Federal University, Institute of Computer and Information Security, Taganrog, e-mail: uaishukova@sfedu.ru*

The article considers the CLEFIA block encryption algorithm, which is a generalized Feistel structure. In 2012, this encryption algorithm was included in the ISO / IEC international lightweight encryption standard. The article presents the results of the analysis of cryptographic primitives used in CLEFIA. A Diffusion Switching Mechanism (DSM) was also analyzed, alternating between replacement blocks and dispersion matrices. In order to assess the contribution of the DSM mechanism to increasing the cryptographic resistance to differential cryptanalysis, various variations of the CLEFIA encryption algorithm simplifications were analyzed. So among the simplifications was both a reduction in the number of encryption rounds and a weakening of the DSM mechanism in the form of disabling the alternation of replacement blocks and/or dispersion matrices. As a result of the work, the DSM mechanism was analyzed, its degree of influence on the resistance of the cipher to the differential class of attacks. Brute force brute force for a simplified cipher of 9 rounds can be performed with complexity $1/2^{128}$, while differential analysis managed to achieve a result of $1/2^{125.39}$. The paper presents experimental analysis results. It was shown that the use of the DSM mechanism as part of the CLEFIA encryption algorithm is not accidental, but has reasonable reasons for using it.

Keywords: cryptography, block cipher, CLEFIA, differential analysis, text difference

CLEFIA – блочный алгоритм шифрования, в основе конструкции которого лежит структура Фейстеля. На вход данный алгоритм шифрования ожидает 128 бит, которые в дальнейшем разбиваются на 4 части по 32 бита. Алгоритм шифрования авторами позиционируется как легковесный, и в 2012 г. организации ISO и IEC включили алгоритм CLEFIA в международный стандарт облегченного шифрования ISO/IEC 29192-2:2012 [1]. Одной из ключевых особенностей в проектировании данного алгоритма шифрования является использование так называемого Механизма переключения рассеивания (Diffusion Switching Mechanism – DSM), благодаря которому обеспечивается использование различных F-функций в разных раундах шифрования [2]. Механизм подразумевает чередование криптографических примитивов

в виде блоков замены и матриц рассеивания. Согласно данному механизму, различается принцип использования математических F-функций. Для четных и нечетных F-функций различается порядок использования блоков замен S0 и S1, а также используются различные матрицы M0 и M1 для перемножения данных.

Цель работы: исследовать влияние механизма DSM на стойкость алгоритма CLEFIA.

Материалы и методы: алгоритм шифрования CLEFIA, метод дифференциального криптоанализа, ПЭВМ AMD Ryzen 5 1600 Six-Core Processor, язык программирования Python.

Алгоритм CLEFIA подразумевает использование четырех веток. Преобразование открытого текста может выполняться под воздействием секретного ключа длиной 128, 192 или 256 бит. В зависимости от этого преобразование будет выполнять

ся в течение 18, 22 и 26 раундов соответственно. В данной статье анализировался шифр с четырьмя ветками и ключом, размером 128 бит. Через $GFN_{d,r}$ мы обозначим d-веточную и r-раундовую функцию используемую в CLEFIA.

Буквой T обозначим промежуточное значение, RK_i – раундовый ключ, необходимый для вычислений, а X и Y тексты на входе и выходе соответственно. Тогда алгоритм $GFN_{d,r}$ можно расписать следующим образом:

Шаг 1. $T_0 | T_1 | T_2 | T_3 \leftarrow X_0 | X_1 | X_2 | X_3$.

Шаг 2. От $i = 0$ до $r - 1$ делать следующее:

Шаг 2.1 $T_1 \leftarrow T_1 \oplus F_0(RK_{2i}, T_0)$, $T_3 \leftarrow T_3 \oplus F_1(RK_{2i+1}, T_2)$.

Шаг 2.2 $T_0 | T_1 | T_2 | T_3 \leftarrow T_1 | T_2 | T_3 | T_0$.

Шаг 3. $Y_0 | Y_1 | Y_2 | Y_3 \leftarrow T_3 | T_0 | T_1 | T_2$.

$$GFN_{8,r} : \begin{cases} \{ \{0,1\}^{32} \}^{4r} \times \{ \{0,1\}^{32} \}^8 \rightarrow \{ \{0,1\}^{32} \}^8 \\ (RK_{0(32)}, \dots, RK_{4r-1(32)}, X_{0(32)}, \dots, X_{7(32)}) \mapsto Y_{0(32)}, \dots, Y_{7(32)} \end{cases}$$

Шаг 1. $T_0 | T_1 | \dots | T_3 \leftarrow X_0 | X_1 | \dots | X_7$.

Шаг 2. От $i = 0$ до $r - 1$ делать следующее:

Шаг 2.1 $T_1 \leftarrow T_1 \oplus F_0(RK_{4i}, T_0)$, $T_3 \leftarrow T_3 \oplus F_1(RK_{4i+1}, T_2)$,

$T_5 \leftarrow T_5 \oplus F_0(RK_{4i+2}, T_4)$, $T_7 \leftarrow T_7 \oplus F_1(RK_{4i+3}, T_6)$.

Шаг 2.2 $T_0 | T_1 | \dots | T_6 | T_7 \leftarrow T_1 | T_2 | \dots | T_7 | T_0$.

Шаг 3. $Y_0 | Y_1 | \dots | Y_6 | Y_7 \leftarrow T_7 | T_0 | \dots | T_5 | T_6$.

Обратная функция $GFN_{d,r}^{-1}$ использует подключи RK_i в обратном порядке, также меняется направление сдвигов на этапах 2.2 и 3.

Алгоритм обработки данных CLEFIA можно представить функцией ENC_r для зашифровки и DEC_r для расшифровки. Эти функции используют структуру $GFN_{4,r}$, которая фактически представляет собой сеть Фейстеля с четырьмя ветками. Обозначим пару значений открытый текст – зашифрованный текст как $P, C \in \{0,1\}^{128}$. Будем считать, что каждый текст может содержать 4 фрагмента $P_i, C_i \in \{0,1\}^{32}$ ($0 \leq i < 4$), где $P = P_0 | P_1 | P_2 | P_3$ и $C = C_0 | C_1 | C_2 | C_3$. Обозначим как $WK_0, WK_1, WK_2, WK_3 \in \{0,1\}^{32}$ отбеливающие подключи и обозначим как $RK_i \in \{0,1\}^{32}$ ($0 \leq i < 2r$) раундовые подключи. Функция DEC_r является обратной по отношению к функции ENC_r , за счёт использования обратной функции $GFN_{d,r}^{-1}$. На рис. 1 проиллюстрирована функция ENC_r .

Алгоритм выработки раундовых подключей подразумевает различную реализацию для 128, 192 и 256 бит ключа. Так как в данной статье рассматривается версия алгоритм шифрования для секретного ключа размерностью 128 бит, то в дальнейшем будет рассмотрен алгоритм выработки раундовых подключей для 128-битного секретного ключа.

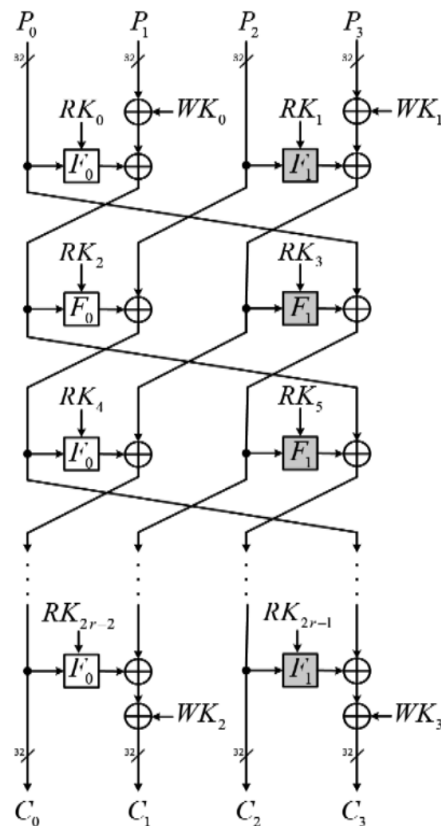


Рис. 1. Функция ENC_r

Определим функцию *DoubleSwap*, используемую при выработке ключей, следующим образом:

$$X_{(128)} \mapsto Y_{(128)} \\ Y = X[7-63] \parallel X[121-127] \parallel X[0-6] \parallel X[64-120],$$

где $X[a-b]$ обозначает битовую строку, вырезанную начиная с бита a по бит b из строки X .

Алгоритм выработки раундовых подключей делится на две логические части: генерация промежуточного ключа L из исходного секретного ключа K и расширение K и L с целью генерации WK_i и RK_i . Промежуточный ключ L имеет длину 128 бит. Он генерируется с помощью функции $GFN_{4,12}$, на вход которой в качестве данных поступает значение секретного ключа $K = K_0 \parallel K_1 \parallel K_2 \parallel K_3$. При этом для преобразования в качестве раундовых подключей используется двадцать четыре 32-битных константы $CON_i^{(128)}$ ($0 \leq i < 24$). Таким образом раундовые ключи K и промежуточный ключ L используются для генерации отбеливающих подключей WK_i ($0 \leq i < 4$) и раундовых подключей RK_j ($0 \leq j < 36$). На следующем шаге используется тридцать шесть 32-битных константных значений $CON_i^{(128)}$ ($24 \leq i < 60$). Таким образом получается, что для генерации всех подключей требуется шестьдесят константных значений.

(Генерация L из K)

Шаг 1. $L \leftarrow GFN_{4,12}(CON_0^{(128)}, \dots, CON_{23}^{(128)}, K_0, \dots, K_3)$.

(Расширение K и L)

Шаг 2. $WK_0 \parallel WK_1 \parallel WK_2 \parallel WK_3 \leftarrow K$.

Шаг 3. От $i = 0$ до 8 делать следующее:

$$T \leftarrow L \oplus (CON_{24+4i}^{(128)} \parallel CON_{24+4i+1}^{(128)} \parallel CON_{24+4i+2}^{(128)} \parallel CON_{24+4i+3}^{(128)}),$$

$$L \leftarrow \sum (L),$$

если i нечётное, то: $T \leftarrow T \oplus K$,

$$RK_{4i} \parallel RK_{4i+1} \parallel RK_{4i+2} \parallel RK_{4i+3} \leftarrow T.$$

Функция F , используемая в процессе шифрования, имеет две реализации: F_1 и F_2 . В самих функциях используются матрицы рассеивания, обозначаемые как M , и блоки замены, обозначаемые S . Работу каждой из F -функций можно описать следующим образом:

[F – функция F_0]

Шаг 1. $T \leftarrow RK \oplus x$.

Шаг 2. Пусть $T = T_0 \parallel T_1 \parallel T_2 \parallel T_3$, $T_i \in \{0,1\}^8$.

$$T_0 = S_0(T_0), T_1 = S_1(T_1).$$

$$T_2 = S_0(T_2), T_3 = S_1(T_3).$$

Шаг 3. Пусть $y = y_0 \parallel y_1 \parallel y_2 \parallel y_3$, $y_i \in \{0,1\}^8$.

$${}^t(y_0, y_1, y_2, y_3) = M_0 {}^t(T_0, T_1, T_2, T_3).$$

[F – функция F_1]

Шаг 1. $T \leftarrow RK \oplus x$.

Шаг 2. Пусть $T = T_0 \parallel T_1 \parallel T_2 \parallel T_3$, $T_i \in \{0,1\}^8$.

$$T_0 = S_1(T_0), T_1 = S_0(T_1).$$

$$T_2 = S_1(T_2), T_3 = S_0(T_3).$$

Шаг 3. Пусть $y = y_0 \parallel y_1 \parallel y_2 \parallel y_3$, $y_i \in \{0,1\}^8$.

$${}^t(y_0, y_1, y_2, y_3) = M_0 {}^t(T_0, T_1, T_2, T_3).$$

S_0 и S_1 представляют собой нелинейные 8-битные S -блоки. При этом в каждой из F -функций используется свой порядок применения S -блоков. Также разные F -функции используют на шаге 3 разные матрицы (M_0 и M_1). Матрицы имеют следующий вид (значения в матрице представлены в 16-ричном виде, a соответствует значению 10):

$$M_0 = \begin{pmatrix} 0x01 & 0x02 & 0x04 & 0x06 \\ 0x02 & 0x01 & 0x06 & 0x04 \\ 0x04 & 0x06 & 0x01 & 0x02 \\ 0x06 & 0x04 & 0x02 & 0x01 \end{pmatrix}, \quad M_1 = \begin{pmatrix} 0x01 & 0x08 & 0x02 & 0x0a \\ 0x08 & 0x01 & 0x0a & 0x02 \\ 0x02 & 0x0a & 0x01 & 0x08 \\ 0x0a & 0x02 & 0x08 & 0x01 \end{pmatrix}.$$

При этом полиномиальное перемножение между матрицами и векторами производится в поле $GF(2^8)$. В качестве нормализующего полинома используется полиномом $z^8 + z^4 + z^3 + z^2 + 1$. Структура для функций F_0 и F_1 приведена на рис. 2.

Чередование матриц рассеивания и блоков замены, а также различные алгебраические структуры, лежащие в основе блоков замены, представляют собой Механизм переключения рассеивания. Изучение влияния данного Механизма переключения рассеивания на стойкость исследуемого алгоритма шифрования является одной из целей настоящего исследования.

В качестве метода исследования нами был выбран метод дифференциального криптоанализа, как один из наиболее популярных методов анализа симметричных блочных шифров [2]. Метод дифференциального криптоанализа рассматривает пары текстов при их изменении в зависимости от действий, совершаемых в каждом раунде. Впервые метод дифференциального криптоанализа был применен Э. Бихамом и А. Шамиром к анализу алгоритма шифрования DES [3, 4]. Сейчас этот метод широко применяется к анализу большинства шифров. В качестве дифференциала или разности рассматривается результат операции поразрядного сложения данных по модулю 2.

Матрицы рассеивания M_0 и M_1 размером 4×4 делят текст, поданный на вход, на 4 части по 8 бит, а далее эти 4 части подставляются в следующие уравнения:

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = X.$$

$$x'_1 = \{01\}x_1 + \{02\}x_2 + \{04\}x_3 + \{06\}x_4.$$

$$x'_2 = \{02\}x_1 + \{01\}x_2 + \{06\}x_3 + \{04\}x_4.$$

$$x'_3 = \{04\}x_1 + \{06\}x_2 + \{01\}x_3 + \{02\}x_4.$$

$$x'_4 = \{06\}x_1 + \{04\}x_2 + \{02\}x_3 + \{01\}x_4.$$

$$X' = (x'_1, x'_2, x'_3, x'_4).$$

Все вычисления необходимо выполнять в поле $GF(2^8)$ над многочленом $z^8 + z^4 + z^3 + z^2 + 1$, что подразумевает трактовку сложения как операцию побитового хог, а умножения – как перемножения двух полиномов по модулю $z^8 + z^4 + z^3 + z^2 + 1$ [5, 6]. Коэффициенты перед x представляют собой полиномы, которые выглядят следующим образом: $\{01\} = x^0$; $\{02\} = x^1$; $\{04\} = x^2$; $\{06\} = x^2 + x^1$.

В первую очередь в ходе анализа была доказана обратимость матриц рассеивания по отношению к самим себе. Это позволяет нам легче находить удобную характеристику, если необходимо получить некоторую разность, которая дважды будет проходить через одну матрицу рассеивания. Следующим этапом было проанализировано поведение различных входов.

$$\begin{bmatrix} \Delta x \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \xrightarrow{M_0} \begin{bmatrix} \Delta x \\ 2 \cdot \Delta x \\ 4 \cdot \Delta x \\ 6 \cdot \Delta x \end{bmatrix} \xrightarrow{M_0} \begin{bmatrix} \Delta x \\ 2 \cdot \Delta x \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \xrightarrow{M_0} \begin{bmatrix} 5 \cdot \Delta x \\ 0 \\ 8 \cdot \Delta x \\ E \cdot \Delta x \end{bmatrix}$$

Учитывая обратимость матрицы самой себе, можно получить следующую закономерность: при 1 ненулевом входе, мы всегда будем получать 4 ненулевых выхода, подавая 2 ненулевых выхода, мы получим 3–4 ненулевых, при подаче 3 ненулевых мы можем получить на выходе от 2 до 4 ненулевых текстов и, подавая 4 ненулевых текста, на выходе получаем от 1 до 4 ненулевых текстов. Количество ненулевых выходов зависит от того, какие коэффициенты будут подобраны [5].

В ходе анализа блоков замены было выяснено, что блоки замены S_0 представляют больший интерес в рамках дифференциального криптоанализа, так как вероятность преобразования одной разности в другую у данного блока замены может достичь более высоких вероятностей по сравнению с S_1 [6].

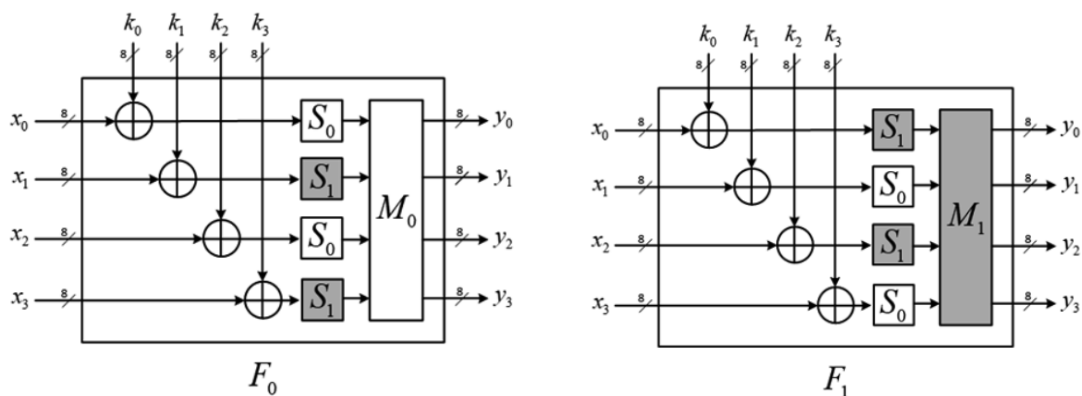


Рис. 2. Функции F_0 и F_1

Данный вывод легко сделать, обратив внимание на табл. 1.

Для анализа DSM механизма было необходимо ограничить область воздействия данного механизма или полностью его отключить. Отключение и ограничение подразумевают собой исключение разнообразия блоков замены и/или матриц рассеивания. Таким образом, к примеру, будут использоваться только S_0 , даже там, где должен был быть блок замены S_1 . То же касается матриц рассеивания.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе работы были проанализированы следующие вариации упрощений: шесть раундов без разнообразия M и S блоков, двенадцать раундов без разнообразия M и S блоков, двенадцать раундов без разнообразия M блоков, шесть раундов с DSM механизмом и девять раундов с DSM механизмом. Вариации с шестью раундами использовались не столько для получения сложности нахождения дифференциальной характеристики, сколько для того, чтобы убедиться в правильности найденных характеристик с помощью персонального компьютера. Таким образом шестираундовые характеристики были вручную найдены на персональном компьютере, в то время как остальные были разработаны теоретически. Перебор и вычисления осуществлялись с помощью ПЭВМ со следующими характеристиками: процессор AMD Ryzen 5 1600 Six-Core Processor.

Для проведения полного анализа механизма DSM были проведены эксперименты

для различных вариантов использования блоков замены и матриц M_0 и M_1 . были по очереди отключены разнообразия блоков замены и матриц M . В ходе работы были разработаны алгоритмы анализа с учетом различных вариантов упрощений шифра. Кроме того, чтобы иметь возможность оценить влияние DSM-механизма в полной мере, были построены дифференциальные характеристики для различного числа раундов шифрования (от 6 до 12) и для них теоретически просчитаны значения вероятностей. Результаты теоретических расчетов и практических экспериментальных данных сведены в табл. 2. В каждом эксперименте было атаковано 8 бит ключа.

Можно видеть, что при использовании только одной матрицы M_0 в DSM-механизме, сложность анализа 12 раундов будет ниже сложности анализа 9 раундов, где используются обе матрицы M_0 и M_1 . Это связано с тем, что в случае с двумя матрицами M_0 и M_1 , чем больше раундов, тем тяжелее подобрать удобные разности для построения итогового дифференциала. В ходе анализа было показано, что при использовании обеих матриц M_0 и M_1 невозможно получить одинаковые выходы разностей при использовании одинаковых разностей на входах в F -функцию. Одним из приемов, который часто используется в дифференциальном криптоанализе, является пропуск некоторых преобразований, где на вход поступает разность, равная нулю. В данном же случае, при использовании разных матриц M_0 и M_1 , выявленное свойство не позволяет пропускать преобразования и вероятность начинает уменьшаться слишком быстро.

Таблица 1

Таблица со статистикой преобразований в блоках замены

Вероятность	n	S_0	S_1	Вероятность	n	S_0	S_1
0	0	40022	33151	$\approx 1/2^{5,41}$	6	848	0
$1/2^7$	2	19501	32130	$1/2^5$	8	119	0
$1/2^6$	4	5037	255	$\approx 1/2^{4,68}$	10	9	0

Таблица 2

Сложность анализа в зависимости от конфигурации алгоритма

Раунды	S	M	Реализация	Итоговая сложность
6	только S_0	только M_0	практическая	$1/2^{14,04}$
6	S_0 и S_1	M_0 и M_1	практическая	$1/2^{16,36}$
9	S_0 и S_1	M_0 и M_1	теоретическая	$1/2^{125,39}$
12	только S_0	только M_0	теоретическая	$1/2^{94,7}$
12	S_0 и S_1	только M_0	теоретическая	$1/2^{95}$

При использовании в каждой F-функции одинаковых матриц в результате анализа удалось построить характеристику для 12 раундов шифрования. Вероятность появления такой характеристики составила $1/2^{94,7}$. В то же время при использовании разных матриц M_0 и M_1 удалось построить характеристику только для 9 раундов. При этом вероятность появления такой характеристики оказалась слишком маленькой $1/2^{125,39}$, что слишком близко к полному перебору.

Аналогичный эксперимент проводился и для чередования S-блоков замены. Было показано, что для блока S_0 в таблице присутствуют более высокие значения вероятностей, чем для блока S_1 . Также было показано, что для блоков S_0 и S_1 одинаковые значения входных разностей очень часто не могут быть преобразованы к одинаковым значениям разностей на выходе, что сильно затрудняет построение многораундовых характеристик.

Заключение

В результате проделанной работы было показано, что использование DSM-механизма в составе алгоритма шифрования CLEFIA не случайно, а имеет обоснованные причины использования. Наличие DSM-механизма значительно увеличивает сложность анализа шифра. Как следствие,

при рассмотрении варианта шифра с использованием DSM-механизма можно проанализировать гораздо меньше раундов шифрования, чем при рассмотрении шифра без DSM-механизма.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-07-00654 «Разработка и исследование последовательных и параллельных алгоритмов анализа современных симметричных шифров с использованием технологий MPI, NVIDIA CUDA, SageMath».

Список литературы

1. ISO. ISO/IEC 29192-2:2012. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iso.org/standard/56552.html> (date of access: 08.11.2019).
2. Taizo Shirai, Kyoji Shibutani, Toru Akishita, Shiho Moriai, Tetsu Iwata The 128-bit Blockcipher CLEFIA (Extended Abstract) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iacr.org/archive/fse2007/45930182/45930182.pdf> (date of access: 08.11.2019).
3. Biham E., Shamir A. Differential Cryptanalysis of the Full 16-round DES. Advances in Cryptology. Crypto'92, Springer-Verlag, 1998. P. 487–496.
4. Biham E., Shamir A. Differential Cryptanalysis of DES-like Cryptosystems, Extended Abstract. Crypto'90. Springer-Verlag, 1998. 105 p.
5. Ищукова Е.А., Бабенко Л.К., Толочаненко Е.А. Дифференциальный анализ шифра Кузнечик // Известия ЮФУ. Технические науки. Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2017. № 5. С. 25–37.
6. Ищукова Е.А., Калмыков И.А. Дифференциальные свойства S-блоков замены для алгоритма ГОСТ 28147-89 // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4 [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2015/3284 (дата обращения: 08.11.2019).

УДК 004.94

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ****Осипов Г.С.***Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, e-mail: osipov_gs@sakhgu.ru*

Предложена формальная структура и математическое описание функционирования одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания с ограничением на длину очереди. Дан вывод формул для вычисления среднего числа заявок в системе. Разработана формальная структура систем обслуживания с возможностью досрочного ухода из очереди с заданной интенсивностью и ограничением на допустимое время пребывания заявок в очереди. Описана математическая модель функционирования систем, полученная оценка сверху для остатка бесконечного ряда, используемого для расчета вероятности простоя каналов. Проведена практическая апробация теоретического материала в рамках компьютерного и имитационного моделирования систем массового обслуживания. Приведен фрагмент компьютерной модели в среде пакета символьной математики *Wolfram Mathematica* для системы с известной интенсивностью досрочного ухода из очереди. Получена оценка влияния величины интенсивности досрочного ухода из очереди на параметры функционирования систем массового обслуживания. Представлены результаты исследования зависимости вероятности простоя каналов и величины остаточного члена от числа учитываемых членов в его разложении. Проведено исследование систем с ограниченным временем ожидания с уходом по *TimeOut* в среде пакета имитационного моделирования *AnyLogic*. Представлена структура имитационной модели и приведены результаты эксперимента в среде пакета имитационного моделирования.

Ключевые слова: система массового обслуживания, математическое, компьютерное и имитационное моделирование**COMPUTER MODELING OF QUEUING SYSTEMS WITH LIMITATIONS****Osipov G.S.***Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, e-mail: osipov_gs@sakhgu.ru*

A formal structure and a mathematical description of the functioning of single-channel and multi-channel Queueing system with a queue length limited are proposed. The derivation of formulas for calculating the average number of applications in the system is given. The formal structure of Queueing system with the possibility of early exit from the queue with a given intensity and a limit on the allowable time of stay of applications in the queue is developed. The mathematical model of systems functioning is described, the estimation from above for the remainder of the infinite series used for calculation of probability of idle time of channels is received. Practical approbation of theoretical material in the framework of computer and simulation modeling of Queueing systems is carried out. A fragment of a computer model in the environment of the Wolfram Mathematica symbolic mathematics package for a system with a known intensity of early Queueing is presented. The estimate of the effect of the value of the intensity of early withdrawal from the parameters of functioning of systems of mass service. The results of the study of the dependence of the probability of downtime of channels and the value of the residual term on the number of considered terms in its decomposition are presented. A study of systems with a limited waiting time with care by *TimeOut* in the environment of the simulation package *AnyLogic*. The structure of the simulation model is presented and the results of the experiment in the environment of the simulation package are presented.

Keywords: queuing system, mathematical, computer and simulation modeling

Одной из важнейших компонент современного общества, обеспечивающих его жизнедеятельность и безопасность, являются так называемые системы массового обслуживания (СМО). От качества их функционирования зависит эффективность взаимодействия различных составляющих производственных, социально-экономических и технологических процессов, нацеленных на жизнеобеспечение человечества. Системы массового обслуживания нацелены на поддержание высокого уровня обслуживания отдельных индивидов, а в целом решают глобальные проблемы повышения эффективности функционирования сложных неоднородных социумов.

Настоящее исследование посвящено разработке математического обеспечения

и отработке методологии компьютерного моделированию СМО с ограничениями по длине и продолжительности пребывания заявок в очереди на базе современных платформ символьной математики и имитационного моделирования.

Материалы и методы исследования*1. СМО с ограничением на длину очереди.**1.1. Одноканальные системы.*

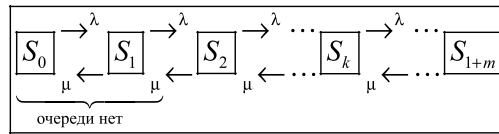
Рассмотрим одноканальную СМО, характеризуемую следующими параметрами:

λ – интенсивность входящего потока заявок;

μ – интенсивность обслуживания заявок в канале;

m – предельно допустимая длина очереди.

Диаграмма состояний одноканальной СМО с ограниченной длиной очереди может быть представлена следующим образом [1, 2]:



Состояния системы пронумерованы по числу заявок, находящихся в ней: S_0 – канал свободен, заявок нет; S_{1+k} ($k = \overline{0, m}$) – канал занят, k заявок стоят в очереди.

Поток заявок переводит систему из состояния S_i ($i = \overline{0, m}$) в состояние S_{i+1} с интенсивностью λ , а обратно – поток обслуживания с интенсивностью μ .

Если новая заявка поступает в момент, когда все m мест в очереди заняты, она покидает СМО необслуженной, т.е. получает отказ.

Очевидно, предельные вероятности состояний определяются следующим образом [2, 3]:

$$p_k = \rho^k p_0 \quad (k = \overline{1, 1+m}),$$

где $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ – коэффициент загрузки канала.

Из условия $p_0 = \left(\sum_{k=0}^{m+1} \rho^k \right)^{-1}$ получим вероятность простоя канала $p_0 = \frac{1-\rho}{1-\rho^{m+2}}$.

Относительная пропускная способность (вероятность того, что заявка будет обслужена) и абсолютная пропускная способность (число заявок, обслуживаемых в единицу времени) определяются по следующим формулам: $Q = P_{\text{обс}} = 1 - P_{\text{отк}}$; $A = \lambda Q$.

Выведем формулу для вычисления среднего числа заявок в системе (длины очереди). Очевидно, суммирование будет осуществляться с состояния S_2 , когда в очереди одна заявка, до состояния S_{1+m} , в котором m заявок стоят в очереди.

$$L_{1+} = \sum_{k=2}^{m+1} (k-1) p_k = \sum_{k=2}^{m+1} (k-1) \rho^k p_0 = \rho^2 p_0 \sum_{k=2}^{m+1} (k-1) \rho^{k-2} = \rho^2 p_0 \sum_{k=2}^{m+1} \frac{d}{d\rho} \rho^{k-1}.$$

Выполнив элементарные преобразования, получим

$$\rho^2 p_0 \frac{d}{d\rho} \sum_{k=2}^{m+1} \rho^{k-1} = \rho^2 p_0 \frac{d}{d\rho} \frac{\rho(1-\rho^m)}{1-\rho} = \rho^2 \frac{1-\rho^m(m+1-m\rho)}{(1-\rho)^2} p_0.$$

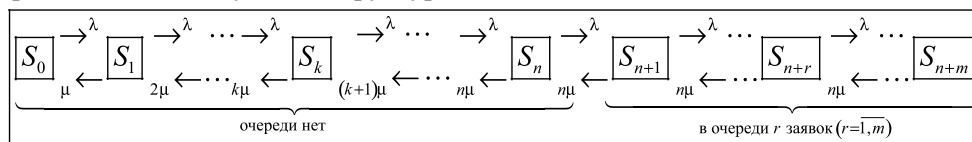
Таким образом, длина очереди определится следующим образом:

$$L_{1+} = \frac{\rho^2 [1-\rho^m(m+1-m\rho)]}{(1-\rho^{m+2})(1-\rho)}.$$

1.2. Многоканальные системы.

Исследуем n -канальную СМО с ожиданием, на которую поступает поток заявок с интенсивностью λ ; интенсивность обслуживания равна μ (для одного канала); максимально допустимое число мест в очереди равно m .

Возможные состояния многоканальной СМО с ограничением на длину очереди могут быть представлены следующей структурой [2, 3]:



Справа налево систему переводит поток, интенсивность которого равна интенсивности обслуживания, умноженной на число занятых каналов.

Выражения для предельных вероятностей состояний системы таковы:

$$p_k = \frac{\rho^k}{k!} p_0 \quad (k = \overline{1, n}); \quad p_{n+r} = \frac{\rho^{n+r}}{n^r \cdot n!} p_0 \quad (r = \overline{1, m}).$$

В данном случае вероятность простоя каналов обслуживания при отсутствии заявок определится следующим образом:

$$p_0 = \left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \sum_{r=1}^m \frac{\rho^{n+r}}{n^r n!} \right)^{-1} = \left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\frac{\rho^{n+1}}{n} \left(1 - \left(\frac{\rho}{n} \right)^m \right)}{n! \left(1 - \frac{\rho}{n} \right)} \right)^{-1}.$$

Соответственно, определяются выражения для вероятности отказа в обслуживании (заняты все n каналов и длина очереди m) $P_{\text{отк}} = p_{n+m} = \frac{\rho^{n+m}}{n^m n!} p_0$, относительной пропускной способности системы $Q = P_{\text{обс}} = 1 - P_{\text{отк}}$, абсолютной пропускной способности $A = \lambda Q$, среднее число занятых обслуживанием каналов $n_3 = \frac{A}{\mu}$.

Получим формулу для вычисления среднего числа заявок в системе (длины очереди). Суммирование будет осуществляться с состояния S_{n+1} , когда в очереди одна заявка до состояния S_{n+m} в котором m заявок стоят в очереди.

$$L_{\text{оч}} = \sum_{r=1}^m r p_{n+r} = p_0 \sum_{r=1}^m r \frac{\rho^{n+r}}{n^r n!} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \sum_{r=1}^m r \cdot \varphi^{r-1},$$

где $\varphi = \frac{\rho}{n}$ – интенсивность нагрузки канала.

Преобразуем полученное выражение:

$$\frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \sum_{r=1}^m r \cdot \varphi^{r-1} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \sum_{r=1}^m \frac{d}{d\varphi} \varphi^r = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{d}{d\varphi} \sum_{r=1}^m \varphi^r.$$

Далее, выполнив дифференцирование суммы убывающей прогрессии со знаменателем φ , получим

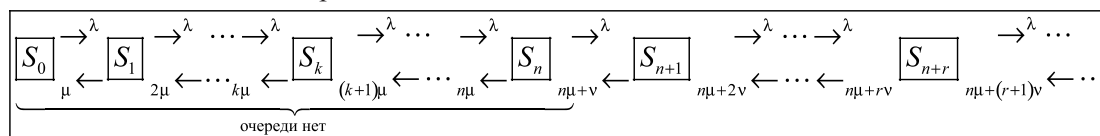
$$\frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{d}{d\varphi} \sum_{r=1}^m \varphi^r = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{d}{d\varphi} \frac{\varphi(1-\varphi^m)}{1-\varphi} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{1-\varphi^m(m+1-m\varphi)}{(1-\varphi)^2}.$$

Окончательно длина очереди найдется по следующей формуле:

$$L_{\text{оч}} = \frac{\rho^{n+1} \left[1 - \left(m+1 - m \frac{\rho}{n} \right) \left(\frac{\rho}{n} \right)^m \right]}{n \cdot n! \left(1 - \frac{\rho}{n} \right)^2} p_0.$$

2. СМО с ограниченной продолжительностью пребывания заявок в очереди.

Для формализации описания функционирования систем с ограниченным временем ожидания их также удобно представлять в виде структуры состояний [4], которая по сути является схемой гибели и размножения



Здесь введены следующие обозначения: $k = \overline{1, n}$ – число занятых каналов; r – число заявок, находящихся в очереди; v – интенсивность уходящего из очереди (не дождавшись обслуживания) потока заявок.

Для систем с ограниченным временем ожидания предельные вероятности состояний определяются по следующим формулам (здесь $\beta = \frac{\nu}{\mu}$):

$$p_0 = \left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)} \right)^{-1}; p_k = \frac{\rho^k}{k!} p_0 \quad (k = \overline{1, n}); p_{n+r} = \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)} p_0.$$

Исследуем формулу вероятности того, что система находится в состоянии S_0 (все каналы свободны). Представим бесконечную сумму $\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)}$ в виде двух слагаемых, в первом учитывается конечное число $q - 1$ ее элементов, а второе (бесконечная сумма) – остаток.

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)} = \sum_{r=1}^{q-1} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)} + \underbrace{\sum_{r=q}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)}}_{R(q)}.$$

Можно получить оценку остатка сверху:

$$R(q) = \sum_{r=q}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)} < \sum_{r=q}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r \beta i} = \sum_{r=q}^{\infty} \frac{(\rho/\beta)^r}{r!} = \frac{(\rho/\beta)^q}{q!} \left(1 + \sum_{l=1}^{\infty} \frac{(\rho/\beta)^l}{\prod_{k=1}^l (q + k)} \right) < \frac{(\rho/\beta)^q}{q!} e^{\rho/\beta}.$$

Результаты исследования и их обсуждение

Проведем практическую апробацию моделирования, например, СМО с ограниченным временем ожидания на унифицированном примере: система состоит из $n = 3$ каналов, интенсивность входящего потока составляет $\lambda = 4$ заявки, интенсивность обслуживания на каждом из каналов $\mu = 2$ заявки. На основании статистических данных известна интенсивность досрочного ухода заявок из очереди ν .

Компьютерное моделирование осуществлялось в пакете символьной математики *Wolfram Mathematica*. Фрагмент реализации компьютерной модели при $\nu = 0,1$ приведен в табл. 1.

Таблица 1

Фрагмент компьютерной модели

Вероятность простоя	Число занятых каналов	Длина очереди
$p_0 = \left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n + \beta i)} \right)^{-1}$ 0.115037	$n_3 = \sum_{k=1}^{n-1} k P_k + n \left(1 - \sum_{k=0}^{n-1} P_k \right)$ 1.96467	$L_{оч} = \frac{\rho - n_3}{\beta}$ 0.706597

Использование пакета *Wolfram Mathematica* позволяет перенести в эту систему зависимости математической модели практически в исходном формальном представлении.

Оценку влияния величины интенсивности досрочного ухода из очереди на параметры функционирования СМО можно оценить на основании данных, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Параметры функционирования СМО

Показатель		p_0	$L_{оч}$	$t_{оч}$	$t_{СМО}$
Режим					
Без досрочного ухода из очереди		0,111	0,889	0,222	0,722
Интенсивность ухода	$\nu = 0,1$	0,115	0,707	0,177	0,677
	$\nu = 0,2$	0,118	0,605	0,151	0,651
	$\nu = 0,3$	0,120	0,536	0,134	0,634

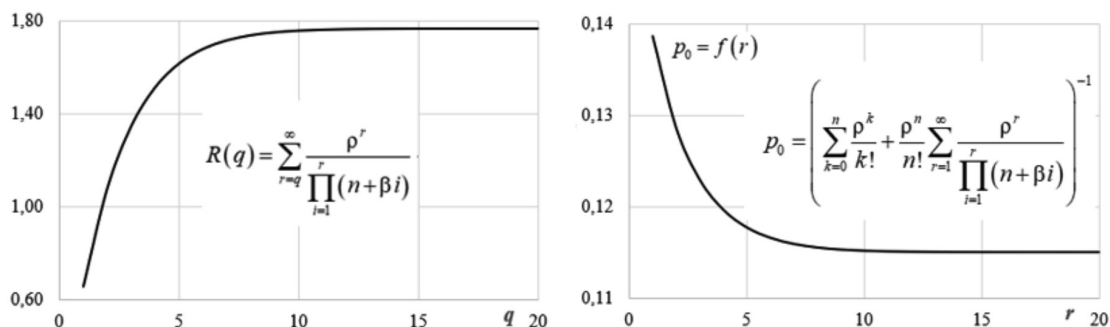


Рис. 1. Зависимость параметров от количества членов разложения



Рис. 2. Принципиальная схема модели

В таблице $t_{оч}$ и $t_{СМО}$ определяют среднюю продолжительность пребывания заявок в очереди и в целом в системе обслуживания, соответственно.

Очевидно увеличение интенсивности досрочного ухода из очереди приводит к возрастанию вероятности простоя каналов обслуживания, уменьшению продолжительности пребывания заявок в системе и одновременно к снижению ее пропускной способности.

Результаты исследования зависимости вероятности простоя каналов и величины остатка $R(q)$ от числа учитываемых членов в его разложении (при $\nu = 0,1$) приведены на рис. 1.

Очевидно, наблюдается быстрая сходимость параметров к своим предельным значениям.

Исследование систем с ограниченным временем ожидания с уходом по *TimeOut* осуществлялось в среде пакета имитационного моделирования *AnyLogic*. На рис. 2 представлена принципиальная схема модели в среде пакета имитационного моделирования.

На текущий период моделирования в систему поступило 37 заявок, из них 30 покинули СМО после обслуживания, 3 ожидают в очереди, 2 находятся на обслуживании в каналах и 2 покинули систему из-за превышения допустимого времени ожидания в очереди.

На рис. 3 приведены гистограммы распределения времени пребывания заявки в СМО без ограничений и при досрочном уходе из очереди в случае превышения этого времени на 1 (для ранее заданных интенсивностей входящего потока заявок и их обслуживания).

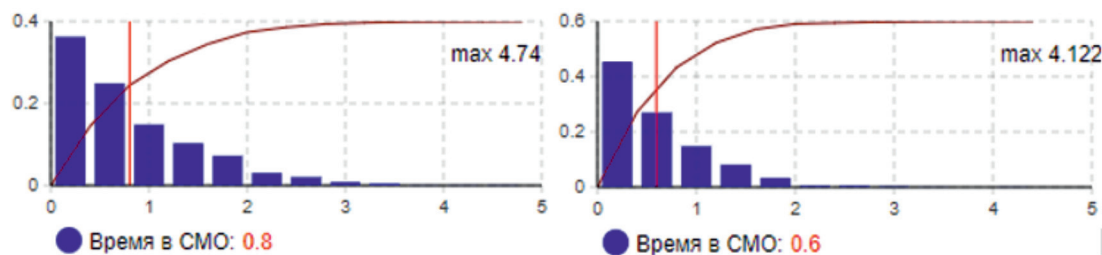


Рис. 3. Характеристики продолжительности пребывания заявок в СМО

Очевидно, ограничение предельно допустимого времени пребывания приводит к сокращению общего времени пребывания заявок в СМО и, одновременно, к уменьшению пропускной способности системы.

Выводы

Выполнен синтез математического описания функционирования систем массового обслуживания с ограничениями в виде:

- предельно допустимой для заявок длины очереди;
- заданной интенсивности досрочного ухода заявок из очереди без обслуживания;
- предельной продолжительности пребывания «нетерпеливых» заявок в очереди.

Представленные в работе математические модели, формальные зависимости и оценки апробированы и подтверждены в результате компьютерного и имитационного экспериментов, выполненных на базе системы символьной математики *Wolfram Mathematica* и аналитической платформы *AnyLogic*.

Анализу систем массового обслуживания с другими дисциплинами очереди по-

священы современные исследования, например, в публикациях [5, 6].

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1980. 208 с.
2. Осипов Г.С. Математическое и имитационное моделирование систем массового обслуживания. М.: ИД Академии Естествознания, 2017. 56 с. Режим доступа: <https://monographies.ru/ru/book/view?id=674> (дата обращения: 09.12.2019). DOI: 10.17513/np.234.
3. Рауш Н.Л., Кучер Л.В. Компьютерное моделирование многоканальных систем массового обслуживания с ограниченной длиной очереди // III Ломоносовские чтения. Актуальные вопросы фундаментальных и прикладных исследований: сборник статей Международной научно-практической конференции. 2019. С. 97–102.
4. Осипов Г.С., Осипова Е.В. Исследование систем массового обслуживания с «нетерпеливыми» заявками // Материалы конференций ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ». Октябрь 2016: сборник избранных статей. Ответственный за выпуск Л.А. Павлов. 2016. С. 41–44.
5. Кучер Л.В. Моделирование систем массового обслуживания с неограниченной длиной очереди // Фундаментальная и прикладная наука: Состояние и тенденции развития: сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 224–228.
6. Козлов Е.Н. Математическое, компьютерное и имитационное моделирование стратегических систем массового обслуживания с отказами // Материалы конференций ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ». Ноябрь 2019: сборник избранных статей. Ответственный за выпуск Л.А. Павлов. 2019. С. 225–228.

УДК 621.9.015

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УГЛОВ УСТАНОВКИ КОНИЧЕСКОГО РОЛИКА НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Отений Я.Н., Лаврентьев А.М.*Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного
технического университета, Камышин, e-mail: lamvstu@gmail.com*

Работа относится к технологии обработки наружных цилиндрических поверхностей поверхностным пластическим деформированием. Исследована величина проскальзывания конического ролика при обкатывании цилиндрических образцов, изготовленных из стали 35 и 45. Приведена схема для определения величины проскальзывания при обработке детали поверхностным пластическим деформированием, а также участок диаграммной ленты с записью сигнала, по которой производился подсчет импульсов поступающих со щупов, соприкасающихся с поверхностями ролика и детали, отнесенных к определенной длине записи. Определена величина глубины внедрения деформирующего ролика в заготовку и ее влияние на шероховатость обработанной поверхности. Результаты экспериментальных исследований представлены в виде графиков зависимостей изменения проскальзывания от углов самозатягивания и внедрения, шероховатости от глубины внедрения, углов внедрения и самозатягивания. Показано, что сила деформирования практически не изменяется при углах самозатягивания, находящихся в пределах от 0 до 3 градусов, поэтому уменьшение шероховатости поверхности обработанных образцов можно объяснить наличием проскальзывания соприкасающихся поверхностей обкатываемой детали и деформирующего ролика. Также установлено, что если установить конический ролик меньшим основанием в направлении подачи, то шероховатость несколько снижается по сравнению с установкой того же деформирующего элемента этим же основанием в направлении противоположном направлению подачи.

Ключевые слова: поверхностное пластическое деформирование, проскальзывание, самоподача

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE IMPACT OF ANGLES OF THE TANO ROLLER TANING ON THE ROUGHNESS OF THE BRAIDED SURFACE

Oteniy Ya.N., Lavrentev A.M.*The Kamyshev Technological Institute (branch) of the Volgograd State Technical University,
Kamyshev, e-mail: lamvstu@gmail.com*

Work belongs to technology of processing of external cylindrical surfaces superficial plastic deformation. The size of slipping of a conic roller when rolling the cylindrical samples made of steel 35 and 45 is investigated. The scheme for determination of size of slipping when processing a detail by superficial plastic deformation, and also the site of a chart tape with record of a signal on which calculation of the impulses arriving from the probes adjoining to surfaces of a roller and the detail carried to a certain length of record was made is provided. The size of depth of introduction of the deforming roller in preparation, and its influence on roughness of the processed surface is determined. Results of pilot studies are presented in the form of schedules of dependences of change of slipping on the angles of self-tightening and introduction, roughness from depth of introduction, the angles of introduction and self-tightening. It is shown that deformation force practically does not change at the angles of self-tightening which are ranging from 0 up to 3 degrees therefore it is possible to explain reduction of roughness of a surface of the processed samples existence of slipping of the adjoining surfaces to the rolled details and the deforming roller. It is also established that if to establish a conic roller by the smaller basis in the direction of giving, then the roughness decreases in comparison with installation of the same deforming element the same basis in the direction opposite to the direction of giving a little.

Keywords: superficial plastic deformation, slippage, self-feeding

При обработке наружных цилиндрических поверхностей все более широкое применение находит один из наиболее высокопроизводительных и экономичных видов обработки – поверхностное пластическое деформирование (ППД). В результате ППД повышается твердость поверхностного слоя, формируются благоприятные остаточные напряжения, уменьшается шероховатость [1–3], в некоторых случаях повышается точность размеров деталей [4–6].

Процесс обработки поверхностным пластическим деформированием происходит за счет принудительного качения де-

формирующего элемента, в виде тела вращения по обрабатываемой поверхности под воздействием приложенной к нему силы деформирования [1].

В зависимости от необходимых результатов по качеству поверхностного слоя и производительности обработки ППД деформирующий элемент может иметь различные формы и размеры [5, 6].

Зависимость изменения шероховатости от угла внедрения и наличие на графике минимума при достижении определенного значения угла внедрения ранее были известны. Ю.Г. Шнейдер [1] и Е.Г. Коновалов [2] объ-

ясняют такую зависимость изменения шероховатости от угла внедрения изменением площади контакта. С увеличением угла внедрения площадь контактной зоны уменьшается, что вызывает увеличение контактных напряжений и уменьшение шероховатости. При достижении некоторой определенной величины контакта сказывается явление перенаклепа и шероховатость увеличивается [7, 8]. Это объяснение является качественным и не основывается на каких-либо расчетных данных и теоретических предположениях, в связи с чем не является единственно возможным и полным.

Экспериментальные исследования проводились с целью привлечения явления проскальзывания для объяснения влияния углов установки деформирующих элементов на шероховатость обработанных поверхностей, что может дополнить объяснение и выявить новые особенности процесса ППД.

Материалы и методы исследования

При планировании и подготовке экспериментальных исследований выбиралось необходимое число измерений при заданной погрешности, с использованием определенного метода измерения и конкретного приспособления [9, 10].

Для проведения экспериментальных исследований геометрических параметров контактной зоны были изготовлены образцы (рис. 1) из сталей 45 и 35. Изготовление образцов осуществлялось на токарно-винторезном станке 1К62. Для увеличения достоверности исследований предварительная и окончательная обработка образцов производилась на станке без переустановки, что позволило исключить биение образца. Измерение шероховатости осуществлялось на профилометре TR200.

Обработка производилась регулируемым обкатником, позволяющим обеспечить установку углов внедрения и самозатягивания с повышенной точностью, а также использовать деформирующий элемент произвольной конфигурации при заданном его положении относительно оси детали, устанавливаемый между опорными катками.

Исследовалось влияние на шероховатость величины внедрения, заднего угла, угла самозатягивания, а также размеров и конфигурации деформирующего элемента.

Глубина внедрения деформирующего элемента в обрабатываемую поверхность является одной из основных характеристик, которая входит в расчетные формулы для определения силы деформирования, геометрических параметров пятна контакта, контактных напряжений и др. Сегодня для определения глу-

бины внедрения деформирующего элемента в поверхность детали не существует точных расчетных зависимостей, которые позволяли бы определить этот параметр через усилие деформирования, параметры пятна контакта и др. Поэтому глубина внедрения определялась следующим образом: в процессе внедрения деформирующего элемента в обрабатываемую поверхность между ними помещался лист копировальной бумаги, имеющий толщину 0,005 мм, с результате, после снятия нагрузки, на ней и поверхностью детали получались два отпечатка различных размеров. Разница в размерах этих отпечатков и определяла величину упругого восстановления обкатываемой поверхности.

Величина проскальзывания деформирующего элемента относительно поверхности обкатываемого образца определялась следующим образом (рис. 1, а): в держатель, установленный на задней бабке токарно-винторезного станка 1К62, закреплялся изолированный токосъемник 1, токосъемник 2 устанавливался в головке обкатника и соприкасался с поверхностью деформирующего элемента 5, свободной от контакта с обкатываемой деталью. Если необходимо привести в соприкосновения всю поверхность деформирующего элемента с поверхностью детали, например при установке образующей конического деформирующего ролика параллельно оси обкатываемой детали, то ролик выполняется ступенчатым, токосъемник 2 соприкасается с меньшей ступенью ролика. На поверхностях деформирующего элемента и обкатываемой заготовки, которые соприкасаются с токосъемниками 1 и 2, наносят тонкий слой изоляционного материала. При вращении обрабатываемой детали изоляционный слой выполняет роль прерывателя. На токосъемники подается напряжение, представляющее собой сигнал с частотой, равной числу оборотов деформирующего элемента и обкатываемой детали. Этот сигнал передается на самопишущий регистрирующий прибор, в котором предусмотрена запись показаний на диаграммную ленту. Затем выполнялся подсчет импульсов, поступающих с токосъемников деформирующего элемента и обкатываемой детали, отнесенных к определенному времени обработки.

Подаваемое на щупы постоянное напряжение передается в виде ступенчатого сигнала с частотой вращения ролика и детали на быстродействующий самопишущий прибор и записывается на диаграммной ленте (рис. 1, б), после чего производят подсчет импульсов поступающих со щупов ролика и детали, отнесенных к определенной длине записи.

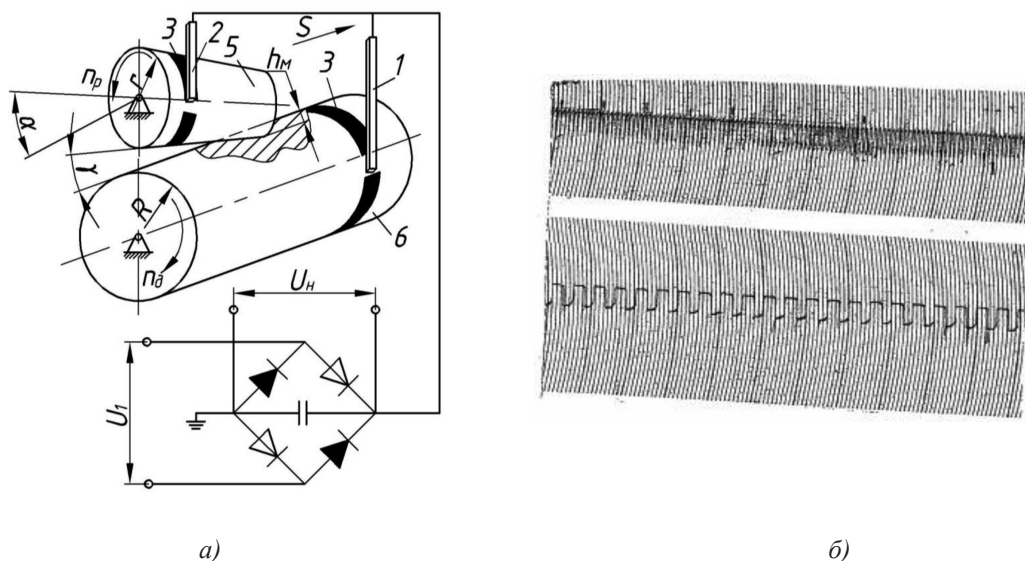


Рис. 1. Схема экспериментального определения величины проскальзывания: а) схема определения проскальзывания (1, 2 – токосъемники, 3, 4 – слой изоляционного покрытия, 5 – деформирующий элемент, 6 – обкатываемая деталь); б) запись сигнала на диаграммной ленте

Для подсчета количества импульсов на участке диаграммной ленты (рис. 1, б) выбирался промежуток записи с одинаковым числом оборотов детали и, на этом же промежутке, подсчитывались числа оборотов деформирующего элемента. Затем расчетом определяли теоретические числа оборотов обкатываемой детали и деформирующего элемента. Далее подсчитывали разность между теоретическими и экспериментальными значениями.

Исследования проводились для обработки наружной поверхности цилиндрической детали диаметром 80 мм, деформирующим элементом в виде конического ролика диаметром 18 мм при различных глубинах внедрения и углах внедрения и самозатягивания.

Результаты исследования и их обсуждение

По полученным экспериментальным данным были построены графики зависимости разности отношения чисел оборотов деформирующего элемента, полученные экспериментальным и расчетным путями.

Как видно из рис. 2, а, с увеличением угла самозатягивания проскальзывание увеличивается, с увеличением же угла внедрения проскальзывание уменьшается (рис. 2, б). Это объясняется тем, что при установке деформирующего элемента на угол самозатягивания возникает окружное проскальзывание, которое направлено противоположно вращению обкатываемой

детали. Уменьшение величины проскальзывания при увеличении угла внедрения объясняется уменьшением площади контакта деформирующего элемента и обкатываемой поверхности, в результате чего уменьшается и суммарное значение проскальзывания. Также проскальзывание увеличивается при увеличении глубины внедрения деформирующего ролика в обкатываемую поверхность (рис. 2, в). Это свидетельствует о том, что материал вытесняется из зоны контакта к менее его нагруженным участкам в направлении подачи деформирующего элемента.

Затем на измерителе шероховатости TR220 производились замеры шероховатости обкатанных поверхностей. В результате было установлено, что углы самозатягивания и внедрения деформирующего элемента относительно оси детали оказывают существенное влияние на шероховатость обработанной поверхности. На рис. 3 представлены графики зависимости изменения шероховатости обкатанной поверхности от изменения углов внедрения (рис. 3, а) и установки деформирующего элемента (рис. 3, б). Из графиков видно, при увеличении угла внедрения шероховатость обработанной поверхности сначала уменьшается и, достигнув минимального значения при угле 0,66 град., увеличивается.

Уменьшение шероховатости при увеличении угла самозатягивания (рис. 3, б) тоже можно объяснить наличием проскальзывания, так как изменение площади

пятна контакта, в диапазоне изменяемых углов самозатягивания, невелико. Если рассмотреть график изменения скорости проскальзывания (рис. 3, б) и сравнить его с графиком изменения шероховатости от угла самозатягивания (рис. 3, а), можно увидеть их обратно пропорциональную зависимость. Однако в работе [1] отмечается, что скорость обкатывания практиче-

ски не влияет на шероховатость обработанной поверхности. Это значит, что для определения влияния проскальзывания, между поверхностями деформирующего элемента и поверхностью обрабатываемой детали, на полученную шероховатость необходимо выявить расхождения в процессах выглаживания и проскальзывания при обкатывании.

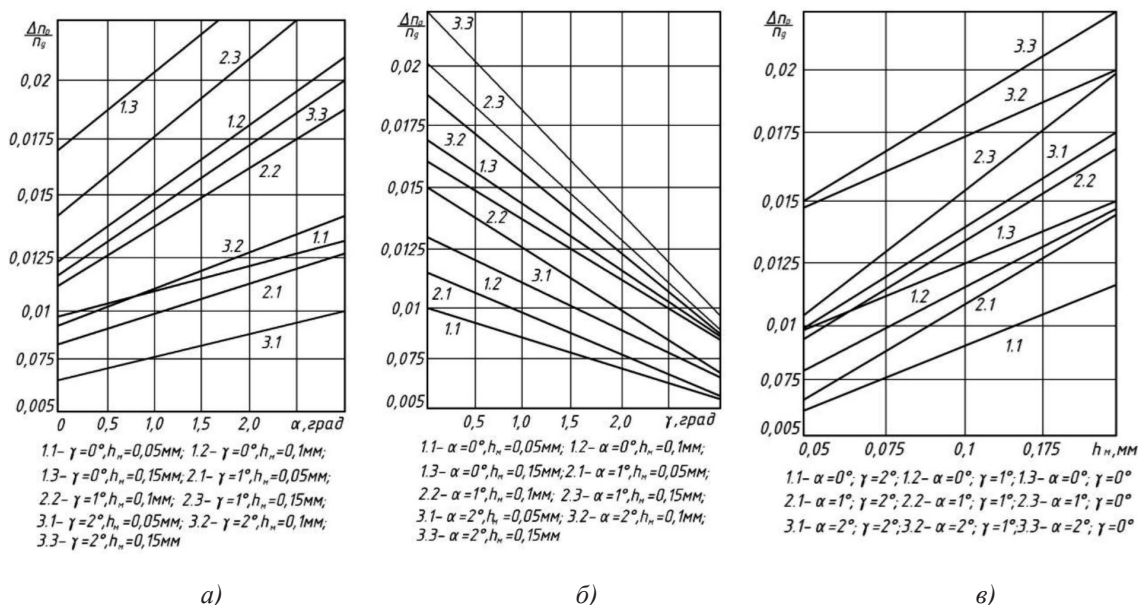


Рис. 2. Зависимость изменения величины проскальзывания – $\Delta p/p$ от угла самозатягивания – α (а), угла внедрения – γ (б), глубины внедрения – h_m (в)

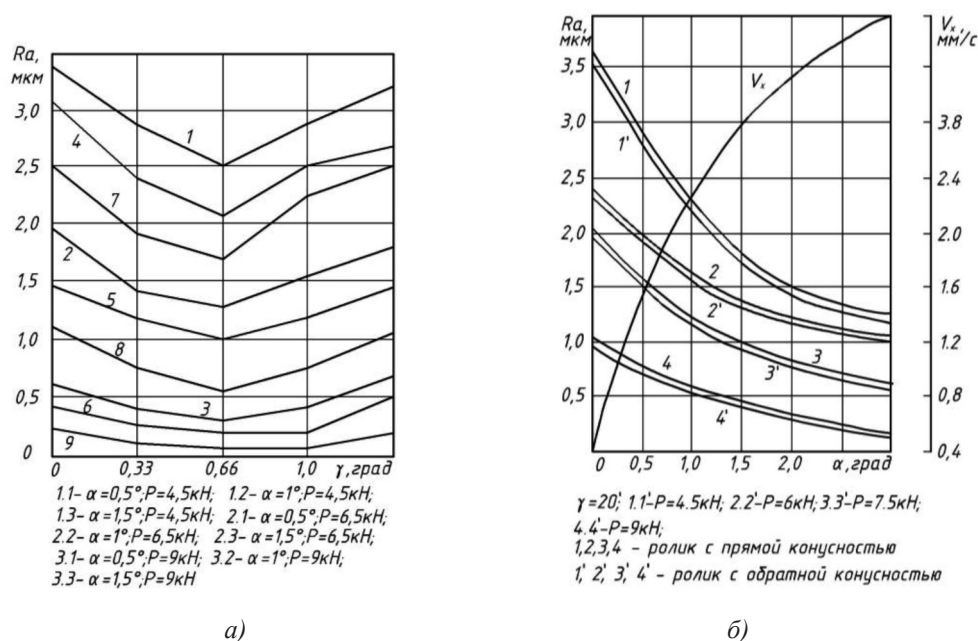


Рис. 3. Зависимость изменения шероховатости обработанной поверхности от глубины внедрения (а), угла самозатягивания (б)

Разница процесса проскальзывания деформирующего элемента при обкатывании от процесса выглаживания, кроме разных значений скоростей скольжения, является направлением проскальзывания. При обкатывании проскальзывание между поверхностями деформирующего элемента и поверхностью обрабатываемой детали направлено в сторону подачи и перпендикулярно направлению качения деформирующего элемента, а при выглаживании скольжение поверхности индентора направлено по окружности обрабатываемой детали.

Еще одной спецификой процесса проскальзывания является изменение его величины в пределах контактной зоны по определенной зависимости. Исходя из этого отличия, возникающие при формировании поверхностного слоя обработанной детали, определяются характером скольжения деформирующего элемента относительно обкатываемой поверхности. Для определения влияния проскальзывания на шероховатость обработанной поверхности деформирующих элементов различных конфигураций были проведены экспериментальные исследования, при которых деформирующий элемент, в виде конического ролика, устанавливался большим и меньшим основаниями в направлении подачи при одинаковых углах самозатягивания и внедрения. Из полученных графиков (рис. 3, б) видно, что при установке конического ролика меньшим основанием в направлении подачи шероховатость поверхности ниже, чем при установке того же ролика большим основанием в направлении подачи. Данное явление можно объяснить тем, что при установке конического ролика меньшим основанием в направлении подачи его радиус увеличивается в направлении той части контакта, в которой происходит выглаживание, а это в свою очередь приводит к увеличению проскальзывания.

Выводы

В результате проведения экспериментов были получены зависимости изменения величины шероховатости обработанной поверхности от углов самозатягивания и внедрения, а также расположения ролика относительно детали. Установлено, что при увеличении угла самозатягивания шерохо-

ватость поверхности обработанных образцов снижается. При этом площадь контакта и напряжения, при изменении угла самозатягивания в пределах от 0 до 3 градусов, изменяется в незначительных пределах. Из вышесказанного можно сделать вывод, что уменьшение шероховатости можно объяснить возникновением процесса проскальзывания деформирующего элемента относительно обкатываемой поверхности детали.

Изучение явления проскальзывания между поверхностями деформирующего элемента и обрабатываемой детали для объяснения влияния углов внедрения и самозатягивания на шероховатость может дополнить объяснение и выявить новые особенности процесса обработки ППД.

Список литературы

1. Шнейдер Ю.Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением. Л: Машиностроение, 1971. 248 с.
2. Коновалов Е.Г., Чистосердов П.С., Фломенблит А.И. Ротационная обработка поверхностей с автоматической подачей. Минск: «Высшая школа», 1976. С. 192.
3. Безязычный В.Ф., Крылов В.Н., Чарковский Ю.К., Шилков Е.В. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении: учебное пособие. 4-е изд., стер. СПб.: Издательство «Лань», 2017. 432 с.
4. Отений Я.Н., Никифоров Н.И., Лаврентьев А.М., Алабин В.А. Обеспечение точности формы при обработке ротационным обкатыванием длинных толстостенных труб // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. № 7. С. 12–16.
5. Лаврентьев А.М. Разработка математической модели определения параметров контактной зоны при ротационном обкатывании роликом с вогнутой образующей // Фундаментальные исследования. 2016. № 12–4. С. 742–747.
6. Отений Я.Н., Лаврентьев А.М. Разработка математической модели определения параметров контактной зоны ролика и обрабатываемой заготовки при ротационном обкатывании роликами с прямолинейной и выпуклой образующими // Фундаментальные исследования. 2016. № 12–4. С. 766–770.
7. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. М.: Издательство Юрайт, 2018. 495 с.
8. Третьяк Л.Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных. М.: Издательство Юрайт, 2018. 237 с.
9. Никифоров Н.И. Определение влияния силы вдавливания конического ролика на деформацию цилиндрических образцов детали // Справочник. Инженерный журнал. 2011. № 9. С. 18–21.
10. Никифоров Н.И. Определение силы деформирования при ППД соответствующей началу шелушения в результате перенаклепа поверхности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–4. С. 599–601.

УДК 626.843.92

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ СООРУЖЕНИЙ РИСОВЫХ СИСТЕМ НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ

¹Солодунов А.А., ¹Бандурин М.А., ²Волосухин В.А.¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
Краснодар, e-mail: 2602555@mail.ru;²ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им. М.И. Платова», Новочеркасск, e-mail: ngma_str_meh@mail.ru

В данной статье представлены полученные результаты выполнения математического моделирования влияния дефектов сооружений рисовых систем за длительный период работы на их эксплуатационную надежность. В этом году исполняется девяносто лет первой рисовой системе – она была построена в 1929 г. на Кубани. В Краснодарском крае используются старые рисовые системы, поэтому необходимо научно обосновать затраты на их текущий и капитальный ремонт, поэтому был выполнен численный эксперимент различных дефектов сооружений рисовых систем. На основании полевых исследований выполнялось математическое моделирование для самых распространенных в ходе проведенного георадиолокационного зондирования обнаруженных дефектов, в виде поперечной трещины, пересекающей водоотводящее сооружение, а также разрушение бортов колодца. Были использованы геометрические параметры выявленных дефектов, а также их расположение на сооружении. Все расчеты были выполнены на вычислительном комплексе SCAD Office. В ходе выполненного математического моделирования получено, что водоотводящий трубопровод с колодцем имеет запас эксплуатационной надежности, который снижается за годы использования сооружения. Получены формулы для расчёта напряжений водоотводящего трубопровода с колодцем. Представленные предложения способствуют уточнению критериев эксплуатационной надежности сооружений рисовых систем. Предложенные формулы позволяют по данным проведенного технического анализа эксплуатационной надежности дать характеристику эксплуатационной надежности сооружений рисовых систем.

Ключевые слова: математическое моделирование, численные методы, эпюры, эмпирические зависимости, сооружения рисовых систем

MATHEMATICAL MODELING OF INFLUENCE OF DEFECTS OF STRUCTURES OF RICE SYSTEMS ON THEIR OPERATIONAL RELIABILITY

¹Solodunov A.A., ¹Bandurin M.A., ²Volosukhin V.A.¹Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, e-mail: 2602555@mail.ru;²Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, e-mail: ngma_str_meh@mail.ru

This article presents the results of mathematical modeling of the effects of defects in the construction of rice systems over a long period of work on their operational reliability. This year marks the ninety years since the first rice system was built – in 1929 in the Kuban. In the Krasnodar Territory, old rice systems are used, therefore, it is necessary to scientifically substantiate the costs of maintenance and overhaul, and a numerical experiment was carried out on various defects in the construction of rice systems. Based on field studies, mathematical modeling was performed for the most common detected defects during the GPR sounding, in the form of a transverse crack crossing the drainage structure, as well as the destruction of the sides of the well. The geometric parameters of the identified defects were used, as well as their location on the structure. All calculations were performed on the SCAD Office computer complex. In the course of mathematical modeling, it was found that the drainage pipeline with a well has a margin of operational reliability, which has been declining over the years of use of the structure. Formulas for calculating the stresses of a drainage pipeline with a well are obtained. The presented proposals contribute to the refinement of the criteria for the operational reliability of rice systems. The proposed formulas allow, according to the technical analysis of operational reliability, to characterize the operational reliability of structures of rice systems.

Keywords: mathematical modeling, numerical methods, diagrams, empirical dependencies, constructions of rice systems

В этом году исполняется девяносто лет первой рисовой системе – она была построена в 1929 г. на Кубани [1]. В настоящее время в Краснодарском крае происходит стремительное возрождение рисовой отрасли, так, например, в 2015 г. площади, отведенные под возделывание риса, составляли более 170 тыс. га. В планах на 2020 г. – засеять 180,8 тыс. га, это почти на 10 тыс. больше, чем в прошлом году, один только Краснодарский край вы-

ращивает более 78 % рисовой крупы в России. В конце XIX в. в пойме реки Кубань было выполнено осушение плавней, именно здесь и решили начать первое возделывание риса [2].

В настоящее время, однако, состояние водного бассейна реки Кубань характеризуется высоким уровнем хозяйственного и комплексного освоения. Величина безвозвратного изъятия водных ресурсов в Нижней Кубани превышает предельно

допустимый лимит изъятия в 3,5 раза [3]. При этом на современном этапе безвозвратного изъятия не обеспечивается возмещение водных ресурсов, особенно в период маловодья. Также имеет место несоблюдение санитарно-экологических попусков на достаточном уровне. Таким образом, река Кубань практически не имеет свободных водных ресурсов в нижнем течении после Краснодарского водохранилища, для дальнейшего развития.

Все эти нерешенные проблемы указывают, что необходимо обосновать методы улучшения эксплуатационной надежности сооружений рисовых систем для дальнейшего их использования в водохозяйственном комплексе Юга России [4]. В Краснодарском крае и Республике Адыгея используются старые рисовые системы, поэтому необходимо научно обосновать затраты на их текущий и капитальный ремонт, поэтому возникла необходимость выполнения численного математического моделирования влияния различных, наиболее распространенных дефектов сооружений рисовых систем на их дальнейшую эксплуатационную надежность [5]. Для этого необходимо выполнить техническое обоснование плана проведения различных полевых исследований длительно эксплуатируемых сооружений рисовых систем неразрушающими приборами контроля на примере Нижней Кубани.

Реализация эксплуатационной надежности сооружений рисовых систем заключается в выполнении инженерно-технических и мелиоративных мероприятий [6] для устойчивого и эффективного водосбережения, рационального использования и развития водохозяйственного комплекса в целом [7].

Цель исследования заключается в выполнении математического моделирования влияния дефектов сооружений рисовых систем, выявленных на основании проведенного георадиолокационного зондирования, а также получения критериев характеристики эксплуатационной надежности.

Материалы и методы исследования

Были выполнены полевые исследования с помощью георадара ОКО-2, проведенные на сооружениях рисовых систем. Наиболее детально было обследовано водоотводящее сооружение в виде трубопровода, так как сооружение обнажено и доступно для осмотра и измерений. Однако часть сооружения, находящегося под водой, во время эксплуатации получила серьезные повреждения, разрушен трубопровод на всем протяжении от места их стыка до водоприемного

колодца. Разрушение бетонных колец привело к образованию поперечной трещины. Разрушение бетона произошло из-за того, что бетон в этом месте находится в наиболее неблагоприятных условиях и приводит к накоплению дефектов и разрушению бетона [8]. При очистке закрытых водоотводящих сооружений от заторов металлическими крючьями происходит нарушение стыковых соединений и внутренней поверхности трубопровода.

На основании полевых исследований выполнялось математическое моделирование для самых распространенных в ходе проведенного георадиолокационного зондирования обнаруженных дефектов, в виде поперечной трещины, пересекающей водоотводящее сооружение, а также разрушение бортов колодца [9]. Были использованы геометрические размеры выявленных дефектов, а также их расположение на сооружении, геометрические размеры поперечной трещины и разрушения борта. Все расчеты были выполнены на вычислительном комплексе SCAD Office, были построены твердотельные модели напряженно-деформированного состояния водоотводящего сооружения.

В постановке математического моделирования модели водоотводящего сооружения с колодцем без дефектов и повреждений преследовалась цель установления адекватности твердотельной модели напряженно-деформированного состояния при максимальном напоре воды с существующими натурными испытаниями [10] при различных граничных условиях (рис. 1).

Данные методы математического моделирования подчеркивают адекватность модели напряженно-деформированного состояния водоотводящего трубопровода с колодцем. Выполнен трехмерный анализ жесткости водоотводящего трубопровода с колодцем с учетом контактного опирания [11], эпюра суммарных перемещений представлена на рис. 2.

В ходе математического моделирования водоотводящего трубопровода с колодцем с поперечной трещиной, и потери устойчивости при опирании на грунтовое основание установлено, что происходит потеря устойчивости положения элементов непосредственно в эпицентре раскрытия трещины водоотводящего трубопровода.

Вертикальные напряжения увеличиваются по длине сооружения, а горизонтальные напряжения – перпендикулярно сооружению. В дальнейшем с увеличением длины трещины и ее раскрытия, происходит потеря устойчивости, как вокруг горизонтальной, так и вертикальной осей.

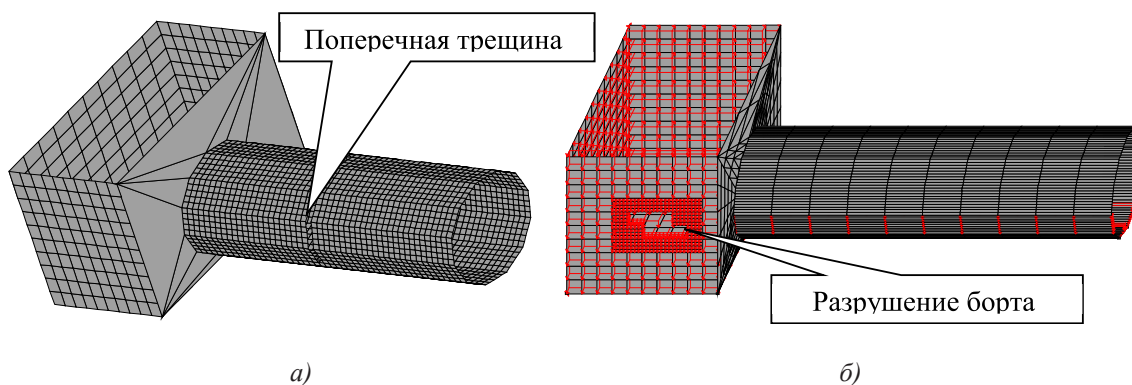


Рис. 1. Расчетная схема твердотельной модели водоотводящего трубопровода с колодцем:
а) с поперечной трещиной; б) с разрушением бортов колодца

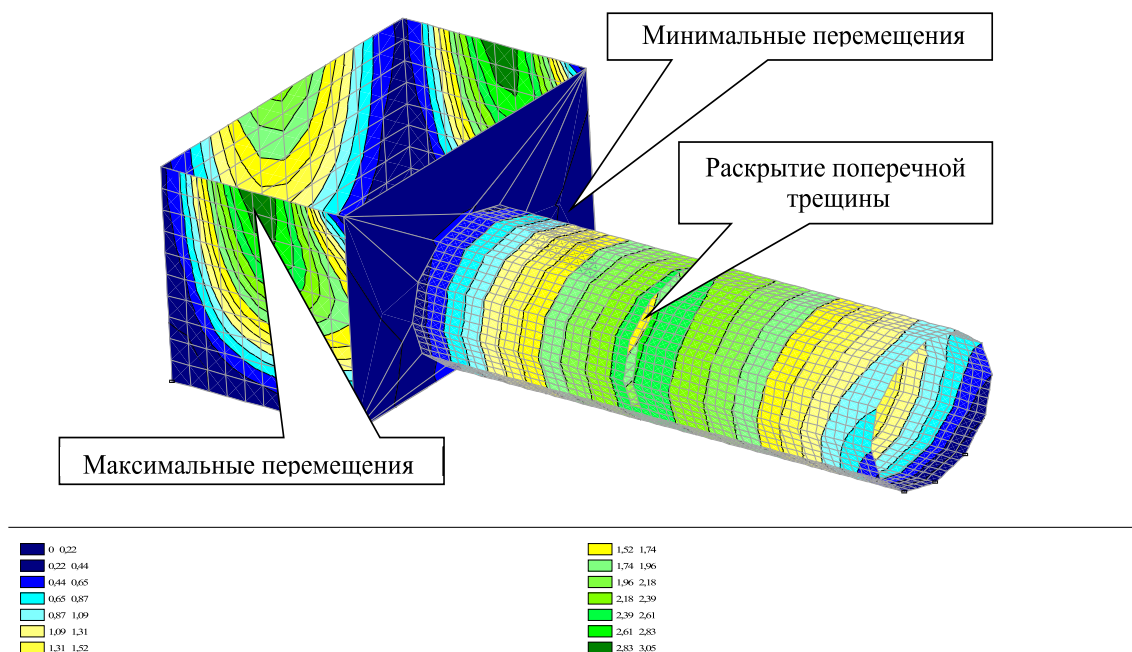


Рис. 2. Моделирование влияния дефекта в виде образования поперечной трещиной водоотводящего сооружения, эпюра суммарных перемещений

В местах стыка между кольцами выявлены пустоты под кольцом и слева от него, а герметизация стыковых соединений нарушилась [12], и вода просочилась в грунт основания трубопровода. При действии на бетон влажного грунта происходит окислительная реакция, в связи с чем на поверхности нижней части сооружения образуются каверны и углубления. При исследовании водоподающего сооружения зафиксировано, что бетон вдоль обследуемого сооружения имеет пористую структуру, различный цвет [13].

Отмечено, что на поверхности бетона остается глубокий след, оставляемый зубилом, по сравнению с сооружениями, находящимися в эксплуатации менее 20 лет. На кольцах в начале и в конце обнаружено большое число трещин, которые обнажают арматуру на всем протяжении сооружения. Есть трещины, которые направлены параллельно нижней грани стенки, также повредившие боковые грани стенки колодца.

В ходе проведенного анализа выявлено, что вертикальные напряжения увеличиваются по оси трубопровода к колодцу [14],

а горизонтальные напряжения – перпендикулярно оси сооружения. Расчеты напряженно-деформированного состояния выполнялись на модели, рассматривающейся как тонкостенная оболочка, с учетом условия ее опирания. Были определены критические напряжения раскрытия поперечной трещины, пересекающей водоотводящее сооружение, определены предельные размеры ее раскрытия, позволяющие установить, что появление трещины опасно для эксплуатации сооружения [15].

Интенсивный порог опасности – длина раскрытия трещины более 1/3 диаметра трубопровода. Небольшое раскрытие трещины приведет к размытию грунтового основания, что является опасным выявленным дефектом для сооружения (рис. 3).

Вертикальные перемещения увеличиваются по вертикали вниз колодца, а горизонтальные перемещения – незначительны. На работоспособность водоотводящего трубопровода с колодцем значительное влияние оказывает разрушение бетона и оголение арматуры.

Сильно разрушен стык колец 1-го и 2-го сечения, идут продольные трещины с раскрытием до 15–20 мм, свидетельствующие о расслоении бетона, которое приводит к обнажению арматуры и к разрушению бетонного тела конструкции. Трещины в бетоне есть также на вертикальных гранях бортов колодца, наклонные, почти горизонтальные трещины рассекают полностью сечение колец 2-го отсека. Раскрытие тре-

щин достигает 0,5–1,8 мм, смещение краев трещин по горизонтали 0,7–1,1 мм, причем верхний край колодца, смещен относительно вертикальной оси на 22° [16].

В ходе выполнения математического моделирования влияния дефектов разрушения борта колодца водоотводящего сооружения, установлено, что потеря устойчивости опирания элементов происходит посередине водоотводящего трубопровода, работающего как балка на изгиб (рис. 4).

В местах образования разрушения дефектов бортовых элементов колодца перемещения незначительные и на работу всего сооружения не оказывают воздействия.

Бетон бортов и днища колодца находятся в состоянии полного водонасыщения, обследованные участки разорваны трещинами отрыва (ширина трещин 0,4; 0,9; 0,2 и 1,2 мм), одна – на южной стороне (5,2 мм). Во 2-м отсеке – три на северной стороне (шириной 0,2; 0,2 и 0,8 мм), две – на южной (шириной 1,4 и 1,2 мм). В 3-м отсеке сооружения семь трещин, расположение которых не удалось привязать к другим факторам [17]. В последующих отсеках обнаружены одна-две трещины в средней части.

На рис. 5 показана эпюра эквивалентных максимальных напряжений по горизонтали вдоль водоотводящего трубопровода с колодцем, напряжения находятся в предельно допустимых значениях. При увеличении нагрузки опасность может представлять соединение колодца с водоотводящим трубопроводом.

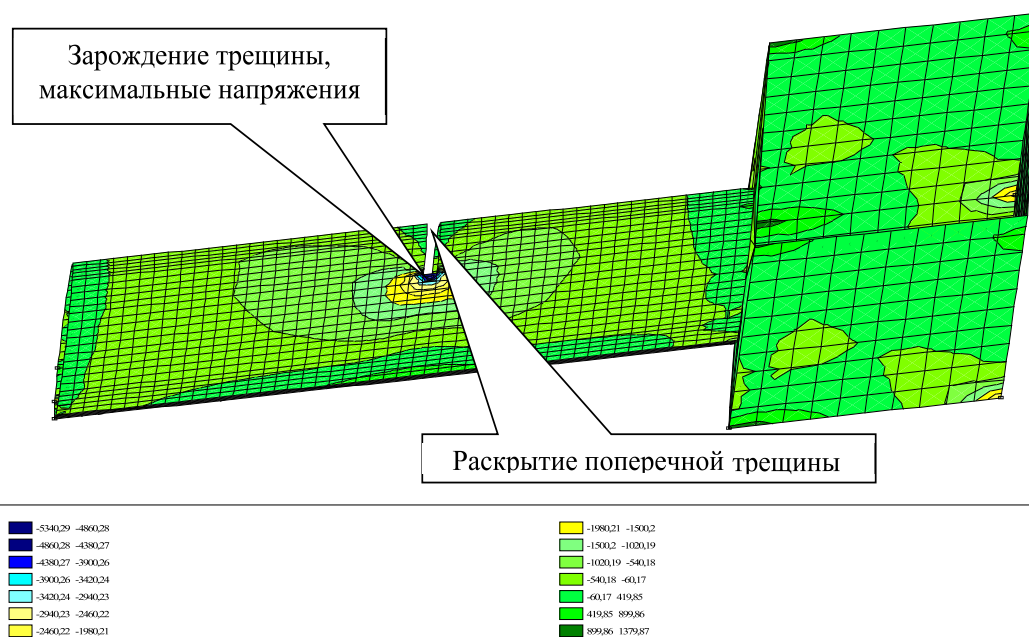


Рис. 3. Критические напряжения поперечной трещины, пересекающей водоотводящее сооружение

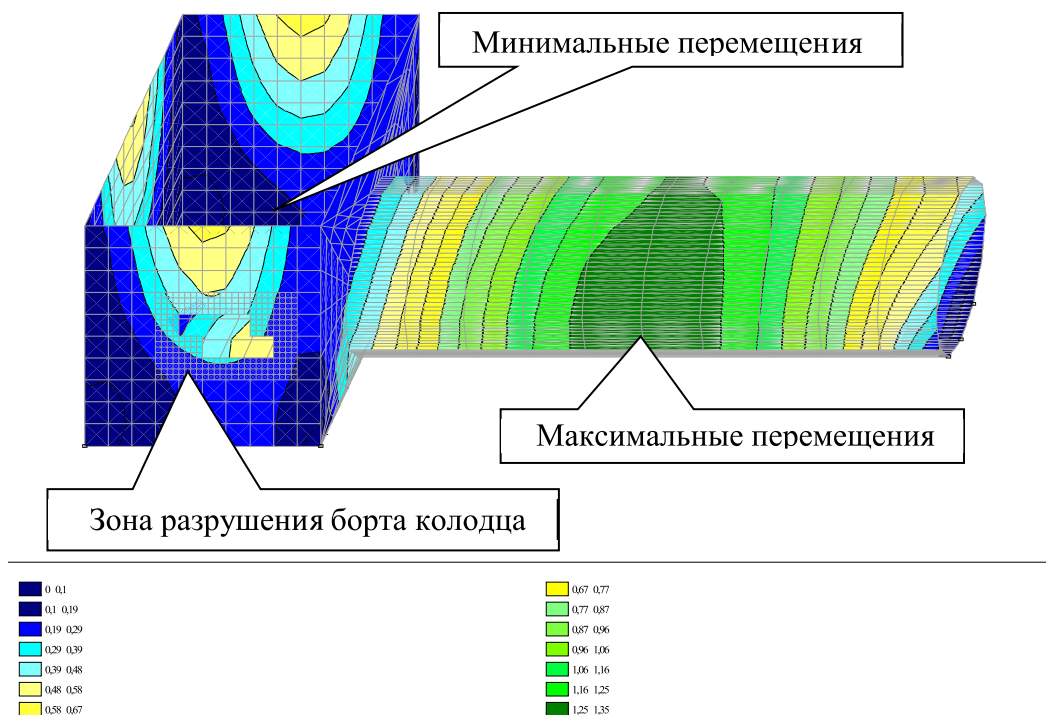


Рис. 4. Моделирование влияния дефекта в виде разрушения борта колодца водоотводящего сооружения, эпюра суммарных перемещений

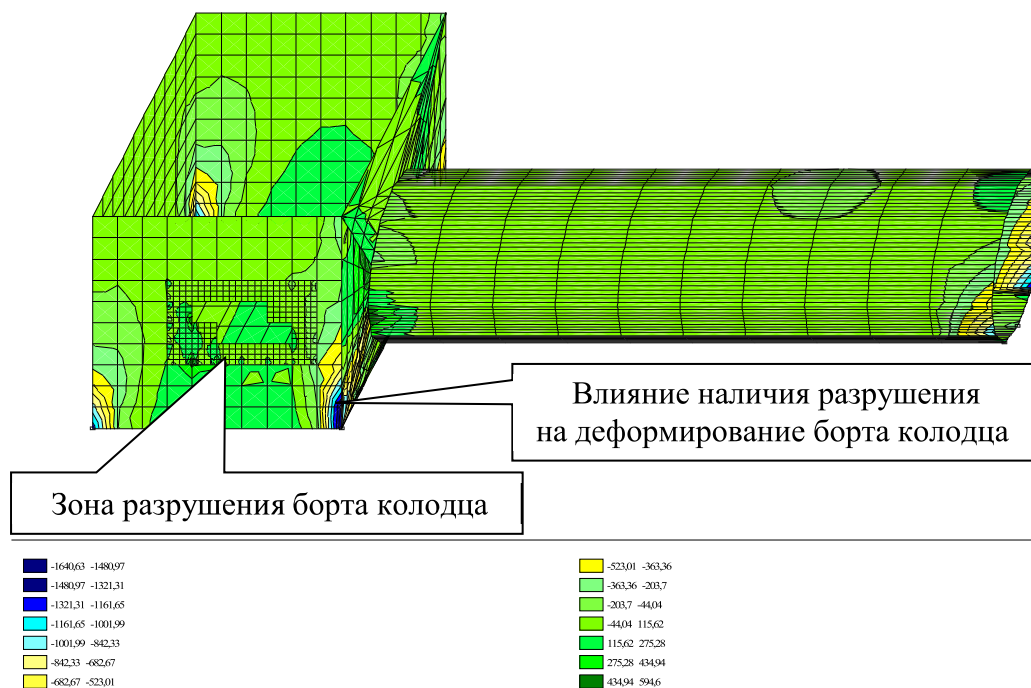


Рис. 5. Моделирование влияния дефекта в виде разрушения борта колодца водоотводящего сооружения, эпюра эквивалентных максимальных напряжений по горизонтали вдоль сооружения

Максимальные эквивалентные напряжения по горизонтали поперек водоотводящего трубопровода с колодцем показаны на рис. 6. Напряжения, так же как

и на рис. 5, находятся в предельно допустимых значениях, при увеличении нагрузки опасность может представлять соединение колодца с водоотводящим трубопроводом.

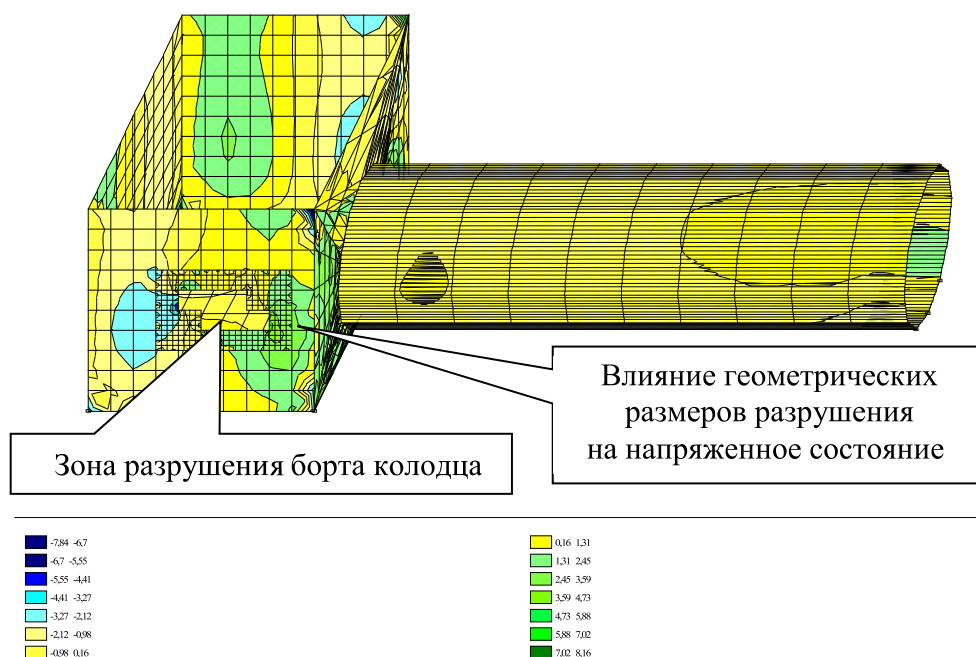


Рис. 6. Моделирование влияния дефекта в виде разрушения борта колодца водоотводящего сооружения, эпюра эквивалентных максимальных напряжений по горизонтали поперек сооружения

Все трещины пересекают полностью сечение сооружения: так, каждой трещине западного борта соответствует трещина восточного борта, расположенная напротив первой. Это явно указывает на присутствие трещины в бетоне днища, которая соединяет противоположные трещины в бортах колодца. Не везде соблюдаются толщины защитных слоев. При возведении сооружения был применен бетон класса В 50.

Расчет напряженно-деформированного состояния предполагал построение адекватной расчётной модели при различных эксплуатационных параметрах, были выделены зоны образования дефектов и повреждений на несущих элементах водоотводящего трубопровода с колодцем, которые могут содержать однотипные неисправности. Установлен интенсивный порог опасности эксплуатации сооружения, начиная с диаметра 75 мм образования пустот и разуплотнению железобетона.

Использование математического моделирования для оценки резерва дееспособности сооружений рисовых систем показало возможность повысить качество управляющих воздействий эксплуатационной надежности.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе математического моделирования получено, что водоотводящий трубопровод с колодцем имеет запас эксплуатационной надежности, который снижается за годы использования сооружения.

По данным проведенного технического анализа эксплуатационной надежности определена и дана характеристика эксплуатационной надежности сооружений рисовых систем.

Выполнен численный эксперимент различных обнаруженных дефектов в виде поперечной трещины, пересекающей водоотводящее сооружение, а также с разрушением бортов колодца. Все теоретическое обоснование математической модели базируется на основе экспериментальных исследований.

Данные методы моделирования подчеркивают адекватность модели напряженно-деформированного состояния водоотводящего трубопровода с колодцем.

Получены результаты расчетов потери устойчивости и просадки водосброса в виде эпюр избыточных эквивалентных по горизонтали и вертикали и абсолютных перемещений. В процессе исследований полученные эпюры напряжений и перемещений, для последующего использования были переведены в эмпирические формулы, подобраны алгебраические выражения функции (1–7).

Выполнен трехмерный анализ жесткости водоотводящего трубопровода с колодцем с учетом контактного опирания. В ходе проведенного анализа выявлено, что вертикальные напряжения увеличиваются по оси трубопровода к колодцу, а горизонтальные напряжения перпендикулярно оси соору-

жения. Полученные данные при математическом моделировании неисправностей водоотводящего трубопровода с поперечной трещиной показаны на рис. 7.

Получены эмпирические зависимости для расчета напряжений водоотводящего трубопровода с поперечной трещиной: для элементов без трещины (1); с образованием трещины 25 % (2); с образованием трещины 50 % (3); с образованием трещины 75 % (4):

$$G_{V3} = 0,0001x^2 + 0,0131x + 3,3856; R^2 = 0,9743, (1)$$

$$G_{V3} = 0,0008x^2 + 0,0938x + 3,5947; R^2 = 0,9976, (2)$$

$$G_{V3} = 0,0014x^2 + 0,2122x + 2,5298; R^2 = 0,9848, (3)$$

$$G_{V3} = 0,0024x^2 + 0,2613x + 2,7079; R^2 = 0,9827. (4)$$

Полученные данные при математическом моделировании неисправностей водо-

отводящего трубопровода с разрушением бортов колодца показаны на рис. 8.

Получены эмпирические зависимости для расчета напряжений водоотводящего трубопровода с колодцем: для элементов без разрушения (5); с разрушением бортов колодца 30 % (6); с разрушением бортов колодца 60 % (7):

$$G_{V3} = 1,1939x^2 - 1,2353x + 3,8017; R^2 = 0,9374, (5)$$

$$G_{V3} = -23,035x^2 + 81,772x - 23,427; R^2 = 0,8454, (6)$$

$$G_{V3} = -32,42x^2 + 104,73x - 26,528; R^2 = 0,8246. (7)$$

Выполнены модельные исследования и предложено экспериментально-методическое обоснование, что полученные результаты данных расчетов соответствуют установленным в результате натурных исследований выводам и заключениям.

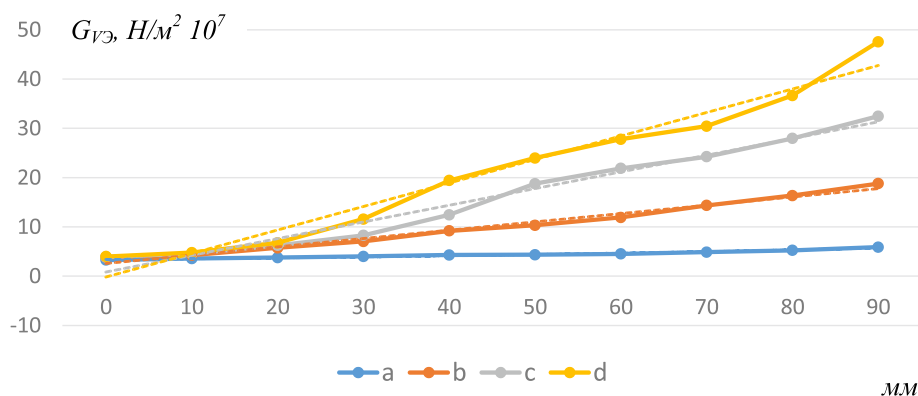


Рис. 7. График напряжений при математическом моделировании неисправностей водоотводящего трубопровода с поперечной трещиной: зона а – без трещины; b – с образованием трещины 25%; c – с образованием трещины 50%; d – с образованием трещины 75%

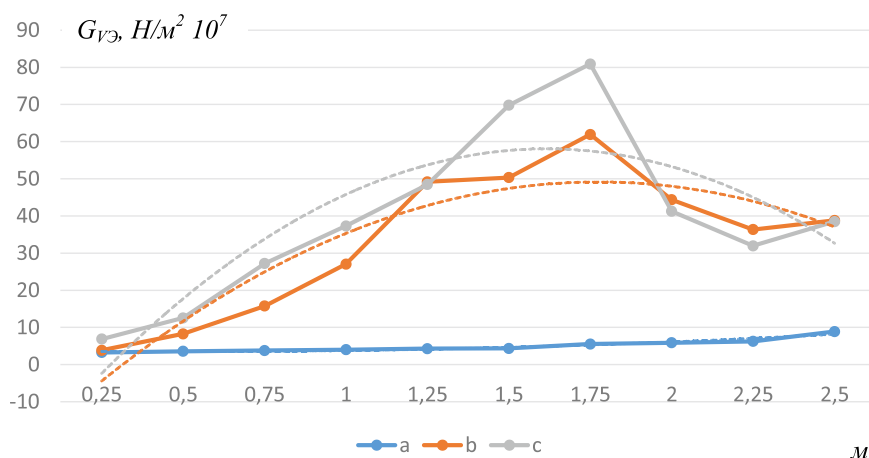


Рис. 8. График напряжений при математическом моделировании неисправностей водоотводящего трубопровода с разрушением бортов колодца: зона а – без разрушения; b – с разрушением бортов колодца 30%; c – с разрушением бортов колодца 60%

Выявленные дефекты сооружений рисовых систем, установленные несвоевременно и/или оставленные без внимания, приводят к негативной трансформации элементов, которая снижает их работоспособность, вплоть до полного прекращения функционирования сооружения. Этим обусловлена актуальность поиска и реализации эффективных подходов к оценке фактического состояния сооружения и прогнозирования остающегося резерва его работоспособности, обеспечивающих оптимальность оперативного, тактического и стратегического планирования мероприятий повышения надежности, безопасности и долговечности сооружений рисовых систем.

Список литературы

1. Шумаков Б.А. Дмитрий Жлоба – строитель рисовых систем на Северном Кавказе // Мелиорация и водное хозяйство. 2007. № 3. С. 23–25.
2. Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф. Роль мелиорации земель в решении проблемы продовольственной безопасности России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 2. С. 13–15.
3. Юрченко И.Ф., Носов А.К. О критериях и методах контроля безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного водохозяйственного комплекса // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2014. № 53. С. 158–165.
4. Волосухин Я.В., Бандурин М.А. Вопросы моделирования технического состояния водопроводящих каналов при проведении эксплуатационного мониторинга // Мониторинг. Наука и безопасность. 2012. № 1. С. 70–74.
5. Ольгаренко В.И., Ольгаренко Г.В., Ольгаренко И.В. Комплексная оценка технического уровня гидромелиоративных систем // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 6. С. 8–11.
6. Бандурин М.А. Применение систем управления базами данных при эксплуатационном мониторинге водопроводящих сооружений // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 12–1. С. 24–28.
7. Балакай Г.Т., Юрченко И.Ф., Лентяева Е.А., Ялалова Г.Х. Безопасность бесхозяйных гидротехнических сооружений. Германия: LAP Lambert, 2016. 85 с.
8. Юрченко И.Ф. Компьютерная технология поддержки решения как фактор реформирования системы эксплуатации в мелиорации России // Природообустройство. 2008. № 1. С. 34–40.
9. Юрченко И.Ф. Планово-предупредительные мероприятия повышения надежности мелиоративных объектов // Природообустройство. 2017. № 1. С. 73–79.
10. Юрченко И.Ф. Методологические основы создания информационной системы управления водопользованием на орошении // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 13–17.
11. Пчелкин В.И. Безопасность зданий и сооружений в зоне гидродинамических аварий на гидротехнических сооружениях // Технологии гражданской безопасности. 2004. № 2. С. 66–69.
12. Абдразаков Ф.К., Сметанин А.Ю. Проблемы управления мелиоративным под комплексом на региональном уровне // Аграрный научный журнал. 2011. № 3. С. 47–50.
13. Коженко Н.В., Дегтярев В.Г., Дегтярев Г.В., Табаев И.А. Комплексный метод обследования зданий и сооружений при совместной работе с вышками связи // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 89. С. 581–606.
14. Yurchenko I.F. Automatization of water distribution control for irrigation. International Journal of Advanced and Applied Sciences. 2017. № 4 (2). С. 72–77.
15. Пат. 2368730 РФ, МПК E02B 13/00. Способ проведения эксплуатационного мониторинга технического состояния лотковых каналов оросительных систем / М.А. Бандурин, В.А. Волосухин. № 2008100926/03; заявл. 09.01.2008; опубл. 27.09.2009, Бюл. № 27.
16. Yurchenko I.F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2018. V. 96. № 5. P. 1253–1265.
17. Бандурин М.А., Юрченко И.Ф., Волосухин В.А., Ванжа В.В., Волосухин Я.В. Эколого-экономическая эффективность диагностики технического состояния водопроводящих сооружений оросительных систем // Экология и промышленность. 2018. Т. 22. № 7. С. 66–71.

СТАТЬИ

УДК 37.013.46

СПЕЦИФИКА РАЗРАБОТКИ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ЦЕННОСТНО-СМЫСЛОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ**Артюшина Л.А., Троицкая Е.А.***Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, e-mail: larisa-artusina@yandex.ru, troickiyv@mail.ru*

Статья посвящена проблеме разработки учебных заданий, способствующих формированию базовых компетенций у обучающихся основной школы. Исследование основывалось на методах теоретического анализа педагогической литературы, моделирования жизненных ситуаций, педагогического наблюдения, анкетирования, опытно-экспериментальной работы, количественного и качественного сравнительного анализа экспериментальных данных. В ходе первого этапа исследования была осуществлена детализация содержания компонент базовых компетенций, определены критерии и показатели для выявления динамики процесса их формирования у обучающихся. Данными критериями явились знаниевый, инструментальный и мотивационный. Также в процессе экспериментальной работы определен конкретный перечень умений деятельности по формированию и составляющих их действий, рассмотрены показатели инструментального критерия и основанная на них методика диагностики уровня сформированности ценностно-смысловой компетенции. На втором этапе, в соответствии с уточненным составом компетенций, был проведен анализ содержания учебников основной школы, позволивший выявить недостаточную ориентированность учебного материала на формирование базовых компетенций у учащихся основной школы. Третий этап исследования состоял в конструировании учебных текстов и заданий, целенаправленно формирующих ключевые компетенции у обучающихся основной школы. Определены и разработаны основные типы и разновидности учебных текстов и заданий, с помощью которых авторы предлагают фиксировать ключевые компетенции в содержании учебного материала. Четвертый этап состоял в апробации разработанных способов фиксации базовых компетенций в содержании учебника и анализе данных диагностики учащихся. Выводы и результаты. В ходе опытно-экспериментальной работы авторами была разработана система дидактического инструментария, способствующая формированию базовых компетенций обучающихся основной школы. Ее основными элементами являются: комплект учебных текстов и заданий, методические рекомендации для учителя по применению данных материалов в процессе обучения и диагностики, пакет диагностических методик для оценки уровня сформированности базовых компетенций школьников.

Ключевые слова: базовые компетенции, деятельностная компонента, ценностно-смысловая компетенция, инструментальный критерий оценки

THE CREATION SPECIFICS OF EDUCATIONAL TASKS PROVIDING THE DEVELOPMENT OF LEARNERS' AXIOLOGICAL COMPETENCY**Artyushina L.A., Troitskaya E.A.***Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs, Vladimir, e-mail: larisa-artusina@yandex.ru, troickiyv@mail.ru*

The article examines the challenges of establishing educational tasks to promote the development of the secondary school learners' core competencies. The research is built on the following methods: theoretical analysis of pedagogical literature, life situation modeling, lesson observation, questionnaire study, pilot testing, and quantitative and qualitative comparative analysis of experimental data. Stage One was to specify the content of core competencies components and to determine the criteria and relevant indicators for revealing the dynamics of the core competencies development. These criteria are knowledge, operant, and motivation ones. In the course of experimental work, a specific list of the pragmatist component skills accompanied with related activities has been defined, and the operant criterion performance along with the axiological competency development level diagnostic technique has been scrutinized. Stage Two was to analyze the content of secondary school textbooks in accordance with the amended composition of core competencies. As a result, the educational content demonstrates insufficient orientation towards the secondary school learners' core competencies development. Stage Three was to design educational texts and tasks for the purposeful secondary school learners' core competencies development. Basic types and variations of educational texts and tasks have been identified and developed to embody core competencies in the educational content. Stage Four was to evaluate the designed fixation methods in the educational material content of a textbook and to analyze learners' diagnostic data. The conclusion and results. In the course of experimental work, the authors have worked out the system of didactic tools for the development of the secondary school learners' core competencies – namely a set of educational texts and tasks, a teacher's guide on the application of the set in educating and diagnosing, and a package of diagnostic methods for evaluating the level of school learners' core competencies formation.

Keywords: basic competencies, active component, value-meaning competence, instrumental criterion for evaluation

Федеральные государственные образовательные стандарты определяют требования к виду и уровню формирования базовых компетенций обучающихся основной шко-

лы. Одной из актуальных задач современной педагогики в данной области является изучение и разработка учебных и учебно-методических материалов, способствующих

щих целенаправленному формированию той или иной базовой компетенции [1].

В классификации, предлагаемой А.В. Хуторским и И.А. Зимней [2, 3], например, выделяется ценностно-смысловая компетенция как способность обучающегося выбирать смысловые установки, принимать решения, самоопределяться в учебной и внеурочной деятельности. Необходимо отметить, что вопросам условий ее формирования посвящено достаточное количество работ [4–6]. В них исследуются методы и технологии развития ценностно-смысловой компетенции, как в условиях дополнительного образования, так и через самостоятельную внеурочную деятельность обучающегося [7]. Однако исследований, посвященных включению методов и приемов формирования ценностно-смысловой компетенции непосредственно в материал конкретного учебного предмета (учебные тексты и задания) и изучению эффективности их воздействия на личностное развитие обучающегося явно недостаточно.

В данной статье представлены результаты одного из этапов экспериментальной работы по формированию базовых компетенций у учащихся основной школы в области целенаправленного развития ценностно-смысловой компетенции посредством учебных заданий.

Локальной целью рассматриваемого этапа работы явилась разработка учебных заданий для развития у обучающихся ценностно-смысловой компетенции и оценка эффективности их воздействия на развитие личности обучающегося.

На данном этапе экспериментальной работы были определены следующие задачи:

1. Разработать учебные задания, стимулирующие оценочную и ценностную деятельность обучающихся на занятиях.
2. Провести сравнительный эксперимент по реализации обучения с применением разработанных учебных заданий на базе обучающихся седьмых классов.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось коллективом сотрудников кафедры «Информатика и защита информации» Владимирского государственного университета в течение 2017–2019 учебных годов в соответствии с программой экспериментальной работы «Изучение состава и структуры базовых компетенций и способов их фиксации в содержании учебных предметов основной школы» на базе средней общеобразовательной школы № 6 г. Владимира с учащимися 7 классов (13–14 лет). В эксперименте принимали участие две группы обучающихся:

экспериментальная (25 человек, 12 мальчиков и 13 девочек), контрольная (26 человек, 11 мальчиков и 15 девочек).

В данной статье ограничимся рассмотрением особенностей конструирования учебных заданий, фиксирующих деятельностную компоненту ценностно-смысловой компетенции в содержании учебного материала учебника.

В связи с тем, что наибольшим потенциалом в развитии деятельностной компоненты ценностно-смысловой компетенции обладают дисциплины естественнонаучного цикла, в ходе реализации эксперимента нами были задействованы такие учебные предметы, как алгебра и физика. Также были разработаны учебные задания на базе дисциплин «Иностранный язык», «История» и «Технология».

Для разработки учебных заданий применялись методы изучения и анализа научной и учебно-методической литературы по теме, а также методика кодировки (оценки) учебных заданий Стэнфордского исследовательского института (SRI International, США, Калифорния). В России она была применена в 2009–2011 гг. в рамках исследования инновационной практики обучения (ITL).

Для оценки уровня сформированности ценностно-смысловой компетенции у обучающихся применялись: психолого-педагогическое наблюдение, анкетирование, изучение результатов учебной деятельности испытуемых, сбор, регистрация данных и их статистическая обработка с помощью статистического пакета MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

При выделении типов и соответствующих им видов учебных заданий, выявляющих ценностно-смысловую компетенцию в составе учебного материала, мы опирались на следующие исходные дидактические понятия и положения: структуру и состав базовых компетенций [8], виды учебных заданий [9], подходы к конструированию учебных заданий для учащихся основной школы [10, 11], состав деятельностной компоненты ценностно-смысловой компетенции [3].

Представим, получившуюся матрицу в виде таблицы (табл. 1).

Рассмотрим разновидности заданий этих типов.

Пример задания на выявление ценностных ориентиров. За основу взято упражнение из учебника английского языка 7-го класса авторов О.В. Афанасьевой, И.В. Михеевой, К.М. Барановой [8, с. 70]. Требование: «*Напиши, что ты думаешь об этом.*

Используй выражения, описывающие твои предпочтения» частично включает умение выявлять собственные ценностные ориентиры. А именно, задание в явном виде содержит указание выбрать из предложенного списка свои предпочтения, но не обучает их осмысленному выбору, для осуществления которого ученику требуется понимать его важность, полезность лично для себя. Мы доработали задание, добавив в его содержание структуры, направляющие ученика не только на поиск, но и на осмысленный выбор предпочтений: «...1. Ранжируй список в соответствии со своими предпочтениями (поиск и формулировка ценностных ориентиров). 2. Проведи обоснование собственного мнения. Для этого напротив каждого из пунктов напиши, поче-

му оно важно (или не важно) для тебя (степень полезности рассматриваемого умения (понятия или объекта) лично для обучающегося)».

Задания на самоопределение. Основываясь на составе умения, задания этого типа предоставляли учащемуся право выбора и одновременно создавали условия для осознанной ответственности за свой выбор через прямое указание на необходимость оценить или обосновать способ, результат или мнение. Для полноценного формирования умения мы не ограничивались созданием ситуаций выбора только в рамках учебной работы, использовались различные жизненные ситуации, предполагающие нравственный, эстетический и т.п. выбор.

Таблица 1

Учебные задания, фиксирующие деятельностную компоненту ценностно-смысловой компетенции в содержании учебного материала

Умения, составляющие деятельностную компоненту ценностно-смысловой компетенции	Типы заданий	Виды заданий. Задания на:
определять свои приоритеты по отношению к учебным предметам и деятельности по их изучению	на выявление ценностных ориентиров	– поиск ценностных ориентиров; – формулировка ценностных ориентиров; – определение степени полезности рассматриваемого умения (понятия или объекта) лично для обучающегося
владеть навыками самоопределения собственной позиции и мнения в ситуациях выбора	на самоопределение	– задания на множественный выбор; – аргументированный выбор: – для решения задач (заданий) разного уровня сложности; – источника информации для ответа на вопрос задачи; – формы оформления результата работы; – на нравственный, научный, эстетический выбор
владеть навыками принятия решений и осознания собственной ответственности за их последствия, действовать и поступать в соответствии с собственными целевыми и смысловыми установками	на осуществление действий на основе выбранных целевых установок	– задания на целеобразование: – выявление причин невозможности решения; – задания с избыточными данными; – задания, требующие конструирования нового решения на основе ранее изученных алгоритмов решения типовых задач. – задания на целереализацию: – соотнесение запланированных действий с достигнутыми результатами; – определение и рефлексия собственных действий
умение формировать и соотносить собственную индивидуальную образовательную траекторию с общими требованиями и нормами	на разработку персональной траектории обучения	– оцени контрольную работу; – составь контрольные вопросы к параграфу, – составь контрольную (или самостоятельную) работу по теме; – оцени составленную контрольную работу (выполнение домашнего задания); – прокомментируй прочитанный параграф
владеть навыками осознанного выбора профессиональной сферы деятельности	на определение своих интеллектуальных, психологических и практических качеств и умений	– составление списка собственных умений; – соотнесение полученного списка со сферами человеческой деятельности и необходимыми для них умениями
владеть навыками устной и письменной самопрезентации	на представление себя	раскрытие своих информативных качеств

Задания на множественный выбор: «Прочитай условия задач. Отбери те, которые по твоему мнению ты сможешь решить. Реши, выбранные задачи. Проанализируй полученный результат и оцени адекватность своего выбора. Сделай выводы».

Задания на представление себя. За основу взято упражнение из учебника английского языка 7 класса авторов О.В. Афанасьевой, И.В. Михеевой, К.М. Барановой [12, с. 76]: «Расскажи о том, как ты изучаешь английский язык, используя вопросы как план...».

Мы доработали задание, добавив в его содержание структуры, организующие деятельность ученика по раскрытию им своих информативных качеств: «Опиши себя и свой характер, интересы, увлечения. Отбери вопросы к заданию, которые как ты считаешь, наиболее правильно соответствуют твоему описанию. Используя отобранные вопросы как план, составь рассказ о себе».

Задания на понимание своего предназначения, реализуемые в рамках дисциплины «Технология».

Нами были сконструированы задания в явном виде содержащие в себе указания: составить список собственных умений; соотнести выделенные умения со сферами человеческой деятельности; перечислить требуемые в какой-либо профессии умения. Приведем пример оформления задания (табл. 2): «Составь перечень собственных умений и навыков. Используя его как основу, опиши сферы деятельности, где бы ты сумел себя проявить наилучшим образом. Сделай выводы и обоснуй их».

Задания на осуществление индивидуальной образовательной траектории. Согласно [13] в процессе формирования своей персональной траектории обучения наиболее важным для учащегося являются такие умения как: реальная оценка своих способностей и возможностей, а также перспективы достижения необходимого результата при изучении дисциплин на их основе. Для того чтобы обучающийся мог осуществить

такого рода деятельность, ему необходимо выявить, что и по какой причине вызвало затруднения при изучении темы, с чем он справился; определить дальнейшие перспективы (что необходимо знать и уметь). Следовательно, необходима постоянная рефлексия результатов освоения темы (раздела) учащимся.

С этой целью нами было сконструировано задание, организующее оценочную деятельность ученика. Периодичность применения задания – каждый раз после изучения темы. Для того, чтобы деятельность по оценке была осуществлена обучающимся наиболее эффективно, мы в нашем исследовании включили ее в хорошо знакомую детям деятельность – выполнение контрольной работы по теме. Приведем текст задания: «Оцени выполненную тобой контрольную работу. Объясни, почему ты поставил себе именно такую оценку? Сформулируй, в чем причина затруднений? Объясни, что тебе для устранения затруднений необходимо знать и уметь?»

В этом же ключе мы также использовали задания: составь контрольные вопросы к параграфу, составь контрольную (или самостоятельную) работу по теме; оцени составленную контрольную работу (выполнение домашнего задания); прокомментируй прочитанный параграф.

Задания на осуществление действий на основе выбранных целевых установок. В соответствии с составом умения, задания обучали самостоятельно формулировать цель задания (целеобразование), в соответствии с поставленной целью отбирать и оценивать методы решения задачи и планировать ход ее решения (целереализация).

За основу были взяты задания, сформированные в процессе создания дидактических материалов для включения рефлексивных умений в содержание обучения, а также использовались методические подходы М.Н. Лебедевой, направленные на формирование опыта целеполагания у школьников [14]. Таким образом, мы использовали два типа заданий: на целеобразование и целереализацию.

Таблица 2

Пример оформления задания на соотнесение

Сфера человеческой деятельности	Профессии	Что нужно уметь делать?	Что ты уже умеешь делать?	Чему планируешь научиться?
Искусство				
Наука				
Образование				
Здравоохранение				
Жилищно-коммунальное хозяйство				

Согласно [14], обучающиеся тогда самостоятельно и осознанно могут ставить цели, когда у них сформировано умение видеть предполагаемый результат с учетом различных уровней (промежуточный и перспективный) и умение видеть их место в иерархии целей. В связи с этим задания должны создавать условия для постоянной постановки и поиска ответов обучающимся на вопросы такого типа, как: «К чему я стремлюсь? – Какова моя промежуточная и перспективная цель? Какое место они занимают в иерархии целей? Как соотносятся между собой промежуточная и перспективная цели? Что я хочу знать? – Что я знаю и не знаю? – Какими навыками для достижения цели я владею? Чему я должен научиться? – Все ли у меня получилось, как я хотел? – Какие неудачи я потерпел и каковы их причины?» и т.д.

Приведем перечень использованных нами заданий первого типа и основные формулировки вопросов, организующие деятельность ученика по организации рефлексивных действий: задания на определение причины ошибки («Правильно ли выполнено задание? Укажи ошибку, исправь ее, объясни причину ее возникновения»), задания, на определение причины невозможности решить задачу («Проанализируй условия задачи, определи какие данные тебе необходимы для решения задачи? выяви какого рода данные содержатся в условии задачи и достаточно ли их для ее решения?»), «...проанализируй ситуацию и объясни почему задача не имеет решения», задания с избыточными данными («Проанализируй, какие данные необходимы для решения задачи? В случае затруднений расставь данные по их степени важности для решения задачи»), задания, требующие конструирования нового решения на основе ранее изученных алгоритмов решения типовых задач («Знание какого материала тебе потребуется, чтобы решить задачу? В случае затруднений последовательно ответь на следующие вопросы: Какие свойства и алгоритмы тебе помогут решить задачу? Недостаток каких

данных или умений помешал тебе решить задачу правильно сразу?»).

Задания второго типа: на соотнесение запланированных действий с достигнутыми результатами; – («Проанализируй проведенные тобой действия, как и насколько каждое из них помогло тебе в достижении цели?»); задания на определение и рефлекссию собственных действий («Расскажи и обоснуй, почему ты выбрал для решения данной задачи именно такую последовательность действий? Можно ли было отобрать какие-нибудь другие действия и составить последовательность действий при решении данной задачи? Обоснуй свой ответ»).

Для оценки динамики развития деятельностной компоненты был применен инструментальный критерий оценки и его соответствующие показатели, сориентированные на состав деятельностной компоненты.

Для выбора показателей инструментального критерия мы использовали работы психологов, исследовавших принципы и закономерности формирования умений (В.И. Зыкова, Е.Н. Кабанова-Меллер, Н.А. Менчинская). В результате, в инструментальном критерии для оценки базовых компетенций мы выделили следующие виды показателей: степень самостоятельности обучающегося при осуществлении навыков, составляющих деятельностную компоненту компетенции (по внешнему требованию или без него, с подсказками или без них); степень осознанности владения обучающимся навыками, составляющими деятельностную компоненту компетенции (применение обучающимся сформированных умений и навыков при решении новых или нестандартных заданий).

Для диагностики уровня сформированности деятельностной составляющей ценностно-смысловой компетенции обучающихся по показателям инструментального критерия на основе методики М.Н. Лебедевой [14, с. 208–209] был разработан вопросник, состоящий из серии вопросов, побуждающих школьников к целеобразованию и целереализации, в процессе выполнения определенного предметного задания.

Таблица 3
Результаты развития уровня деятельностной компоненты ценностно-смысловой компетенции

Критерии оценки	ЭГ		КГ	
	Констатирующий срез (сентябрь 2017)	Контрольный срез (июнь 2019)	Констатирующий срез (сентябрь 2017)	Контрольный срез (июнь 2019)
Степень самостоятельности обучающегося	58,7%	73,2%	56,1%	66,9%
Степень осознанности владения навыками	32,3%	46,8%	33,1%	43,9%

Для оценки эффективности работы по развитию ценностно-смысловой компетенции обучающихся контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) групп нами были проведены констатирующий срез (сентябрь 2017 г.) и контрольный срез (июнь 2019 г.). Это позволило определить исходный и конечный уровень развития ценностно-смысловой компетенции у обучающихся.

Полученные данные позволили судить о более высоком уровне развития деятельностной компоненты ценностно-смысловой компетенции у обучающихся ЭГ по сравнению с участниками КГ (табл. 3). Данные представлены в процентах от общего количества участников в группе.

Подробное описание хода проведения эксперимента, результатов обработки и анализа полученных статистических данных авторы предполагают изложить в отдельной статье.

Заключение

На основе данных эксперимента и в результате проведенной работы можно заключить, что был реализован один из возможных вариантов разработки учебных материалов для формирования базовых компетенций обучающегося, который предполагает дальнейшее развитие и корректировку. Так, например, методика развития ценностно-смысловой компетенции требует доработки в плане более тонкого учета индивидуальных особенностей обучающихся, а сама технология разработки учебных материалов нуждается в формулировании и обобщении принципов и способов конструирования типов и видов учебных заданий, с помощью которых ключевые компетенции фиксируются в содержании учебного материала учебника.

Список литературы

1. Блинова Н.И. Педагогический совет «Работа с текстом как один из путей формирования базовых компетенций обучающихся» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. Т. 12. С. 641–645. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2014/54247.htm> (дата обращения: 09.12.2019).
2. Хуторской А.В., Хуторская Л.Н. Компетентность как дидактическое понятие: содержание, структура и модели конструирования // Проектирование и организация самостоятельной работы студентов в контексте компетентностного подхода: Межвузовский сб. науч. тр. / Под ред. А.А. Орлова. Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2008. Вып. 1. С. 117–137.
3. Зимняя И.А. Ключевые компетенции новая парадигма результата образования // Эксперимент и инновации в школе. 2009. № 2. С. 61–68. [Электронный ресурс]. URL: <https://in-exp.ru/expin/199-v-nomere-exp22009.html> (дата обращения: 17.12.2019).
4. Таркова А.И. Развитие ценностно-смысловой компетентности в процессе обучения на примере дисциплин гуманитарного цикла // Молодой ученый. 2012. № 10. С. 390–392. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/45/5512/> (дата обращения: 10.12.2019).
5. Логутова Е.В. Ценностно-смысловая ориентация младших подростков в условиях внедрения новых образовательных стандартов // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24674> (дата обращения: 17.12.2019).
6. Камасина А.Р., Гильманшина С.И. Формирование ценностно-смысловых компетенций в процессе естественнонаучного образования // Фундаментальные исследования. 2011. № 12–3. С. 480–484.
7. Богатко А.В. Формирование ценностно-смысловой компетенции учащихся шестых классов во внеурочной деятельности по истории (на примере проекта «Школа авторского телевидения») // Молодой ученый. 2016. № 28. С. 844–847. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/132/36902/> (дата обращения: 08.12.2019).
8. Асмолов А.Г., Бурменская Г.В., Володарская И.А. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий. М.: Просвещение, 2011. 159 с.
9. Шкода Л.В. Учебное задание основное средство реализации деятельностного подхода в руках учителя // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. № 3 (март). [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2017/170065.htm> (дата обращения: 08.12.2019).
10. Артюшина Л.А. Учебный текст как способ фиксации ценностно-смысловой компетенции в содержании учебного материала школьного учебника (на примере предметов учебной программы для основной школы) // Вестник Томского государственного университета. 2019. № 443. С. 219–224.
11. Артюшина Л.А., Троицкая Е.А. Описание системы диагностического инструментария для оценки результатов формирования базовых компетенций обучающихся основной школы // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 8. С. 100–105.
12. Афанасьева О.В., Михеева И.В., Баранова К.М. Английский язык. 7 кл.: в 2 ч. Ч. 2. М.: Дрофа, 2015. 152 с.
13. Микерова Г.Ж., Жук А.С. Алгоритм построения индивидуальной образовательной траектории обучения // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 11–1. С. 138–142.
14. Селиверстова Е.Н., Кузнецова Н.В., Лебедева М.Н., Артюшина Л.А., Прохорова С.А., Лопаткина Е.В. Инновационные процессы в школьном обучении: учеб. пособие Владим. гос. ун-та им. А.Г. и Н.Г. Столетовых: Изд-во ВлГУ, 2014. 374 с.

УДК 796.853.24

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТОМИКИ АЙКИДО В РОССИИ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Бекетов О.В., Кравченко Т.Л., Арсеев Е.А., Собянин Ф.И., Демченко Л.В.
 ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
 Белгород, e-mail: fed.sobianin2018yandex.ru

В работе дается анализ динамики соревновательной деятельности российского Томики айкидо (соревновательного айкидо). При исследовании заявленной темы, помимо изучения специальной литературы, использовался анализ протоколов соревнований разного уровня, изучение отчетов о проведенных соревнованиях, отзывы о соревнованиях, статистические данные в документах региональных и всероссийской федераций Томики айкидо. Исследование позволило выявить особенности динамики командной и индивидуальной соревновательной деятельности российских спортсменов, занимающихся Томики айкидо фактически с самого зарождения этого вида спорта до настоящего времени. Установлены наиболее сильные на настоящий момент спортивные федерации и клубы айкидо, лидирующие в российском пространстве и на международном уровне. Определены факторы, способствующие и препятствующие развитию соревновательной деятельности российского Томики айкидо в ближайшие годы. Показано постепенное развитие соревновательного айкидо в России на местном, региональном, всероссийском и международном уровнях, значимость России в организации соревновательного айкидо на международном уровне, ее активная деятельная позиция. Установлено, что соревновательная успешность российских спортсменов, занимающихся Томики айкидо, в большей степени заметна в детском и юношеском спорте, а также среди мужчин, но в меньшей степени среди женщин. Самые сильные клубы Томики айкидо функционируют в Москве, Курске, Белгороде, С.-Петербурге. Благодаря новым проектам предполагается активный подъем соревновательного айкидо, что отразится на повышении массовости и высшего спортивного мастерства российских спортсменов в ближайшие годы.

Ключевые слова: Томики айкидо, спортсмены, соревнования, динамика, развитие

A CHARACTERISNI OF COMPETITIVE ACTIVITIES OF TOMIKI AIKIDO IN RUSSIA: A HISTORICAL PERSPECTIVE

Beketov O.V., Kravchenko T.L., Arseenko E.A., Sobyenin F.I., Demchenko L.V.
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
Belgorod National Research University, Belgorod, e-mail: fed.sobianin2018yandex.ru

This article provides an analysis of the dynamics of the competitive activities of Tomiki aikido (the competitive aikido) in Russia. In the research of this topic, in spite of study of special literature, analysis of the protocols of the championships of the different levels was used, reports of conducted competitions were studied, also as feedback on that championships, as the statistical information in the documents of regional and national federations of Tomiki aikido. This research revealed peculiarities of the dynamics of Russian sportsmen's team and individual competitive activity, which have practiced Tomiki aikido virtually since the dawn of this kind of sport. The strongest sport federations and aikido clubs, leading in Russia and at the international level at present, were revealed. Some facts were determined, which will favor and will impede development of competitive activities of Tomiki aikido in Russia in the years ahead. Progressive development of the competitive aikido in Russia at the local, regional, national and international level was achieved, the significance of Russia in the organization of the competitive aikido at the international level was revealed and Russian active and participative positions was shown. It was established that Russian Tomiki aikidokas' success in competitions is most noticeable in the children's and young people's sport, and also among men, but to a lesser degree among women. The strongest Tomiki aikido clubs are in Moscow, Kursk, Belgorod and St. Petersburg. A great upturn of the competitive aikido is expected thanks to new projects, that will affect sportsmen's numbers and Russian sportsmen's great sports excellence in the coming years.

Keywords: Tomiki aikido, sportsmen, competitions, dynamics, development

В истории, теории спорта вполне определенный интерес представляет первоначальное развитие нового вида спорта в целом в мире и в отдельно взятой стране. Это позволяет выявить определенные закономерности в появлении и становлении, функционировании нового вида спорта и спорта вообще. В практическом плане можно установить не только сами истоки, исторические предпосылки возникновения вида спорта, но и способы управления его развитием.

Фактически, как в отечественной, так и в зарубежной специальной научной ли-

тературе, данный вопрос еще мало изучен [1–3]. Это относится к общеспортивной тематике, а также к истории и теории конкретного вида спорта [4, 5]. Особенный интерес представляет в данном контексте исследование истории соревновательной деятельности нового вида спорта – Томики айкидо, что позволяет на ранней стадии выявлять закономерности развития вида спорта и попытаться прогнозировать его функционирование в дальнейшем [1].

Актуальность представленной работы состоит в анализе отдельных исторических

особенностей соревновательной динамики недавно появившегося нового вида спорта – российского Томики айкидо.

Цель исследования: выявить тенденции в динамике соревновательной деятельности российского Томики айкидо с ее начала по 2019 г.

Материалы и методы исследования

Для изучения указанной темы использовался культурологический подход, деятельностный подход, исторический подход, применялся метод изучения специальной литературы, анализ и обобщение документов соревнований по Томики айкидо (протоколы соревнований, положения о соревнованиях, отчеты о соревнованиях). В исследовании, проведенном в 2016–2019 гг., участвовали руководители и представители Белгородского клуба айкидо «БеКСАй», аспиранты и преподаватели Белгородского государственного национального исследовательского университета.

Результаты исследования и их обсуждение

Как было отмечено в предыдущей статье [1], Томики айкидо берет свое начало в 1990-е гг. Но соревновательная деятельность в Томики айкидо в мире началась гораздо раньше, когда этот вид спорта еще отсутствовал в России. Первый опыт участия в международных соревнованиях в 1997 г. наших первых специалистов по Томики айкидо был заложен в качестве основы создания и развития соревновательной деятельности в России. Тогда 7 российских спортсменов (4 человека из Москвы и 3 человека из Курска) поехали в Японию на III Международный фестиваль айкидо, который тогда имел статус неофициального Чемпионата мира.

Однако, по мнению специалистов России по Томики айкидо, подлинное начало соревновательной деятельности этого направления единоборства состоялось только в 2000 г. (табл. 1), когда проводился первый Всероссийский турнир с приглашением на семинар мастеров из Японии.

По данным табл. 1 видно изменение динамики проведения соревнований разного масштаба в России за 19 лет. В 2000 г. уже проводились Всероссийские соревнования по Томики айкидо, хотя еще не было соревнований меньшего масштаба. Организаторы и участники этих соревнований стремились привлечь к себе внимание, вести агитацию и пропаганду нового вида спорта. В дальнейшем появляется соревновательная активность на областном, муниципальном уровнях – соревновательная деятельность уходит в массы. Минимальной соревновательной конкуренции хватило, чтобы сохранить эту активность и принять участие в международном турнире второй раз в 2005 г.

Уже после первой соревновательной «пятилетки» российская система Томики айкидо сформировалась в достаточно жизнеспособную структуру, которая опиралась на медленное повышение уровня его развития на местах, в регионах. Однако центростремительное развитие соревновательной деятельности Томики айкидо преобладало над центробежным развитием, то есть всероссийских соревнований, областных, муниципальных, местных становилось по отношению к международным все больше.

В итоге число Всероссийских соревнований оказывается на первой позиции (10 в 2015 г. и 18 в 2018 г.), а на второй позиции – областные соревнования (5 в 2015 г. и 12 в 2018 г.). Остальные показатели ниже, но они становятся стабильными: по 1–2 международных соревнования с 2012 г. (в табл. 1 не указано), по 5 соревнований муниципальных в 2015 и 2018 гг. и по 4 соревнования местных.

В 2005 г. в России прошло всего лишь 2 турнира. Но именно с этого года российские спортсмены стали регулярно посещать Международные турниры (неофициальные чемпионаты мира), наиболее значимые из которых проходили в Японии: в 2005 г. – 9 атлетов, в 2009 г. – 12 атлетов, в 2013 г. – 31 атлет. Количество переросло в качество. В 2013 г. две российские команды (по 7 человек в каждой) заняли два третьих места в командной категории «Конго дан тайсэн».

Таблица 1

Количество соревнований по Томики айкидо в России

Год проведения	Всероссийские	Областные	Муниципальные	Местные	Общее кол-во
2000	2	0	0	0	2
2005	0	1	1	0	2
2010	3	3	2	0	8
2015	10	5	5	4	24
2018	18	12	5	4	39

Таблица 2

Результаты личного участия айкидоков России в крупнейших международных соревнованиях

№ п/п	ФИО спортсмена	Соревнования и занятые места																															
		ЧМ Испания 2019		ЧЕ Нидер. 2018		ЧМ Япония 2017		ЧЕ Испания 2016		ЧМ Швейц. 2015		ЧЕ Бельгия 2014		ЧМ Япония 2013		ЧЕ Россия 2012		ЧМ Великобр. 2011		ЧЕ Чехия 2010		ЧЕ Чехия 2008											
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3								
1	Щепихин А.																																
2	Щепихин Д.	1																															
3	Склярук И.	2	1																														
4	Олихов Д.			2	1																												
5	Солоницын И.			1	1																												
6	Телицын В.							2																									
7	Микушов П.																																
8	Тимошенко К.	1																															
9	Кононенко С.																																
10	Кочетов П.																																
11	Брежнев А.																																
12	Пуляев А.																																
13	Мальхин Д.																																
14	Глушенко Ю.																																
15	Агафонов А.																																
16	Шумаков С.																																
17	Кривошускова И.																																
18	Бекетов О.																																
19	Карашевский А.																																
20	Ткачева Е.																																
21	Богомолов И.																																
22	Кравченко Т.																																
23	Молоков Д.																																
24	Вендин А.																																
25	Титов В.																																
26	Каширицев Е.																																
27	Загорский А.																																
28	Киселев А.																																
29	Голиков Р.																																
30	Коровина С.																																
31	Розанова Л.																																
32	Архипов К.																																
33	Покидов Д.																																

№ п/п			ФИО спортсмена		Соревнования и занятые места																		Окончание табл. 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
					ЧМ Испания 2019		ЧЕ Нидер. 2018		ЧМ Япония 2017		ЧЕ Испания 2016		ЧМ Швейц. 2015		ЧЕ Бельгия 2014		ЧМ Япония 2013		ЧЕ Россия 2012		ЧМ Великобр. 2011								ЧЕ Чехия 2010		ЧЕ Чехия 2008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3							1	2	3	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

Более ранний успех пришел к российским спортсменам на европейском уровне. Первое клубное первенство Европы прошло в Чехии в 2008 г. На эти соревнования поехало всего 6 российских атлетов, которые завоевали 9 медалей по разным номинациям. С тех пор российские атлеты участвовали во всех клубных первенствах Европы и всегда возвращались с медалями. Такая же ситуация сложилась в детско-юношеском Первенстве Европы. Юные российские спортсмены, начиная с первого турнира (Швейцария, 2012 г.), куда поехали 24 атлета – завоевали 28 медалей. Клубные первенства Европы проходят каждые 2 года. На взрослом уровне наши спортсмены успешно конкурируют с англичанами и японцами за звание лучшей команды мира, а на детском – наши юные спортсмены занимают безоговорочное первое место в мире!

В 2010 г. с участием российских спортсменов прошел первый международный турнир (Чехия), 3 всероссийских, 3 региональных, 2 муниципальных. Все 9 мероприятий проходили в формате Томики айкидо. Из вышеприведенных цифр видно, что начиная с 2010 г. количество и, самое главное – качество мероприятий, проводимых представителями Томики айкидо, возрастало.

В 2015 г. прошло 2 международных турнира (Австралия и Швейцария), 10 всероссийских, 5 региональных, 5 муниципальных и 4 местных. Всего было 26 мероприятий, из которых 24 проходили в формате Томики айкидо (92 %).

В 2018 г. российские атлеты Томики айкидо приняли участие в двух международных турнирах (клубный чемпионат и клубное первенство Европы), в 11 всероссийских турнирах (Кубок Белогорья, Кубок Невы, Кубок Черноземья, Кубок Дракона, Финал Кубка Федераций, Детско-юношеские игры боевых искусств, Студенческая Лига и других), в 6 региональных турнирах (в Белгородской, Курской, Московской областях и в С-Петербурге), в 5 муниципальных турнирах, которые прошли в Белгородской области и в 4 местных соревнованиях. Если

к этому добавить 4 всероссийских и 3 региональных Фестиваля по Томики айкидо, 3 региональных мероприятия (Детско-юношеские игры и Церемония подведения итогов года), 3 всероссийских семинара – общее количество составляет 41 мероприятие в год. Из этих мероприятий 31 проходило в рамках только Томики айкидо, что составляет 76 %. За указанный период наблюдается положительная соревновательная динамика не только в выступлении российских команд на международной арене, но и выступление наших айкидоков в личном зачете (табл. 2).

Судя по табл. 2, где зафиксированы достижения российских айкидоков, попавших в тройку лидеров на соревнованиях европейского и мирового уровня, соревновательные результаты довольно высокие: за период выступления наших спортсменов, начиная с 2008 г. и по 2019 г. У нас 63 победителя и призера, среди которых есть неоднократные победители и призеры. Всего в указанных в таблице соревнованиях в личном зачете российскими айкидоками было завоевано: 43 золотые медали; 56 серебряных медалей; 61 бронзовая медаль. Самые сильные спортсмены подготовлены клубами Курска, Москвы, Белгорода, С.-Петербурга.

По итогам всех крупнейших соревнований за рассматриваемый период можно выделить 6 айкидоков России, наиболее успешно выступавших в личном зачете (табл. 3).

Среди мужчин больше всех медалей у Агафонова А. – из 10 медалей половина золотых. Еще трое имеют по 4 золотые медали. У мужчин в личном зачете выступление в международных соревнованиях более успешное, чем у женщин (у лидеров среди женщин по одной золотой медали).

С 2015 г. представители Томики айкидо стали не только участвовать в межстилевых мероприятиях, но и организовывать, проводить их (Фестивали айкидо Белгородской области, Межстилевые соревнования в Туле и т.д.). Крупнейшие европейские соревнования проводят организаторы Томики айкидо России с 2012 г.

Таблица 3

Сильнейшие российские айкидоки в личном зачете

№ п/п	Фамилия, имя	Золотая медаль	Серебряная медаль	Бронзовая медаль
1	Агафонов Андрей	5	1	4
2	Кочетов Павел	4	5	1
3	Щепихин Алексей	4	2	1
4	Шумаков Сергей	4	1	5
5	Олихов Дмитрий	2	2	1
6	Щепихин Дмитрий	2	–	1

Среди них следует отметить следующие соревнования: Третий клубный чемпионат Европы (Москва, 2012), Второе клубное первенство Европы (С.-Петербург, 2014), Четвертое клубное первенство Европы (Белгород, 2018). Проведение международных турниров в России позволяет большому числу российских атлетов участвовать в соревнованиях такого уровня, а следовательно, и реализовывать свой потенциал. Однако политическая ситуация в мире, предвзятое отношение к представителям России, определенная разрозненность европейского сообщества Томики айкидо не позволяют сделать эти соревнования более массовыми и представительными.

В то же время внутри России происходят заметные изменения в соревновательном айкидо. Национальный Совет Айкидо России (НСАР) кардинально поменял свою политику, рассматривая спортивное айкидо, как равноправное с традиционным айкидо направление. В России стали проводиться соревнования не только в стилях Есинкан и Реального айкидо, но и по традиционному направлению айкидо айикай (уже прошли такие международные соревнования). Одной из главных задач соревновательного айкидо в России стала необходимость объединить все эти соревнования и провести чемпионаты федеральных округов, Чемпионат России в целом, как единый турнир.

В рамках соревновательного айкидо реализуется ряд новых проектов, которые должны определить пути его дальнейшего развития в условиях России. Например, проект «Единая всероссийская команда по Томики айкидо» – призван создать условия и отработать механизмы для образования спортивной сборной России по айкидо, включающей спортсменов разного возраста и пола. Проект «Всероссийская судейская коллегия» должен поднять уровень квалификации российских судей и оптимизировать нормативную базу вида спорта «айкидо». Еще один проект – «Научный экспертный совет» – призван объединить усилия специалистов для проведения научных исследований, научных конференций по тематике айкидо, наладить регулярный выпуск сборников научных статей по айкидо и т.д.

В целом движение соревновательной активности в Томики айкидо в России начинается как бы «сверху» – от международных и всероссийских соревнований – к региональным и местным, а затем всероссийские и областные соревнования становятся основой для развития нового вида спорта на периферии и для представления его на международной арене. В ряде случаев

при становлении нового вида спорта, например, в Казахстане, зарождение происходило в глубокой провинции региона, а соревновательная активность начиналась позже в областном центре, а уже потом выходила на международный уровень. Следовательно, развитие нового вида спорта действительно имеет не только разные предпосылки и причины появления, но и отличается разными характеристиками соревновательной деятельности.

Выводы

1. В результате исследования установлено, что российские специалисты (спортсмены) Томики айкидо, получив первый опыт в 1997 г. в Японии, через 20 лет вышли на высокий уровень соревновательной деятельности, уверенно конкурируя со спортсменами Великобритании и Японии, входят в тройку сильнейших спортивных держав мира.

2. Динамика соревновательной деятельности российских сборных команд Томики айкидо и участия в соревнованиях наших спортсменов в личном зачете свидетельствует о быстром приросте уровня спортивной квалификации, как среди взрослых, так и среди юных спортсменов. Высокий уровень российских спортсменов в большей степени обеспечивается в первую очередь федерациями и клубами в Курске, Москве, Белгороде, С.-Петербурге.

3. К 2019 г. сложилась уникальная ситуация: Национальный совет айкидо России официально разворачивается в сторону развития спортивного направления айкидо, большинство представителей традиционного айкидо понимает необходимость проводить соревнования, а в сообществе российского Томики айкидо накопился большой внутренний потенциал, как количественный так и качественный, для мощного прогресса соревновательной деятельности в ближайшем будущем.

Список литературы

1. Бекетов О.В., Кравченко Т.Л., Макашев Ш.А., Рахметжанов А.С., Собянин Ф.И., Арсеев Е.А. Проблемы и перспективы развития соревновательного айкидо в России // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 6. С. 126–130.
2. Ueshiba K. The art of aikido: principles and essential techniques. Tokyo: Kodansha International, 2004. 174 p.
3. Григорьев А.Н. Боевое айкидо. Философия боя. Система обороны. М.: Рипол-Классик, 2013. 256 с.
4. Миронов А.Г. Характеристика айкидо как вида японского боевого искусства и средства физического воспитания // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2011. № 3 (71). Ч. 1. С. 126–132.
5. Динамическое айкидо. Годзо Сиода [Электронный ресурс]. URL: <http://aikido-msk.ru/images/.pdf> (дата обращения: 15.12.2019).

УДК 378.146

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ»

Бодюков Е.В., Бердышева Е.В., Сорокина Л.А.

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

В статье рассматривается проблема повышения теоретической подготовленности студентов вузов по дисциплине «Физическая культура и спорт», которая преподается в университетах в форме лекционных занятий. Во вводной части исследования приведен краткий обзор основных научных работ ведущих учёных в рамках решаемой проблемы. Обоснована актуальность совершенствования знаниевого компонента в методике формирования физической культуры студентов. Исходя из взаимосвязи теории и практики физического воспитания, авторы попытались подчеркнуть необходимость воспитания потребности студентов в освоении теоретических аспектов ценностного потенциала физической культуры и спорта. Важность совершенствования содержания лекционных занятий, применяемых организационных форм, методов и средств, обосновывается относительно новым педагогическим явлением – получением неспецифического (непрофессионального) высшего образования в области физической культуры студентами вузов. В этой связи появляются задачи повышения качества научно-педагогического контроля не только в учебно-тренировочных и методико-практических занятиях, но и в разделе теоретического блока (учебного модуля) знаний. Появляется проблема объективизации способов проверки теоретической подготовленности студентов. В содержании статьи показана возможность использования Google Форм в тестировании знаний и результаты дидактического тестирования, организованного в рамках исследования. Определены наиболее сложные темы теоретического раздела для студентов по дисциплине «Физическая культура и спорт». Проведен корреляционный анализ знаний и потребностно-мотивационного компонента физической культуры личности. На основе полученных выводов намечены перспективные направления дальнейших изысканий в рамках рассматриваемой научной проблемы.

Ключевые слова: знания, студенты, физическая культура, спорт, теоретический курс, вуз

STUDY OF KNOWLEDGE OF STUDENTS IN DISCIPLINE «PHYSICAL CULTURE AND SPORT»

Bodyukov E.V., Berdysheva E.V., Sorokina L.A.

Polzunov Altay State Technical University (AltSTU), Barnaul, e-mail: Sorokina-lidiya@mail.ru

The article discusses the problem of increasing the theoretical preparedness of university students in the discipline «Physical Culture and Sport», which is taught at universities in the form of lecture classes. The introductory part of the study provides a brief overview of the main scientific works of leading scientists in the framework of the problem being solved. The relevance of improving the knowledge component in the methodology of the formation of students' physical culture is substantiated. Based on the interconnectedness of the theory and practice of physical education, the authors tried to emphasize the need to educate students' needs in mastering the theoretical aspects of the value potential of physical education and sports. The importance of improving the content of lectures, organizational forms, methods and means used is justified by a relatively new pedagogical phenomenon – the receipt of non-specific (unprofessional) higher education in the field of physical education by university students. In this regard, there are tasks to improve the quality of scientific and pedagogical control not only in educational and methodical and practical classes, but also in the section of the theoretical block (training module) of knowledge. There is a problem of objectification of methods for checking the theoretical readiness of students. The content of the article shows the possibility of using Google Forms in testing knowledge and the results of didactic testing, organized as part of the study. The most complex topics of the theoretical section for students in the discipline «Physical Culture and Sport» are identified. A correlation analysis of knowledge and the need-motivational component of a person's physical culture is carried out. Based on the findings, promising areas for further research are outlined in the framework of the scientific problem under consideration.

Keywords: knowledge, students, physical culture, sports, theoretical course, university

Актуальность исследования обосновывается необходимостью решения проблемы, сущность которой заключается в повышении значимости неспецифического высшего образования студентов вузов в области физической культуры (ФК). В основе проблемы лежит противоречие между существенным влиянием знаний на отношение студентов к теории и практике ФК и недостаточной информационной осведомлённостью специалистов о наиболее слабых сторонах теоретической подготовленности

обучающихся, на которые следует направить педагогические усилия лекторов.

Весомый исследовательский вклад в данное направление вносят работы Л.И. Лубышевой [1–3], а также труды М.Я. Виленского и его коллег, которые развили в теории и практике идеи формирования физической культуры личности [4].

В последние годы, с введением в вузы теоретического курса «Физическая культура и спорт», в ряд важнейших задач выходит знаниевый компонент личной физиче-

ской культуры студента, его теоретическая подготовленность в области ФК. Знания по физической культуре и умения применять эти знания в практике являются основой гармонического биосоциального развития студента как личности. Этому способствует написание учебных пособий, с успехом применяемых в лекционных занятиях со студентами.

Так, для интериоризации вузовской молодёжью теоретических аспектов физической культуры Ю.И. Евсеевым подготовлены учебные пособия, получившие широкое распространение в системе высшего физкультурного образования. В одном из них автор пишет: «Высшее профессиональное образование и его гуманитарная составляющая – физическая культура – направлены на приоритетное совершенствование личных способностей, развитие самовоспитательной и самообразовательной функции студента, формирование его как гражданина, интеллигента, специалиста...» [5, 6].

Знания входят в мотивационный компонент личности, создавая определённые образы в мышлении студентов, стимулирующие их к систематическим занятиям физическим воспитанием. Роль мотивационно-ценностной составляющей физической культуры личности раскрывается в трудах многих известных учёных, в передовых рядах которых можно выделить одно из последних исследований В.К. Бальсевича [7].

Необходимость решения задач, связанных с повышением качества теоретической подготовленности студентов в ФК, подтверждается анализом приведенных ниже данных, которые были получены в процессе тестирования. В общем виде, результаты практического исследования убеждают в недостаточном уровне знаний студентов вуза по ряду аспектов теории ФК.

Таким образом, анализ научных работ и фактические данные нашего исследования обуславливают не только актуальность проблемы, но и актуальность темы статьи в контексте получения студентами высшего неспециального образования по физической культуре.

Мы считаем, что более высокий уровень знаний по ФК создаёт условия для целенаправленного повышения уровня двигательной активности студентов через осознание положительных эффектов физических упражнений, повышение мотивации и формирование умений и навыков воспитания физических качеств и основанных на них умений и навыков как на учебных занятиях физическим воспитанием, так и в форме самостоятельных физических тренировок.

Цель исследования: провести анализ качества знаний студентов первого курса в рамках теоретического модуля дисциплины «Физическая культура и спорт».

Материал и методы исследования: анализ научной и научно-методической литературы; тестирование; методы математико-статистической обработки данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование проводилось в Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова.

В первом семестре студентам 1 курса ($n = 246$) было предложено пройти тестирование и ответить на различные вопросы, касающиеся физической культуры личности. При разработке дидактического теста мы исходили из предположения о том, что определённый уровень теоретической подготовки по физической культуре студенты получили в общеобразовательной школе.

Тестовые задания были разработаны на базе поисковой системы Google в разделе Google Формы в стандартном шаблоне. Вопросы и варианты ответов теста подверглись экспертному оцениванию и были сформулированы с учётом коэффициента конкордации экспертов. Результаты оценивались по 100-балльной шкале с градацией: 0–24 балла – «неудовлетворительно»; 25–49 баллов – «удовлетворительно»; 50–74 баллов – «хорошо»; 75–100 баллов – «отлично».

Были проведены лекционные занятия по тематическим разделам «Физическая культура в общественной и профессиональной подготовке студентов», «Медико-биологические основы физической культуры», «Основы здорового образа жизни. Физическая культура в обеспечении здоровья». Лекционные аудитории были оснащены мультимедийной аппаратурой.

Из общего количества тестируемых (рис. 1) только 9 студентов (3,66 %) не набрали минимума баллов (25 баллов), необходимого для оценки «зачтено». Диапазон оценок данной подгруппы – от 0 до 24 баллов.

Количество обучаемых оценочно-го диапазона 25–49 баллов – 38 человек (15,45 %). Это студенты, показавшие знания теории физической культуры на оценку «удовлетворительно».

От 50 до 74 баллов получили 64 обучающихся (26,02 %). Данный уровень знаний оценен как «хорошо».

Отличников с результатами от 75 до 100 баллов было выявлено 135 человек (54,88 %).

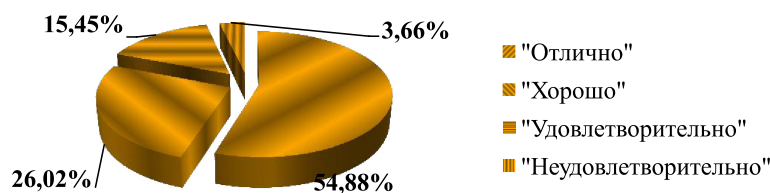


Рис. 1. Качество знаний

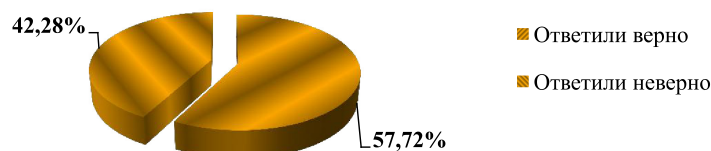


Рис. 2. Ответы на вопрос о задачах ФВ

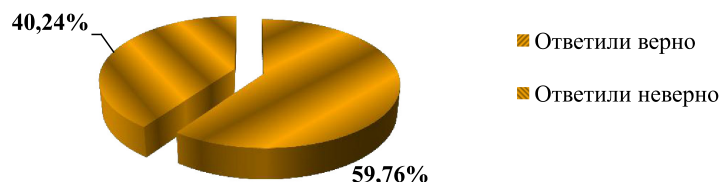


Рис. 3. Ответы на вопрос о нормативах физической подготовленности

Минимальное значение оценки составило 16 баллов ($n = 1$). Максимальное количество баллов, которое смогли набрать студенты – 100 ($n = 5$).

Медиана ряда чисел составила 62 балла. Мода статистического ряда распределения – 92 балла ($n = 18$).

Нами было выявлено, что к тематическим аспектам, в которых студенты часто давали неправильные ответы, относятся: основные задачи физического воспитания студентов; содержание нормативов физической подготовленности студентов; восстановление организма после физических нагрузок; основы силовой подготовки.

Анализ показал, что из 246 студентов 104 (42,28%) не ответили на вопрос о сущности задач физического воспитания (ФВ), на основе которых выстраивается методическая база формирования личной физической культуры в условиях учебно-тренировочных, методико-практических, теоретических и контрольных занятий (рис. 2).

Незнание целей и задач приводит к непониманию студентами тех результатов, к которым необходимо стремиться на каж-

дом физкультурном занятии. Из этого следует нарушение принципа сознательности и связанной с ней активности обучающихся в рамках дисциплин «Физическая культура и спорт» и «Физическое воспитание».

Сложным оказался вопрос о физических упражнениях и численных данных, составляющих основу нормативов подготовленности студентов (рис. 3).

Из общего количества тестируемых 99 человек (40,24%) ответили неверно. Это может говорить о непонимании модели физической подготовленности, которая является ориентиром для гармоничного развития биологических показателей студентов. Нечёткий образ цели негативно отражается на конкретике двигательных заданий, к которым нужно быть более внимательным, уделять больше времени и усилий.

В количестве 110 тестируемых (44,72%) были даны неправильные ответы на вопрос об интенсивности нагрузки, оптимальной для решения конкретных двигательных задач в зависимости от психофизической подготовленности (рис. 4).

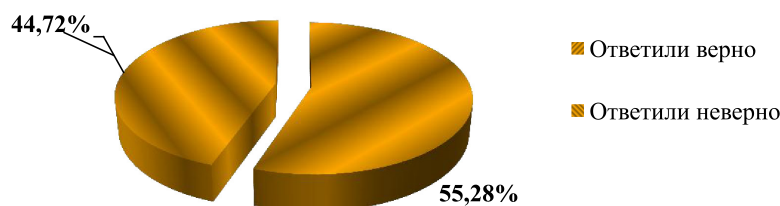


Рис. 4. Ответы на вопрос о физической нагрузке

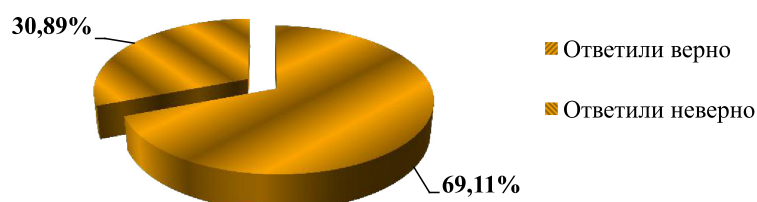


Рис. 5. Ответы на вопрос о значении восстановления в ФВ

Коэффициенты корреляций знаниевого компонента физической культуры личности с интегральной потребностью в физической культуре (коэффициенты корреляции по Пирсону)

Отдельные компоненты физической культуры личности	Знания			
	Сентябрь 2019 г.	Октябрь 2019 г.	Ноябрь 2019 г.	Декабрь 2019 г.
Интегральная потребность в физической культуре	0,565	0,665	0,679	0,798

Отсутствие знаний о параметрах дозирования нагрузки в физической культуре и спорте с необходимостью приводит к неадекватному самоконтролю влияния объема упражнений, степени физиологической напряженности организма, периодов восстановления.

Многие студенты не понимают влияния интервалов отдыха между упражнениями на работоспособность и на кумулятивный эффект от нагрузки (рис. 5). К этой подгруппе относились 76 тестируемых (30,89%).

Пробелы в знании о том, что отдых в физическом воспитании является одним из важнейших компонентов, связанных с нагрузкой, могут способствовать развитию состояния перетренированности или недотренированности. В первом случае студент вынужден будет использовать средства реабилитации, которые, безусловно, усложнят достижение запланированных результатов формирования личной физической культуры. В случае недотренированности становится очевидной нецелесообразная трата времени в ходе прошедших занятий физическими упражнениями.

Теоретический аспект силовой подготовки, как один из важнейших компонен-

тов общей физической подготовки, вызвал затруднения у значительной части тестируемых. Так, не знают значения базового понятия «сила» 113 опрошенных (45,93%). Не смогли выбрать верный ответ к вопросу о взрывной силе 120 студентов (48,78%). Отсутствует знание о сущности стартовой силы у 105 человек (42,68%). Неверные ответы об ускоряющей силе выявлены у 128 тестируемых (52,03%).

На данном этапе исследования методом корреляционного анализа установлена зависимость между знаниями и потребностью в занятиях физическим воспитанием (таблица).

Понятие интегральной потребности и методика её оценивания подробно изложена в диссертации Е.И. Шеенко [8].

Из табличных данных видно, что корреляционная зависимость существенна и прогрессирует в процессе овладения студентами теоретического модуля программы по физическому воспитанию.

Коэффициенты корреляций дают основания предполагать существенную связь не только между знаниями и потребностью, но и компонентами физической подготовленности студентов.

Выводы

Результаты тестирования студентов показали, что наиболее сложными оказались следующие вопросы: о задачах физического воспитания в вузе; об обязательных двигательных тестах и оценочных критериях в учебной программе по физическому воспитанию; о закономерностях психофизического восстановления после физических упражнений; об основных видах силовых способностей человека.

Преподавателям физического воспитания следует учитывать слабые стороны теоретической подготовленности студентов в области физкультурного образования. Необходимо акцентировать педагогические усилия на общем и частном целеполагании в каждом из практических занятий, на постановке общих и частных задач и объяснении их сути. Важно добиваться понимания студентами запланированных результатов физического воспитания в ближней перспективе и в стратегическом отношении. Следует более скрупулезно обучать способам концентрации мышления на конкретных модельных характеристиках и способах их воплощения в личной физической культуре.

К актуальным темам физкультурного образования студентов относятся вопросы планирования и применения физической нагрузки, способы педагогического контроля и самоконтроля физического состояния занимающихся, методы управления объемом и интенсивностью упражнений и интервалами отдыха между ними.

Результаты исследования показывают недостаточное ценностное отношение студентов к знаниям о сущности силовых способностей, которые лежат в основе многих двигательных способностей, умений и навыков воспроизведения двигательных действий. В этой связи важно доносить до сознания студентов негативные и позитивные стороны физического развития при использовании упражнений силовой направленности с различным объемом и интенсивностью нагрузки, а также методов использования средств силовой подготовки.

Прогрессирующая среднесильная тенденция корреляционной связи знаний и потребности в использовании занятий ФК убеждает в эффективности лекционных форм обучения студентов в рамках программы по дисциплине «Физическая культура и спорт». Перспективным этапом ис-

следования является выявление корреляции между знаниями и уровнем физического развития. Гипотетически можно полагать, что полученные студентами знания по теории ФК дают дополнительные возможности в форме организации самостоятельных занятий физическими упражнениями, что приводит к большему приросту физических качеств, в сравнении со студентами, не знающими и, следовательно, не умеющими самостоятельно использовать средства и методы физического воспитания.

Полученные выводы открывают ряд новых вопросов и дают основания для дальнейшего научного поиска и обоснования эффективных педагогических подходов в области высшего неспециального (непрофессионального) физкультурного образования студентов.

Список литературы

1. Лубышева Л.И. Физическая культура и спорт в вузе: реалии и перспективы // Теория и практика физической культуры. 2019. № 6. С. 93.
2. Лубышева Л.И. Физическая культура и спорт в вузе: инновационный вектор развития // Физическая культура, спорт, туризм: научно-методическое сопровождение: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Пермь, 17–19 мая 2017 г.). Пермь: Издательство ФГБОУ ВПО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», 2017. С. 47–50.
3. Лубышева Л.И. Интеграция спортивной науки и образования стратегический ресурс развития общества // Теория и практика физической культуры. 2019. № 3. С. 95.
4. Виленский М.Я. Формирование культуросообразного отношения студента к себе как субъекту физкультурно-спортивной деятельности // Ценностные приоритеты здоровья и профессионально-личностного развития студентов в образовательном пространстве физической культуры: материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию профессора М.Я. Виленского. М.: Международная академия наук педагогического образования, 2018. С. 7–18.
5. Евсеев Ю.И. Физическая культура. Изд. 7-е, доп. и испр. Ростов н/Д.: Феникс, 2011. 444 с.
6. Евсеев Ю.И. Студент как гармонично развитая личность // О повышении роли физической культуры и спорта в развитии личности студентов: материалы докладов конференции (17–18 ноября 2011 г.). М.: МОН, 2011. С. 195–196.
7. Бальсевич В.К. Особенности мотивации занимающихся физической культурой и спортом на разных этапах онтогенеза человека // Физическая культура, спорт, туризм: научно-методическое сопровождение: материалы Всероссийской конференции с международным участием (Пермь, 15–16 мая 2014 г.). Пермь: Издательство ФГБОУ ВПО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», 2014. С. 29–31.
8. Шеенко Е.И. Формирование потребности в физической культуре у студентов педагогических вузов (на основе модульно-рейтинговой системы оценки качества учебной деятельности): дис. ... канд. пед. наук. Барнаул, 2008. 196 с.

УДК 378.241:304.3:004.853

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК НОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ:
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВОЕ КАЧЕСТВО ЖИЗНИ****Гордеева И.В.***ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург,
e-mail: ivgord@mail.ru*

Статья посвящена анализу изменений, происходящих в современном обществе, включая образовательную сферу, под влиянием цифровизации. Показано, что данный процесс приводит к необратимым изменениям в профессиональном образовании, которое должно соответствовать запросам информационного общества, потребностям работодателей и самих обучающихся. Как показывают данные опроса, проведенного среди студентов колледжа и Уральского государственного экономического университета, значительная часть обучающейся молодежи посвящает поиску информации и общению в социальных сетях свыше 8 ч в сутки, что становится нормой современной жизни, причем студенты колледжа уделяют информационным процессам больше времени, чем студенты вуза. Результаты опроса также показывают, что среди претензий, предъявляемых обучающимися к образовательному процессу, отмечаются не только длительные занятия или неинтересные темы, но и слабая ориентация преподавателей на диалог с аудиторией, незначительное количество интерактивных занятий и пр. Среди пожеланий к технологиям проведения занятий предлагаются деловые игры, мозговые штурмы и пр. Кроме того, обращается внимание на необходимость более тесной связи теоретических знаний с их практическим применением. Подобные требования соответствуют запросам современного информационного общества и работодателей в свете коренной реорганизации всех сфер жизни.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровизация, технологическая революция, новые требования к образованию, качество образования, информационно-коммуникационные технологии, молодежь, анкетирование, студенты колледжа, студенты университета

**DIGITAL TRANSFORMATION AS NEW REALITY:
NEW TECHNOLOGIES AND NEW QUALITY OF LIFE****Gordeeva I.V.***Ural State University of Economics, Yekaterinburg, e-mail: ivgord@mail.ru*

The article is devoted to the analysis of changes in modern society, including the educational sphere, under the influence of digitalization. It is shown that this process leads to irreversible changes in vocational education, which must meet the needs of the information society, the needs of employers and students themselves. According to a survey conducted among students of college and the Ural State University of Economics, a significant part of young people devote themselves to searching for information and communicating on social networks for more than 8 hours a day, which is becoming the norm in modern life, and college students spend more time on information processes than students of university. The results of the survey also show that among the claims made by students to the educational process, there are not only lengthy classes or uninteresting topics, but also a weak teachers orientation to dialogue with the audience, a small number of interactive classes, etc. Business games, brainstorming and others were offered among the wishes for the technologies for conducting classes. In addition, attention is drawn to the need for a closer connection of theoretical knowledge with their practical application. Such requirements correspond to the demands of the modern information society and employers in the light of a radical reorganization of all spheres of life.

Keywords: digital economy, digitalization, technological revolution, new requirements to education, quality of education, competences, informational and communicative technologies, youth, survey, college students, university students

Перемены, происходящие на наших глазах и охватившие всю систему коммуникаций, торговли, медицины, бизнеса, образования и других сфер жизнедеятельности, наглядно иллюстрируют влияние стремительно развивающегося научно-технического прогресса на все компоненты нашей жизни – влияния, гораздо более мощного и стремительного, нежели политические и экономические катаклизмы последних десятилетий. По утверждению М. Мühleisen [1], за всю предшествующую цивилизационную историю человечество только трижды получало в свои руки столь мощные технологические рычаги – открытия прикладной науки, позволившие корен-

ным образом реорганизовать весь производственный процесс, что привело, в свою очередь, к фундаментальным изменениям в транспортной и социальной сфере, а в конечном итоге и в повседневной жизни всего цивилизованного мира, что в полной мере позволило говорить о полномасштабных научно-технических революциях. Такими открытиями были изобретение книгопечатания, создание парового двигателя и электрогенератора. По словам Mühleisen, все преимущества и проблемы прогрессирующего социума проявляются в результате не адаптации новых технологий к запросам общества, а в адаптации этого общества к возникающим новым техноло-

гиям, причем происходящей в ускоренном темпе, поскольку отставание от main stream инновационного потока чревато не только утратой конкурентоспособности как в бизнесе, так и на рынке труда, но даже серьезными проблемами в повседневной жизни. В условиях современной цифровой экономики – совокупности общественных отношений, складывающихся при использовании электронных технологий, электронной инфраструктуры и услуг» [2], неизбежным становится переход к новой системе организации труда, образования, коммуникаций, торговли и пр. Цифровизация экономики может рассматриваться как перманентно ускоряющийся процесс, обеспечивающий социуму уже в настоящем, а также в ближайшей и отдаленной перспективе целый ряд экономических и социальных выгод. К экономическим выгодам, безусловно, следует отнести существенный вклад цифровых технологий в экономический рост, увеличение производительности труда, ускорение темпов прироста малого и среднего бизнеса [3]. К социальным преимуществам цифровизации можно отнести возрастание инклюзивности, снижение уровня бедности, повышение доступности финансовых сервисов, снижение негативного воздействия на окружающую среду и пр. В то же время всемерное приобщение граждан к информационно-коммуникационным технологиям приводит к таким негативным эффектам, как ухудшение общего состояния здоровья в условиях повсеместного малоподвижного образа жизни, облегчение обмена информацией между представителями всевозможных террористических организаций, развитие киберпреступности в условиях облегчения доступа к информации о денежных счетах граждан и пр.

Подобно тому, как парусные суда, а сеть железных дорог сделала ненужной достаточно успешно функционировавшую в странах Европы систему дилижансного сообщения, сеть Internet и технологии Big Data пришли на смену традиционной почте, постепенно вытесняют из жизни печатные книги, журналы и газеты, а также привычные учебники, поскольку ускоряющийся темп современной жизни уже не позволяет тратить длительное время на поиск необходимой информации, а академические знания стремительно устаревают, да и объем всех имеющихся в распоряжении человечества знаний постоянно нарастает «подобно снежному кому», удваиваясь каждые десять-пятнадцать лет [4, 5]. Образование, особенно профессиональное,

являясь одной из наиболее чувствительных к социально-экономическим изменениям сфер жизни, не может не реагировать на разворачивающиеся процессы, что, в свою очередь, сказывается на всех компонентах процесса – от формирования учебных программ до изменения подходов к оценке качества [6, с. 39].

Цель исследования: анализ изменений, происходящих в среде обучающихся в высших и средних учебных заведениях на примере Уральского государственного экономического университета и его колледжа под влиянием цифровизации современной жизни.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Уральского государственного экономического университета в сентябре – октябре 2019 г. В процессе исследования анализировалась степень вовлеченности студенческой молодежи в процесс цифровизации. Как известно, современных студентов средних и высших профессиональных учебных заведений относят к так называемому поколению Z [7–9], в качестве особенностей которого вычлениют так называемое «клиповое мышление», неумение сосредоточиться в течении длительного времени на конкретной теме, а также постоянное времяпрепровождение в социальных сетях – «человек информационного общества находится на связи постоянно» [5, с. 12]. Однако следует признать, что именно представители подрастающего поколения в наилучшей степени адаптированы к реалиям цифрового общества – быстрее осваивают все современные портативные электронные устройства, активно используют систему электронных платежей, совершают больше покупок в интернет-магазинах, прекрасно ориентируются в огромном объеме информации, представленной в социальных сетях, умея извлечь из нее все необходимое. С.А. Зверькова выделяет несколько типов молодежи в цифровом обществе в зависимости от времени, затрачиваемого на общение и поиск информации в социальных сетях: 1) молодежь несетевая (длительность использования информационно-коммуникационных средств с целью проведения досуга – менее трех часов в сутки); 2) молодежь полусетевая (длительность – от трех до восьми часов в сутки); 3) молодежь сетевая (длительность – свыше восьми часов в сутки) [8]. Согласно утверждениям Зверьковой, молодежь, предпочитающая социальным сетям живое общение, составляет только 1/20 от общего количества представителей нового поколения.

Таблица 1
Основные характеристики молодежи информационного общества (на примере УрГЭУ)

Тип молодежи	Основной контент потребляемой информации	Основные способы осуществления коммуникации	% от общего количества			
			студенты колледжа	студенты вуза	юноши	девушки
Молодежь несетевая	Учебная, познавательная	Живое общение в реальном мире	5,7	5,2	8,6	9,1
Молодежь полусетевая	Учебная, деловая		25,9	25,3	35,2	33,8
Молодежь сетевая	Развлекательная, деловая	Почти исключительно через инструменты цифровых технологий	68,4	69,5	56,2	57,1

Таблица 2
Мнения студентов первого курса высшего учебного заведения и колледжа об учебном процессе

Выборка обучающихся	Мнения о качестве преподавания		Мнения об организации учебного процесса		Мнения о технологиях обучения	
	недостатки	пожелания	недостатки	пожелания	недостатки	пожелания
Студенты колледжа	Неинтересные темы, отсутствие связи предметов с практической деятельностью, неиспользование преподавателями современных информационных технологий	Активно использовать информационно-коммуникационные технологии, преподавателям вести активные диалоги с аудиторией, используя современные источники данных	Слишком длительные занятия без перерыва, короткие перемены, занятия во второй половине дня	Пятиминутные перерывы во время лекционных и лабораторных занятий, занятия в утренние часы	Устаревшие формы обучения, монологичные лекции, скудные семинары	Активное использовать интерактивные формы – диалоговые лекции, дискуссии, деловые игры
Студенты университета	Слабая связь теории с практикой, плохое владение преподавателями современными информационными технологиями	Больше уделять внимание темам, имеющим непосредственное отношение к практической деятельности	Короткие перерывы на обед, занятия по субботам	Пятидневная учебная неделя, увеличение времени обеденного перерыва	Малоэффективные монологичные лекции, слабое использование интерактивных форм обучения	Внедрять в процесс деловые игры, мозговые штурмы и другие современные формы обучения

В процессе настоящего исследования проводился опрос студентов первого курса вуза (средний возраст – 18,4 лет) и колледжа (средний возраст – 16,3 лет) о степени их вовлеченности в информационный процесс, о которой судили по общему количеству времени, которое каждый из участников опроса в среднем тратил на поиск, общение и обмен информацией в социальных сетях, а также различных интернет-сайтах. Всего в опросе приняли участие 215 студентов университета (126 девушек и 89 юношей) и 218 студентов колледжа (132 девушки и 86 юношей). Участников обследования опрашивали не только о длительности «пребывания в информационных сетях», но также об основных способах осуществления коммуникации и основном контенте потребляемой информации. Затем в соответствии с методикой Зверьковой, в обеих выборках были вычленены группы, относящиеся к различным типам молодежи в цифровом обществе. Кроме того, анонимно оценивались мнения обучающихся об образовательном процессе, а именно: предлагалось указать, какие основные недостатки отмечают последние в качестве преподавания и организации занятий. Поскольку опрос проводился среди лиц, недавно закончивших обучение в средней школе, то, естественно, им еще трудно было судить обо всех сложностях образовательного процесса в вузе, но нас интересовало именно сравнение общего и профессионального образования с точки зрения студенческой молодежи.

Результаты исследования и их обсуждение

Как следует из представленных ниже в табл. 1 данных, результаты проведенного обследования для обучающихся колледжа в целом совпадают с гипотезой Зверьковой. В то же время у студентов университета средний процент лиц, которых можно было бы отнести к «сетевой молодежи», был существенно ниже и достоверно отличался от аналогичного показателя для обучающихся колледжа, что может быть связано не только с разницей в возрасте в два года и более серьезным отношением к жизни, но и с меньшим количеством свободного времени у совершеннолетних обучающихся, а также с тем, что многие из них вынуждены работать в свободные от занятий часы. При этом достоверных различий между «цифровизацией» юношей и девушек одного возраста выявлено не было.

Данные, представленные в табл. 2, представляют собой обобщенный срез мнений обучающихся по программе СПО

и ВО по поводу основных недостатков учебного процесса. Как уже отмечалось ранее, следует учитывать относительно короткий срок пребывания студентов в учебном заведении, однако нас интересовало само отношение молодежи цифрового общества к современной образовательной программе. Как мы видим, основные претензии обучающихся заключаются в использовании преподавателями устаревших технологий обучения, которые до сих пор преобладают в высших учебных заведениях и слабо отвечают запросам современного информационного общества, а также в слабом владении педагогами современными информационно-коммуникационными технологиями, что существенно снижает авторитет первых в глазах студентов.

Цифровая экономика немыслима без широкого использования Интернета, информационно-коммуникационных средств, киберфизических систем и иных цифровых технологий [7]. По утверждению ряда авторов, четвертая технологическая революция в большей мере, нежели все предыдущие, способствует стиранию культурных, социальных и даже экономических различий между государствами, делая потенциально возможной реализацию прежде утопической мечты о подлинном равенстве народов [10, 11]. Население финансово благополучных и менее развитых стран получило возможность включиться во всеобщую систему онлайн-образования, предоставляющую возможность переобучения, повышения квалификации, получения дополнительных знаний и новых профессиональных знаний дистанционно, независимо от конкретного места проживания, что позволяет реализовать востребованную во всем мире программу long-life learning (обучения в течение всей жизни). В исследованиях И.О. Тюриной показано, что использование Интернета для учебных целей (речь идет именно об образовательном процессе, а не о получении информации) в той или иной мере отмечается у 26% молодых российских граждан, что в целом соотносится с аналогичными показателями для других государств [11].

В ближайшей перспективе (через 10–15 лет), по мнению специалистов российского Агентства стратегических инициатив, наиболее востребованными на рынке труда будут специальности по информатике и вычислительной технике, информационно-безопасности, инфокоммуникационным технологиям, нанoeлектронике, робототехнике, искусственному интеллекту, нейронным сетям, облачным и квантовым технологиям, материаловедению, биотехническим

системам и пр. [8, 9], что подразумевает активное развитие STEM-образования в современной средней и высшей школе. Следует признать, что традиционная консервативная система преподавания естественнонаучных и сопряженных с ними предметов, подразумевающая дифференцирование естественнонаучного блока на отдельные дисциплины в создавшейся ситуации является препятствием для получения обучающимися полноценных знаний, востребованных профессиональных умений и необходимых компетенций, так как большинство из вышеперечисленных специальностей возникли «на стыке» нескольких естественнонаучных и математических дисциплин, охватывающих целый блок смежных концепций и нацеленных на решение задач, требующих комплексных навыков сразу в нескольких направлениях теоретической и практической деятельности, поскольку четвертая промышленная революция представляет собой сочетание технологий цифрового, биологического и физического мира, которое создает новые возможности [12]. По словам В.А. Дуболазова и Е.С.А. Нунес «образование должно быть направлено на глобализацию знаний, его целью является подготовка людей к заполнению новых рабочих мест с высоким спросом в нынешних и будущих сферах труда» [6] в условиях, когда некоторая часть традиционных профессий постепенно уходит в небытие или коренным образом реорганизуется, так как внедрение инновационных технологий приводит к автоматизации многих процессов, что неизбежно чревато потерей рабочих мест [8]. Как утверждают А. Аптекман с соавторами, в условиях автоматизации все большего количества операций, что неизбежно приводит к полному исчезновению ряда специальностей и одновременно острому дефициту кадров, владеющих современными цифровыми навыками, возникает острая необходимость адаптации образовательной инфраструктуры к новым техно-экономическим реалиям [3]. По мнению Т.В. Кондратюк, навыки потенциального перспективного сотрудника в ближайшие 10–15 лет можно классифицировать следующим образом: 1) когнитивные (способность к обучению, анализу и проявлению инициативы), 2) некогнитивные (пунктуальность, ответственность, умение работать в команде); 3) цифровые навыки (цифровая грамотность) [13]. В подобных условиях подготовка потенциальных работников, соответствующих запросам общества цифровой экономики, должна осуществляться не только в соответствии с современными стандартами высше-

го и среднего профессионального образования, но и с учетом требований и пожеланий потенциальных работодателей [14, 15].

Заключение

Поскольку производство современных знаний правомочно рассматривать в качестве бизнес-процесса, а образование – в качестве «экономической услуги», то следует учесть, что потребителями образовательных услуг являются не только государство и бизнес-партнеры (работодатели), но и сами обучающиеся (особенно в случае обучения на коммерческой основе), нередко смутно представляющие свое дальнейшее трудоустройство и имеющие очень слабое представление о требованиях, предъявляемых работодателями к потенциальным сотрудникам. Все это, в свою очередь, порождает целый ряд проблем в самом образовательном процессе: с одной стороны, обучающиеся предъявляют небезосновательные претензии к качеству преподавания, отмечая слабое владение педагогами современными информационно-коммуникационными технологиями, избыточный «академизм» знаний, устаревшие сведения и отсутствие связи между получаемыми знаниями и конкретными практическими навыками; с другой стороны – в силу слабой ориентации в своей будущей практической деятельности студенты не в состоянии в полной мере оценить, какие конкретно знания, умения и навыки будут востребованы работодателем и в дальнейшем высказывают сожаление, что не обучались тому, что в самом деле оказалось необходимым.

Тем не менее образование по-прежнему играет ключевую роль при формировании необходимого уровня профессиональных компетенций. Для создания успешной и конкурентоспособной рабочей силы любым компаниям необходимо действовать в двух направлениях: во-первых, формировать конкретные требования к программам обучения и мониторинга навыков и знаний в соответствии с потребностями рынка; во-вторых, способствовать повышению квалификации и переобучению сотрудников за счет продвижения идеи непрерывного самостоятельного образования.

Список литературы

1. Mühleisen M. The Long and Short of The Digital Revolution. Finance & Development. 2018. V. 55. No. 2. [Electronic resource]. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2018> (date of access: 15.12.2019).
2. Балацкий Е.В. Глобальные вызовы четвертой промышленной революции // Terra Economicus. 2019. № 17 (2). С. 6–22.

3. Аптекман А., Калабин В., Клинцов В. Цифровая Россия: новая реальность. М.: ООО Мак-Кинзи и Компания СиАйЭс, 2017. 133 с.
4. Грибанова Ю.И., Шатров А.А. Сущность, содержание и роль цифровой трансформации в развитии экономических систем // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 3. С. 44–48.
5. Гуторович О.В. Четвертая промышленная революция и ее возможные последствия // Дискурс. 2018. № 6. С. 11–17.
6. Нунес Е.С.А., Дуболазов В.А. Рынок труда и образование в условиях четвертой промышленной революции // Научно-технические ведомости СПбГТУ. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 5. С. 38–45.
7. Скруг В.С. Трансформация промышленности в цифровой экономике: проблемы и перспективы. 2019. Т. 9. № 7. С. 943–952.
8. Зверькова С.А. Портрет молодежи в информационном обществе // Социально-экономические явления и процессы. 2016. Т. 11. № 3. С. 21–25.
9. Клочкова Е.Н., Садовникова Н.А. Трансформация образования в условиях цифровизации // Проблемы образования. 2019. № 4. С. 12–22.
10. Луков В.А. Концептуализация молодежи в XXI в.: новые идеи и подходы // Социологические исследования. 2012. № 3 (324) С. 21–30.
11. Тюрина И.О. Молодежь в информационном пространстве России: Интернет-участие и коммуникации // Россия и Китай: молодежь XXI века. М., 2014. С. 333–358.
12. Сон С.А., Щербакова Т.А., Ситникова С.А. Молодежь информационного общества // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2019. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://ejournal.omgau.ru/images/issues/2019/S06/00673.pdf> (дата обращения: 15.12.2019).
13. Притчина Л.С. Цифровизация и новое экономическое образование // Педагогическое образование и наука. 2018. № 2. С. 120–122.
14. Литвак Н.В. Новая реформа отечественного высшего образования: «цифровизация» и профессура // Наука. Культура. Общество. 2018. № 2–3. С. 156–163.
15. Логинова С.Л. Цифровизация высшего образования: основные противоречия // Непрерывное образование: теория и практика реализации: материалы II Международной науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2019. С. 104–107.

УДК 378:72

ОЦЕНКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПРОЕКТНОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩЕГО АРХИТЕКТОРА

Данченко Л.В., Туктамышов Н.К.

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
Казань, e-mail: info@kgasu.ru

Целью исследования является установление критериев оценки уровней сформированности пространственно-проектного мышления студентов-архитекторов. Актуальность исследования продиктована спецификой геометро-графических компетенций архитекторов, требованиями профессиональных сообществ и необходимостью реализации положений ФГОС. Предмет исследования – формирование пространственно-проектного мышления студентов-архитекторов посредством изучения курса начертательной геометрии и графики, а именно геометрии формообразования и способов отображения результата. Особенность пространственно-проектного мышления студента-архитектора проявляется через многоаспектное восприятие действительности, способности видеть результат проектирования, совокупности действий и операций, а также навыков графической визуализации. Выявлены уровни (репродуктивный, продуктивный, формирующий) развития пространственно-проектного мышления будущего архитектора и критерии их оценивания. Критерии учитывают умения к созданию геометрически обоснованной формы, а также способность к отображению формы в ортогональных и перспективных проекциях. Полученные результаты выявили зависимость условий воспроизведения студентами формы (репродуктивные знания) от освоения ими теоретических знаний и приобретенных навыков выполнения изображений, а творческий аспект развития пространственно-проектного мышления показывают менее четверти студентов. Методология исследования опирается на деятельностный и контекстный подходы в обучении, а также на практическую составляющую профессиональной деятельности архитектора.

Ключевые слова: пространственное и проектное мышление, формообразование, архитектурное проектирование, начертательная геометрия, геометро-графическая подготовка

EVALUATION OF THE SPACE-PROJECT THINKING DEVELOPMENT OF THE FUTURE ARCHITECT

Danchenko L.V., Tuktamyshev N.K.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, e-mail: info@kgasu.ru

The aim of the study is to establish criteria for assessing the levels of spatial and project thinking of architecture students. The relevance of the study is dictated by the specifics of geometric and graphic competences of architects, the requirements of professional communities and the need to implement the provisions of the FSES. The subject of the study is the formation of spatial and design thinking of architecture students by studying the course of descriptive geometry and graphics, namely, the geometry of formation and ways to display the result. Peculiarity of space-project thinking of the student architect is manifested through a multidimensional perception of reality, the ability to see the result of the design, the set of actions and operations, as well as skills of graphic visualization. The levels (reproductive, productive, forming) of spatial and project thinking of the future architect and criteria of their evaluation were revealed. The criteria take into account the ability to create a geometrically justified form, as well as the ability to display the form in orthogonal and perspective projections. The results revealed the dependence of the conditions of form reproduction (reproductive knowledge) by students on their mastery of theoretical knowledge and acquired skills of image execution, and the creative aspect of spatial and project thinking development is shown by less than a quarter of students. The research methodology is based on active and contextual approaches in training, as well as on the practical component of the architect's professional activity.

Keywords: spatial and design thinking, shaping, architectural design, descriptive geometry, geometric-graphic preparation

Важную роль в формировании профессионализма архитектора играет приобретение знаний геометрии формообразования по созданию и отображению геометрически обоснованной формы будущего сооружения или его архитектурного образа, что связано с процессом развития его пространственно-проектного мышления будущего архитектора, особенность которого сопряжена с поиском гармоничного единства геометрического образа архитектуры, его конструктивных закономерностей. Пространственно-проектное мышление лежит в основе формирования профессионализма архитектора и определяет его творческий потенциал, что закреплено

в документах Международного союза архитекторов (МСА), RIBA, Хартии ЮНЕСКО (XXII Генеральная Ассамблея МСА, Берлин, июль 2002 г.) [1]. На основе анализа требований профессиональных сообществ ФГОС ВО определяет художественно-графические компетенции будущего архитектора как способность представлять проектное решение с использованием традиционных и новейших технических средств изображения на должном уровне владения основами художественной культуры и объемно-пространственного мышления.

Цель исследования состоит в определении критериев оценки сформиро-

ванности пространственно-проектного мышления будущих архитекторов как способности по созданию пространственных форм и структур, проведению операций по их преобразованию, посредством изучения студентами-архитекторами курса начертательной геометрии как рабочего инструмента по созданию пространственных форм, моделей пространства.

Материалы и методы исследования

Формирование пространственно-проектного мышления непосредственно связано с методологией профессиональной деятельности, а именно с освоением основного метода – «метода архитектора». Проблема формирования проектного и пространственного мышления в архитектурном творчестве рассматривалась ведущими специалистами в архитектуре и архитектурном образовании, такими как Ле Корбюзье, И.Г. Лежава, А.В. Иконников, В. Гропиус и др. [2–4]. Методологию развития пространственного мышления как особого вида мыслительной деятельности, связанной с ориентированием в теоретическом и практическом пространстве, рассматривали также Е.А. Сысоева, Л.П. Русинова, И.А. Суленко и др. [5, 6]. В исследовании поставленной проблемы использовались деятельностный, контекстный, акмеологический, личностно-ориентированный подходы, а также методы сравнительного анализа, письменный опрос, текущие упражнения, графические работы и устное обсуждение.

Пространственное мышление для архитектора заключается в способности мысленного создания архитектурного образа, его положения в пространстве в сочетании с проектными действиями по его преобразованию и визуализации [6, 7].

Особенность пространственно-проектного мышления архитектора проявляется через многоаспектное восприятие действительности и способность видеть результат проектирования. Развитие способности мысленного создания образа, его геометрии на основе разработанного комплекса заданий по начертательной геометрии опирается на последовательность действий и операций в соответствии с технологией применения модифицированного проектно-аналогового метода обучения будущего архитектора и его проектной компонентой [5].

Формирование профессиональной базы архитектора начинается с освоения необходимых теоретических знаний по созданию формы (ясность линий, определение плоскости, положение в пространстве, очертание и каркас поверхности и т.п.), методов ее воспроизведения в ходе изучения графических дисциплин, начертательной геометрии [5, 9, 10].

Графическое изображение целостной архитектурной концепции предполагает развитие навыков визуализации мысленно созданного образа и проработкой его отдельных деталей, основой которых служат понятия проецирования и проекции (ортогональные проекции, аксонометрия и перспектива). Через освоение приемов создания графического изображения мысленно созданного образа будущего объекта архитектуры происходит постижение «метода архитектора».

Изображение представляет собой плоскую геометрическую модель пространственного объекта. Методом начертательной геометрии является графическое отображение и исследование пространственных форм, архитектурных композиций с помощью чертежа. Формообразование связано с понятием поверхности, а операция проецирования поверхности на плоскости дает возможность решения прямой задачи архитектурного творчества – изобразить мысленно созданный образ, архитектурную форму, которые формируются в сознании студента, отображаются в конкретной окружающей среде [8–10].

Формирование пространственно-проектного мышления будущего архитектора посредством графики и начертательной геометрии предполагает наличие взаимосвязанных и взаимозависимых уровней и предварительной подготовки. Задача пропедевтической подготовки заключается в развитии умений воспроизведения объекта на плоскости в ортогональных и аксонометрических проекциях, используя инструментарий и приемы работы с ним. Основным методом обучения является практическое занятие с элементами моделирования, что определяет графический аспект уровней формирования пространственно-проектного мышления. Таким образом, предварительная подготовка представляет собой начальный уровень, который характеризуется отсутствием самостоятельности при выполнении задания, следованием инструкциям преподавателя и соблюдением четких алгоритмов. Успешность подобной предварительной подготовки оценивается на конкурсных испытаниях по практическому критерию: умение изображать предмет в трех видах и выполнять графические построения с демонстрацией владения чертежными инструментами и понятийным аппаратом. 90% обучающихся (около 250 человек) на подготовительных курсах справляются с поставленными задачами и составляют основную часть контингента

та студентов архитектурных направлений. Тем не менее предварительная подготовка на подготовительных курсах не является обязательной, поскольку приблизительно 25 % студентов готовятся самостоятельно, имеют природную одаренность, развиваются в школах искусств и т.п., но недооценка пропедевтического уровня приводит к снижению качества обучения. Особенность развития пространственно-проектного мышления будущего архитектора на основе начертательной геометрии позволила выявить уровни его сформированности, которые представляют собой блоки: репродуктивные (понятийный и операционный), формирующий, продуктивный (конструктивно-преобразующий и проектный). Каждый из них требует своего подхода, содержания и оценки [5, 9, 10].

Репродуктивный уровень демонстрирует формирование исполнительских качеств начальной профессиональной деятельности. В контексте архитектурной подготовки репродуктивными являются понятийный и операционный уровни пространственно-проектного мышления [5].

На понятийном уровне формируется база пространственно-проектного мышления через освоение морфологической и операционной составляющей отображения пространства и его элементов, его мысленно созданного образа, а также понятийного аппарата, необходимого для манипулирования элементами в пространственной структуре, возможностей преобразования и геометрического моделирования посредством действий и операций [9, 10]. При этом под операциями подразумевается графическая технология изображения, инструментарий, построения на плоскости, в том числе и с помощью компьютерных технологий. Совокупность операций позволяет выполнить действие по переходу от мысленного образа к его графическому изображению и дальнейшему преобразованию, что и определяет взаимосвязь понятийного и операционного уровней. На операционном уровне студентами производится конкретизация элементов, действия с которыми позволяют моделировать, преобразовывать, изменять их положение в пространстве. Через освоение манипулирования пространственной структурой на базе коллинеарного соответствия, гомологии, студенты осваивают теоретические знания, необходимые для архитектурного формообразования, конструирования. Оценка формирования репродуктивных уровней производится на основе выполнения текущей работы, а в процессе оценивания учитывается степень освоения основных понятий и теоретических

положений дисциплины по когнитивному критерию [10, 11]. Студенту необходимо графически выполнить 30 задач, решение которых проверяется индивидуально и позволяет перейти на следующий уровень пространственно-проектного мышления.

Следующий формирующий уровень определяет действия по переходу от мысленно созданного образа к конкретному объекту через освоение геометрических закономерностей создания и изображения поверхностей [5, 10].

Студенты отображают результат в виде проекционного чертежа в соответствии с индивидуальным вариантом. Абстрактный геометрический образ, заданный геометрическими определителями, с помощью манипулирования необходимо преобразовать в конкретную архитектурно-образную форму, описать ее и найти примеры применения в архитектуре и дизайне. Например: даны определители гипара $\sum (m; l; \pi 2)$, где m и l – прямолинейные направляющие, $\pi 2$ – плоскость параллелизма.

Задание: по заданным геометрическим условиям (определителям) необходимо создать и отобразить поверхность, определить классификационные характеристики, выявить возможное применение в архитектуре и дизайне. Задание выполняется по индивидуальным вариантам, является обязательным для всех студентов и выполняется в виде графореферата. Для проведения оценки результата формообразования были привлечены 143 студента, прошедших предварительную подготовку и преодолевших конкурсные испытания, архитектурно-дизайнерских направлений. Оценка производилась по следующим критериям:

- Умение воспроизвести условия формообразования. Геометрические условия задаются с помощью условных знаков, принятых в начертательной геометрии: конкретная или бесконечно удаленная точка, прямая или кривая линия, ось вращения, направление перемещения. Необходимо правильно прочитать геометрические условия, классифицировать поверхность и принять решения по ее проекционному изображению.

- Способность воспроизведения формы (поверхности) или визуализация, то есть согласно условиям построения проекционно-го изображения полученной поверхности.

Анализ показал, что эта часть задания являлась сложной для 25 % студентов. За абстрактными элементами студентам данной группы оказалось сложно увидеть геометрическую поверхность и ее каркас. Соответственно, в изображении были допущены ошибки или было неполное отображение.

Тем не менее 75 % студентов продемонстрировали исполнительские качества начальной профессиональной деятельности.

– Репродуктивно-деятельностный критерий оценивает понимание студентами возможности моделирования полученной поверхности. Студенты, которые справились с воспроизведением формы, легко выполнили задания, связанные с алгоритмом построения точек, линии на поверхности, сечений и вырезов.

– Моделирование, изменение поверхности, перемещение, вращение, определение аналогов из реального проектирования. Данный критерий позволяет выявить уровень интереса к выбранной профессиональной деятельности, ее особенностям.

Продуктивные уровни пространственно-проектного мышления (конструктивно-преобразующий и проектный) непосредственно связаны с проектной деятельностью архитектора через решение комбинированных задач, алгоритмов, экспериментирования [5, 10].

Конструктивно-преобразующий уровень. Освоение данного уровня опирается на применение модифицированного проектно-аналогового метода для придания профессионально-практического контекста процессу обучения. Студент осваивает аналоговое проектирование, а именно: геометрические образы воспроизводятся им как своеобразные модели целостного объекта, созданного в воображении, и затем отображаются на плоскости. Итоговая работа по теме «Перспектива архитектурного объекта» показала, что отображение мысленно созданного образа является сложной задачей, с которой успешно справляются 86 % студентов при условии консультирования с преподавателем и последовательным выполнением работы. Оценка максимально ориентирована на практическую деятельность:

– Используя имеющийся иллюстративный материал в виде рисунков, фото, чертежей и т.п., студенту необходимо выявить применяемые геометрические образы формы в изображенном или воображаемом архитектурном объекте.

– Продуктивность работы проявляется через самостоятельность выбора способа наглядного изображения, его достоверность, ракурс восприятия и дальнейшее моделирование объекта, исследование его свойств и расположения.

Проектный уровень является обобщающим и непосредственно связан со стержневой дисциплиной «Архитектурное проектирование» и операциями с архитектурными образами. Особенности пространственно-

проектного мышления на данном уровне заключаются в умении видеть предполагаемый результат и процедуры для его достижения, восприятию действительности в рамках проектирования, проявление креативности, создание концепций, методологию профессиональной деятельности [9, 12]. Оценка освоения данного уровня производится исходя из оценки креативности, а именно использование поисковых процедур, оригинальность мышления и подачи, генерирование идей и подходов. Оценивание производится по результатам комплексного учебного проекта по архитектурному проектированию, исходя из совокупности всех критериев. Результаты анализа выполненной работы: 80 % студентов демонстрируют понимания проектной деятельности, применение геометро-графических знаний и умений, желание самосовершенствования в будущей профессии. Остальные студенты имели сложности с выполнением работы на высокий оценочный балл, что связано, как показало обсуждение, с неясностью своей роли в профессии и недостатком художественного восприятия.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные результаты показали, что репродуктивные критерии (восприятие условий формообразования и воспроизведение формы) у большинства студентов зависят от освоения ими теоретических знаний и приобретенных навыков выполнения изображений. В то же время некоторые студенты обладают способностью восприятия и прямого усмотрения результата на основе интуиции, что особенно проявляется при формировании проектных навыков посредством учебного архитектурного проектирования. Такая группа студентов составляет около 25 % обучающихся и демонстрирует успешность на всех этапах обучения профессии. Тем не менее для большинства студентов очень важно приобретение исполнительских качеств архитектора, которые связаны с выполнением технической документации, применением нормативной базы при этом. Репродуктивные характеристики в данном контексте играют важнейшую роль и также связаны с архитектурным творчеством. Высокую оценку по репродуктивным критериям получили 90 % студентов, что связано со структурой содержания геометро-графической подготовки с точки зрения формообразования и наличия последовательной предварительной подготовки, преемственности обучения и междисциплинарной связи, в первую очередь профильных дисциплин (рисунок, начертатель-

ная геометрия, объемно-пространственная композиция, архитектурное проектирование). Что касается продуктивного критерия, то именно он определяет творческий аспект развития пространственно-проектного мышления. 18% студентов показали неуверенность в правильности решения при воспроизведении мысленно созданного образа, что потребовало дополнительной консультации преподавателя как руководителя мастерской, что и соответствует модифицированному проектно-аналоговому методу.

Заключение

Выявлены уровни (репродуктивный, продуктивный, формирующий) развития пространственно-проектного мышления будущего архитектора и критерии их оценивания. Каждый из них представляет собой единую необходимую структуру формирования пространственно-проектного мышления взаимосвязанных элементов, освоение которых необходимо для подготовки к архитектурной практике. В основе критериальных оценок лежат: способность студентов к восприятию условий формообразования и воспроизведению объекта, а также умение моделировать геометрические формы и самостоятельность пространственного мышления.

Успешность формирования пространственно-проектного мышления будущего архитектора связана с мотивацией к самоопределению в выбранной профессии. Творческая составляющая архитектурного проектирования зависит от владения как понятийным аппаратом построения изображений мысленно созданного объекта, так

и практическими навыками визуализации, что и составляет основу практической деятельности архитектора

Список литературы

1. Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Особенности пространственно-проектного мышления в контексте общей архитектурной подготовки // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12–2. С. 421–431.
2. Елохина В.А., Краснобаев И.В. К вопросу о взаимосвязи архитектуры и строительных технологий (по материалам зарубежной печати) // Известия КазГАСУ. 2019. № 2 (48). С. 40–47.
3. Дембич А.А., Лежава И.Г. Казань – территория многообразия // Архитектура и строительство России. 2018. № 4 (228). С. 72–77.
4. Жандарова А.А., Денисенко Е.В. Историко-теоретические аспекты развития биоархитектуры // Известия КазГАСУ. 2019. № 1 (47). С. 18–26.
5. Данченко Л.В., Туктамышов Н.К. Уровни пространственно-проектного мышления будущего архитектора // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 9. С. 126–129.
6. Tim Broun. Change by Design. N.Y.: Harper Collins Publishers, 2009. 264 p.
7. Федотова Н.В., Суленко И.А. О необходимости формирования пространственного мышления // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 8. С. 44–47.
8. Янковская Ю.С. Архитектурно-средовой объем: образ и морфология: учебное пособие. Екатеринбург: Архитектор, 2012. С. 234
9. Рябов Н.Ф., Бурова Т.Ю. Факторы влияния в формировании и работе детских архитектурных школ // Известия КазГАСУ. 2017. № 1 (39). С. 82–90.
10. Короев Ю.П. Начертательная геометрия. 2-е изд. учеб. пособие для арх. специальностей вузов. М.: Архитектура-С, 2014. С. 42.
11. Данченко Л.В. Экспериментальная оценка профессионально-направленного обучения геометро-графическим дисциплинам студентов архитектурных специальностей // Казанский педагогический журнал. 2013. № 5. С. 101–106.
12. Кулеева Л.М., Одинцова Ю.П., Развитие устойчивого творчества в проектной деятельности в 20 веке // Известия КазГАСУ. 2018. № 2 (44). С. 22–29.

УДК 37.035

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ДУХОВНО-НРАВСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ В ПРАВОСЛАВНЫХ ТРАДИЦИЯХ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ

¹Емельянова О.Я., ²Шершень И.В., ³Кравец М.А.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», Воронеж,
e-mail: olga-emel@rambler.ru;

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж,
e-mail: inga_shershen@mail.ru, share_kra@mail.ru

В статье представлены результаты исследований проблемы развития духовно-нравственной культуры в православных традициях. Современное общество переживает глубокий духовно-нравственный кризис, отягощенный процессами глобализации всех сфер жизнедеятельности. Возрождение духовно-нравственной культуры необходимо осуществлять в процессе обучения молодого поколения путем предоставления соответствующих знаний и формирования нравственных качеств в целях личностной самореализации, в том числе для духовного роста, приобщения к национальной культуре, достижения профессиональной идентичности, социализации в современном обществе. Разработка модели развития духовно-нравственной культуры в традициях православия в молодежной среде позволяет определить цели, стратегию развития, а также формы и эффективные методы педагогического воздействия. Приоритетным стратегическим направлением в процессе развития духовно-нравственной культуры в молодежной среде выступает формирование культурно-образовательной среды на региональном уровне. Программа развития духовно-нравственной культуры включает лекторий и цикл бесед на актуальные темы педагогики, психологии, философии, истории, искусства и экономики в русле православия, а также волонтерскую деятельность, участие студентов в организации и проведении акций и культурно-развлекательных мероприятий, в духовном краеведении. Положительные результаты апробации модели развития духовно-нравственной культуры в православных традициях в молодежной среде позволяют предлагать рекомендации по развитию духовно-нравственной культуры через приобщение к традициям православия для руководителей и специалистов учреждений системы образования и РПЦ.

Ключевые слова: духовно-нравственная культура, духовно-нравственное воспитание, ценностные ориентации, культурно-образовательная среда, волонтерская деятельность, молодежная среда, православные традиции, православная педагогика

MODELING THE DEVELOPMENT OF SPIRITUAL AND MORAL CULTURE IN ORTHODOX TRADITIONS IN YOUTH ENVIRONMENT

¹Emelyanova O.Ya., ²Shershen I.V., ³Kravets M.A.

¹Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, e-mail: olga-emel@rambler.ru;

²Voronezh State University, Voronezh, e-mail: inga_shershen@mail.ru, share_kra@mail.ru

The article presents the results of research on the development of spiritual and moral culture in Orthodox traditions. Modern society is undergoing a deep spiritual and moral crisis, weighed down by the processes of globalization of all spheres of life. The revival of spiritual and moral culture must be carried out in the process of teaching the young generation by providing relevant knowledge and the formation of moral qualities for personal self-realization, including for spiritual growth, familiarization with the national culture, achievement of professional identity, socialization in modern society. The development of a model for the development of spiritual and moral culture in the traditions of Orthodoxy in the youth environment allows us to define goals, development strategies, as well as forms and effective methods of pedagogical influence. The priority strategic direction in the process of developing spiritual and moral culture in the youth environment is the formation of a cultural and educational environment at the regional level. The program for the development of spiritual and moral culture includes a lecture hall and a series of discussions on relevant topics of pedagogy, psychology, philosophy, history, art and economics in line with Orthodoxy, as well as volunteer activities, student participation in organizing and conducting events and cultural and recreational events, in spiritual history. The positive results of testing the model for the development of spiritual and moral culture in Orthodox traditions in the youth environment allow us to offer recommendations on the development of spiritual and moral culture by introducing Orthodoxy to the leaders and specialists of educational institutions and the Russian Orthodox Church.

Keywords: spiritual and moral culture, spiritual and moral education, value orientations, cultural and educational environment, volunteer work, youth environment, Orthodox traditions, Orthodox pedagogy

Проблема развития духовно-нравственной культуры в современном российском обществе является одной из наиболее острых и дискуссионных, что обусловлено рядом тенденций, носящих глобальный, всеобъемлющий характер.

Во-первых, бизнес достаточно жестко захватил все стороны жизнедеятельности общества, в том числе культурную и обра-

зовательную. Развитие экономики предполагает наличие неудовлетворенных потребностей у населения, поэтому в экономических интересах раскручивание механизма потребления, а именно таких его направлений, как создание новых потребностей, моральное устаревание товаров и услуг, быстрая смена модных трендов предметов потребления, акцентирование ценностных ориентиров об-

щества на достижении счастливой жизни путем получения удовольствия от потребления. Вектор повышения уровня и качества жизни указывает на рост доходов и одновременно рост потребления благ. Расслоение российского общества, колоссальное расхождение в уровнях благосостояния между людьми разных круга делают недоступными для значительной части общества дорогостоящие товары и услуги, в том числе те, которые могли бы способствовать развитию их потенциала. Например, современная система образования спровоцировала формирование рынка образовательных услуг, где в роли репетиторов выступают школьные учителя, и репетиторство является уже обычной практикой, к которой прибегают на всех ступенях обучения более половины школьников. Вузы предлагают на платной основе курсы профессиональной переподготовки сроком обучения до полугода, что дает право работы по направлению деятельности, хотя полная программа обучения в вузе предполагает 4 года. В данных примерах актуализированы вопросы профессиональной этики педагогов и достаточности объема знаний и профессиональных компетенций, предоставляемых обучающимся образовательными организациями. Музеи, театры также ориентированы на привлечение внебюджетных средств и предлагают участие в своих мероприятиях (квесты, театральные постановки для школьников и т.п.) по ценам, не доступным для многих родителей. Коммерциализация сфер культуры и образования приводит к культивированию обогащения, формированию циничного взгляда на аспекты жизни.

Во-вторых, средства массовой информации выбирают наиболее простые и выигрышные для них способы привлечения и удержания внимания аудитории, а именно, удовлетворяют интересы наблюдения за чужой жизнью, критического обсуждения других людей и т.п., предлагая своеобразную «психологическую жвачку», дающую краткосрочный эффект занимательного безопасного соучастия. К сожалению, такие профессиональные предпочтения СМИ способствуют не столько духовному развитию, сколько личностной стагнации членов общества.

В-третьих, современное общество кардинально разделилось во взглядах, какие человеческие качества и поведение считать нравственными, высокоморальными, а какие наоборот. Плюрализм взглядов на мораль и нравственность обусловлен как кризисом социалистической концепции развития общества в нашей стране, так и западными тенденциями (пропаганда сексуальной неразборчивости, наркотической

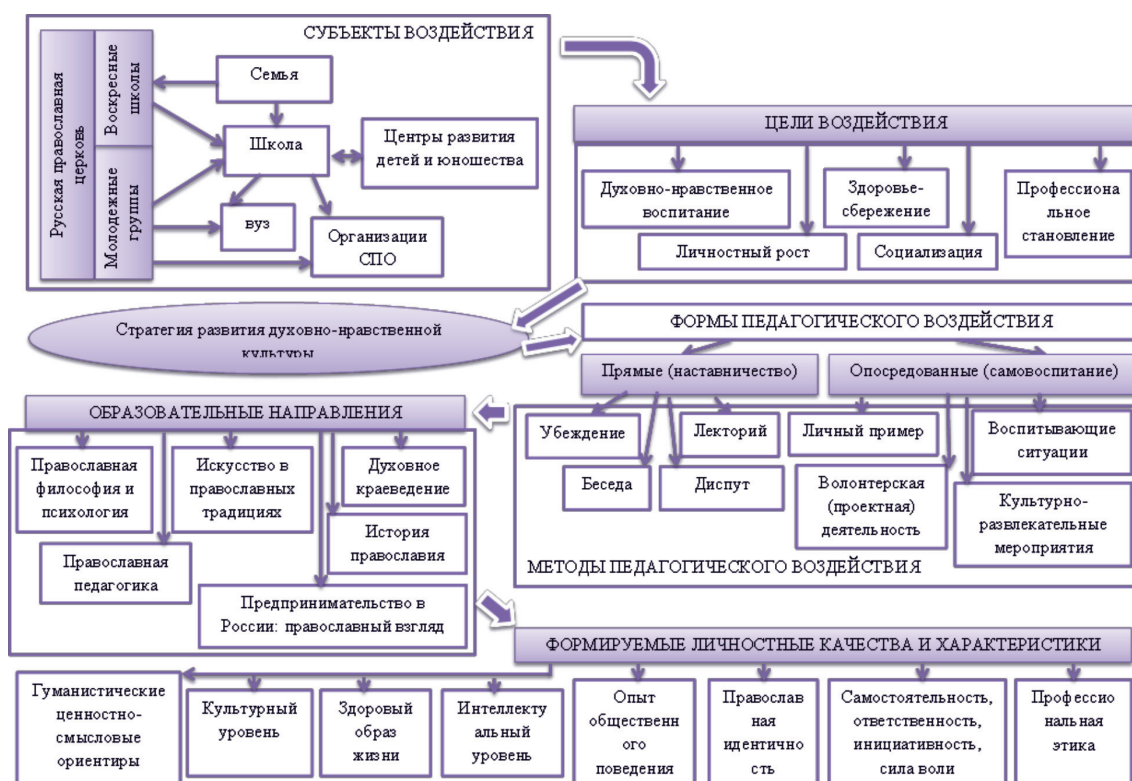
и пивной зависимости, приоритета личных интересов над общественными, классовое расслоение общества и т.п.).

Многофакторность проблемы развития духовно-нравственной культуры молодежи требует построения соответствующей модели развития. Возрождение духовно-нравственной культуры необходимо осуществлять в процессе обучения молодого поколения путем предоставления соответствующих знаний и формирования нравственных качеств в целях личностной самореализации, в том числе для духовного роста, приобщения к национальной культуре, достижения профессиональной идентичности, социализации в современном обществе. Одним из важнейших подходов в этом процессе является обращение к социально-экономическому, культурному и педагогическому потенциалу наследия в истории православной России. Православие выступает культурообразующей религией, на фундаменте православных традиций были созданы величайшие произведения литературы и искусства, развивалось русское предпринимательство и меценатство. Русская Православная Церковь обладает обширным багажом опыта предыдущих поколений, воспитывавшихся и творивших под эгидой стремления к духовно-нравственному совершенствованию [1]. Причем ценности духовно-нравственного как светского, так и религиозного воспитания совпадали, поскольку отвечали идеям любви к ближним, бескорыстия и избегания зла во всех его проявлениях.

На наш взгляд, организационные и педагогические функции развития духовно-нравственной культуры обязаны принять на свою ответственность образовательные организации. Классик мировой педагогики XVII в. Ян Амос Коменский отмечал: «Если против испорченности человеческого рода должно применить врачевание, то оно должно производиться главным образом путем осторожного и тщательного воспитания юношества» [2]. В сотрудничестве со структурными подразделениями института Православной Церкви образовательные организации, в том числе школы и организации дополнительного образования детей, колледжи, училища и вузы, должны реализовывать программы развития духовно-нравственной культуры в молодежной среде [3].

Материалы и методы исследования

Разработка модели развития духовно-нравственной культуры в традициях православия в молодежной среде позволяет определить цели, стратегию развития, а также формы и эффективные методы педагогического воздействия (рисунок).



Модель развития духовно-нравственной культуры в традициях православия в молодежной среде

В качестве целей развития духовно-нравственной культуры были обозначены духовно-нравственное воспитание, личностный рост, здоровьесбережение и экология жизни, профессиональное становление, социализация, расширение кругозора.

Формируя стратегию развития духовно-нравственной культуры современной российской молодежи, необходимо учитывать, что это поколение в целом склонно к демонстративному политическому и социальному поведению и ориентировано на достижение собственной прагматической выгоды [4]. Для выстраивания стратегии уточнены традиционные религиозные и культурные ценности, имеющие для молодежи фундаментальное значение, чтобы иметь возможность использовать их в качестве плацдармов для выстраивания линии духовно-нравственного просвещения (семья, общество, историко-культурное наследие).

Приоритетным стратегическим направлением в процессе восстановления и развития духовно-нравственной культуры в молодежной среде выступает формирование культурно-образовательной среды на региональном уровне. Ценность регионального образования заключается в возможно-

стях апеллирования к местному материалу и среде («атмосфере»), в которой живут обучающиеся. На всех образовательных уровнях необходимо реанимировать неустойчивые и забытые культурные традиции и позитивный исторический опыт местной среды. Стратегия развития духовно-нравственной культуры базируется на принципах прогностичности, поэтапности и обратной связи.

В русле христианства основными формами педагогического воздействия являются прямые (наставничество или учительство) и опосредованные, когда человек, приобретая некий духовный опыт или импульс к развитию, изменяет свое самосознание и отношение к миру (самовоспитание) [5].

Программа развития духовно-нравственной культуры молодежи включает ряд направлений, позволяющих достичь заявленных целей, а именно: православная философия и психология, православная педагогика, история православия, искусство в православных традициях, предпринимательство в России: православный взгляд [6]. По перечисленным направлениям создан цикл лекций, а также разработаны досуговые мероприятия и проекты.

Ожидаемыми результатами участия в программе было обозначено формирование характеристик и совершенствование качеств личности: православной идентичности, ценностно-смысловых ориентиров на основе принципов гуманизма и нравственности, самостоятельности, ответственности, инициативности, силы воли, здорового образа жизни, опыта общественного поведения, навыков самообразования и самовоспитания, овладения профессиональной этикой, повышения культурного и интеллектуального уровня.

Результаты исследования и их обсуждение

Апробация модели развития духовно-нравственной культуры в традициях православия была проведена в студенческой среде на базе Воронежского государственного педагогического университета (факультет искусств и художественного образования) с привлечением выразивших желание студентов Воронежского государственного университета.

Предварительно было проведено анкетирование 149 студентов относительно их ценностно-смысловых ориентиров на настоящий момент и ведущего мотива будущего участия в программе развития духовно-нравственной культуры. Мотив участия было предложено изложить в свободной форме, и затем последующая систематизация ответов позволила сгруппировать их для получения картины ожиданий. Так, 36% респондентов ответили, что посещение мероприятий будет способствовать их личностному росту; 25% студентов надеются на духовное развитие в процессе участия в программе; 22% опрошенных стремятся удовлетворить познавательный интерес, поскольку на лектории будут подняты важные для них в профессиональном плане темы; 15% студентов ожидают, что участие в мероприятиях поможет их интеграции в общественной и профессиональной жизни (вопросы ценностно-смысловых ориентиров в профессии, культуры коммуникаций, этичного поведения) и 2% опрошенных не заинтересовались программой и участвовать в ней не планируют (отказы были мотивированы формальными причинами: дефицитом времени, загруженностью учебой). Посещение мероприятий было свободное, то есть студенты принимали участие в проектах и событиях по мере возможности. В конце учебного года состоялось собрание, на котором было проведено анкетирование участников и обсуждены их впечатления и пожелания, итоги и перспективы будущей работы в данном направ-

лении. Все 100% опрошенных отметили полезность программы для себя и полное соответствие ожиданиям. Наибольшее впечатление произвело на студентов участие в волонтерских проектах и культурно-развлекательных мероприятиях («Пасхальная радость», «Сретенский бал», «Белый цветок», экскурсии в Благовещенский кафедральный собор г. Воронежа и мужской монастырь в Дивногорье, посещения Воронежского областного реабилитационного центра для инвалидов молодого возраста, отделения онкогематологии Воронежской областной детской клинической больницы и т.п.), 83% участвовавших отметили, что продолжили волонтерскую деятельность уже в составе молодежных православных групп. Также высокий интерес был вызван организацией диспута с привлечением студентов Воронежской духовной семинарии.

Следует отметить, что у студентов изменилось не только мировоззрение, что выявили ответы на вопросы анкеты о сложившейся системе ценностей и жизненных приоритетах, но и отношение к учебе. Опрошенные студенты по собственной инициативе заметили повышение уровня успеваемости и, сравнив свои средние баллы за предыдущие годы и текущий средний балл, отметили положительную динамику такого количественного показателя реализации программы развития духовно-нравственной культуры. Данный факт обусловлен переоценкой ценностей и повышением уровня ответственности, более серьезным восприятием будущей профессии.

Положительные результаты апробации модели развития духовно-нравственной культуры в православных традициях в молодежной среде позволяют предлагать рекомендации по развитию духовно-нравственной культуры через приобщение к традициям православия для руководителей и специалистов учреждений системы образования и РПЦ.

Так, перспективным направлением представляется интенсивно развивающееся краеведение, в том числе экспедиционный туризм [7]. Участники экспедиции получают возможность приобщиться к исследованию истории и культуры. В Воронежской области опыт экспедиционного туризма успешно применяется в рамках молодежного лагеря выходного дня «Находка», причем основной деятельностью участников проекта является духовное краеведение под руководством священнослужителей и преподавателей.

Опыт создания лагеря выходного дня, ориентированного на духовно-нравственное развитие молодежи, может стать перспектив-

ной формой приобщения старшеклассников и студентов к традиционным ценностям.

Волонтерство, или социальное служение, основывается преимущественно на внутренней мотивации человека, однако способствует гармонизации индивидуальных и общественных интересов [8]. Оказание добровольной помощи в различных формах, основанной на идеях бескорыстного служения гуманным идеям человечества и не преследующей целей получения оплаты или карьерного роста, является мощным импульсом к личностному, в том числе духовному развитию молодых людей. Православное волонтерство особо вдохновляет студентов, поскольку посещение больниц, детских домов и другая помощь нуждающимся расширяет границы мира, учит находить красоту, добро и оптимизм в тяжелых жизненных ситуациях и исключает доминирование эгоистических мотивов [9].

На факультете искусств и художественного образования Воронежского государственного педагогического университета деятельностный компонент подготовки студентов включает выполнение практико-ориентированных заданий, учебно-исследовательских и научно-исследовательских работ с выбором тематики в контексте развития духовно-нравственной культуры соответственно «Стратегии развития молодежи на период до 2025 года» [10]. В рамках воспитательной работы студенты привлекаются к участию в православных творческих мероприятиях, акциях и мастер-классах народного творчества («Пасхальная радость», «Белый цветок», «Рождественское чудо», «Сретенский бал» и т.п.).

Заключение

Определяющим условием профессионального становления студентов становятся участие в научно-практических конференциях по проблемам духовно-нравственного воспитания и традиционных семейных ценностей. Студенты получают возможность не только обозначить социально значимую проблему, но и проявить потенциальную готовность к ее решению посредством музыки, танцевального и изобразительного искусства.

Интеграция двух парадигм – академической (естественнонаучной) и духовной (православной) – возможна в принципе, и таким интегрированным направлением выступает православная педагогика. Лек-

ции по православной педагогике вызвали большой интерес у студенческой аудитории, не только потому, что будущая профессиональная деятельность студентов связана с обучением детей, но и вследствие того, что традиции православия обучают обретению такой редкой в настоящее время ценности, как душевный покой и согласие с самим собой. Включение элективного курса «Духовно-нравственное воспитание» в программы подготовки педагогов позволит студентам существенно обогатить профессиональный багаж знаний и изучить традиции русского наставничества (старчества), подвижничества, особенности формирования культурно-образовательной среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного исследовательского проекта РФФИ № 17-06-00437.

Список литературы

1. О вопросах внутренней жизни и внешней деятельности Русской Православной Церкви. Определение Освященного Архиерейского Собора Русской Православной Церкви от 4 февраля 2011 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.patriarchia.ru/db/text/1402551.html> (дата обращения: 21.11.2019).
2. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. М.: Учпедгиз, 1955. 655 с.
3. Емельянова О.Я., Шершень И.В., Кравец М.А. Влияние православной идентичности на социально-экономические установки молодежи // Современные проблемы экономики и менеджмента, сб. междунар. науч.- практ. конф. Воронеж: ВГУ, 2018. С. 100-103.
4. Мережко М.Е. Анализ проблем духовно-нравственного воспитания студентов вузов // Общество: философия, история, культура. 2011. № 3–4. С. 118–120.
5. Емельянова О.Я., Шершень И.В., Кравец М.А., Самойлов Г.В. Современные проблемы духовно-нравственного развития молодежи в России: монография. Отв. ред. Емельянова О.Я. Воронеж: ВГПУ, 2017. 188 с.
6. Святитель Феофан Затворник основатель христианской психологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 200-летию свт. Феофана Вышинского Затворника. СПб., 2015. 108 с.
7. Емельянова О.Я., Шершень И.В. Организация благотворительных мероприятий и волонтерской деятельности как индикатор уровня духовно-нравственного развития общества // Инновационные доминанты социально-трудовой сферы: экономика и управление, сб. междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: ВГУ, 2018. С. 98–105.
8. Астэр И.В. Потенциал православного социального служения // Вестник ПСТГУ. 2012. Вып. 4 (27). С. 84–93.
9. Бурдякова Л.С. Духовно-нравственное воспитание молодежи как педагогическое явление // Научные труды Московского гуманитарного университета. 2017. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://journals.mosgu.ru/trudy/article/view/393> (дата обращения 27.11.2019).
10. Стратегия развития молодежи на период до 2025 года // Росмолодежь. [Электронный ресурс]. URL: <https://fadm.gov.ru/news/23373> (дата обращения 27.11.2019).

УДК 37.013.41

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТАНОВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПОДРОСТКОВ: СУЩНОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ, РИСКИ

Ермоленкова Г.В., Преображенская Е.В.*ГАО ДПО «Саратовский областной институт развития образования», Саратов,
e-mail: gvermolenkova@mail.ru*

Социальная компетентность подростков находится в первую очередь в зависимости от специально организованных педагогических условий, в которых происходит становление жизненно важной качественной характеристики личности. Ключевой фигурой является учитель, педагог, от уровня профессионального мастерства которого зависит реализация задач «опережающего» обучения. Подростковый возраст наиболее благоприятный для становления социальной компетентности и одновременно сложный, противоречивый в проявлениях «взрослости» и «детскости». В рискованном обществе, в постоянно изменяющемся информационном пространстве, все сложнее определить истинность знаний, ценностных ориентаций. Учитель, педагог в силу своих профессиональных обязанностей должен помочь ребенку в решении постоянно возникающих проблем жизнедеятельности. У многих педагогов период взросления пришелся на эпоху доминирования репродуктивного обучения, когда учитель был источником знаний. Эту модель поведения он чаще всего и воспроизводит. Молодым педагогам, имеющим небогатый опыт работы в школе, сложно оперировать знаниями об организации процесса социализации в сложной ситуации множественности выбора. Участие учителя в деятельности педагогического сообщества в рамках тьюторской сети позволяет каждому, и педагогу-тьютору и тьюторанту, реализовать свои потребности и возможности в своевременной поддержке процесса формирования и развития социальной компетентности подростка. Педагог опытный в одном профессиональном направлении может выступать в нем как педагог-тьютор, в другом же получать помощь как тьюторант. Совместная взаимосвязанная деятельность педагога-тьютора и тьюторанта позволяет педагогическому мастерству и одного, и другого специалиста расти и развиваться, преумножая опыт друг друга в значимых вопросах современного образования в целом и в становлении социальной компетентности подростков в частности.

Ключевые слова: социальная компетентность подростков, педагогическое мастерство, педагог-тьютор, тьюторант, тьюторская сеть

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF FORMATION SOCIAL COMPETENCE OF ADOLESCENTS: THE NATURE, CHARACTERISTICS, RISKS

Ermolenkova G.V., Preobrazhenskaya E.V.*Saratov Regional Institute of Education Development, Saratov, e-mail: gvermolenkova@mail.ru*

The social competence of adolescents, first of all, depends on the specially organized pedagogical conditions in which the formation of a vital qualitative personality characteristic takes place. A key figure is a teacher, an educator, and implementation of the «advanced» learning tasks depends on the level of his or her professional skills. Adolescence is the most favorable age for social competence development and at the same time it is complex, contradictory in manifestations of «adulthood» and «childishness». In a risky society, in a constantly changing information space it is getting more difficult to determine the truth of knowledge and value orientations. The teacher, the educator in virtue of his or her professional duties should help the child in solving the constantly arising life problems. For many educators the period of their maturity fell on the era of reproductive education dominance, when the teacher was a source of knowledge. And this is the behavior model which the teachers reproduce most often. It is difficult for young teachers which do not have a rich school experience to operate the knowledge about the socialization process organization in a difficult situation of multiple choice. The teacher participation in the pedagogical community activities within the tutoring network allows everyone both the teacher-tutor and the tuteurant to implement their needs and capabilities in a timely support of adolescent social competence formation and development process. The experienced teacher in one professional direction can act as a teacher-tutor and in another he or she can receive help as a tuteurant. The teacher-tutor and tuteurant joint interconnected activity allows to grow and develop the pedagogical skills of one and another specialist, multiplying each other's experience in significant issues of modern education in general and in the formation of adolescents social competence in particular.

Keywords: social competence of adolescents, pedagogical skills, teacher-tutor, tuteurant, tutor network

Актуальность вопросов, связанных с необходимостью развития социальной компетентности подростков, обусловлена пристальным вниманием педагогического сообщества к результативности образовательного процесса, поиску средств повышения его эффективности. Характерной особенностью информационного общества, называемого сегодня рискованным (У. Бек,

О.Н. Яницкий), считается: доминирующая роль знания (Г. Бехманн), его «скоропортченность», а также противоречивость и, как следствие, недостаточность (А.П. Альгин); интенсивность, стремительность и масштабность происходящих изменений во всех сферах жизнедеятельности человека (М. Вебер); девальвация традиционных ценностей и появление новых, не свой-

ственных российскому менталитету, ориентиров и моделей поведения (Н.В. Калинина, И.В. Калинин).

Уязвимость в этой ситуации подростков, стоящих на пороге взрослости, желающих ее, но не имеющих в достатке необходимых механизмов взаимодействия с самим собой и окружающим миром, не подвергается сомнению. Острая потребность в утверждении себя с позиций нового статуса «я – взрослый» и недостаточный арсенал знаний, умений, опыта, уровня развития качественных характеристик личности, необходимых для позитивной реализации своего потенциала, провоцируют риски наложения на фундамент некомпетентного общества [1, 2] подростковой некомпетентности. Многообразие возникающих при этом ситуаций и возможностей их развития ориентирует педагогов на переход с образования «догоняющего» к образованию «опережающему» [3, с. 3], обеспечивающему выпускника необходимыми и разнообразными компетенциями, которые по сути все социальны, так как формируются, развиваются и проявляются в социуме (И.А. Зимняя). Поиск эффективных «технологий вселения» [4, с. 2] подростка в неустойчивую социальную действительность, создания условий для обретения им сложного комплекса востребованных сегодня и обеспечивающих успешность жизни качественных характеристик обобщенных понятием «социальная компетентность», является важнейшей составляющей профессиональной деятельности педагога.

Данные проблемы позволили нам определиться с целью исследования: выявление педагогических условий развития социальной компетентности подростков в современном образовательном процессе, факторов влияющих на его качество.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу данного исследования составили такие подходы, как личностно-ориентированный (А.Г. Асмолов, В.В. Сериков, В.И. Слободчиков, И.С. Якиманская, Е.А. Ямбург), системно-деятельностный (А.А. Бодалев, В.И. Жуков, С.Л. Рубинштейн, В.А. Сластенин, Л.И. Божович, А.В. Брушлинский, А.Н. Леонтьев, В.Д. Шадриков); теории общения (В.П. Зинченко, Г.М. Андреева, А.В. Петровский, М.Г. Ярошевский), коллектива (А.С. Макаренко, А.Т. Куракин, С.Т. Шацкий), развивающего обучения (Л.С. Выготский, М.Н. Скаткин, Л.В. Занков, М.А. Данилов, Б.П. Есипов, В.В. Давыдов, С.В. Иванов, Д.Б. Эльконин), проблемного обучения (Д.Н. Богоявленский, В.И. Ма-

карова, А.М. Матюшкин, М.И. Махмутов, Т.В. Кудрявцев, В. Оконь). В исследовании использовались сравнительно-исторический метод, метод системного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ научной психолого-педагогической литературы показал широкую вариативность и многоаспектность подходов к оценочным суждениям исследователей в отношении понятий «компетентность», «социальная компетентность». А.В. Хуторской рассматривает компетентность как качественную характеристику личности, обусловленную опытом в социально и личностно значимой продуктивной деятельности [5]. Ю.Г. Татур расширяет данное понятие, анализируя компетентность с позиций приобретаемого интегрального свойства личности, обеспечивающего успешность деятельности в условиях нестабильности и динамичности тех изменений, которые сегодня наблюдаются в обществе во всех сферах жизнедеятельности человека, от технологической до общественной. При этом Ю.Г. Татур особо отмечает, что компетентный человек успешен даже при отсутствии «в своей знаниевой базе готовых алгоритмов», он эффективно действует за счет проявления творческого, созидательного мышления, способности к реализации своего потенциала [6, с. 8–9]. Значимость данных возможностей не подвергается сомнению, но именно у подростков они играют знаковую роль и приобретают особую актуальность, так как закладывают «фундаментальный капитал» тех способностей, умений, того социального опыта, который во многом определяет успешность личности на протяжении всей жизни.

Социальную компетентность напрямую связывают так же и с новообразованиями, возникающими в процессе развития личности и характерными для каждого возраста. Область пересечения специфических особенностей современного общества и характеристик подростков в этом обществе позволяет выделить базовые составляющие в структуре социальной компетентности личности данной возрастной группы. В качестве центрального интегративного личностного образования определяют готовность и способность подростков к самореализации через постановку социально значимых целей, взаимодействию в социально значимой деятельности по решению значимых для общества проблем (Н.В. Калинина).

Безусловно, формирование и развитие личности подростка, становление и обо-

гашение его качественных характеристик находится в непосредственной зависимости от тех видов деятельности, в которые он включен (С.Л. Рубинштейн, В.П. Зинченко, В.Д. Шадриков, А.И. Батищев). Из чего возникает закономерный вопрос: «Какие именно виды деятельности создадут то действительное поле, на котором подросток будет стремиться преодолевать сложившуюся ситуацию и себя в ней, обогащая свой опыт эффективного взаимодействия с собой и миром?»

Решение этого вопроса находится в области пересечения педагогики, психологии, социологии. С одной стороны, российский менталитет в своем основании имеет многовековые эсхатологические традиции, доминирование духовности над прагматизмом, потребность в осмыслении жизни (Н.В. Калинин, И.В. Калинин), приоритет общности (К.А. Абульханова, А.В. Брушлинский, М.И. Воловикова). С другой, сегодня активно насаждаются новые нормы, ценности, способы взаимодействия, позиционируемые как «панацея» от всех бед, некое волшебное средство, обеспечивающее не только выживание, но и успешность в обществе «расставленных локтей» (В. Берг). В этом контексте нельзя не отметить и тот факт, что искусственно привитые, не свойственные обществу модели приводят не просто к трансформации социальной компетентности, они провоцируют нарушение душевного здоровья как следствие кризиса при адаптации личности к стремительному изменению социальных устоев (Ю. Мель).

Приоритетная задача педагога заключается в том, чтобы подобрать эффективные средства мотивации трудно мотивируемого сегодня подростка к образовательной деятельности, обеспечивающей его успешность не только сегодня, но и завтра, послезавтра, подготавливающей ко всему тому, что называют «взрослая жизнь», научить действовать рационально в условиях новых технологий, которые еще не изобретены. Сформировать качества, востребованные современным обществом, и при этом передать подростку всю красоту, уникальность, богатство и масштабность национальной культуры, заложить то, что будет побуждать на протяжении всей жизни сохранять и пополнять полученное культурное наследие, восполняя и собирая его по крупным с тем, чтобы передать далее, следующим поколениям.

В этом аспекте знаменитые базовые принципы «учиться жить, учиться познавать, учиться делать и учиться сосуществовать», раскрывая все свои таланты, звучат

достаточно реалистично, если рассматривать их через призму реалий современного общества, требующего от человека умений быстро и эффективно (рационально) решать проблемы в разных сферах своей жизнедеятельности, в том числе образовательной.

Г. Штомпф определяет три способа «решения проблем в человеческой практике» [7, с. 69]. К первому способу отнесен метод анализа, ко второму – принятие решений, к третьему – проектирование.

Проект как метод обучения вбирает в себя все три способа, научая современного школьника рациональному действию в процессе всей логически построенной проектной цепочки, от анализа проблемы до ее разрешения. И в то же время формирует иррациональную сферу, возвышенно-духовную, перенаправляя вектор деятельности при решении проблем от себя к благополучателю, включая весь спектр своих ресурсов (интеллектуальных, практических, эмоциональных, временных и т.д.) в решение проблем ближнего, бескорыстную помощь ему. Авторство и соучастие подростка в социально значимом проекте позволяет чувствовать себя автором и сотворцом своей жизни, социальной реальности (В.Н. Ярская, О.Н. Ежов, В.В. Печенкин, Л.С. Яковлев) и создает условия для самореализации в достижении высоких жизненных целей, пополняет широкий арсенал интегративных знаний, умений, способов деятельности, качественных характеристик личности, обобщенных понятием «социальная компетентность».

Считается, что проектное мышление лежит в основе любой успешной деятельности, более того «каждый постоянно мыслит проектно» [7, с. 71]. Сложность заключается в том, что качество «проектных мыслей» у разных людей существенно отличается. Требуется длительная многолетняя практика, прежде чем человек от «дилетанта» дорастет до «мастера проектного мышления».

Можно сказать, что вся жизнь человека – это «серия» фрактально построенных, взаимосвязанных и взаимодополняемых друг друга проектов, где качество одного проекта влияет на «отметку» другого. Получив «неудовлетворительно» за один проект, сама жизнь потребует от автора «работы над ошибками» и приложения больших усилий в подготовке к реализации другого.

В данном контексте в системе российского образования наблюдается своеобразный замкнутый порочный круг трудно разрешимых проблем. С одной стороны, навыки проектирования, как составляю-

щей социальной компетентности подростков, должны приобретаться и осваиваться в образовательном процессе, в специально создаваемых педагогом для этого условиях. При этом педагог, как «носитель» проектного знания, выступает знаковой, ключевой фигурой, ориентируя подростка в сложном многообразии целей, способов и результатов проектирования, показывая своим примером вектор, направление деятельности, выступая в качестве образца для подражания, движущей силы, «ведущей за собой». Такие высокие требования предполагают и высокий уровень владения проектными методиками самим педагогом, его готовность к систематическому самообразованию, повышению уровня мастерства, трансляции своего опыта обучающимся, включении их в совместную проектную деятельность.

С другой стороны, отечественная система педагогического образования заметно отстает от запросов общества и готовит учителей «вообще, а не для решения определенного набора задач» [8, с. 266]. Немаловажную лепту в общую стагнацию вносит и тот факт, что средний возраст российских педагогов по результатам международного исследования TALIS в 2017 г. составляет 52 года, а доля учителей в возрасте от 50 до 59 лет составляет почти 30% [9]. Профессиональный и жизненный опыт, традиционно рассматриваемый как положительный фактор в педагогической деятельности, в условиях динамично меняющегося общества становится фактором риска. Учитель предпенсионного и пенсионного возраста, чье профессиональное становление проходило в эпоху доминирования репродуктивного обучения, сегодня зачастую сталкивается с ситуацией, в которой отработанные годами приемы педагогической деятельности становятся малоэффективными. Меняется содержание образования, средства педагогической деятельности, появляются новые методики и стандарты, требующие от учителя умений не только учить, но и учиться самому, гибко реагируя на запросы общества к качеству образования. В образовательные организации пришел ученик нового поколения («некст»), владеющий современными цифровыми технологиями и опережающий по уровню подготовленности в этом направлении своего учителя.

Анализируя современное отечественное образование, В.И. Слободчиков говорит о необходимости формирования его нового образа. Образование должно выступать «мощным ресурсом... исторического развития» общества [10]. Данная ситуация вы-

водит личность учителя, его педагогическое мастерство, готовность к решению поставленных задач на приоритетные позиции (передовой план), актуализируя проблемы поиска новых механизмов постдипломного сопровождения подготовки педагогических кадров.

Богатые традиции отечественной педагогики в осуществлении методической и профессиональной помощи, в первую очередь молодым учителям, нашли отражение в наставничестве, которое на современном этапе развития педагогического сообщества, трансформировалось в тьюторское движение. В задачу тьютора входит помощь в создании индивидуальной образовательной траектории обучающегося, сопровождение его в саморазвитии (Е.А. Александрова). Тьюторство, как социальный институт, успешно действующий в зарубежной педагогике, существует достаточно длительное время (Т.М. Ковалева) и рассматривается с позиций взаимодействия «педагог – обучающийся», где в качестве последнего выступают главным образом учащиеся и студенты.

Анализ практического состояния российской системы образования показывает, что сегодня в качестве обучающихся все чаще выступают учителя, нуждающиеся в помощи более опытных коллег педагогов-тьюторов. В отличие от педагога-наставника, передающего свой личный опыт, как более успешного и подготовленного специалиста, имеющего высокий уровень профессионального мастерства и наставляющего менее опытного коллегу, педагог-тьютор осуществляет сопровождение своего коллеги-тьюторанта в его индивидуальном профессиональном становлении и развитии. И если в первом случае помощь наставника требуется, как правило, молодому специалисту, то во втором случае в качестве тьюторанта готов выступать как специалист, только получивший образование, так и имеющий большой педагогический стаж работы, но не справляющийся с возникающими профессиональными проблемами, испытывающий трудности в адаптации к новым, постоянно меняющимся требованиям.

Педагоги-тьюторы в содружестве с педагогами-тьюторантами объединяются в профессиональные сообщества, организовывая профессиональные сети, очерченные, как правило, территориальными границами и профессиональными интересами. Следует отметить, что позиции «педагог-тьютор» и «педагог-тьюторант» не монолитны. Педагог опытный в одном профессиональном направлении может выступать в нем как тьютор, в другом же получать помощь как

тьюторант. Совместная взаимосвязанная деятельность тьютора и тьюторанта позволяет педагогическому мастерству и одного, и другого специалиста расти и развиваться, преумножая опыт друг друга в значимых вопросах современного образования в целом и в становлении социальной компетентности подростков в частности.

Выводы

Итак, в обществе, где существуют риски «наслоения» некомпетентности подрастающего поколения на некомпетентность общества, особенно остро стоит проблема создания педагогических условий для становления социальной компетентности обучающихся, наиболее уязвимой в этой ситуации возрастной группы – подростковой. Понятия «компетентность», «социальная компетентность» рассматриваются с позиций качественных характеристик, обеспечивающих успешность жизнедеятельности во всех сферах жизни человека, соответствия пола и возраста, культурных традиций, норм и ценностей. Интеграция проблем современного общества и возрастных новообразований, потребностей обучающихся подросткового возраста позволяет определить в качестве центрального личностного образования социальную компетентность подростков. Их готовность и способность к самореализации через постановку социально значимых целей, взаимодействию в социально значимой проектной деятельности по решению значимых для общества проблем. Владение методом проектов как приоритетным в современной системе образования требует от педагога высокого уровня педагогического мастерства, умений не только организовать проектную деятельность подростков, увлечь их за собой, но и свою профессиональную жизнь «построить» как проект, демонстрируя на своем примере возможности достижения поставленных социально значимых целей. Профессия «учитель», традиционно считающаяся одной из самых трудных, отягощена сложностями информационного этапа развития общества. Недостаточная готовность к непрерывному образованию и самообразованию, мобильным изменениям в нестабильном обществе в силу разных объективных и субъективных причин,

побуждают систему образования к пересмотру постдипломного сопровождения современного педагога. Наставничество, традиционно поддерживающее молодых специалистов, вышло на новые рубежи и, перестроившись, сегодня оказывает тьюторское сопровождение в самообразовании и саморазвитии любому педагогу, независимо от стажа и опыта работы. Данный подход позволяет повысить качество педагогических условий для развития обучающихся подросткового возраста в целом и их социальной компетентности в частности.

Список литературы

1. Михайлов А.П. Модель некомпетентной властной иерархии // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2017. № 117. [Электронный ресурс]. URL: https://keldysh.ru/papers/2017/prer2017_117.pdf (дата обращения: 10.12.2019).
2. Равен Д. Наше некомпетентное общество: часть I (с обсуждением некоторых компетентностей, необходимых для его преобразования) // Балтийский гуманитарный журнал. 2016. Т. 5. № 4 (17). С. 274–293.
3. Загвязинский В.И. Стратегические ориентиры развития отечественного образования и пути их реализации // Инновационные проекты и программы в образовании. 2013. № 2. С. 3–8.
4. Хуторской А.В. Компетентностный подход как воплощение договора между социумом и личностью // Вестник Института образования человека. 2012. № 2. С. 16.
5. Хуторской А.В., Хуторская Л.Н. Компетентность как дидактическое понятие: содержание, структура и модели конструирования // Вестник института образования человека. 2012. № 2. С. 8.
6. Татур Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования. Авторская версия / Материалы ко второму заседанию методологического семинара. Серия: Труды методологического семинара «Россия в Болонском процессе: проблемы, задачи, перспективы». М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/npo/20120325221547.pdf> (дата обращения: 10.12.2019).
7. Штомпф Г. «Проектное мышление» – это не о мышлениях, а о действиях // Проблемы управления в социальных системах. 2012. № 6. С. 68–72.
8. Каспржак А.Г. Институциональные типы российской системы подготовки учителей // Вопросы образования. 2013. № 4. С. 261–282.
9. Ивойлова И. Показали класс. Лучшие учителя страны живут в Москве, Казани, Самаре, Дмитровграде, Санкт-Петербурге / Российская газета. Рубрика: Общество – Неделя № 225(7391). 05.10.2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2017/10/05/nazvany-sem-osobennostej-rossijskih-uchitelej.html> (дата обращения: 10.12.2019).
10. Слободчиков В.И. Инновационное образование: введение в проблему // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. 2008. № 6. С. 12–15.

УДК 378:37.035.7

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВОЧНО-ГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ-ШТУРМАНОВ

Карабанова О.Р.

*Филиал Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия», Челябинск, e-mail: Helga7072@mail.ru*

В данной статье рассматриваются педагогические условия, необходимые для обеспечения функционирования модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов. Первое педагогическое условие – обеспечение преемственности и интеграции межпредметных связей в обучении будущих офицеров-штурманов. Основу этого условия составляет внутренняя взаимосвязь между учебными дисциплинами, практической деятельностью, методами и технологиями на протяжении всего обучения в военном вузе. Второе педагогическое условие – ориентация психолого-педагогического инструментария субъектов образовательного процесса на развитие творческого мышления будущих офицеров-штурманов. Ключевым в условии является проблемное обучение, использование активных и интерактивных методов обучения, развивающих познавательные способности курсантов, активизирующие мотивацию и самостоятельную деятельность, способность решать нестандартные военно-профессиональные задачи. Третье педагогическое условие – сотрудничество участников целостного педагогического процесса на всех этапах военной профессиональной подготовки авиационных штурманов предполагает целенаправленное взаимодействие участников целостного педагогического процесса, характеризующееся согласованностью, слаженностью действий, формирующее основу штурманского труда – ориентировочно-гностическую деятельность. В процессе повествования автор раскрывает сущность и назначение каждого педагогического условия применительно к практической реализации авторской модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов.

Ключевые слова: педагогические условия, ориентировочно-гностическая деятельность, преемственность и интеграция межпредметных связей, творческое мышление, сотрудничество

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MODEL OF FORMATION OF THE APPROXIMATE GNOSTIC ACTIVITY OF FUTURE OFFICERS-NAVIGATORS

Karabanova O.R.

*Branch of the Military training and research center of the Air force «Air Force Academy»,
Chelyabinsk, e-mail: Helga7072@mail.ru*

This article discusses the pedagogical conditions necessary to ensure the functioning of the model of formation of the approximate gnostic activity of future officers-navigators. The first pedagogical condition is to ensure continuity and integration of interdisciplinary connections in the training of future officers-navigators. The basis of this condition is the internal relationship between academic disciplines, practices, methods and technologies throughout training in a military University. The second pedagogical condition-orientation of psychological and pedagogical tools of subjects of educational process on development of creative thinking of future officers navigators. The key to the condition is problem-based training, the use of active and interactive teaching methods that develop the cognitive abilities of cadets, activating motivation and independent activity, the ability to solve non-standard military professional tasks. The third pedagogical condition is the cooperation of participants of complete pedagogical process at all stages of military training aircraft navigators involves the purposeful interaction of participants of complete pedagogical process characterized by consistency, coherence, forming the basis of the chart of labor – approximate -gnostic activities. In the process of narration the author reveals the essence and purpose of each pedagogical condition in relation to the practical implementation of the author's model of formation of the approximate gnostic activity of future officers navigators.

Keywords: pedagogical conditions, approximate – gnostic activity, continuity and integration of interdisciplinary connections, creative thinking, cooperation

Существенное влияние на протекание педагогического процесса оказывают педагогические условия, основанные на внешнем и внутреннем воздействии, влияющие на воспитание, обучение, формирование личности [1, с. 36].

Создание любой педагогической модели требует выявления не только методологических основ ее построения, но и педагогических условий, помогающих внедрить и реализовать ее в учебно-воспитательном процессе образовательного учреждения.

Используя выявленные педагогические условия, раскрыть их суть и назначение для реализации структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов.

Материалы и методы исследования

Модель формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов может успешно выполнять свои функции при соблюдении пе-

дагогических условий, которые «отражают совокупность возможностей образовательной и материально-пространственной среды, влияющих положительно или отрицательно на ее функционирование» [2, с. 11].

При выделении педагогических условий реализации структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов первоначально учитывались:

- ведущие идеи системно-деятельностного, личностно-ориентированного и антропоцентрического подходов;
- принципы функционирования модели (системности, целостности, единства сознания и деятельности, субъектности, открытости, гибкости); а также специфические принципы (профессиональной целесообразности, ингерентности, уровневости, прочности овладения профессиональной компетентностью, индивидуальности, самооценности обучающихся, рефлексивности);
- специфика профессионального обучения военных авиационных штурманов;
- анализ психолого-педагогической литературы по авиационной психологии и педагогике профессионального образования;
- изучение практического опыта коллег (Е.А. Анфалова, В.П. Быкова, А.И. Кадочникова, Л.В. Львова, В.А. Чернова и др.), работавших над диссертационными исследованиями по формированию умений, способностей, профессионально важных качеств курсантов военного авиационного вуза и анализ результатов собственного опыта работы в военном учебно-научном центре Военно-воздушных сил;
- результаты констатирующего этапа эксперимента, направленного на определение уровня сформированности ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов.

Таким образом, для реализации авторской структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов был выявлен и обоснован следующий комплекс педагогических условий:

1. Обеспечение преемственности и интеграции межпредметных связей в обучении будущих офицеров-штурманов.
2. Ориентация психолого-педагогического инструментария субъектов образовательного процесса на развитие творческого мышления у будущих офицеров-штурманов.
3. Сотрудничество участников целостного педагогического процесса на всех этапах военной профессиональной подготовки авиационных штурманов.

Результаты исследования и их обсуждение

Модель формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов реализуется в учебном процессе военного вуза при соблюдении выявленных нами педагогических условий, каждое из которых оказывает влияние на результат работы.

Первое педагогическое условие – обеспечение преемственности и интеграции межпредметных связей в обучении будущих офицеров-штурманов.

При формировании ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов преемственность рассматривается нами как внутренняя взаимосвязь между учебными дисциплинами, практической деятельностью, методами и технологиями на протяжении всего обучения в военном вузе.

Формирование ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов имеет поэтапный характер, требует большой работы преподавателей общетеоретических, общепрофессиональных и специальных дисциплин, штурманов-инструкторов, специалистов психологической службы, офицеров курсового звена, а также активной самостоятельной деятельности самих курсантов. Поэтому одним из важных элементов применения преемственности в формировании ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов является усвоение обобщенных знаний и умений по приему и переработке информации, развитие познавательных способностей. Соглашаясь с мнением В.И. Андреева, мы считаем, что «обобщенность дает возможность применять знания и умения в конкретных ситуациях, при рассмотрении частных вопросов, как в учебной, так и во внеурочной деятельности, в будущей производственной, научной и общественной жизни выпускников» [3, с. 24].

В нашей педагогической модели мы предлагаем междисциплинарный характер формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов, так как деятельность обучающихся и обучаемых осуществляется в ходе общеобразовательной подготовки, тренажной, предполетной подготовки и непосредственно на летной практике. На младших курсах обучения ориентировочно-гностическая деятельность формируется в основном при изучении общих дисциплин, на старших курсах при освоении специальных дисциплин и практической

деятельности (тренажной подготовке, летной практике).

Отметим, что для эффективной реализации первого условия участникам образовательного процесса необходимо помнить, что все действия ориентировочно-гностической деятельности основаны на познавательных психических процессах: восприятии, внимании, памяти, мышлении – которые развиваются в течение жизни человека и обладают определенными свойствами. Развитие познавательных психических процессов осуществляется в процессе изучения учебных предметов различных циклов (общих и специальных), при этом мыслительные операции по приему и переработке информации должны согласованно отрабатываться на каждой учебной дисциплине.

Обобщая сказанное, подчеркнем, что «сущность преемственности состоит в установлении необходимой связи между новым, старым и будущим в процессе поэтапного расширения и углубления знаний и навыков на более высокой научно-практической основе» [4, с. 37].

Использование преемственности в формировании ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов сопряжено с соблюдением единства педагогических требований; создания условий для непрерывного развития усвоенных курсантами действий в процессе учебно-практической деятельности и осуществления межпредметной интеграции. Мы предлагаем использовать межпредметную интеграцию в достижении целостности процесса формирования ориентировочно-гностической деятельности и практических результатов обучения и воспитания будущих авиационных специалистов.

В процессе работы мы пришли к выводу, что основное требование межпредметной интеграции заключаются в следующем: научить будущих офицеров-штурманов целостному эффективному использованию ориентировочно-гностической деятельности в процессе выполнения полетного задания и решения учебно-практических задач. Это требование актуально для овладения военно-технической специальностью, так как в учебном процессе ярко прослеживается интегративно междисциплинарный характер общетеоретических, общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Феномен междисциплинарно-интегративных связей в военном авиационном вузе выражается и в межнаучных связях в содержании, методах и средствах обучения, обеспечивающих развитие познавательных способностей курсантов, активизацию са-

мообразовательной деятельности, развитие профессионального мышления.

Таким образом, первое педагогическое условие в реализации авторской модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов открывает возможность, начиная с первого курса на всех учебных дисциплинах и в практической деятельности:

- обучать специфике ориентировочно-гностических действий авиационного штурмана, а именно методам и приемам ориентировки в ситуации, приемам переработки информации, алгоритмам данной деятельности;

- развивать общий интеллектуальный уровень курсантов, психические процессы, лежащие в основе осуществления учебной и практической деятельности.

В итоге это приведет к достижению поставленной нами цели фундаментально-технологического компонента модели: созданию базы психолого-педагогического обеспечения формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов. Реализация данного условия в работе этого компонента также обеспечит развитие необходимых профессионально важных качеств у курсантов, повысит результат подготовки к служебно-боевой деятельности будущих офицеров.

Второе педагогическое условие – ориентация психолого-педагогического инструментария субъектов образовательного процесса на развитие творческого мышления у будущих офицеров-штурманов.

Для реализации этого условия в учебном процессе приоритетным, на наш взгляд, должно стать проблемное обучение, способствующее формированию технического мышления и научного мировоззрения, развивающее познавательные способности курсантов, активизирующее мотивацию и самостоятельную деятельность, воспитывающее эмоционально-волевые качества, способность решать нестандартные военно-профессиональные задачи. Несмотря на трудоемкость применения, мы считаем, что метод проблемного обучения необходим в методической копилке преподавателя, инструктора, так как стимулирует интеллектуальное развитие курсантов, формирует творческие способности к восприятию и переработке информации.

Важным инструментом преподавателя, штурмана-инструктора является использование активных и интерактивных методов обучения, которые, на наш взгляд, наравне с проблемным обучением положительно влияют на формирование творческого мышления военнослужащих и должны ре-

ализовываться на учебных занятиях в военном вузе.

Мы считаем, что активные и интерактивные методы побуждают курсантов к активной мыслительной интеллектуальной деятельности в процессе обучения, стимулируют мотивацию, поддерживают познавательный интерес, открывают путь к самостоятельному поиску и творчеству. Необходимо помнить научные выводы А.Г. Маклакова, «что мышление всегда связано с решением той или иной задачи, возникшей в процессе познания или в практической деятельности», «что процесс мышления начинает наиболее ярко проявляться лишь тогда, когда возникает проблемная ситуация, которую необходимо решить» [5, с. 301].

Поэтому активные и интерактивные методы работы необходимо использовать на учебных занятиях теоретического цикла, и в большей мере на наземной (предполетной), тренажной подготовке летного состава, включая различные технологии, например анализа ситуаций, тренинговые, игровые и др.

Третье педагогическое условие – сотрудничество участников целостного педагогического процесса на всех этапах военной профессиональной подготовки авиационных штурманов.

Мы считаем понятия «сотрудничество» и «взаимодействие» в нашем контексте синонимичными и вкладываем в это понятие целенаправленное взаимодействие участников целостного педагогического процесса, характеризующееся согласованностью, слаженностью действий на всех этапах военной профессиональной подготовки авиационных штурманов, формирующее основу штурманского труда – ориентировочно-гностическую деятельность.

Основные идеи третьего педагогического условия реализации структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов также находят свое отражение в выбранных нами методологических подходах во всех структурных компонентах.

Подчеркнем, что участниками целостного педагогического процесса в военном вузе является: командование вуза, профессорско-преподавательский состав, штурманы-инструкторы, офицеры курсового звена, специалисты вспомогательных структур, курсанты.

Также мы выделяем широкий спектр взаимодействий: «курсант – курсант», «курсант – учебная группа», «курсант – педагог», «курсант – штурман – инструктор»,

«курсант – психолог», «курсант – курсовой офицер», «педагог – штурман – инструктор-психолог», «психолог – офицер курсового звена» и др. Все взаимосвязи очень важны и направлены на конечный результат всей деятельности по формированию ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов.

Базовым компонентом сотрудничества является творческая атмосфера взаимодействия, в которой осуществляются субъект-субъектные отношения, выполняются индивидуальные действия каждым участником образовательного процесса. Взаимодействие и сотрудничество участников учебно-воспитательного процесса осуществляется на всех типах учебных занятий, внеаудиторной деятельности, практической и служебной деятельности, при выполнении разнообразных творческих и самостоятельных работ. Также взаимодействие и сотрудничество находит свое отражение и в повышении психолого-педагогических знаний и компетенций преподавателей, инструкторов по формированию интеллектуальных умений курсантов военного авиационного вуза.

Реализация сотрудничества осуществляется в индивидуальной и групповой работе с курсантами, дает возможность совершенствовать знания, вырабатывать профессиональные умения, позволяет формировать адекватную самооценку, высокую мотивацию.

Сотрудничество, на наш взгляд, усиливает работу всех компонентов разработанной авторской модели в их единстве с использованием педагогических средств, побуждающих к активной познавательной деятельности курсантов.

Также третье педагогическое условие реализации структурно-функциональной модели формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов предполагает совместную деятельность участников целостного педагогического процесса по комплексному формированию, контролю, оценке и корректировке необходимых профессионально важных качеств, профессиональных знаний и умений, что, по нашему мнению, значительно повысит качество подготовки авиационных специалистов.

Заключение

Мы считаем, что комплекс представленных педагогических условий реализации структурно-функциональной модели, основанный на выявленных нами методологических подходах и принципах, положительно влияет на процесс формирования

ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов на каждом этапе решения задач ее компонентов, о чем свидетельствуют результаты проведенного педагогического эксперимента.

Так, первое педагогическое условие – обеспечение преемственности и интеграции межпредметных связей в обучении будущих офицеров-штурманов, на наш взгляд, способствует формированию умений и навыков ориентировочно-гностической деятельности курсантов в процессе обучения в военном вузе, усиливает процесс освоения курсантами практического опыта, значительно повышает качество и эффективность процесса профессиональной подготовки будущего летного состава.

Второе педагогическое условие – ориентация психолого-педагогического инструментария субъектов образовательного процесса на развитие творческого мышления будущих офицеров-штурманов способствует развитию интеллектуальных способностей, являющихся главным инструментом в осуществлении профессиональной деятельности военного авиационного штурмана.

Третье педагогическое условие – сотрудничество участников целостного педагогического процесса на всех этапах военной профессиональной подготовки

авиационных штурманов оказывает все-стороннее влияние на личное становление будущего авиационного специалиста, способного в полной мере реализовать свой профессиональный потенциал.

В заключение подчеркнем, что каждое из педагогических условий, внедренное в образовательный процесс военного вуза, качественно влияет на результат формирования ориентировочно-гностической деятельности будущих офицеров-штурманов. Использование данных условий в комплексе имеет выраженную положительную динамику, направленную на развитие целостного педагогического процесса и решение поставленной исследовательской проблемы.

Список литературы

1. Полонский В.М. Словарь по образованию и педагогике. М.: Высшая школа, 2004. 512 с.
2. Ипполитова Н.В. Анализ понятия «педагогические условия»: сущность, классификация // General and Professional Education. 2012. № 1. С. 8–14.
3. Андреев В.И. Педагогика высшей школы. Инновационно-прогностический курс: учеб. пособие. Казань: Центр инновационных технологий, 2013. 500 с.
4. Кустов Ю.А. Принципы и условия формирования целостной социально-профессиональной компетентности личности: учеб. пособие для магистрантов по курсу «Философия образования и науки». Тольятти: ТГУ, 2012. 124 с.
5. Маклаков А.Г. Общая психология. СПб.: Питер, 2019. 583 с.

УДК 373.24

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО «АБАГАС ЭЙГЭ СИТИМЭ» КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Макарова Т.А., Манасытова М.А.

ФГАОУ ВО «Чурапчинский государственный институт физической культуры и спорта»,
с. Чурапча, e-mail: Makarova-tatina@mail.ru

Статья раскрывает проблему становления творческой личности начиная с дошкольного возраста посредством организации открытого образовательного пространства. Качественной новизной данной концепции является выявленная и экспериментальным путем проверенная эффективность условий, форм и методов развития творческой активности детей дошкольного возраста в сетевом взаимодействии образовательных организаций, в усилении роли общественности в управлении дошкольной образовательной организацией. В результате проведения опытно-экспериментальной работы будут внедряться педагогические условия, способствующие тесному взаимодействию педагогов с социальными партнерами в раскрытии творческой активности дошкольников, разработана модель образовательного пространства; определен диагностируемый материал, которые помогут в индивидуальном развитии детей в соответствии со стандартом дошкольного образования; публикации авторских проектов педагогов. В исследовании будут участвовать детские сады Республики Саха (Якутия), которые являются опытно-экспериментальными площадками кафедры психологии и педагогики Чурапчинского государственного института физической культуры и спорта, имеющие статус республиканской экспериментальной площадки Министерства образования и науки Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: открытое образовательное пространство, социальное партнерство, творческая активность, дети дошкольного возраста, дошкольная организация

OPEN EDUCATIONAL SPACE «AHAGAS EIGE CITIME» AS A CONDITION FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE ACTIVITY OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE

Makarova T.A., Manasytova M.A.

Churapchinsky State Institute of Physical Culture and Sports, Churapcha, e-mail: Makarova-tatina@mail.ru

The development article considers the problem of creative activity of preschool children through the organization of an open educational space. The qualitative novelty of the presented concept is that effective conditions, forms and methods for the development of creative activity of preschool children in the network interaction of educational organizations have been identified and experimentally verified, in strengthening the role of the public in managing a preschool educational organization. As a result of the study, the following will be proposed: the technology for introducing effective pedagogical conditions, the content, forms and methods of interaction and social partnership of the participants in the educational process in the development of creative activity of preschool children are determined; substantiated and constructed a model of open educational space; Criteria, indicators and levels of development of children's creative activity have been identified, which allow to implement target guidelines in the process of creating an individual educational route for children in the context of the implementation of the Federal State Standard for Preschool Education based on the model of open educational space; development of copyright projects and educational programs of DOE. The study will involve kindergartens of the Republic of Sakha (Yakutia), which are experimental sites of the Department of Psychology and Pedagogy of the Churapchin State Institute of Physical Culture, which have the status of a republican experimental site of the Ministry of Education and Science of the Republic of Sakha (Yakutia).

Keywords: open educational space, social partnership, creative activity, preschool children, preschool organization

В современном образовательном пространстве развитие творчески мыслящего, активного человека, с умением проектировать собственную деятельность, эффективно решать задачи приобретает особую значимость.

В основу методологического обоснования легли труды Л.С. Выготского, Д.Б. Богоявленского, Л.М. Фридмана, Н.С. Лейтеса и др. Исследования педагогических идей развития творческой активности в различных аспектах в свое время велись как зарубежными учеными в лице Д. Льюиса, Э. Деси, Р. Райана и др., так и отечественными учеными, такими как В.В. Давыдов, И.С. Кон,

Л.С. Выготский, А. Козырева, Д.А. Леонтьев, Л.Н. Прохорова, Н.Н. Поддьяков и др.

Региональные особенности в решении проблем обучения и воспитания детей в условиях Республики Саха (Якутия) исследованы Б.Н. Поповым, А.А. Григорьевой, И.С. Портнягиным, Д.А. Даниловым, А.П. Оконешиковой, Т.А. Макаровой, Д.А. Даниловым, К.Д. Уткиным, А.Г. Корниловой и др. Их труды раскрывают возможности этнопедагогики народа Саха в раскрытии творческого потенциала ребенка.

В работах Л.С. Выготского показано, что дошкольное детство с психологической точки зрения наиболее благоприятный пе-

риод для развития творческой активности. Это связано с чрезвычайной любознательностью и огромным желанием познавать окружающий мир в данном возрасте [1].

Р.Г. Казакова считает, что создание педагогических условий в дошкольных образовательных организациях влияет на развитие творчества у детей дошкольного возраста и способности:

- раннее выявление физиологических, индивидуальных особенностей детей;
- опережающее развитие в предметно-пространственной среде развития;
- усложнение задач для самостоятельного решения детьми задач окружающей действительности;
- предоставление возможности свободы в выборе деятельности, продолжительности времени занятий, чередовании дел;
- помощь в семье, учитывающая принципы систематичности и уважительного отношения;
- создание комфортной психолого-педагогической обстановки и условий, стимулирующей детей к творческой деятельности [2].

Т.В. Кудрявцев отмечает особенность детского творчества как отсутствие объективной новизны в творческой деятельности, то есть это создание чего-то нового, значимого и полезного для всего общества или его отдельных групп, изобретение языковых или нравственных норм, новых научных определений [3, с. 71–78].

Идея самостоятельности и активности ребенка в дошкольном возрасте получила развитие в системе М. Монтессори. Она считала, что возраст 1–4 года является сенситивным для развития движений и действий. В основе развития самостоятельности ребенка лежат потребности:

- потребность детей в движении;
- потребность ребенка в действии;
- стремление детей к точным, координированным движениям;
- склонность ребенка к повторению;
- потребность и нужда ребенка в порядке;
- стремление детей к свободе и собственной активности во время практической работы [4].

Развитие активного познания окружающей среды, умения самостоятельно найти ответы на вопросы, в организации собственной детской деятельности мы связываем с понятием развития творческой активности детей дошкольного возраста.

В процессе педагогического процесса, в ходе совместной деятельности детей и взрослых ребенок проявляет себя как субъект деятельности, создает собственные формы поведения в действиях, поступках,

раскрывает творческие способности, преобразует окружающую образовательную среду и самого себя, осваивает культуру народа, у ребенка возникают новые способы деятельности, умения и навыки [5].

В сентябре 2013 г. федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» введен и реализуется стандарт дошкольного образования. Одним из этих требований является организация открытой образовательной среды ДОО как среды развития творческого, неординарного человека [6, с. 19].

Данная проблема исследована нами для обоснования научных основ раскрытия творческой активности детей дошкольного возраста путем сетевого взаимодействия дошкольных организаций и совместного взаимодействия участников образовательного процесса в открытом образовательном пространстве.

Качественной новизной представленной концепции является выявление и опробование экспериментальным путем эффективных условий, формы и метода механизма совместного взаимодействия участников образовательного кластера «АнАГАС ЭЙГЭ СИТИМЭ» в развитии творческой активности детей дошкольного возраста в открытом образовательном пространстве.

Опираются на исходные данные системы образования в социуме; развития творческого потенциала педагогов, родителей, жителей социума; природосообразности, открытости образовательного пространства; использования этнопедагогики в образовании.

Обоснована и сконструирована модель совместного взаимодействия участников образовательного пространства в открытом образовательном пространстве на основе интеграции государства и общества на основе личностно-ориентированного, гуманистического, этнопедагогического, деятельностного и культурологического подходов. Определены критерии, показатели оценки и повышения качества дошкольного образования.

В наибольшей степени исследования рассматривают нижеперечисленные основные аспекты проблемы:

- разработка и реализация качественной общеобразовательной программы дошкольного образования по потребностям детей, родителей и социума в открытом образовательном пространстве в ДОО;
- разработка и апробация модели на основе деятельностного, этнопедагогического, системного подхода;
- организация непрерывного повышения квалификации педагогов и родителей;

– выявление специфических особенностей организации открытого образовательного кластера как способа повышения квалификации, обусловленных природно-климатическими особенностями и социально-экономическим положением, спецификой национально-регионального, социокультурного и экономического развития региона;

– медико-психолого-педагогическая поддержка семей, в том числе в пренатальном периоде развития и детей раннего дошкольного возраста.

Материалы и методы исследования

В исследовании развития творческой активности детей дошкольного возраста в открытом образовательном пространстве включены образовательные учреждения г. Якутска и Республики Саха Якутия: МБДОУ ЦРР детский сад «Сулусчаан» («Звездочка») с. Усун-Кюель Чурапчинского (зав. Сивцева Е.П.), МБДОУ ЦРР детский сад «Мичил» («Улыбка») с. Чурапча Чурапчинского района (Зав. Яковлева М.Н.), МБДОУ ЦРР детский сад «Кустук» («Радуга») с. Телей-Диринг Чурапчинского района (зав. Дьячковская З.Д.), МБДОУ «Детский сад комбинированного вида № 15 «Кэнчэри» («Отава») с. Сайылык Кобяйского улуса (зав. Егорова Е.Е.), детского сада «Туллукчан» с. Чурапча Чурапчинского района (зав. Ефремова Т.И.), Детский сад «Уу – чукучук» г. Якутска (Учредитель Александрова М.А., зав. Тимофеева О.К.), МБДОУ ЦРР детский сад «Ньургунун» («Подснежник») с. Харбала – 1 Чурапчинского района (зав. Ефремова Т.Н.), ФГБОУ ВО ЧГИФКиС кафедра психологии и педагогики (зав. кафедрой Макарова Т.А.).

В современных условиях для продуктивного функционирования в условиях модернизационных процессов, а также для динамичного развития образовательных учреждений, высокоэффективной инновационной технологией становится сетевое взаимодействие дошкольных образовательных организаций.

В сетевое взаимодействие подключены детские сады, школы, образовательные учреждения среднего специального и высшего образования, то есть это тип разноразрядных систем образования. Принципы взаимоотношения опираются на доверие и уважение друг к другу на основе иерархических связей.

Принципами взаимодействия социальных партнеров сетевого взаимодействия являются:

– открытость (согласование участниками программ, обсуждение со всеми участниками

образовательного процесса планов работы, отчет о деятельности всех структур);

– доступность (использование разных форм общения);

– добровольность (не принуждается участие в различных мероприятиях, исходя из интересов, потребностей, компетенций – партнерство (помощь друг другу в совместной работе).

Задачи исследования связаны с организацией открытой среды развития для детей, педагогов, родителей воспитанников, всех жителей наслегов в сетевом взаимодействии с применением принципов сотрудничества в детско-взрослых сообществах.

Открытая образовательная среда – открытая к новым идеям, новым отношениям система, удовлетворяющая потребности детей, педагогов, родителей, когда образование становится образованием «всем миром».

Основной характеристикой открытой образовательной среды, по мнению А. Сайбединова, является ее творческий характер. На его взгляд, задачу развития у ребенка стремления к творчеству не позволяет решать закрытость образовательного пространства. Создание ООП, развернутого к социуму на информативном, деятельностном уровнях, открытого для межличностного и группового общения, способствует общему творческому развитию ребенка, а также обеспечивает качественный уровень образования детей с высоким творческим потенциалом [7].

Основным требованием в сетевом взаимодействии дошкольных организаций в развитии творческой активности детей дошкольного возраста является создание вариативного открытого образовательного пространства в дошкольной организации.

Так в МБДОУ ЦРР детском саду «Сулусчаан» («Звездочка») с. Усун-Кюель Чурапчинского района (зав. Сивцева Е.П.) реализуется модель организации педагогического процесса «Открытое образовательное пространство «Айыы эйгэтэ» (творческая среда для ребенка» (авторы Макарова Т.А., Михалева О.И., Сивцева Е.П.). Проводится апробация новой формы работы с родителями и детьми раннего возраста «Педагогический патронат».

Педагоги МБДОУ ЦРР детский сад «Кустук» («Радуга») с. Телей-Диринг Чурапчинского района (зав. Дьячковская З.Д.) придумывают модель открытого образовательного пространства «Открытое образовательное пространство «Технопарк». По заказу общественности, жителей села, в данное время, разрабатывается и реализуются проект на тему: «Здоровый дошкольник». Для родителей детей раннего возраста

функционирует «Консультационно-методический центр». Вариативная модель организации педагогического процесса «Открытое образовательное пространство «Сахалы тыыннаах эйгэ» («Среда, основанная на традиции народа»).

По результатам выявления потребностей детей, в МБДОУ ЦРР детского сада «Мичил» («Улыбка») с. Чурапча Чурапчинского района (Зав. Яковлева М.Н.) апробируется модель открытого образовательного пространства «Сити ситимэ» по теме: «Игра как фактор социализации детей дошкольного возраста». Для решения проблемы с детьми раннего возраста функционирует «Консультационно-методический центр», как лучший опыт можно подчеркнуть опыт работы «Самоуправление родителей».

В МБДОУ «Детском саду комбинированного вида № 15 «Кэнчэри» с. Сайылк Кобяйского района (зав. Егорова Е.Е.) внедряется «Консультационно-методический центр» работы с родителями и детьми раннего возраста – на тему: «Создание открытой образовательной модели этнокультурного воспитания детей дошкольного возраста на основе взаимодействия государства и общества».

Детским садом «Уу – чуку-чук» г. Якутска (Учредитель Александрова М.А., зав. Тимофеева О.К.) разработана и реализуется модель «Открытое образовательное пространство «Саха – Реджио», по теме: «Открытое образовательное пространство «Саха – Реджио», формой работы с родителями и детьми раннего возраста является «Консультационно-методический центр», «Родительский клуб».

МБДОУ ЦРР детский сад «Туллукчан» («Снегиринок») с. Чурапча Чурапчинского района (зав. Ефремова Т.И.) реализуется «Открытое образовательное пространство «Туллукчан – среда детского развития» тема проекта «Открытое образовательное пространство «Туллукчан ого сайдар эйгэтэ», «Эркин» кластер», форма работы с родителями и детьми раннего возраста – «Консультационно-методический центр «Тусулгэ» («дворик»).

В каждой образовательной организации разрабатываются нормативно-правовое обеспечение исследования: внесение изменений в Уставе ДОО, разработка локальных актов и положений. Преподавателями ЧГИФКиС планомерно проводятся курсы повышения квалификации педагогов, семинары, научно-практические конференции.

Студенты кафедры психологии и педагогики ЧГИФКиС занимаются исследованиями развития творческой активности и творческих способностей детей дошкольного возраста. Каждый студент прикрепляется

к дошкольной организации и проводит мониторинг развития творческой активности дошкольников. По результатам исследований студенты защищают курсовые, выпускные квалификационные работы. Пути решения развития творческих способностей, раскрытия творческой активности детей у студентов разные: посредством театральной деятельности, использования фоамирана в кружковой деятельности, постановки сюжетных танцев и через игры и рисование песком на световом столе и другие.

С целью выявления уровней раскрытия творческой активности у детей дошкольного возраста в ДОУ студентами использованы следующие методы определения творческой активности детей дошкольного возраста: автор Макарова Т.А. «выявление уровней развития творческой активности детей дошкольного возраста», для выявления образовательных потребностей родителей использовали анкетирование родителей, а также методику Юркевича В.С. «диагностику развития творческой активности посредством инсценирования сказок», методика «беседа о художественной литературе (автор Н.Ф. Губанова) и др.

Сравнительный анализ результатов исследований отмечает, что в экспериментальной группе показатели значительно выросли, наблюдается прогресс у детей с низким уровнем театрализованной игры: низкие показатели – 10%, средние показатели – 50% и высокие показатели – 40%. Дети охотнее принимали участие в сюжетно-ролевой игре, проявляли самостоятельность, предлагали свои идеи в создании игровой среды, добавляли новые сюжеты, придумывали игровые роли, активно взаимодействовали во время игры. Действовали, пытались передать не только систему действий, но и характер игрового персонажа, демонстрировали настойчивость в проявлении результата.

Заключение

Повышение показателей развития творческой активности детей дошкольного возраста мы связываем с созданием условий для развития творческой активности, а именно основанием открытой образовательной среды, с применением технологии сетевого взаимодействия высшего образования и дошкольных организаций, раскрытия творческих способностей и творческой активности детей дошкольного возраста. Подходами являются этнокультурный, личностный, гуманистический и деятельностный подход, принципы: учет особенностей индивидуального, физиологического развития ребенка; повышения педагогической

компетентности родителей детей; развитие творческого потенциала воспитателей; предоставление возможности педагогам и детям свободы выбора деятельности; открытости образовательной среды; использование народной педагогики; индивидуализации и социализации.

В современных условиях сетевое взаимодействие дошкольных образовательных организаций «Аһаҕас эйгэ ситимэ» является высокоэффективной инновационной технологией, позволяющей образовательным учреждениям объединиться над решением проблемы развития творческой активности детей дошкольного возраста, продуктивно функционировать в условиях модернизации образования, а также и динамично развиваться.

Список литературы

1. Выготский Л.С. Воображение и творчество в детском возрасте: Психологический очерк: Кн. для учителя. М., 2011. 109 с.
2. Казакова Р.Г. Занятия по рисованию с дошкольниками. М.: ТЦ Сфера, 2017. 128 с.
3. Кудрявцев Т.В. Феномен детской креативности // Дошкольное воспитание. 2006. № 5. С. 71–78.
4. Монтессори М. Мой метод. Руководство по воспитанию детей от 3 до 6 лет. М.: Центрполиграф, 2014. 416 с.
5. Макарова Т.А. Педагогические условия развития творческой активности детей дошкольного возраста (на примере деятельности дошкольных образовательных учреждений Республики Саха (Якутия): монография. М.: Издательство «Спутник+», 2012. 160 с.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт дошкольного образования. М.: Наука, 2012. 94 с.
7. Авторская школа / Сост. А.М. Лобок. М.: Эврика, 2003. 208 с.

УДК 376.23

РЕАЛИЗАЦИЯ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Минин М.Г., Хаперская А.В., Жданова А.Б.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск,
e-mail: khape@mail.ru

Статья посвящена вопросам применения возможностей информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для реализации активных методов обучения людей с ограниченными физическими возможностями. Это обусловлено появлением необходимости в разработке цифровой обучающей платформы, с помощью которой будет реализован оптимальный механизм предоставления дополнительных образовательных услуг с учетом возможностей, ресурсов и положения людей с ограниченными физическими возможностями. Приведен пример реализации кейс-метода посредством использования релевантных соответствий желаемой тематики изучения и ключевых слов, относящихся к ней. В качестве методологической основы является информационно-педагогическая платформа, обеспечивающая обмен обучающими материалами и реализующая систему педагогического сопровождения и автоматизированное управление самостоятельным обучением людей с ограниченными физическими возможностями. Использована специфика существующих форм, условий и методик обучения в условиях цифровизации. Созданная с помощью средств ИКТ информационно-педагогическая платформа была изображена авторами схематично, что позволяет визуально определить весь спектр функций и возможностей платформы. Отражены все субъекты обучения (люди с ОВЗ, преподаватели), их взаимосвязи между педагогическими методами, подходами, формами обучения, действиями обучающихся, логикой познавательной деятельности, которые позволят модернизировать и улучшить процесс обучения людей с ограниченными физическими возможностями.

Ключевые слова: цифровизация, семантическое ядро, эффективное обучение, люди с ОВЗ, активные методы обучения, открытые курсы

ACTIVE PEDAGOGICAL METHODS IMPLEMENTATION OF DISABLED PEOPLE IN DIGITALIZATION

Minin M.G., Khaperskaya A.V., Zhdanova A.B.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: khape@mail.ru

The article is devoted to the application of the capabilities of information and communication technologies (ICT) for implementing active teaching methods for people with disabilities. This is due to the emergence of the need to develop a digital educational platform, with the help of which the optimal mechanism for the provision of additional educational services will be implemented taking into account the capabilities, resources and position of people with disabilities. An example of the implementation of the case method by using relevant matches of the desired topics of study and keywords related to it is given. The methodological basis is the information and pedagogical platform that provides for the exchange of teaching materials and implements a system of pedagogical support and automated management of self-learning for people with disabilities. The specificity of existing forms, conditions and teaching methods in the context of digitalization is used. The information and educational platform created using ICT tools was schematically depicted by the authors, which allows you to visually determine the full range of functions and capabilities of the platform. All subjects of learning (people with disabilities, teachers, employers), their interconnections between pedagogical methods, approaches, forms of training, actions of students, logic of cognitive activity that will modernize and improve the learning process of people with disabilities are reflected.

Keywords: digitalization, semantic core, effective learning, people with disabilities, active learning methods, open courses

В настоящее время по данным Росстата в России общая численность людей с ограниченными физическими возможностями составляет 12,1 млн, одна треть из них (более 4 млн человек) трудоспособны, но имеют невостребованные профессии, что подтверждает масштабность рассматриваемой проблемы [1]. Процесс переподготовки и получение возможности дополнительного обучения сопровождается определенными трудностями из-за недоступности рынка дополнительных образовательных услуг. В связи с этим всего 5% данной категории людей трудоустроены. Развитие интернет-

технологий привело к значительному росту возможности удаленной работы. На сегодняшний день существует более 20 профессий, позволяющих работать дистанционно. Так, в процессе эксперимента за период, который составил 6 месяцев, авторами было опрошено 182 сотрудника различных предприятий (2 образовательных и 8 коммерческих организаций), 32 из них относились в категории лиц с ОВЗ, 62% из них готовы пройти курсы переподготовки и получить возможность работы удаленно. Но специфика современного рынка предоставления услуг дополнительного образования заклю-

чается в том, что инфраструктура развития недостаточно, ассортимент услуг ограничен, финансирование осуществляется из федерального бюджета, потребности людей с ограниченными физическими возможностями слабо отражены в социальных государственных программах. В связи с этим появляется необходимость в разработке цифровой обучающей платформы, с помощью которой будет реализован оптимальный механизм предоставления дополнительных образовательных услуг с учетом возможностей, ресурсов и положения людей с ОВЗ.

Цель исследования: разработка информационно-педагогической платформы для реализации активных методов обучения, которая комплексно учитывает взаимосвязи между педагогическими методами, подходами, формами обучения, действиями обучающихся, логикой познавательной деятельности, что позволит модернизировать и улучшить процесс обучения людей с ОВЗ.

Материалы и методы исследования

Многие авторы в своих исследованиях считают, что люди с ОВЗ – это одна из главных категорий населения, для которой существует обучение в условиях цифровизации [2–4]. Также вопросам разработки, интеграции и использования электронных средств обучения посвящено много исследований, но все они противоречат тем или иным особенностям лиц с ОВЗ. Получается, что разработано и исследовано множество форм, условий и методик обучения, учитывающих интересы каждого субъекта отдельно (педагога, обучающегося), однако комплексно аспекты, не отвечающие интересам всех субъектов обучения, остаются неисследованными.

Существует множество открытых онлайн-курсов, такие как, например, LMS Moodle, которые имеют ряд преимуществ:

- отсутствие оплаты;
- соответствие принципам развивающего обучения;
- высокая гибкость;
- возможность настраивания под свои нужды;
- интерактивность обучения;
- разработка на нескольких языках;
- доступность обучения в любое удобное время;
- наглядность и вариативность представления информации;
- отсутствие проблем приобретения учебных материалов и пособий;
- индивидуализация обучения;
- система оценки знаний объективна и независима от преподавателя;

- повышение творческого и интеллектуального потенциала за счет самоорганизации;
- многократное повторение изучаемого материала;

– синхронное или асинхронное общение студентов между собой и с преподавателем [5].

Перечисленные преимущества скорее относятся ко всем категориям людей. Однако для людей с ограниченными возможностями необходимо ввести функции, адаптированные к их индивидуальным потребностям, обеспечить эффективность взаимодействия между педагогом и обучающимися, пересмотреть способы предоставления информации и материалов, улучшить обратную связь, а также увеличить активацию самостоятельного приобретения знаний.

Разработанная авторами цифровая платформа, которая позволяет реализовать методы активного обучения людей с ограниченными возможностями в полной мере отвечает их индивидуальным потребностям. Ниже в примере решается одна из задач создания адаптированного интерфейса для реализации кейс-метода.

Для иллюстрации примера рассмотрена реализация кейс-метода.

Путем анализа запрашиваемых статистических данных, которые были получены посредством электронного сервиса WordStat, выявлено, что люди с ОВЗ за месяц осуществляют 103 запроса по выполнению кейсов. Такое количество запросов можно приравнять к нулю. Причиной этого служит то, что данная категория людей готова обучаться и пользоваться интерактивными методами обучения, но грамотно осуществить запрос и подобрать ключевые слова для поиска того или иного кейса крайне трудно.

Решением данной проблемы является создание семантического ядра, которое содержит в себе все ключевые слова, связанные с тем или иным видом обучения и навыками. Это приведет к тому, что обучающемуся не придется самому делать запрос, достаточно просмотреть базу ключевых слов и выбрать для себя подходящие. Также можно постепенно расширять семантическое ядро, пополняя базу релевантными словами, что упрощает работу педагога (рис. 1).

Таким образом, при добавлении в ядро определенного документа/кейса происходит его индексация, программа строит семантический образ по тем или иным критериям, по информации в заголовке и каким-то разделам, идентифицирует ключевые слова и формирует из них дерево (облако), выделяющее семантическое ядро документа. За-

прос может формироваться в естественной форме и потом, будучи преобразованным программой в семантическое дерево, сопоставляться с базой. Если включения совпадают, то выдаются те или иные документы, отвечающие запросу.

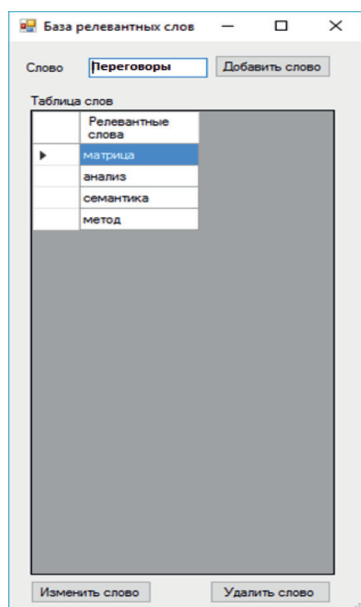


Рис. 1. База релевантных слов для обучающегося

На рис. 2 видно, что программа выбрала необходимый кейс по релевантному слову «Переговоры».

Также слова и документы автоматически распределены по категориям, например

слово «Переговоры», никогда не попадет в категорию «Растения». А обучающийся, который не интересуется растениями, никогда не попадет в тематику растений.

Именно данное свойство соответствия помогает создавать для людей с ограниченными физическими возможностями функционал, адаптированный под их особенности.

Использовать «слово-тема» и «тема-документ» – эту задачу решает метод LSA (латентный семантический анализ). Его использование позволяет иметь двумерное представление семантического пространства, и видеть, как в нем располагаются слова (красным цветом), запросы обучающегося (зеленым) и документы (синим) – рис. 3.

Из рис. 4 видно, что тема «адаптация» слабо коррелирует с двумя другими. «Переговоры» и «тимбилдинг» тесно коррелируют. Каждая тема содержит, близкие к ней ключевые слова и имеет свое семантическое пространство. Также на рис. 4 видно, что данные тематики соответствуют запросу «Коммуникационная активность».

Коэффициенты корреляции определяют близость термов – тем:

1. communication.txt' – 0.99990845
2. 'teambuilding.txt' – 0.99987185
3. 'adaptation.txt' – 0.031289458

Его релевантность к документам отображается, как показано на рис. 4.

Если попытаться определить релевантность к темам слова «Растения», то в результате получится 0, так как это слово в документах не встречалось ни разу (рис. 4).

Третий подход — обучение под задачу. Допустим, менеджеру для осуществления каких-то функций в проекте или самого проекта не хватает знаний. Он находит подходящую программу, согласовывает ее с руководством, и ее включают в бюджет проекта. В дальнейшем эффективность обучения становится частью оценки проекта.

За свой счет сотрудник должен получать знания, которые не входят в зону его компетенций. Я не говорю о банальных курсах кройки и шитья для финансиста — здесь все понятно. Если работник хочет повысить свои, например, переговорные навыки, а уровень его мастерства в этой области устраивает компанию или сотруднику в этом бизнес-процессе они вообще не нужны, тогда вполне логично, что он будет платить за них сам.

В качестве резюме добавлю: не учить сотрудников из опасения, что они уйдут в другую фирму, неправильно. Это происходит, лишь когда, кроме учебы, в компании нет других мотивирующих факторов. Всегда будет естественная ротация, и, если в год появляется 5-10% новичков — это нормально.

Игорь Горбунов - заместитель директора по корпоративным продажам ТПО «Комус»

Многие руководители упускают важнейший этап корпоративного образования — текущее обучение на местах. Оно экономичнее, продуктивнее и проще. Чтобы понять, как и чему учить, Сходняк мог бы применять метод работы по отклонениям (метод мониторинга знаний и навыков): определять, какие навыки должен иметь сотрудник для эффективной работы, систематично выявлять его узкие места, устранять их, доводить требуемые качества до совершенства. Этот процесс лучше возложить на прямого руководителя. Чтобы сделать такой процесс наглядным и управляемым, необходимо создать формат учета желаемых навыков и далее аттестовать, определяя дельту «нужно — есть фактически». Чем подробнее будут описания критериев знаний и навыков, тем более четкое и целевое обучение можно

Рис. 2. Отрывок бизнес-кейса с использованием релевантного термина

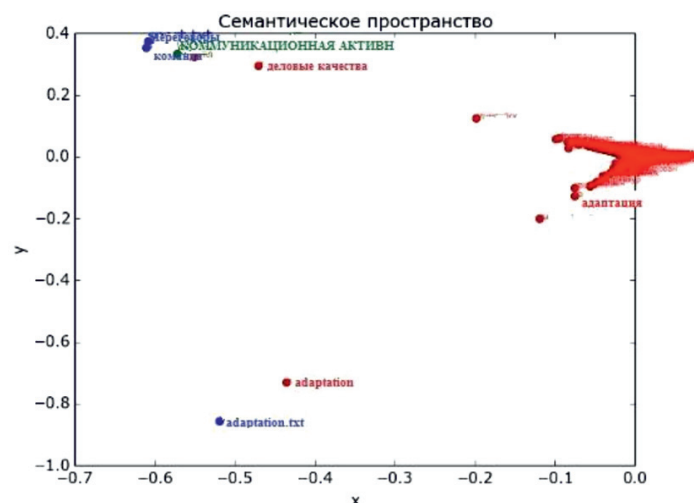


Рис. 3. Двумерное представление семантического пространства

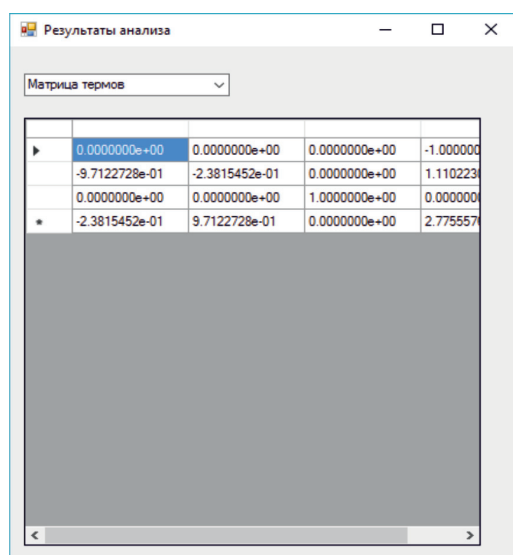


Рис. 4. Результаты анализа релевантности слов и тем

В условиях цифровизации существуют несколько технических возможностей, с помощью которых можно реализовать активные методы обучения, такие как, например, метод кластеризации, метод сопоставления с шаблонами (template matching). С появлением возможностей использования информационно-технологических методов в педагогике можно выстраивать траекторию индивидуального обучения как самого обучающегося, так и сократить и оптимизировать работу педагога (подача материала, диагностика знаний, выстраивание коммуникаций, создание групп, интерактивность).

Схема процесса обучения для разработанной информационно-педагогической платформы отражает субъекты и объек-

ты процесса, функционал, интерактивное меню, базы данных (рис. 5).

При этом механизмы работы цифровой платформы построены так, что учтены и упрощены специфические принципы активных методов обучения, которые предложил А.А. Балаев [6]. Так, например, принцип моделирования посредством интерактивных элементов можно (визуально представить в видеоформате или изображении) упростить.

Таким образом, разработанная цифровая платформа позволяет пополнять семантическое пространство и базу обучающих материалов, тем самым изменять траекторию обучения и расширять перечень заданий; в разработанной обучающей платформе соблюдены, использованы и упрощены специфические принципы, присущие активным методам обучения; внедрены основные педагогические методики интерактива.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования апробированы в девяти коммерческих организациях, а также в научной и проектной деятельности Научно-внедренческого центра Международного исследовательского института г. Москвы. Обсуждались в докладах на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях. Экспериментально было выявлено, что разработанная информационно-педагогическая платформа для людей с ограниченными физическими возможностями обеспечивает продуктивное взаимодействие всех субъектов образовательного процесса, помогает повысить навыки до современных условий труда и вовлеченность в процесс обучения.

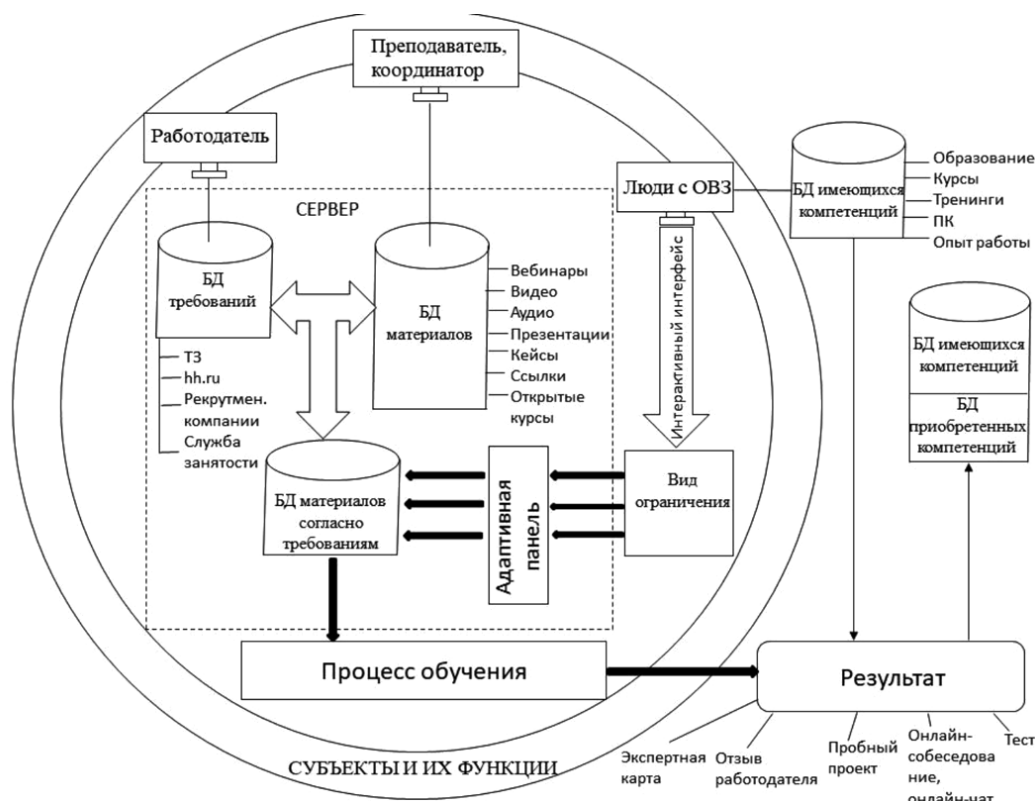


Рис. 5. Схема процесса обучения для цифровой платформы

Заключение

Авторами были определены проблемы организации обучения людей с ограниченными физическими возможностями в условиях цифровизации, связанные с обеспечением непрерывности процесса обучения, продуктивным взаимодействием всех субъектов образовательного процесса, формированием индивидуальной траектории обучения с учетом интересов и возможностей обучающихся в условиях цифровизации. Решением данных проблем явились совершенствование и разработка информационно-педагогической платформы. Уточнена ее специфика, под которой понимается совокупность организационных действий, направленных на управление функциями субъектов процесса обучения; определение содержания, форм и методов обучения, программно-методического, информационного, технологического обеспечения, соответствующих целям, принципам, закономерностям процесса обучения. Выявлены

субъекты информационно-педагогической платформы и их функции в соответствии с этапами их взаимодействия.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Россия в цифрах 2019. М., 2019. 552 с.
2. Амиридзе С.П. Лица с ограниченными возможностями здоровья в образовательной среде: нравственно ли отношение в обществе к ним? // Научные исследования в образовании. 2011. С. 1–4.
3. Мартынова Е.А. Профессиональное образование лиц с ограниченными возможностями здоровья: особенности организации образовательной деятельности // Теория и методика профессионального образования. 2013. Т. 5. № 1. С. 83–87.
4. Станевский А.Г., Храпылина Л.П. Теоретические основы формирования модели обучения и индивидуального социально-психологического сопровождения лиц с нарушением слуха (на примере направления «инженерное дело, технологии и технические науки» // Психологическая наука и образование. 2017. Т. 22. № 1. С. 50–59.
5. Логинова А.В. Модульная объектно-ориентированная среда обучения (Moodle): эффективная или несовершенная форма организации обучения? // Молодой ученый. 2015. № 9. С. 1112–1114.
6. Балаев А.А. Активные методы обучения. М., 1986. 94 с.

УДК 378.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС

Потапкин Е.Н., Малькова А.С.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: malkova_ac@mail.ru

В исследовании использовались как методы теоретического характера, предусматривающие выполнение анализа психолого-педагогической, частнометодической литературы по изучаемому вопросу, сопровождаемые обобщением и систематизацией, так и эмпирического (диагностические – анкетирование и беседа; наблюдательные – прямое и косвенное педагогическое наблюдение; экспериментальные – констатирующий и формирующий эксперименты; прaxeологические – изучение продуктов деятельности обучающихся). В результате экспериментального исследования были установлены основные трудности, с которыми сталкиваются старшеклассники на начальных этапах учебно-исследовательских работ по биологии. Намечены пути преодоления недостатков в организации учебно-исследовательской деятельности старших школьников, оказывающих влияние на состояние биологической подготовки. Устранение проблем при организации учебно-исследовательской деятельности позволит существенно повысить качество биологической подготовки старшеклассников, что особенно значимо на современном этапе развития отечественного образования, когда на приоритетные роли выходит развитие познавательных и творческих способностей личности обучающихся, активно преобразующих реальность в соответствии с объективными законами. Значительную роль в реализации данных задач начинают играть технологии исследовательской и проектной деятельности. В ходе экспериментальной фазы исследования нами были определены методические условия эффективной организации процесса формирования исследовательских умений старшеклассников. Итоги констатирующего этапа позволяют утверждать, что при овладении обучающимися исследовательскими умениями, сопровождающееся пониманием ими сущности учебно-исследовательской деятельности, происходит более эффективное освоение школьного курса биологии.

Ключевые слова: Федеральный государственный образовательный стандарт, школьная биология, биологическая подготовка, качество обучения, учебно-исследовательская деятельность, исследовательские умения, старший школьный возраст

IMPROVING STUDENTS' RESEARCH SKILLS IN THE CONTEXT OF THE IMPLEMENTATION OF THE GEF

Potapkin E.N., Malkova A.S.

Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, e-mail: malkova_ac@mail.ru

The purpose of this research is to generalize the experience of improving the biological training of high school students during the formation of research skills. The research used both theoretical methods, providing for the analysis of psychological, pedagogical, private methodological literature and electronic sources on the issue under study, accompanied by generalization and systematization, and empirical in nature (diagnostic – questioning and conversation; observational – direct and indirect pedagogical observation; experimental – ascertaining and formative experiments; praxeological – study of the products of training activities of students). As a result of an experimental study, the main difficulties that high school students faced in the initial stages of educational research in biology were established. The ways of overcoming the shortcomings in the organization of educational and research activities of senior schoolchildren that affect the state of biological training are outlined. The elimination of problems in the organization of educational and research activities will significantly improve the quality of biological training for high school students, which is especially significant at the present stage of development of domestic education, when the development of cognitive and creative abilities of students who are actively transforming reality in accordance with objective laws. A significant role in the implementation of these tasks begins to play the technology of research and project activities. During the experimental phase of the study, methodological conditions for the effective organization of the process of forming the research skills of high school students were determined. The results of the ascertaining stage of the research work allow us to state that the mastery of research skills by students, their understanding of the essence of educational and research activities, contributes to a more effective development of the school biology course.

Keywords: Federal state educational standard, school biology, biology training, quality of education, teaching and research activities, research skills, high school age

Модернизационные процессы, характерные для всех сторон жизни современного российского общества, требуют принципиально иного подхода к подготовке квалифицированных кадров. В свете последних инициатив, озвученных Президентом Российской Федерации В.В. Путиным, особое внимание уделяется начальным этапам про-

фессиональной подготовки, которые планируется реализовывать в школьные годы. Федеральный государственный образовательный стандарт нового поколения на первый план выдвигает формирование ключевых компетентностей учащихся, которые предполагают активную самостоятельную позицию учащихся в процессе обучения,

развитие общеучебных умений и навыков, в первую очередь исследовательских, рефлексивных и самооценочных.

Биология – это школьная дисциплина, в силу самой своей природы ориентированная не на «заучивание» программного материала, а на овладение им в условиях осуществления исследовательской деятельности – сначала на элементарном уровне, а при переводе из класса в класс на все более высоких позициях. Для этого имеются объективные предпосылки, выраженные в традиционной (урок) и специфических формах обучения – практические, лабораторные занятия, экскурсии. Однако необходимо отметить, что сложившаяся в последние десятилетия негативная тенденция общего сокращения времени на изучение живой природы во всем ее многообразии в школьные годы, реализуемая на фоне все еще преобладающего репродуктивного изложения учебного материала, не позволяет добиваться систематических и повсеместных высоких результатов обучения [1].

Любая дисциплина, изучаемая в общеобразовательной школе, обладает набором специфических признаков, которые и определяют ее сущность. Не исключением выступает в этом плане и школьная биология, что находит свое яркое выражение в осуществлении учебно-исследовательской деятельности как на уроках, так и во внеурочной работе. Биологическое содержание обладает рядом условий, которые позволяют эффективно сформировать предпосылки для осуществления творческой деятельности в области исследовательской и проектной работы школьников. Выполняя учебные исследования, работая над своими проектами, школьники имеют реальные возможности для развития общего уровня своей культуры, приобщения к ценностям научной деятельности, что позволяет им успешно конструировать собственное мировоззрение и формировать адекватную научную картину мира. Кроме того, учебно-исследовательская деятельность дает возможность вносить позитивные изменения в структуру личности школьников, облегчает их адаптации к реалиям экономической, технологической, социальной и морально-этической сфер деятельности современного человека. Все это позволит выпускникам в будущем интегрироваться в социуме, эффективно решая на основе имеющихся у них знаний и умений возникающие в различных областях человеческой деятельности типичные, и не только, проблемы. Таким образом, мы можем утверждать, что школьная биология, использующая возможности учебно-исследовательской деятельности, успешно

мотивирует обучающихся на саморазвитие и самосовершенствование.

Цель исследования: обобщение опыта совершенствования биологической подготовки старшеклассников при формировании исследовательских умений.

Материалы и методы исследования

В современной дидактике понятия «учение», «учебно-познавательная деятельность», «познавательная деятельность» учащихся выступают как равнозначные (Э.Т. Изергин, П.И. Пидкасистый, Г.И. Щукина). В исследованиях В.И. Андреева, И.Я. Лернера, Н.В. Сычковой, А.В. Усовой, Н.М. Яковлевой сопоставляется учебная и научная деятельности.

По мнению другой группы ученых (Е.П. Бруновт, А.Е. Богоявленская, Е.Т. Бровкина, И.Д. Зверев, А.Н. Мягкова), исследовательские умения можно понимать как сложную систему умственных операций и действий прикладного характера, осуществляемых обучающимися при сопровождении педагога, которые позволяют мотивированно выполнять учебную исследовательскую деятельность [2, 3].

И.М. Осмоловская пытается поставить развитие и формирование исследовательских умений обучающихся в зависимость от проводимого учебного исследования, которое характеризуется разной степенью включения в него педагога и самостоятельностью самого обучающегося – начинающего естествоиспытателя [4].

Если учитывать универсальность критериев для оценки уровней сформированности исследовательских умений обучающихся, то они могут быть обозначены как система следующих их способностей:

- выделять и обосновывать сущность научной проблемы;
- применять аппарат целеполагания;
- применять для решения поставленных задач адекватные методы;
- планировать, моделировать и реализовывать исследовательскую деятельность, особенно ее экспериментальную составляющую;
- анализировать и обобщать собранные данные, соотнося их с задачами исследования;
- представлять результаты исследовательской деятельности в разных видах и формах.

Однако, по мнению М.В. Лапшиной и Н.А. Романовой, 62,9% обучающихся из принявших участие в специальном анкетировании никогда не занимались исследовательской деятельностью. При этом из тех, кто имел опыт такой деятельности, лишь

7,4% отметили, что они умеют подбирать литературу по заданной теме, а 14,8% – публично выступать. Кроме того, наибольшие проблемы у обучающихся вызывает работа с методологическим аппаратом исследования. Так, 57% из них испытывают трудности с выбором и обоснованием темы, а 51 и 74% соответственно не умеют ставить цели и выдвигать гипотезы [5].

В этой связи развитие исследовательских умений школьников будет эффективно в том случае, если обоснованы и реализованы следующие педагогические условия:

1) обучающиеся включены в учебно-исследовательскую деятельность на систематической и добровольной основе;

2) задания предметных олимпиад (по биологии и экологии) разного уровня, в том числе и школьного, носят исследовательский характер;

3) приоритетной формой организации обучения биологии выступают уроки-исследования;

4) разработаны критерии и уровни развития исследовательских умений при обучении биологии [6].

В нашем исследовании использовались как методы теоретического характера, предусматривающие выполнение анализа психолого-педагогической, частнометодической литературы по изучаемому вопросу, сопровождаемые обобщением и систематизацией, так и эмпирического характера (диагностические – анкетирование и беседа; наблюдательные – прямое и косвенное педагогическое наблюдение; экспериментальные – констатирующий и формирующий эксперименты; праксеологические – изучение продуктов деятельности обучающихся).

В исследовании нами использовались наблюдения за проведением муниципального и регионального этапов Всероссийской олимпиады школьников по биологии и экологии, в ходе которых обучающиеся 8–11-х классов представляли результаты своих научных работ. Педагогический эксперимент был проведен на базе МОУ «Лицей № 31» городского округа Саранск. В нем было задействовано 60 обучающихся 10-х классов и 46 – из 11-х классов.

Результаты исследования и их обсуждение

Привлечение обучающихся к исследовательской деятельности ориентировано на развитие ряда умений, среди которых существенное значение имеют умения принимать решения, формулировать свои мысли, которые так высоко ценятся в современном меняющемся мире. Однако следует отметить, что процесс формирования исследо-

вательских умений является длительным, сопровождается ошибками, которые допускают школьники. Приведем несколько примеров, связанных с начальным этапом учебно-исследовательской деятельности, в частности с определением методологического аппарата исследования.

Первая трудность возникает при формулировании темы исследования. На выбор темы оказывают влияние несколько факторов. Во-первых, она должна быть актуальной, то есть она обязана быть современной; как правило, неисследованной ранее, или носящей проблемный характер; значимой или полезной для удовлетворения научных, социальных, технических и экономических потребностей общества / семьи / школы / района / региона / страны. Во-вторых, формулировка темы должна быть четкой, в полной мере отражать сущность проводимого исследования, что достигается при помощи системы ключевых слов. Игнорирование названных факторов приводит к тому, что тематика учебного исследования содержит либо неопределенные формулировки (например, «Мир, в котором я живу», «С чашкой Петри по школе»), либо штампы (например, «Почва – главное природное богатство любой страны, любого народа», «Родник – источник жизни», «Мусор – источник загрязнения»), которые полностью завуалируют смысл работы школьника, при этом не отражая ее актуальности.

Вторая трудность связана с установлением объекта и предмета исследования как обязательных его компонентов. При этом основные проблемы возникают, когда школьники пытаются обозначить, что же будет рассматриваться, а что будет изучаться.

Приведем пример неудачного определения объекта и предмета исследования, сопоставив их между собой и с темой учебно-исследования (табл. 1).

Из приведенных материалов четко видно, что в работе школьника допущено сразу несколько ошибок. Во-первых, тема заявлена слишком широко, поскольку можно вести речь, например, о биологическом, экологическом, физико-химическом и т.п. изучении почвы. Во-вторых, формулировка объекта исследования некорректна, поскольку в тексте обозначено место проведения исследования. И, в-третьих, предмет исследования не коррелируется ни с темой, ни с объектом.

Третья трудность вытекает из взаимосвязи объекта и предмета исследования, логическими выражениями которых будут выступать его цель и задачи. При этом могут наблюдаться крайние проявления: либо отсутствие в тексте указания на цель и за-

дачи исследования, либо определение в качестве целей нескольких незначительных положений, выраженных через 10–15 задач, что для детского исследования становится явно невыполнимым условием. Рассмотрим в качестве примера организацию учебного исследования по теме «С чашкой Петри по школе», для чего обозначим основные компоненты методологического аппарата исследования (табл. 2).

Перед нами предстает выраженное несоответствие между всеми компонентами методологического аппарата научного исследования. Тема с большой натяжкой может быть сопоставлена с объектом и предметом исследования. В качестве объекта исследования обозначается воздушная среда школьных помещений, а в качестве цели выбираются в том числе «руки школьников в зависимости от качества их мытья», а также «влияние на рост микроорганизмов комнатного растения пеларгонии». Приведенные далее задачи не в полной мере соответствуют заявленным целям.

Четвертая трудность – выделение в качестве обязательного элемента методологического аппарата исследования гипотезы. В некоторых учебных исследованиях данный элемент отсутствует, что существенно снижает качество выполненной работы. В других исследованиях гипотеза имеет место, но ее представление возможно либо с соблюдением общепринятых научных норм, либо со значительными нарушениями оных. Среди наиболее распространенных нарушений следует выделить следующие

два. Во-первых, в формулировке гипотезы отсутствует элемент научного предположения, как это обозначено в исследовании на тему «Родник – источник жизни». Здесь мы видим такую формулировку гипотезы: «Гидрохимические и органолептические показатели родниковой воды, регулярно используемой населением села Старое Синдрово и прилежащих к нему территорий соответствуют санитарно-гигиеническим нормам», которая ставит перед экспертами закономерный вопрос «На что же направлено данное исследование?». Во-вторых, гипотеза опирается на определенную долю предположения, но она сформулирована таким образом, что ее содержание обозначает крайне банальные понятия. Например, в исследовании «Изучение физико-химического состава растопленного снега в окрестностях ПАО “Мордовцемент”», гипотеза звучит так: «Чем дальше источник искусственного загрязнения воздуха, тем чище снег». Или в работе на тему «Оценка загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом в Юго-западном районе г. Саранск» гипотеза представлена следующим образом: «Если концентрация вредных веществ, источником которых являются выхлопные газы автотранспорта, в атмосферном воздухе увеличится, то количество и степень тяжести загрязнения атмосферного воздуха в Юго-Западном районе г. Саранск возрастет». В обоих случаях в качестве гипотезы представляются сведения широко известные и не требующие дополнительных исследований.

Таблица 1

Пример исследовательской работы школьников

Тема исследования	Объект исследования	Предмет исследования
«Исследование почвы пришкольного участка»	три участка – на территории школы: 1 – прилегающий к дороге; 2 – обращенный в сторону жилых домов; 3 – перед школой (выращиваются цветы)	соединения тяжелых металлов

Таблица 2

С чашкой Петри по школе

Объект исследования	Предмет исследования	Цель исследования	Задачи исследования
воздушная среда школьных помещений	микрофлора воздушной среды	исследование бактериальной загрязненности воздуха школьных помещений, рук школьников в зависимости от качества их мытья, а также влияние на рост микроорганизмов комнатного растения пеларгонии	1. Изучить источники информации по рассматриваемой проблеме. 2. Овладеть приемами работы с лабораторным оборудованием, взять пробы воздуха для определения его чистоты. 3. Провести наблюдение за процессом роста бактериальных колоний, выполнить расчеты по результатам эксперимента. 4. Разработать предложения по улучшению состояния воздушной среды в школе

Таблица 3

Результаты эксперимента по формированию у обучающихся исследовательских умений при изучении биологии

Уровни сформированности исследовательских умений	Количество учащихся 10 классов				Количество учащихся 11 классов			
	до эксперимента		после эксперимента		до эксперимента		после эксперимента	
	всего	%%	всего	%%	всего	%%	всего	%%
исходный	5	8,62	3	5,17	5	10,87	3	6,52
начальный	31	53,45	22	37,93	26	56,52	16	34,78
поисковый	16	27,59	25	43,10	12	26,09	21	45,65
исследовательский	6	10,34	8	13,80	3	6,52	6	13,05

Для устранения выявленных недостатков было разработано методическое обеспечение процесса формирования исследовательских умений обучающихся при изучении биологии, включающее программу элективного курса «Исследовательская деятельность при изучении биологического материала» для учащихся 10–11 классов и методические рекомендации для учителей биологии по реализации названной программы элективного курса.

В ходе эксперимента нами были выделены следующие уровни сформированности исследовательских умений старшеклассников:

1) исходный, или репродуктивный, который характеризуется практически полным отсутствием у обучающихся интереса к исследовательской работе и знаний о данном виде человеческой деятельности;

2) начальный, позволяющий судить о наличии у обучающихся определенных мотивов к ведению исследования в области биологии, поэтому они могут выполнять краткосрочные исследования, в содержании которых преобладающим видом деятельности станет репродуктивный;

3) поисковый, или продуктивный, характеризующийся наличием достаточно сформированных и устойчивых мотивов использования возможностей исследовательской деятельности при обучении биологии;

4) исследовательский, или креативный, отражает способность обучающихся самостоятельно определять научные проблемы, творчески подходить к реализации замысла научного исследования, то есть имеет место высочайшая степень самостоятельности на всех этапах учебного исследования.

Сформированность исследовательских умений оценивалась по 3-балльной шкале, где: 0 баллов – обучающийся не владеет исследовательскими умениями;

1 балл – исследовательские умения частично сформированы;

2 балла – исследовательские умения сформированы, старшеклассник проявляет креативные способности, работа выполняется полностью самостоятельно.

Суммарно уровни сформированности исследовательских умений обучающихся распределялись следующим образом:

0–5 – исходный, или репродуктивный, уровень;

6–10 – начальный уровень;

11–15 – поисковый, или продуктивный, уровень;

16–18 – исследовательский, или креативный, уровень.

Данные табл. 3 отражают положительную динамику в процессе формирования и развития исследовательских умений при использовании в процессе углубленного изучения биологии возможностей элективного курса «Исследовательская деятельность при углубленном изучении биологического материала». Как среди обучающихся 10-х, так и 11-х классов имеет место тенденция перехода школьников с более низких уровней на более высокие, что свидетельствует об эффективности разработанных и апробированных материалов.

Заключение

Для учебно-исследовательской деятельности, организуемой в процессе обучения биологии, характерным является то, что наряду с ее преобразовательной сущностью в один ряд выстраивается познавательная составляющая, результатом которой выступает новое содержание личности обучающегося. В этом случае исследовательская деятельность характеризуется как объединение поисковых направлений в обучении, при формировании познавательного интереса и его удовлетворении в процессе использования разнообразных источников знаний, и благоприятно сформированных условий для осуществления деятельности.

Крайне существенным является то, что учебно-исследовательская деятельность базируется на целом спектре психических процессов: сенсорных, когнитивных, мыслительных, репродуктивных, коммуникативных, контрольных и др. При успешном освоении основ учебно-исследовательской деятельности у личности появляются раз-

личные психические новообразования (открытие новых знаний, приобретение новых способов деятельности, формирование направленности личности и др.) [7].

Завершая рассмотрение проблемы совершенствования исследовательских умений как условия повышения качества биологической подготовки старшеклассников, необходимо отметить следующее:

1. В процессе решения различных проблем в образовании личности очень важным элементом целостного процесса обучения является учебно-познавательная деятельность.

2. Конечной целью научного познания, которое реализуется в форме учебно-исследовательской деятельности старшеклассников как специфического способа освоения окружающей действительности, является получение комплексного знания об окружающем мире. Именно поэтому учебно-исследовательская деятельность учащихся является объективным отражением интеграции в науке, образовании и современном производстве.

Исследование выполнено в рамках Программы внутривузовских грантов ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевье-

ва» по мероприятию 2 «Проектирование и разработка компетентностно-ориентированного содержания и технологий образования» (тема «Формирование исследовательских умений учащихся старших классов в процессе углубленного изучения биологического материала»).

Список литературы

1. Янгильдина И.Я. Проектная и исследовательская деятельность по биологии в школе // *Современные тенденции в образовании и науке: сборник науч. трудов*. Тамбов: Бизнес – Наука – Общество, 2013. С. 161–162.
2. Бруновт Е.П., Богоявленская А.Е., Бровкина Е.Т. Самостоятельные работы учащихся по биологии: пособие для учителя. М.: Просвещение, 1984. 160 с.
3. Зверев И.Д., Мягкова А.Н. Общая методика преподавания биологии: пособие для учителя. М.: Просвещение, 1985. 191 с.
4. Осмоловская И.М. Предметность обучения и учебные предметы в контексте различных дидактических подходов // *Образование и наука*. 2012. № 7. С. 69.
5. Лапшина М.В., Романова Н.А. Исследовательский урок как средство формирования исследовательских умений при обучении биологии // *Гуманитарные науки и образование*. 2019. Т. 10. № 3. С. 88–92.
6. Панькина В.В., Жукова Н.В., Ляпина О.А. Повышение мотивации обучающихся к изучению химии через проектно-исследовательскую деятельность // *Гуманитарные науки и образование*. 2019. Т. 10. № 2. С. 97–102.
7. Хуторской А.В. Доктрина образования человека в Российской Федерации. М.: Изд-во «Эйдос»; Изд-во Института образования человека, 2015. 24 с.

УДК 371

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВНЕДРЕНИЯ «ОБОГАЩАЮЩЕЙ МОДЕЛИ» ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ШКОЛЫ**¹Савельева Н.Н., ²Железнякова О.В., ²Лебедева Е.А.**¹*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, e-mail: sav5757@mail.ru;*²*МБОУ СОШ № 15, Владивосток, e-mail: Zhfeuermann@yandex.ru, lebedeva0304@gmail.com*

Актуальность исследования обусловлена необходимостью пересмотра содержания школьного образования в сторону интеллектуального воспитания учащихся. Интеллектуальное воспитание мы рассматриваем как особую форму организации учебного процесса, заключающуюся в обогащении ментального (умственного) опыта учащихся. Рассмотрены различные модели обучения, которые применялись в образовательной практике и представлено решение проблемы развития интеллектуальных возможностей ученика через определенное предметное содержание и организацию содержательной среды, в которую «погружается ученик» в процессе обучения через внедрение «обогащающей модели» обучения. Дается характеристика «обогащающей модели» обучения, в которой средствами специально сконструированных учебных текстов осуществляется интеллектуальное воспитание учащихся основной школы на основе обогащения их ментального (умственного) опыта. В статье описываются педагогические условия обеспечивающие внедрение «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы, которые связаны с изменениями в педагогическом коллективе школы: 1) повышение квалификации учителей; 2) создание команды учителей-проектировщиков; 3) разработка и внедрение учителями школы развивающих учебных текстов по различным предметным областям. Результаты исследования, представленные в статье, свидетельствуют, что реализация предложенных условий способствует внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы.

Ключевые слова: «обогащающая модель» обучения, ментальный опыт, интеллектуальное воспитание, содержание школьного образования, развивающие учебные тексты

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF THE INTRODUCTION OF AN «ENRICHING MODEL» OF LEARNING IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE SCHOOL**¹Saveleva N.N., ²Zheleznyakova O.V., ²Lebedeva E.A.**¹*Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: sav5757@mail.ru;*²*Municipal budgetary educational institution Secondary school No. 15, Vladivostok, e-mail: Zhfeuermann@yandex.ru, lebedeva0304@gmail.com*

The relevance of the study is due to the need to review the content of school education towards the intellectual education of students. We consider intellectual education as a special form of organization of the educational process, which consists in enriching the mental (intellectual) experience of pupils. Various teaching models that were used in educational practice are considered and a solution to the problem of developing the student's intellectual capabilities through a specific subject content and organization of the content environment into which the student is «immersed» in the learning process through the introduction of an «enriching model» of learning is presented. The characteristic of the «enriching model» of education is given, in which the means of specially designed educational texts are used for the intellectual education of primary school students based on the enrichment of their mental (intellectual) experience. The article describes the pedagogical conditions that ensure the introduction of an «enriching model» of education in the educational process of the school, which are associated with changes in the teaching staff of the school: 1) advanced training of teachers; 2) the creation of a team of teachers – designers; 3) the development and implementation by teachers of the school of developing educational texts in various subject areas. The research results presented in the article indicate that the implementation of the proposed conditions contributes to the implementation of the «enriching model» of education in the educational process of the school.

Keywords: «enriching model» of learning, mental experience, intellectual education, the content of school education, developing educational texts

Общеобразовательная школа является важнейшим социальным институтом, который самым непосредственным образом отвечает за качество человеческой истории. Сейчас уже понятно, что выигрывают и будут выигрывать в экономическом и культурном соревновании те страны, которые смогут создать наиболее совершенную систему образования, гарантирующую экстенсивное и интенсивное развитие интеллектуальных способностей подрастающего поколения. Поэтому вопрос о том, какой быть школе, отнюдь не относится к разряду риторических.

Знаниевый подход к образованию устарел и не имеет перспектив. Ведущие ученые страны (М.А. Холодная, Е.В. Бондаревская, В.В. Сериков, И.С. Якиманская и др.) подчеркивают, что модель классической школы, основанной на знаниево-просветительской образовательной парадигме, сегодня не соответствует требованиям времени.

Актуальность нашего исследования заключается в том, что именно школе как образовательному учреждению отводится особое место в обеспечении каждого учащегося возможностью быть интеллек-

туально воспитанными, а важнейшим условием интеллектуального воспитания является перестройка содержания школьного образования.

Интеллектуальные возможности личности являются базовыми психологическими ресурсами для развития самодостаточной, инициативной и продуктивной жизнедеятельности. М.А. Холодная рассматривает интеллектуальное воспитание как особую форму организации учебного процесса, заключающуюся в обогащении ментального (умственного) опыта учащихся [1].

Мы предположили, что, если внедрить «обогащающую модель» обучения в образовательный процесс школы, это может способствовать обогащению умственного опыта учащихся.

В российской школе неоднократно наблюдались попытки определиться с моделью обучения и внедрить ее в практику образования. Модель обучения понимается нами как определенный план действий педагога при осуществлении учебного процесса; основу этого плана составляет преобладающая учебная деятельность учащихся, которую выстраивает учитель, базовым основанием для разграничения разных моделей обучения является заложенный в них в качестве ориентира характер учебной деятельности [2].

Существует многообразие моделей обучения: свободная, диалогическая, личностная, развивающая, формирующая, активизирующая, структурирующая. Дадим описание некоторых из них (табл. 1).

Нужно отметить, что все перечисленные модели способствуют повышению качества

школьного образования, поскольку на первом плане оказывается ученик как субъект деятельности, и основные педагогические усилия направляются на его познавательное и личностное развитие.

Проблема заключается в том, что, с одной стороны, необходимо обеспечить развитие интеллектуальных возможностей ученика через определенное предметное содержание; с другой стороны, сама содержательная среда, в которую «погружается ученик» в процессе обучения, должна создавать условия для его интеллектуального роста.

Поэтому нами выбрана «обогащающая модель» обучения, предложенная авторским коллективом под общим руководством Э.Г. Гельфман и М.А. Холодной, в которой средствами специально сконструированных учебных текстов осуществляется интеллектуальное воспитание учащихся основной школы на основе обогащения их ментального (умственного) опыта [3].

«Обогащающая модель» обучения предполагает: ориентацию на качественное изменение знаний, умений, навыков учеников; оценку индивидуальных достижений не только с учетом нормативных требований по типу «сравнение меня с другими», но и с точки зрения своеобразия индивидуальных интеллектуальных ресурсов по типу «сравнение меня с самим собой»; наличие образовательного пространства, которое предоставляет ученику возможность выбора индивидуальной траектории обучения с опорой на его личный опыт; создание условий не только для усвоения готового знания, но и самостоятельного открытия новых знаний [4].

Таблица 1

Модели обучения в практике образования

Модель	Характеристика	Авторы
Свободная модель	Разновидности этой модели («свободный день», «свободный класс» и т.п.) объединяет неформальное отношение к процессу обучения: отсутствие классно-урочной системы, обязательных учебных программ, контроля и оценки знаний учащихся	Р. Штайнер, Ф.Г. Кумбе, Ч. Сильберман и др.
Диалогическая модель	Признается непредсказуемость, самобытность интеллектуального развития личности, в том числе возможность для ребенка самостоятельного, «одинокого» учения (дома, за книгой)	В.С. Библер, С.Ю. Курганов и др.
Развивающая модель	Характеризует такой тип обучения, который ориентирован на развитие теоретического мышления в младшем школьном возрасте	Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов, В.В. Репкин и др.
Активизирующая модель	Направлена на повышение уровня познавательной активности учащихся за счет включения в учебный процесс проблемных ситуаций, опоры на познавательные потребности и интеллектуальные чувства	А.М. Матюшкин, М.И. Махмутов, М.Н. Скаткин, Г.И. Щукина и др.
Формирующая модель	Основывается на утверждении, что влиять на умственное развитие ребенка – значит осуществлять целенаправленное управление процессом усвоения знаний и умений	Н.Ф. Талызина, И.П. Калошина, В.П. Беспалько и др.

Материалы и методы исследования

Базой исследования была средняя образовательная школа № 15 г. Владивостока. В исследовании приняли участие 15 учителей, директор школы, научный консультант.

В процессе исследования использовались следующие методы: теоретические (анализ и обобщение психолого-педагогической литературы, выводы); эмпирические (опрос, анкетирование, наблюдение, педагогический эксперимент).

Мы предположили, что следующие педагогические условия будут способствовать внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы:

1) повышение квалификации учителей и как результат осмысление феномена «обогащающая модель» обучения в образовательном процессе школы;

2) создание команды учителей-проектировщиков, работающих в одном смысловом пространстве;

3) разработка учителями-предметниками развивающих учебных текстов как средства интеллектуального воспитания учащихся в рамках «обогащающей модели» обучения.

На начальном этапе эксперимента нами было проведено обследование с целью выявления уровня готовности педагогов к внедрению в образовательный процесс школы «обогащающей модели» обучения, результаты представлены на рис. 1.

Из представленной диаграммы видно, что большинство учителей школы не имеют представлений об особенностях организации образовательного процесса в «обога-

щающей модели» обучения. Имеют недостаточно знаний о создании развивающих учебных текстов по своей предметной области и не имели опыта организации образовательного процесса в школе, направленного на интеллектуальное воспитание учащихся. Вместе с тем ответы респондентов свидетельствуют о достаточном уровне мотивации к внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы.

На формирующем этапе эксперимента последовательно реализовывали педагогические условия внедрения «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы (табл. 2).

Внедрение «обогащающей модели» обучения отразилось в изменениях учебного плана школы. Приведем выдержку из учебного плана 2018–2019 у.г., как варианта внедрения «обогащающей модели» обучения.

Цели основного общего образования:

– создание благоприятных условий для обогащения ментального (умственного) опыта учащихся средствами развивающих учебных текстов.

Задачи:

– внедрить «обогащающую модель» обучения в образовательный процесс;

– обеспечить соответствие основной образовательной программы требованиям ФГОС;

– обеспечить эффективное сочетание урочных и внеурочных форм организации образовательного процесса, взаимодействия всех его участников в «обогащающей модели» обучения.



Рис. 1. Уровень готовности педагогов к внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы (констатирующий этап)

Таблица 2

Конструирование процесса внедрения «обогащающей модели» обучения
в образовательный процесс школы

Условия	Задачи	Содержание	Предполагаемый результат
1. Повышение квалификации учителей	Осмысление участниками образовательного процесса феномена «обогащающая модель» обучения	– Прохождение учителями курса программы профессиональной переподготовки «Управление педагогическими проектами» (270 ч); – повышение квалификации: авторский курс О.В. Холодной «Интеллектуальное воспитание учащихся» (36 ч); – повышение квалификации: курс «Обогащение ментального (умственно-го) опыта учащихся» (36 ч)	Подготовка к защите проекта «Внедрение обогащающей модели обучения в образовательную деятельность» на городском фестивале Повышение уровня осмысления феномена «обогащающая модель» обучения
2. Создание команды учителей-проектировщиков, работающих в одном смысловом пространстве	Внедрение «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы	– Научное руководство процессом реализации проекта (консультации, методическая помощь, обсуждение); – создание рабочей группы учителей предметников по внедрению проекта; – учебно-методическая помощь (консультации, семинары, лекции, открытые просмотры, коллективные обсуждения)	Создана команда единомышленников, способных: к профессиональной рефлексии; проявлению субъективной позиции в профессиональной деятельности; демонстрации положительного опыта в педагогическом сообществе города
3. Разработка учителями-предметниками развивающих учебных текстов как средства интеллектуального воспитания учащихся	Разработка и апробация развивающих учебных текстов	– Создание комплексов развивающих учебных текстов для учащихся пятых классов на предметном содержании: история, русский язык, биология, технология; – проведение открытых просмотров по включению развивающих учебных текстов в образовательный процесс школы; – коллективное обсуждение	Предъявление разработанных развивающих текстов для учителей на педагогических мероприятиях города (методических объединениях, фестивале, семинарах)

В рамках внедрения «обогащающей модели» обучения в учебный план МБОУ СОШ № 15 определены основные мероприятия (на уровне основного общего образования):

– использование приобретенного учебно-методического комплекса для 5 класса, разработанного авторским коллективом под руководством Э.Г. Гельфман и М.А. Холодной в рамках проекта «Математика. Психология. Интеллект» (МПИ). Учебно-методический комплекс построен как образовательное пространство, обеспечивающее формирование универсальных учебных действий (УУД), включает в себя:

а) учебник-навигатор;
б) учебную книгу на сюжетной основе;
в) практикум (разноуровневые задания и разные формы самоконтроля);
г) рабочие тетради для самостоятельной работы (разделы «Тренируемся», «Ищем закономерности», «Проектные и творческие задания»);

– включение в содержание преподаваемых дисциплин разработанных развивающих учебных текстов учителями-предметниками;

– введение проектной деятельности в учебную деятельность школьников через факультатив «Обучение проектной деятельности» для учащихся 5–7 классов;

– введение факультативных занятий «Творчество как деятельность в ситуации неопределенности» для учащихся 5 классов.

В процессе реализации педагогических условий учителями школы были составлены развивающие учебные тексты для всех форм ментального опыта: когнитивного, понятийного, метакогнитивного и интенционального по содержанию своих предметных областей. Развивающие учебные тексты прошли совместное обсуждение с научным руководителем и рабочей группой, применены на практике при работе с учащимися 5 класса, а затем неоднократно представлялись на педагогических мероприятиях различного уровня (города и края).

Приведем примеры некоторых типов развивающих учебных текстов, разработанных учителем истории Е.А. Лебедевой, основанием которых является психодидактическая типология развивающих учебных текстов, предложенная авторами проекта МПИ (М.А. Холодной и Э.Г. Гельфман) [5, 6].

Таблица 3

Развивающие учебные тексты по истории

Тип учебного текста – освоение символики Составление карты. Цель: овладение учащимися исторической символикой как одним из способов кодирования информации, умением использовать знакомые исторические символы в практической деятельности. Задание: Составьте карту придуманного вами государства, используя известные знаки, а также придумайте даты событий и обозначьте их так, как это принято в исторической науке. Объясните получившуюся схему. Ученик в произвольной форме рисует карту придуманного им государства, наносит на нее объекты, используя специальные топографические значки. В легенде карты указывает события: битвы, название страны, городов и других объектов, также необходимо указать даты (год и век события)
Тип учебного текста – лабораторная работа Изготовление макетов первобытных орудий труда и посуды. Цель: стимулировать предметную деятельность учащихся. А) Изготовить с помощью любого пластического материала, а также подручных средств и природного материала орудия труда первобытных людей; Б) С помощью пластилина или глины придумать различные способы изготовления посуды. Сначала учащиеся знакомятся с учебными текстами, в которых рассказывается о способах изготовления орудий труда и посуды. Затем им дается задание подумать, что из возможных материалов можно использовать для изготовления макетов первобытных орудий труда и посуды. На следующем уроке проводится лабораторная работа, на которой учащиеся предлагают свои способы решения задачи
Тип учебного текста – моделирование Реформа братьев Гракхов. Цель: осваивать умения строить исторические модели. Развивать способность к концептуализации (мысленному конструированию теоретических представлений на основе абстрагирования связей по отношению к конкретному предметному содержанию). Класс можно разделить на две группы и раздать им карточки с названием их группы (Современники братьев Гракхов, Люди, живущие в наше время). Учащимся предлагается решить задачу улучшения положения крестьян с точки зрения тех людей, чья позиция досталась им в группе. После прочтения текста ученики создают «проекты» своих реформ. Затем презентуют их классу
Тип учебного текста – прогноз в ситуации неопределенности «Что было бы, если бы...?» Цель: развивать умение учащихся решать задачи с недостающими, избыточными и противоречивыми данными, которые вынуждают учащихся мыслить в режиме «что будет, если...» Учащиеся читают текст «Миф о Парисе и яблоке раздора», после прочтения делают предположения о событиях, которые могли бы произойти. Предположениям могут помочь те части текста, в которых богини, участницы спора, предлагают Парису свои подарки
Тип учебного текста – перенос понятия в новую ситуацию Игра «Машина времени». Цель: соотнести свой прошлый опыт с содержанием нового понятия, использовать известные методы для изучения новых объектов. Текст: «Нам удалось изобрести машину времени, и мы хотим проникнуть в древнейшее прошлое человечества, чтобы удостовериться, что мнение ученых по поводу того, что многие механизмы были изобретены в древние времена, – верно». Алгоритм выполнения задания: Детям раздаются карточки, на которых изображены различные изобретения. Они должны отложить те карточки, на которых изображены те предметы, которые были изобретены в Древнем мире, но активно используются в наше время. И соотнести их с современными предметами. Примечание: целесообразно в этой игре использовать этимологию слов и место происхождения изобретения

Результаты исследования и их обсуждение

На итоговом этапе эксперимента нами проведено повторное обследование уровня готовности педагогов школы к внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы, результаты представлены на рис. 2.

По результатам обследования видно, что большинство учителей научились разрабатывать развивающие учебные тексты по сво-

ему предметному содержанию и считают, что необходимо продолжать опыт внедрения «обогащающей модели» обучения. Сравнительные данные представлены в табл. 4.

Выводы

Из представленной таблицы видно, что уровень представлений учителей о внедрении «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы значительно повысился.

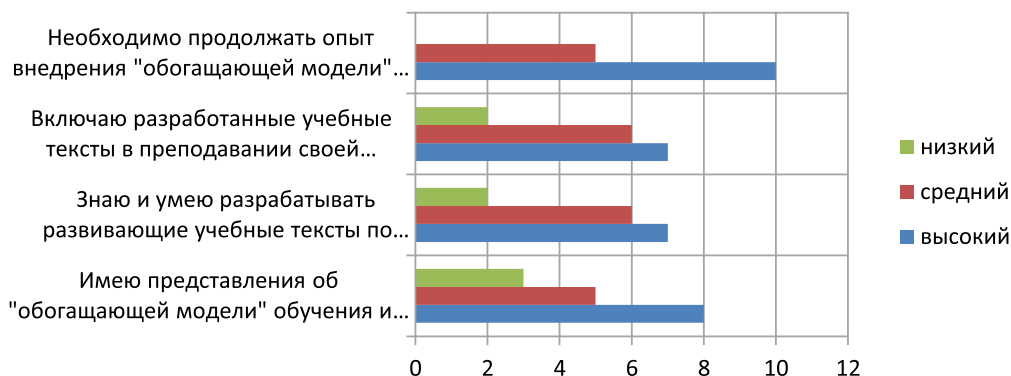


Рис. 2. Уровень готовности педагогов к внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы (итоговый этап)

Таблица 4

Сравнительные результаты эксперимента по внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы

Показатели	Уровни		
	высокий	средний	низкий
Результаты констатирующего этапа эксперимента			
Имею представление об «обогащающей модели» обучения	–	13	2
Имею опыт внедрения «обогащающей модели» обучения в практику преподавания своего предмета	–	14	1
Знаю и умею разрабатывать развивающие учебные тексты по своему предметному содержанию	–	13	2
Хочу внедрить «обогащающую модель» в преподавание своих дисциплин	8	4	3
Результаты итогового этапа эксперимента			
Имею представление об «обогащающей модели» обучения и знаю о ее внедрении в образовательный процесс школы	8	5	3
Знаю и умею разрабатывать развивающие учебные тексты по своему предметному содержанию	7	6	2
Включаю разработанные учебные тексты в преподавание своей дисциплины	7	6	2
Необходимо продолжать опыт внедрения «обогащающей модели» обучения в образовательный	10	5	–

Учителя научились составлять развивающие учебные тексты и апробировали их в практике преподавания своих учебных дисциплин. Большинство из них считают, что необходимо продолжать работу по внедрению «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы. Кроме этого, педагоги отмечают, что у детей повысился не только интерес к изучению предметов, на которых используются развивающие учебные тексты, но и успеваемость по этим предметам.

Таким образом, предложенные нами педагогические условия способствовали процессу внедрения «обогащающей модели» обучения в образовательный процесс школы.

Список литературы

1. Холодная М.А., Гельфман Э.Г. Развивающие учебные тексты как средство интеллектуального воспитания учащихся. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2016. 200 с.
2. Кларин М.В. Инновации в обучении: метафоры и модели: Анализ зарубежного опыта. М.: Наука, 1997. 223 с.
3. Холодная М.А. Психология понятийного мышления: от концептуальных структур к понятийным способностям. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2012. 312 с.
4. Кравцов В.В., Савельева Н.Н. «Интеллектуальное воспитание учащихся: от теории к практике»: учебно-методическое пособие. 2018. 151 с.
5. Гельфман Э.Г., Пенская Ю.К., Цымбал С.Н. Психодидактический подход к подготовке будущих учителей математики // Вестник ТГПУ (Томский государственный педагогический университет). 2017. № 12. С. 100–108.
6. Воровщиков С.Г., Новожилова М.М., Аверина Н.П., Гольдберг В.А., Татьянченко Д.В. и др. Метапредметное учебное занятие: ресурс освоения обучающимися универсальных учебных действий: учеб. пособие. М.: УЦ «Перспектива», 2015. 274 с.

УДК 796.012.6

МЫШЕЧНАЯ АКТИВАЦИЯ ВО ВРЕМЯ УПРАЖНЕНИЙ НА НЕСТАБИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Семёнова Г.И., Григорьев П.А.

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: galsem@list.ru*

Цель данного исследования состоит в сравнении мышечной активации при выполнении упражнений на стабильных и нестабильных поверхностях. За последнее десятилетие основное внимание исследователей сосредоточено на использовании нестабильности при тренировке с отягощениями. Физиотерапевты начали использовать нестабильные поверхности еще перед Второй мировой войной. Особенно активно в терапии и спортивной тренировке используется Немецкий или Швейцарский мяч (Swissballs). Применение нестабильных поверхностей активно продолжается и в настоящее время среди спортсменов, людей, которые стремятся вести активный образ жизни. За последние 10–15 лет баланс-тренинг стал одним из важнейших разделов фитнеса и функционального тренинга. «Нестабильными поверхностями» принято считать упражнения, на которых они являются неустойчивыми. Тренировки с нестабильными поверхностями (такими как BOSU, TerraCORE) активно используются как дополнение к упражнениям на устойчивой поверхности, для одновременной тренировки нескольких групп мышц и повышения мышечной активации. Однако, несмотря на большую популярность вовлечения функционального мини-оборудования в тренировочный процесс, в физической культуре и спорте ставится вопрос о его эффективности. До сих пор проходят дебаты по поводу того, существует ли разница в мышечной активации между упражнениями на нестабильных поверхностях по сравнению с традиционными упражнениями, использующими лишь вес собственного тела. Проведенное исследование показало, что упражнения на нестабильных поверхностях в большей степени повышают мышечную активацию мышц, в сравнении с упражнениями на стабильных поверхностях (на полу). Однако данный тип тренировок подходит только здоровым и готовым к этому людям. Также наше исследование показало, что использование электромиографа в работе тренера может быть полезным, например, в поисках сравнения мышечной активации при выборе различных упражнений.

Ключевые слова: упражнения на нестабильных поверхностях, упражнения на стабильных поверхностях, bosu, электромиограф, мышечная активация

MUSCLE ACTIVATION DURING OF EXERCISING ON AN UNSTABLE SURFACE (BOSU)

Semenova G.I., Grigorev P.A.

*Ural Federal University named after the first president of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg,
e-mail: galsem@list.ru*

The purpose of this study is to compare muscle activation during exercise on stable and unstable surfaces. Over the past decade, researchers have focused on exploiting instability in weight training. Physiotherapists began using unstable surfaces before world war II. Especially active in therapy and sports training is used German or Swiss ball (Swissballs). The use of unstable surfaces is actively continuing and currently among athletes, people who seek to lead an active lifestyle. Over the past 10-15 years, balance training has become one of the most important sections of fitness and functional training. «Unstable surfaces» are considered to be exercises on which they are unstable. Workouts with unstable surfaces (such as BOSU, TerraCORE) are actively used as a Supplement to exercises on a stable surface, to simultaneously train several muscle groups and increase muscle activation. However, despite the great popularity of involving functional mini-equipment in the training process, the question of its effectiveness is raised in physical culture and sports. There is still debate about whether there is a difference in muscle activation between exercises on unstable surfaces compared to traditional exercises that use only their own body weight. The study showed that exercises on unstable surfaces more increase muscle activation of muscles, in comparison with exercises on stable surfaces (on the floor). However, this type of training is suitable only for healthy and ready for this people. Our study also showed that the use of an electromyograph in the work of a trainer can be useful, for example, in looking for a comparison of muscle activation when choosing different exercises. The purpose of this study is to compare muscle activation during exercise on stable and unstable surfaces. Over the past decade, researchers have focused on exploiting instability in weight training. Physiotherapists began using unstable surfaces before world war II. Especially active in therapy and sports training is used German or Swiss ball (Swissballs). The use of unstable surfaces is actively continuing and currently among athletes, people who seek to lead an active lifestyle. Over the past 10-15 years, balance training has become one of the most important sections of fitness and functional training. «Unstable surfaces» are considered to be exercises on which they are unstable. Workouts with unstable surfaces (such as BOSU, TerraCORE) are actively used as a Supplement to exercises on a stable surface, to simultaneously train several muscle groups and increase muscle activation. However, despite the great popularity of involving functional mini-equipment in the training process, the question of its effectiveness is raised in physical culture and sports. There is still debate about whether there is a difference in muscle activation between exercises on unstable surfaces compared to traditional exercises that use only their own body weight. The study showed that exercises on unstable surfaces more increase muscle activation of muscles, in comparison with exercises on stable surfaces (on the floor). However, this type of training is suitable only for healthy and ready for this people. Our study also showed that the use of an electromyograph in the work of a trainer can be useful, for example, in looking for a comparison of muscle activation when choosing different exercises.

Keywords: unstable surface exercise, stable surface exercise, bosu, electromyography, muscle activation

Одними из самых популярных упражнений и оборудования для тренировки мышц кора за последние несколько лет специалисты по фитнесу называют упражнения на нестабильных поверхностях. «Нестабильными поверхностями» принято считать приспособления для выполнения упражнений, на которых они являются неустойчивыми. Эти приспособления называются так из-за их способности нарушать равновесие вынесением проекции общего центра масс тела за пределы площади опоры (устройства) или изменять точку приложения сил вследствие деформации поверхности (подушка из пенорезины, песок).

Устройства с различной степенью неустойчивости часто используются для спортивного и повседневного повышения работоспособности, активации определенных мышечных групп, улучшения баланса и движения опорно-двигательного аппарата [1]. Существует много устройств, которые обеспечивают неустойчивую поверхность. Эти устройства включают в себя воздушные шары (например, швейцарские, физио- или спортивные мячи), полусферические шары с надутой стороной купола и плоской стороной из твердой резины (например, BOSU), надувные диски, качающиеся или балансирующие доски, пенопластовые трубы и пенопластовые платформы высокой и низкой плотности, а также многие другие сопутствующие устройства. Нестабильные устройства способствуют нарушению равновесия, так как колебание положения тела может проецировать (выводить) центр масс тела за пределы области поддержки устройства. Нестабильные устройства также способствуют нарушению равновесия, поскольку поверхность легко деформируется (например, пенопластовая прокладка низкой плотности) в ответ на силы реакции, связанные с изменениями в центре давления на опору.

Сторонники нестабильных устройств предполагают, что большая нестабильность может вызывать изменения в нервно-мышечной системе в большей степени, чем при обычных упражнениях на полу [2]. Смысл в том, что дестабилизирующая учебная среда (в данном случае нестабильная поверхность) может усилить нервно-мышечную адаптацию и специфичность тренировки, обеспечивая при этом более разнообразный и эффективный стимул для ее проведения. Позиция Канадского общества физиологии упражнений [3] состоит в том, что данные упражнения функционально полезны для здоровья (например, улучшение стабильности суставов и снижение травм нижних конечностей). Кроме того,

после проведения исследований и тренировок выявлялось улучшение силы, баланса и функциональных показателей в основном у молодых, здоровых и взрослых людей [4]. Кроме того, система тренировок, включающая в себя данную методику, представляется подходящей схемой обучения, которая должна применяться в реабилитационном и гериатрическом контексте [4, 5].

Согласно принципу спецификации обучения правильным движениям, тренировка должна максимально близко имитировать требования задачи или деятельности. Такие задачи при занятиях спортом и фитнесом, профессиональных занятиях и повседневной деятельности, часто возникают на относительно неустойчивых поверхностях (например, катание на лыжах, сноуборде, катание на коньках, ходьба и работа в условиях гололеда или грязи). J.M. Willardson утверждает, что «оптимальный метод, способствующий увеличению баланса, проприорецепции и стабильности позвоночника для любого вида спорта, состоит в том, чтобы практиковать сам навык на той же поверхности, на которой навык выполняется в соревновании или реальной жизни» [6]. Точно так же P.M. Shmidtbleiher и др. [7] заявляют, что межмышечная координация может быть развита только путем практики движения, для которого требуется координация. К сожалению, в некоторых сезонных видах спорта специальная тренировка невозможна круглый год (например, катание на лыжах летом или бейсбол на снегу). Таким образом, альтернативные задачи с использованием неустойчивых поверхностей могут быть включены в тренировку для обеспечения прогрессивной нагрузки и для стимуляции сил и адаптаций баланса.

Теоретически, выполнение упражнений с тренажером с нестабильной опорой должно требовать большей мышечной активации, чем эквивалентные упражнения, выполняемые без него, что потенциально может оказать большее влияние на силу, функциональную стабильность и спортивные результаты. Ряд авторов (J.M. Willardson и др.) [6] упоминают о том, что определенные тренировки с нестабильными поверхностями требуют повышенной активации мышц для выполнения любой заданной задачи, в зависимости от их способности изменять два механических свойства:

1) размер и расположение основания опоры. Изменение размера и расположения основания поддержки (BOSU) относительно положения конечностей пользователя создает нестабильную платформу для упражнений, требующую различных ам-

плитуд активации мышц для поддержания центра масс пользователя над BOSU;

2) направление вектора сил обращено на мышечные группы. Так как основание опоры изменяется в направлении, углы векторных сил, придаваемых мышечным группам под действием силы тяжести, также изменяются, что может изменить характер моторного контроля.

Американские коллеги пришли к выводу, что многолетний опыт тренировок ведет к тому, что упражнения на нестабильных поверхностях могут играть важную роль как часть периодизированной программы тренировок для атлетов, как часть реабилитационной программы тренировок после травм, или как интересный и новый способ тренировок для обычного населения в качестве лучшей активационной работы мышц, которая имеет свои преимущества.

В настоящее время тренировки с нестабильными поверхностями (такими как BOSU, TerraCORE) активно используются как дополнение к упражнениям на устойчивой поверхности, для одновременной тренировки нескольких групп мышц и повышения мышечной активации. Однако, несмотря на большую популярность вовлечения функционального мини-оборудования в тренировочный процесс, в физической культуре и спорте ставится вопрос о его эффективности. До сих пор проходят дебаты по поводу того, существует ли разница в мышечной активации между упражнениями на нестабильных поверхностях по сравнению с традиционными упражнениями, использующими лишь вес собственного тела.

Предполагается, что нестабильный тренинг дает аналогичные или даже более существенные улучшения производительности, по сравнению со стабильным (на полу), потому что данный метод тренировки предъявляет более высокие требования к нервно-мышечной системе (то есть во время тренировки необходима дополнительная суставная и постуральная стабильность).

На сегодняшний день недостаточно научных данных о мышечной активности, измеренной одновременно по нескольким различным типам упражнений. Поэтому целью данного исследования было определить, увеличивает ли данный тип тренинга активацию мышц по сравнению с аналогичными упражнениями, выполняемыми на устойчивой поверхности. Очевидна необходимость проведения исследований по эффективности данного метода, для того, чтобы дать тренерам-реабилитологам, спортивным тренерам и тренерам по фитнесу рекомендации и улучшить качество их работы.

Цель исследования состоит в сравнении мышечной активации при выполнении упражнений на стабильных и нестабильных поверхностях.

Материалы и методы исследования

Было проведено исследование, в ходе которого использовались следующие методы: анализ литературы, тестирование, педагогический эксперимент, методы математико-статистической обработки. В исследовании принимали участие 25 взрослых здоровых людей (14 женщин и 11 мужчин) в возрасте от 33 до 45 лет с примерно одинаковой комплекцией тела. Исследование проходило с помощью электромиографа двумя способами:

1) с помощью накожных электродов.

2) стимуляционная электромиография – при искусственной стимуляции нервно-мышечного аппарата.

Второй подход позволяет исследовать нервно-мышечную передачу, рефлекторную деятельность, определить скорость проведения возбуждения по мышце. Каждый из испытуемых имел 16 предварительно закрепленных беспроводных поверхностных ЭМГ-электродов, расположенных на двух сторонах: большой грудной мышцы (PM), средней дельтовидной мышцы (MD), передней зубчатой мышцы (SA), косых мышц живота (OB), прямой мышцы живота (RA), большой ягодичной мышцы (GM), мышц-разгибателей позвоночника (ES) и средней трапециевидной / ромбовидной мышцы (MT). Каждому участнику эксперимента было предложено осуществить 4 следующих упражнения в 5 повторениях: «ягодичный мост», «планка», «отжимания», «приседания». Мышечная активация оценивалась в упомянутых выше упражнениях сначала на полу, а потом на нестабильной поверхности (BOSU). Среднеквадратичное значение (RMS) каждой стороны для каждой мышцы усредняли для анализа данных.

Исследование было проведено в апреле 2019 г. на базе одного из фитнес-клубов в целях проверки мышечной активации при выполнении различных упражнений с использованием двух методик: упражнений на нестабильной поверхности (мы использовали полусферу BOSU) и выполнением упражнений на полу.

Двадцать пять испытуемых приняли участие в этом исследовании после прочтения и подписания информированного согласия, одобренного отделом Министерства здравоохранения Свердловской области. Критерии включения для участия в исследовании:

1) возраст 18–35 лет;

2) умение читать, говорить и писать на русском языке;

3) отсутствие истории травм позвоночника, верхних или нижних конечностей или операций в течение предыдущих шести месяцев;

4) измерение кожной складки живота менее 34 мм для предотвращения импеданса, влияющего на считывание ЭМГ мышц живота. Эта мера складки кожи была выбрана произвольно, чтобы гарантировать, что субъекты имели содержание жира ниже 24%.

Испытуемые выполняли поочередно 8 упражнений: 4 с использованием платформы BOSU и затем 4 эквивалентные упражнения на полу.

После получения письменного согласия были проведены антропометрические измерения, такие как рост, вес и толщина кожной складки живота, с помощью стандартной шкалы веса тела и штангенциркуля Lange (Beta Technology, Inc., Cambridge, MD) соответственно. Испытуемые выполняли вышеупомянутые упражнения в произвольном порядке, удерживая по пять секунд положение тела в нижней точке.

Сигнал EMG регистрировали на протяжении всего выполнения каждого упражнения для сравнения активации мышц посредством нормализованного среднеквадратичного значения (RMS) между упражнением на BOSU и аналогичным упражнением без BOSU.

Во время пятисекундного мышечного сокращения данные EMG собирали с помощью EMG Works® (Delsys Inc., Бостон, Массачусетс) с частотой дискретизации 2000 Гц и фильтровали через Butterworth 2-полосовой фильтр порядка (частота среза: 100–400 Гц, 160 дБ/дек.). Сигнал от каждой мышцы с каждой стороны был усреднен для представления группы мышц на двусторонней основе. Средние три секунды каждой пятисекундной фазы рассматривались для мышечного изометрического сокращения (RIC). Порядок выполнения контрольных упражнений был рандомизирован для каждого человека с перерывом в одну минуту между каждым упражнением.

Данные были проанализированы с использованием SPSS® версии 23 для Windows® (IBM Corp: Armonk, NY). Доверительные интервалы и стандартные отклонения для RMS и RIC (%) были получены для каждой группы мышц. Учитывая, что корреляция между переменными для каждого упражнения была больше 0,70, многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA) для каждого упражнения использовался для сравнения различий между активацией мышц между состояниями

(с BOSU и на полу). Последующий анализ для каждой мышцы с использованием корректировок Бонферрони выполнялся, когда MANOVA была статистически значимой ($p \leq 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение

При сравнении всех упражнений анализатор MANOVA показал статистически значимо большую активацию мышц (как минимум в одной группе) во время упражнения на нестабильных поверхностях. После анализа всех упражнений данный анализатор выявил статистически значимое увеличение мышечной активации для следующих мышц: во время упражнения «планка»: OB ($p = 0,021$); «отжимание»: PM ($p = 0,002$), RA ($p < 0,0001$), OB ($p = 0,019$), MT ($p < 0,0001$) и ES ($p = 0,006$); MD ($p = 0,016$), RA ($p = 0,059$) и OB ($p = 0,027$); и «ягодичный мост»: RA ($p = 0,013$) и ES ($p < 0,0001$).

Проведенное исследование показало, что упражнения на нестабильных поверхностях в большей степени повышают мышечную активацию выбранных нами мышц, в сравнении с упражнениями на стабильных поверхностях (на полу). Однако данный тип тренировок подходит только здоровым и готовым к этому людям. Также наше исследование показало, что использование электромиографа в работе тренера может быть полезным, например, в поисках сравнения мышечной активации при выборе различных упражнений.

Заключение

Результаты этого исследования указывают на то, что использование нестабильной платформы BOSU увеличит активацию нескольких групп мышц по сравнению с аналогичными упражнениями, выполняемыми на устойчивой поверхности.

«Приседания» было единственным упражнением, которое продемонстрировало статистически значимое увеличение активации мышц почти для всех протестированных групп мышц.

Несмотря на то, что было проведено множество исследований по изучению активности ЭМГ выбранных мышц во время различных упражнений, выполняемых на неустойчивых поверхностях, в немногих исследованиях изучалась относительная разница аналогичных упражнений, выполняемых с использованием нестабильных поверхностей. Кроме того, в настоящее время нет доступной литературы, в которой одновременно рассматриваются первичная, вторичная и стабилизирующая

мускулатура в таком широком спектре комбинаций мышц и упражнений. Результаты этого исследования согласуются с результатами, найденными в Anderson et al., где отмечалось увеличение активности ЭМГ мускулатуры стабилизации во время физических нагрузок при снижении стабильности. Кроме того, это исследование наводит на предположение, что использование BOSU меняет структуру работы мышц. Таким образом, представляется, что мышцы конечностей должны быть активированы в большей степени, чтобы предотвратить ненужные горизонтальные и диагональные движения. Кроме того, мускулатуре требуется дополнительная активная работа, чтобы помочь стабилизировать движущийся сустав, в дополнение к выполнению желаемого движения.

Результаты этого исследования показали увеличение мышечной активации верхних конечностей и основных мышц при выполнении упражнений с использованием тренажера BOSU. Также следует отметить, что увеличение мышечной активации во время данных упражнений было характерно для каждого конкретного упражне-

ния, вне зависимости от положения и нагрузки на тренажер.

Список литературы

1. McCall A., Carling C., Davison M., Nedelec M., F. Le Gall, Berthoin S., Dupont G. Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *British journal of sports medicine*. 2015. Vol. 4 (2). P. 12–18.
2. Neyroud D., Kayser B., Place N. Commentaries on Viewpoint: Inappropriate interpretation of surface EMG signals and muscle fiber characteristics impedes understanding of the control of neuromuscular function. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2015. Vol. 119 (12). P. 1519.
3. Behm D.G., Drinkwater E.J., Willardson J.M., Cowley P.M. Canadian Society for Exercise Physiology Position Stand: The use of instability to train the core in athletic and non-athletic conditioning. *Applied Physiology Nutrition Metabolism*. 2010. Vol. 35. P. 11–14.
4. Criswell E., Cram J.R. Cram's introduction to surface electromyography. 2nd ed. Sudbury, MA: Jones and Bartlett, 2011. P. 511.
5. Enoka R.M., Duchateau J. Inappropriate interpretation of surface EMG signals and muscle fiber characteristics impedes understanding of the control of neuromuscular function. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2015. Vol. 119 (12). P. 1516–1518.
6. Willardson J.M., Fontana F.E., Bressel E. Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises. *Int. J. Sports. Physiol. Perform.* 2009. Vol. 4 (1). P. 97–109.
7. Shmidtbleiher P.M., Sforzo G.A., Swensen T. Efficacy of instability resistance training. *Int. J. Sports Med.* 2007. Vol. 10. P. 829–835.

УДК 377.5

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ ПЕДАГОГА СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ К ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Трегубова Е.Д.

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

Статья посвящена исследованию проблемы готовности педагога среднего профессионального образования к проектной деятельности. Указанная готовность как интегративное качество личности педагога СПО, определяющее эффективное осуществление проектной деятельности рассматривается автором как совокупность мотивационно-ценностного, когнитивного, деятельностного и рефлексивного компонентов. Процесс формирования исследуемого вида готовности педагога СПО есть позитивное изменение указанных компонентов посредством освоения содержания, приемов, методов и средств проектной деятельности. Автором представлены результаты теоретического и экспериментального исследования процесса формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности в условиях профессиональной образовательной организации. Основными методами исследования явились методы анализа, моделирования, эксперимента, анкетирования и экспертной оценки. Формирование готовности педагога СПО к проектной деятельности предполагает создание и внедрение педагогической системы, которая представлена методологическим, процессуальным и инструментальным уровнями. Методологической основой формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности являются положения и принципы системного, деятельностного, личностно-ориентированного и проектного подходов. Процессуальный уровень представлен взаимосвязью форм, методов, технологий мотивации, стимулирования и обучения проектной деятельности, а также диагностики, оценки и коррекции готовности педагога СПО к проектной деятельности. Разработанная система реализуется посредством применения инструментария проблемно-поисковых, коммуникативных, имитационно-ролевых и рефлексивных технологий и обеспечивает переход педагога СПО на более высокий уровень исследуемой готовности.

Ключевые слова: проектная деятельность, готовность педагога СПО к проектной деятельности, формирование готовности педагога СПО к проектной деятельности, педагогическая система, компонент

DEVELOPMENTS SCHEMES FOR A SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION TEACHER READINESS TO PROJECT ACTIVITIES

Tregubova E.D.

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

The article studies on a secondary vocational education teacher readiness to project activities. This readiness being an integrative part of a secondary vocational education teacher's personality is crucial for effective project activities. The author regards it as a set of motivation-and-value, cognitive, activity oriented, and reflexive-evaluative structural components. The process of forming the readiness under study is seen as a positive development the components named above via mastering the contents, techniques, methods and means of project activities. The author reveals the study results, both desk and experimental, on exploring the formation process of a secondary vocational education teacher readiness to project activities in terms of a professional education institution. The main methods of research include analysis, simulation, experiment, questionnaire survey, and peer review. The process involves the development and implementation of teaching networks, which consist of methodological, procedural and instrumental levels. The methodological level implies the provisions and principles of systems, activity-oriented individually oriented and project approaches. The procedural component is represented by the interlinkages between forms, methods, motivation, stimulation and training technologies on project activities, along with diagnostic methods, evaluation and correction ones for a secondary vocational education teacher readiness to project activities. The system developed is implemented through research and problem-serving, communication, simulation-role and reflexive technologies. The implementation of the system ensures a secondary vocational education teacher transition to a higher level of the readiness under study.

Keywords: project activities, a secondary vocational education teacher readiness to project activities, the development of a secondary vocational education teacher readiness to project activities, teaching network, component

Актуальность исследования готовности педагога среднего профессионального образования (далее – СПО) к проектной деятельности и путей ее формирования обусловлена инновационными преобразованиями системы среднего профессионального образования. Решение стратегических задач по совершенствованию структуры, содержания и технологий СПО, развитие

системы обеспечения его качества, повышение эффективности управления, актуализируют вопросы готовности педагога СПО к постоянным системным изменениям и с необходимостью влекут изменения требований к его профессионально-педагогической деятельности [1].

Среди наиболее значимых компонентов профессионально-педагогической деятель-

ности педагога исследователи отмечают проектирование и управление проектами, как универсальные компетенции они становятся все более значимыми в условиях современного информационного общества [2–4]. Результаты педагогических исследований указанных компетенций педагогических работников и личный опыт автора свидетельствуют о явно недостаточном уровне их развития: 54,4 % педагогов СПО не проявляют свои компетенции в этой области, из них почти треть (28 %) имеют проблемы с методическим обеспечением проектной деятельности обучающихся [2, с. 254]. При этом пути формирования и развития готовности педагога СПО к проектной деятельности, определение возможностей профессиональной образовательной организации в решении этой проблемы остаются недостаточно исследованными.

Анализ психолого-педагогической, научно-методической литературы, педагогических исследований и практики проектной деятельности педагога СПО позволяет выделить противоречие между объективной востребованностью указанного вида его готовности и недостаточной теоретической разработанностью и научно-методической обеспеченностью процесса ее формирования в условиях профессиональной образовательной организации.

Готовность педагога СПО к проектной деятельности в рамках нашего исследования рассматривается как интегративное качество личности педагога СПО определяющее эффективное осуществление проектной деятельности. Структура готовности педагога СПО к проектной деятельности представлена мотивационно-ценностным, когнитивным, деятельностным и рефлексивным компонентами [5].

Формирование готовности педагога СПО к проектной деятельности как позитивное изменение указанных компонентов посредством освоения содержания, методов и средств проектной деятельности представляет собой целенаправленный управляемый процесс, обеспечиваемый соответствующим содержанием и характером взаимодействия субъектов профессиональной образовательной организации, адекватностью применяемых педагогических, методических и дидактических средств. Формализация данного процесса требует разработки системы, реализация которой обеспечивала бы формирование и развитие исследуемого вида готовности педагога СПО.

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и экспериментальной проверке педагогической системы формирования готовности педагога

СПО к проектной деятельности в условиях профессиональной образовательной организации.

Материалы и методы исследования

Исследование основано на комплексе теоретических и эмпирических методов. Осуществлен анализ психолого-педагогической, нормативной и научно-методической литературы в контексте исследования; изучен, обобщен и систематизирован опыт организации и оценки проектной деятельности педагогов СПО профессиональных образовательных организаций; методом моделирования разработана педагогическая система формирования исследуемой готовности педагога СПО; в рамках педагогического эксперимента использованы эмпирические методы: наблюдение, анкетирование, метод экспертной оценки.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ философской, психолого-педагогической литературы свидетельствует о наличии различных определений понятия «педагогическая система», все они строятся как проекции общего понятия «система» на педагогическую область. Система, как совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой характеризуется целостностью, относительной обособленностью от окружающей среды при наличии связей с ней, подчиненностью всей ее организации некоторой цели. Интегративные качества системы определяются свойствами составляющих ее частей и связями между ними, при этом эти качества отличны от качеств ее составляющих.

Анализируя ключевые характеристики системы как объекта приложения системного подхода, рассмотрев и обобщив взгляды исследователей на понятие педагогическая система [4, 6], мы пришли к выводу, что наиболее обоснованным для нашего исследования является понимание указанной системы через ее педагогическое основание – педагогический процесс. Далее под педагогической системой мы будем понимать «систему, в которой реализуется тот или иной аспект педагогического процесса» [4, с. 96]. В данном контексте и с учетом принципа иерархичности педагогических систем профессиональная образовательная организация предстает как педагогическая система, в которой реализуется целостный педагогический процесс, процесс формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности, являясь педагогическим по сути, представляется как подсистема указанной системы.

Характеризуя исследуемую систему, в качестве ее элементов мы выделяем задачи, решаемые в рамках данного процесса, внешним системообразующим фактором является ее цель – повышение уровня готовности педагога СПО к проектной деятельности. В качестве внутреннего системообразующего фактора выступает уровень готовности педагога СПО к проектной деятельности. К необходимым и достаточным компонентам педагогической системы нами отнесены компоненты, определяющие содержание, технологию, условия организации и результат рассматриваемого процесса. На основе анализа научной психолого-педагогической литературы, с учетом результатов констатирующего этапа эксперимента в процессе исследования нами определены содержательно-организационный, мотивационно-стимулирующий, процессуальный и оценочно-корректирующий компоненты системы формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности, уточнены их содержание и функции [7]. Взаимосвязь компонентов исследуемой педагогической системы представлена на рисунке.

Логика разработанной и внедренной педагогической системы представлена методологическим, процессуальным и инструментальным уровнями.

Методологической основой формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности являются деятельностный, личностно-ориентированный и проектный подходы, их последовательная, взаимодополняющая разработка с позиций системного подхода позволила комплексно рассмотреть указанный процесс [4].

Деятельностный подход как методология формирования исследуемой готовности педагога СПО основывается на положении, что субъект деятельности формируется

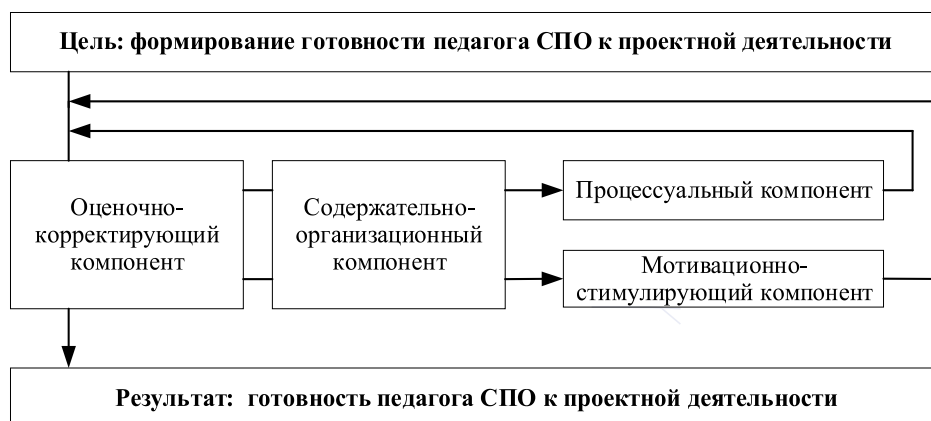
в ней, при этом предмет соответствующей деятельности определяет требования к ее субъекту. Предметом рассматриваемого вида деятельности педагога СПО является проект как «ограниченное во времени целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода средств и ресурсов и специфической организацией» [8, с. 42]. В данном контексте проект в исследовании представлен как результат, процесс и средство формирования готовности педагога СПО к указанному виду деятельности (проектный подход) [9]. Представление о строении и предметном содержании проектной деятельности педагога СПО позволило нам содержательно определить:

1) совокупность проектных задач (проблематизация; концептуализация; планирование; управление; рефлексия, экспертиза и оценка), к решению которых педагог СПО должен быть готов [3, 8];

2) обеспечивающие их успешное решение проектные, коммуникативные и рефлексивные умения;

3) критерии и показатели уровня его готовности к выполнению функций субъекта проектной деятельности [5].

Создание условий для развития у педагога СПО ценностных ориентаций и мотивов, актуализирующих проектную деятельность, выделенных умений, предполагает организацию обучения, индивидуальный учет и осуществление необходимой коррекции уровня исследуемой готовности педагога СПО на основе положений личностно-ориентированного подхода: ведущая ориентация на потребности, личный и профессиональный опыт педагога СПО, уровень актуального развития его проектных, коммуникативных и рефлексивных умений, учет особенностей педагога СПО как взрослого обучающегося.



Взаимосвязь компонентов педагогической системы формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности

Выделенные методологические подходы обусловили комплекс принципов, регулирующих исследуемый процесс: системности, согласования, деятельности, рефлексивности и обратной связи. *Принцип системности* позволяет рассматривать процесс формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности как систему, состоящую из совокупности отдельных взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом компонентов; *принцип согласования* основан на согласовании работы всех компонентов системы как между собой, так и с внешней средой; *принцип деятельности* предполагает, что формирование готовности педагога СПО к проектной деятельности возможно только при его включении в активную проектную деятельность; *принцип практико-ориентированности* предполагает разработку и реализацию педагогом СПО проекта полного жизненного цикла в условиях педагогического процесса; *принцип рефлексивности* позволяет задействовать личностно-смысловую позицию педагога СПО путем стимулирования механизмов самоанализа, саморегуляции и самооценки проектной деятельности, осознания мотивов и ценностей проектной деятельности; *принцип обратной связи* обеспечивает наличие оперативной информации о состоянии готовности педагога СПО к проектной деятельности.

Процессуальный уровень педагогической системы формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности представлен взаимосвязью форм, методов, технологий мотивации, стимулирования и обучения проектной деятельности, а также диагностики, оценки и коррекции готовности педагога СПО к проектной деятельности [7].

Решение задач процессуального уровня обеспечивается реализацией модели обучения взрослых на опыте (Experiential Learning) [9, 10]. В рамках организованного проектного обучения педагоги СПО разрабатывают и реализуют проекты, направленные на разрешение реальных профессионально-педагогических задач. Проект как результат проектной деятельности выступает как педагогическая система, реализующая тот или иной аспект педагогического процесса профессиональной образовательной организации. Модель и деятельностное проектное содержание обучения реализуются посредством комплексного применения образовательных технологий и соответствующих им техник, которые в свою очередь определили формы организации обучения: педагогическая мастерская, тренинг и проект [9]. В исследовании нами определены следующие технологии и техники: проблемно-поисковые (критический

анализ конкретной проблемной ситуации, техника формулирования проблемы); коммуникативные (организация дискуссии, мозговой штурм, работа в малых и больших группах); имитационно-ролевые (организационно-деятельностные игры). В состав указанных технологий включены техники формирования рефлексивных умений как последовательности этапов рефлексии: анализ – критика – нормирование [10].

Процессуальный уровень предполагает разработку критериально-диагностического инструментария, позволяющего отслеживать состояние и развитие компонентов исследуемого вида готовности педагога СПО на выделенных этапах ее формирования: информационно-подготовительном, процессуально-деятельностном и рефлексивно-прогностическом. Нами определены количественные и качественные критерии и показатели исследуемой готовности педагога СПО, методы и методики их диагностики, а также уровни его готовности к проектной деятельности: высокий, средний, низкий [5]. Количественными показателями эффективности процесса формирования исследуемой готовности педагога СПО выступают методы и показатели математической статистики (табл. 1, 2).

Инструментальный уровень системы формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности связан с созданием проектно-ориентированной образовательной среды как совокупности возможностей и условий побуждения ее субъектов к проектной деятельности. В качестве таких возможностей и условий мы выделяем:

1) мотивацию проектной деятельности педагогов СПО как поэтапное формирование мотива через его осознание, принятие, реализацию, закрепление и актуализацию побуждения специально подобранными методами, формами и средствами;

2) моральное и материальное стимулирование проектной активности и самостоятельности педагогов СПО, в том числе через систему показателей рейтинговой оценки профессионально-педагогической деятельности;

3) разработку, внедрение и научно-методическое обеспечение программы внутрифирменного обучения педагогов СПО проектной деятельности на основе модели обучения взрослых на опыте;

4) организацию управляемой индивидуальной и коллективной проектной деятельности педагогов СПО как личностно значимого, рефлексивного процесса; последовательное, поэтапное вовлечение в нее педагогов СПО, прежде всего в проекты, реализуемые профессиональной образовательной организацией;

Таблица 1

Результаты формирования компонентов готовности педагога СПО к проектной деятельности

Группа	Компоненты готовности педагога СПО к проектной деятельности	Этапы эксперимента		Абс. прирост по X%	Коэффициент эффективности ($K_{эфф.}$)
		констатирующий	формирующий		
		Средний показатель (X%)	Средний показатель (X%)		
ЭГ (29 человек)	мотивационно-ценностный	1,72	2,31	0,59	1,18
	когнитивный	1,72	2,24	0,52	1,17
	деятельностный	1,83	2,38	0,55	1,16
	рефлексивный	1,76%	2,34	0,59	1,2
КГ (23 человек)	мотивационно-ценностный	1,70	1,96	0,26	
	когнитивный	1,70	1,91	0,22	
	деятельностный	1,78	2,04	0,26	
	рефлексивный	1,74%	1,96	0,22	

Таблица 2

Результаты формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности

Группа	Уровень готовности педагога СПО к проектной деятельности	Этапы эксперимента				Абс. прирост по X%	K _{эфф.}	Абс. прирост по K _{эфф.}
		констатирующий		формирующий				
		Кол-во	Средний показатель (X%)	Кол-во	Средний показатель (X%)			
ЭГ (29 человек)	высокий	5	17,24	10	34,48	17,24	1,45	0,46
	средний	12	41,38	16	55,17	13,79	1,08	0,13
	низкий	12	41,38	3	10,34	−31,03	0,40	−0,66
КГ (23 человека)	высокий	4	17,39	6	26,09	8,70	—	—
	средний	10	43,48	11	47,83	4,35	—	—
	низкий	9	39,13	6	26,09	−13,04	—	—

5) информационное и методическое обеспечение подготовки и осуществления проектной деятельности педагогов СПО, в том числе разработанная проектная документация, критерии оценки и экспертиза проектов и т.д.;

6) диагностика и индивидуальная оценка уровня готовности педагога СПО к проектной деятельности, ее коррекция при необходимости.

Экспериментальная работа по определению эффективности функционирования педагогической системы проведена в 2018–2019 гг. по типу формирующего эксперимента на базе многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». За указанный период нами проведены срезы показателей сформированности компонентов готовности педагога СПО к проектной деятельности с учетом их признаков (табл. 1). Все полученные данные свидетельствуют о позитивном влиянии системы и условий ее реализации на решение проблемы исследования.

В табл. 2 представлены сравнительные результаты диагностики уровня сформированности исследуемой готовности педагога СПО, полученные по итогам формирующего эксперимента. Указанные данные и их сравнение дают возможность сделать вывод о том, что увеличение числа педагогов СПО экспериментальной группы, перешедших на более высокий уровень готовности к проектной деятельности за время формирующего эксперимента по всем ее критериям и показателям, свидетельствует об эффективности системы при выполнении выделенных условий.

Заключение

Результаты исследования позволяют уточнить особенности формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности в условиях профессиональной образовательной организации. Предлагаемая педагогическая система характеризуется направленностью на конкретную цель – готовность педагога СПО к проектной деятельности; целостностью – выделенные

компоненты взаимосвязаны между собой и работают на конечный результат – повышение уровня готовности педагога СПО к проектной деятельности; открытостью – система встроена в контекст надсистемы – педагогической системы профессиональной образовательной организации.

Реализация педагогической системы формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности как совокупности всех ее компонентов, при выполнении комплекса условий обеспечивает переход педагога СПО на более высокий уровень исследуемой готовности, этот переход является главным критерием эффективности предлагаемой системы.

Список литературы

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. № 608н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/71202838/> (дата обращения: 24.11.2019).
2. Андрихина Л.М., Венков С.С., Днепров С.А., Устьянцева О.М. Педагогическое исследование уровня владения педагогами среднего профессионального образования перспективными компетенциями // Педагогическое образование в России. 2016. № 12. С. 254–263.
3. Смирнова И.Н. Проектное обучение как фактор системных изменений профессионально-педагогической деятельности: дис... канд. пед. наук. Нижний Новгород, 2012. 232 с.
4. Яковлева Н.О. Педагогическое проектирование инновационных систем: дис... докт. пед. наук. Челябинск, 2003. 355 с.
5. Лешер О.В., Трегубова Е.Д. Критериально-уровневое оценивание готовности педагога среднего профессионального образования к проектной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28808> (дата обращения: 24.11.2019).
6. Сластёнин В.А. Педагогический процесс как система. М.: МАГИСТР-ПРЕСС, 2000. 488 с.
7. Трегубова Е.Д. Компонентный состав педагогической системы формирования готовности педагога СПО к проектной деятельности // Мир педагогики и психологии: международный научно-практический журнал. 2019. № 11 (40). [Электронный ресурс]. URL: <http://scipress.ru/pedagogy/articles/komponentnyj-sostav-pedagogicheskoy-sistemy-formirovaniya-gotovnosti-pedagoga-spo-k-proektnoj-deyatelnosti.html> (дата обращения: 13.11.2019).
8. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: СИНТЕГ, 2007. 668 с.
9. Лешер О.В., Трегубова Е.Д. Проектный подход в образовании взрослых // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Магнитогорск: Издательство Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2019. Т. 10. № 2. С. 93–97.
10. Чернявская А.Г. Андрагогика: практ. пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2019. 174 с.

УДК 371.2

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ОБРАЗОВАНИИ

Усачева И.Н.

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Елец, e-mail: mali78@list.ru

В статье рассматривается проблема, которая возникает из противоречия между необходимостью рационального природопользования, рассмотренного в единстве человек – природа – общество, и недостаточной представленностью экологии в образовательном процессе. Утверждается, что экологическая культура – это интегральное понятие, которое объединяет в себе все аспекты образовательной ситуации, человеческого фактора, личностной культуры в природопользовании. Рассматриваются три уровня экологической культуры, которые делают данное понятие более структурированным и определенным. Также говорится о необходимости использования в экологическом образовании инновационных методов, самого широкого спектра образовательных программ для формирования экологической компетентности учащихся. Современные методы обучения представляют собой одну из важных форм доведения необходимой информации до учащихся. Прежде всего, речь идет об информатизации и цифровизации. В новых условиях компьютер становится одним из главных инструментов освоения вопросов экологической культуры. Непосредственные информационные контакты с объектами, которые требуют экологической защиты, размещенные в учебных программах, создают условия для освоения интегральных дисциплин экологического содержания. Комплексный подход является одним из наиболее важных компонентов в процессе воспитания экологической культуры. Ключевые понятия экологии как основы знаний по природопользованию могут и должны быть интегрированы в учебный процесс для эффективного освоения учащимися.

Ключевые слова: экология, культура, человек, природа, общество, образовательные программы, инновации, системность

THE PROBLEMS OF FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE IN EDUCATION

Usacheva I.N.

Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets, e-mail: mali78@list.ru

The article considers the problem which arises from the contradiction between the need for rational nature management considered in the unity of man-nature-society and the insufficient representation of ecology in the educational process. The author of the article proves that environmental culture is an integral concept which combines all aspects of the educational situation, the human factor and personal culture in environmental management. Three levels of ecological culture having made this concept more structured and defined are considered. The author pays attention to the need to use innovative methods in environmental education, the widest range of curricular for the formation of students' environmental competence. Modern teaching methods are one of the important forms to present students the necessary information. First of all, the author is talking about informatization and digitalization. Nowadays the computer has been becoming one of the main tools for mastering environmental culture issues. The direct visual contacts with the objects that require environmental protection, as well as numerous curricular create special conditions for studying and development of compulsory and extra disciplines. An integrated approach is one of the most important components in the process of educating an ecological culture. The key concepts of ecology as the basis of knowledge on environmental management can and should be integrated into the educational process for students' effective mastering.

Keywords: ecology, culture, human, nature, society, curricular, innovations, system

Экологическая культура в наши дни занимает особое место по нескольким причинам. Во-первых, она является системным фактором преобразования мировоззрения людей в отношении к природе и природопользованию, во-вторых, она находится в процессе становления всех своих компонентов, в-третьих, в ней находятся много проблемных моментов, которые связаны главным образом с экологическим образованием и учебными программами, которые интегрируются в различные преподаваемые предметы. Сегодня наиболее актуальной является задача формирования интегрального подхода к воспитанию экологической культуры. Такие науки, как физика, химия, биология и др., должны включить в учеб-

ные программы вопросы, которые непосредственно касаются компонентов, складывающихся в единое понимание экологической культуры человека и создают основу для его социализации. Это требует от естественнонаучных дисциплин осознания важности включения в свои программы вопросов экологического воспитания и координации усилий научного и педагогического сообщества по совместной разработке интегральных тем, позволяющих раскрыть особенности экологической культуры и ее функциональность в образовании. Инновационные методы работы, личностная и гуманистическая направленность образовательного процесса, а также информационно-коммуникативная технология

создают основу для успешной реализации данной задачи. Статья посвящена месту инновационных технологий в решении проблемы воспитания экологической культуры. Новизна исследования заключается в подробной формулировке аспектов необходимости воспитания экологической культуры и выделения ряда проблем общенаучного и учебного цикла, которые встречаются на этом пути. В статье обосновано, что вся совокупность проблем может быть решена в ходе интеграционного подхода в результате объединения усилий специалистов и педагогов естественнонаучного профиля. Это насколько трудно организационно, настолько важно для ответа на поставленные обществом задачи по воспитанию подрастающего поколения, обладающего знаниями в области экологии. Возможно, сегодня еще нельзя дать исчерпывающие ответы на поставленные в исследовании проблемы и вопросы. Научная работа по интеграции усилий и координации программ только начинается. В этой связи есть необходимость делать исследовательские шаги для решения проблем формирования экологической культуры в образовании. Информатизация и цифровизация образования, безусловно, расширяют пространство для обучения и воспитания. Но вопросы формирования экологической культуры должны быть глубоко осознаны субъектами организации образовательного процесса. В этом смысле одной из задач исследования является обсуждение двустороннего повышения образовательного уровня в области экологии, который в одинаковой мере касается педагогов и учащихся.

Цель исследования: рассмотреть методологические возможности сочетания традиционных и инновационных методов в воспитании базовых элементов экологической культуры. Формирование экологической культуры создает условия духовности и нравственного отношения к природе и природопользованию. Воспитать навыки рационального отношения к природе можно только в случае многостороннего образования с использованием возможностей, которые открываются в процессе применения инновационных методов обучения и совершенствования традиционных подходов, которые необходимо всесторонне проанализировать.

Материалы и методы исследования

В данном исследовании обобщен многолетний опыт преподавания экологии в основных и дополнительных учебных курсах, а также опыт подготовки учеников к олимпиадам по экологии регионального

и всероссийского уровней. В исследовании используется массив литературы, посвященной экологической культуре и ее основным понятиям. Большой опыт изучения экологической культуры, накопленный в отечественной науке, представлен такими авторами, как Н.Н. Моисеев, С.Н. Глазачев, Н.С. Дежникова. Их обобщения легли в основу анализа возможностей преподавания экологических дисциплин и введения основных и дополнительных курсов в школьную программу. В исследовании были использованы такие методы, как историко-генетический, позволяющий проследить развитие и основные темы преподавания экологической культуры, компаративный метод, позволяющий сравнить различные положения в преподавании таких понятий, как ноосфера, эволюция, коэволюция, метод анализа и синтеза, с помощью которого были прояснены основные понятия и категории, необходимые в развитии экологической культуры.

Результаты исследования и их обсуждение

Экологическая культура в наши дни занимает особое место по нескольким причинам. Во-первых, она является системным фактором преобразования мировоззрения людей в отношении к природе и природопользованию, во-вторых, она находится в процессе становления всех своих компонентов, в-третьих, в ней находятся много проблемных моментов, которые связаны главным образом с экологическим образованием и учебными программами, которые интегрируются в различные преподаваемые предметы [1]. Экология является интегрирующей наукой, включающей в себя знания многих естественных и гуманитарных наук. Под экологией принято понимать науку о взаимоотношениях живых существ между собой и с окружающей их природой, о структуре и функционировании надорганизменных систем. В свою очередь, определений культуры очень много. Принципиальными являются определения, где подчеркивается, что под культурой понимают человеческую деятельность в ее самых разных проявлениях, включая все формы и способы человеческого самовыражения и самопознания, накопление человеком и социумом в целом навыков и умений. Культура предстает также проявлением человеческой субъективности и объективности (характера, компетентностей, навыков, умений и знаний). В этой связи, экологическая культура представляет собой человеческую деятельность, умения и навыки по сохранению и поддержанию взаимоотношений живых существ, в том

числе человека, в рамках окружающей среды. Она представляет собой систему понятий и практических навыков по охране и организации окружающей среды и природных процессов, присущих ей.

Важно понять, как три аспекта экологической культуры распределяются между различными компонентами содержания дисциплины:

1. Системность обусловлена тем, что экология входит составной частью в разные отрасли знания: биологию, экономику, химию и другие отрасли естествознания и т.д. Следовательно, эти части должны быть связаны между собой такими темами, которые будут схожи по своим основаниям и системному результату при сохранении специфики одновременно и самого предмета и экологии. Объединяющим фактором являются основные направления развития экологии при сохранении системного подхода. Системность обеспечивается особым подходом к предмету исследования. В частности, можно отметить общеизвестное мнение о том, что системный подход – направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы: целостного комплекса взаимосвязанных элементов. «Системный подход ориентирует исследователя на раскрытие объектов как систем, их целостности и на выявление существующих в них многообразных типов связей» [2, с. 19].

2. Становление заключается в том, что предметы, которые содержат экологический компонент, развиваются и находят все большее число точек соприкосновения. Можно остановиться на том, что становление – это оформление, приобретение новых признаков и форм в процессе движения и развития. В противоположность метафизике, диалектика рассматривает природу как состояние непрерывного становления. Как сам предмет экологии находится в становлении своих основных определений, все более уточняясь, так и экологическая составная уточняется в каждой отдельной дисциплине.

3. Проблемные составные моменты заключаются в том, что экология не во всем определилась с содержанием учебных программ в каждой отдельной дисциплине. Следовательно, необходимы время и практика для того, чтобы уточнить содержание учебных курсов и приблизить их как можно более к ярко выраженному экологическому содержанию в каждом предмете. Проблемы выявляются в результате их верификации в процессе подготовки специалистов по экологии или в процессе экологического просвещения. Проблема заостряется

в противоречии между, с одной стороны, необходимостью формирования экологической культуры подрастающего поколения с целью преодоления глобальных экологических проблем, с другой – формальным подходом к формированию экологической культуры в процессе образования.

Антропогенное воздействие на окружающую среду становится все более сильным с каждым годом и этапом развития общества, что приводит ситуацию к возникновению целого ряда экологических проблем [3, с. 91]. Связующим звеном в их изучении и осуществлении системных факторов признается учитель, в личности которого является важной сформированность экологической культуры. Понятие экологической культуры учителя на данный момент не является достаточно проясненным. Качества, которые могут быть использованы для работы по уточнению этого понятия с разной степенью глубины, затронуты в трудах Я.А. Коменского, К.Д. Ушинского, советских педагогов А.С. Макаренко, В.А. Сухомлинского, а также современных исследованиях А.Н. Захлебного, И.Д. Зверева, Л.П. Салевой, В.А. Сластенина, Е.С. Сластениной, И.Т. Суравегиной и других. Формирование экологической культуры личности, по мнению Н.Н. Моисеева, должно иметь отношение ко всей деятельности системы образования. Условием этого должны стать ведущие элементы школьного обучения, состоящие из предметного рассмотрения разностороннего отношения социума, природных ресурсов и усвоения ценностных норм, составляющих экологическую культуру, освоенную в программах, предложенных для составления специфических образовательных дисциплин [4, с. 21–28]. Можно с уверенностью говорить о нескольких срезах преподавания экологических предметов: один из них сконцентрирован на специальных знаниях, которые способствуют воспитанию и обучению навыков и умений действовать в целях сбережения природы и культивирования ее воспроизводства; второй касается общего характера экологического воспитания, которое интегрировано в различные предметы и в сумме дают комплексное представление о том, каким образом человек формирует свою деятельность в окружающей среде. Проявить содержательную часть экологического воспитания можно только в том случае, если глубоко осознать составляющие части его содержательной стороны. Она может быть подчеркнута в особом акценте на таких специфических сторонах, как присущая природе изначальная красота,

нравственное начало, элементы, которые складываются в индивидуальное мировоззрение и раскрытие личностных особенностей, влияющих на жизнь человека и его ориентированность в разных сферах жизни. Нельзя представить себе современного человека без понимания того, что он несет в активное существование некоторые стороны ответственного и нравственного отношения к природе и природопользованию. Воспитание и обучение таким качествам сегодня стоят на первом месте и требуют к себе повышенного внимания.

Только учитель может воздействовать на экологическое сознание школьников, т.к. он является носителем экологической культуры. Может быть организована такая профессиональная подготовка учителя, которая решит проблему формирования экологической культуры, при которой независимо от специальности, он сможет организовывать работу с учащимися по формированию профильных знаний. По мысли Н.С. Дежниковой, «эффективность экологического образования тесно связана с состоянием культуры (как общей, так и собственно экологической) учителя и учащихся. Имеющий место характер взаимодействия с окружающей их природной и социальной средой служит ярким доказательством того, что причина экологического кризиса кроется не столько в отсталых технологиях, низкой результативности природоохранной деятельности и несовершенстве законодательства, сколько в кризисе культуры и духовности» [5, с. 18]. Нельзя сегодня не обратить внимания на точку зрения, одним из выразителей которой является С.Н. Глазачев. Он пишет: «Духовное оскудение человека, отчуждение человека от природы, культуры от природы – привело к созданию системы ценностей общества потребления, основанной на эгоизме и прагматизме. Предстоит расширить взгляд человека на мир, сформировать целостное мировоззрение, принять новую систему ценностей, предстоит сбросить, возродить и развить ценности культуры, способные обеспечить взаимодействие природы и человека – экологическую культуру» [6, с. 211]. В студенческой среде важно распространять на систематической основе знания, которые отражают задачи освоения и воспитания экологической культуры. В них входят составными элементами научные разработки, яркие прецеденты варварского поведения в природной среде в качестве негативного урока, на основе которых можно делать обобщения различного уровня, касающиеся насущной необходимости в коррекции способов отношения к природным объектам, средам, окружаю-

щей среде. Должно поддерживаться на всех уровнях стремление студенческой аудитории вести себя в сфере природного окружения внимательно, бережливо, корректно.

Является важной наиболее полная характеристика понятия «экологическая культура». Оно вмещает в себя всю совокупность факторов материального, энергетического и информационного мира. Под экологической культурой следует понимать емкую совокупность оснований бытия человека и общества, которое испытывает на себе прямые и опосредованные воздействия в результате различных видов хозяйственной деятельности. Понятие «экологическая культура» включает в себя тенденцию ухудшения условий существования окружающей среды, которое является результатом взаимодействия общества и природы без использования универсальных знаний о специфике этих процессов. Необходим комплексный подход, который бы включал совокупность информации обо всех уровнях культурного отношения к природе и природопользованию. Экологическая культура представляет собой часть общей культуры человечества, которая сфокусирована на рациональных методах отношения к природе и природным ресурсам. В рамках этого понятия аспекты потребления и сохранения природы находятся в определенном балансе, необходимом для учета и реализации в процессе универсального отношения к окружающей среде. Без осознания особенностей гармонизации деятельности человека в окружающем мире сегодня трудно представить научное отношение к природопользованию, которое бы не только не наносило вред, но и служило воспроизводству сил и средств. Чтобы такое отношение было реальным, нужно освоить многие инструменты управления поведением человека, исходя из опыта предыдущих поколений. Все обсуждаемые в статье категории направлены именно на то, чтобы полученное в последнее время знание могло конструктивно послужить сохранению природы и экологического равновесия. В понятиях ноосфера, биосфера, коэволюция выражены не самые простые для понимания сущности. Но суть дела заключается в том, что проблема воспитания экологической культуры тоже представляет собой трудный комплексный процесс, затрагивающий все уровни бытия человека в мире. Не существует другой силы для осознания всех особенностей развития экологической культуры кроме человеческого разума. Давно ушел в прошлое такой взгляд на вещи, когда за природой сохранялся статус слепой стихийной силы, которую нужно всеми средствами подчинять. В этом процессе

освоения и подчинения человек встретился с самим собой, с продуктами и последствиями своей деятельности, и сегодня культурное понимание окружающего мира предполагает рефлексии человека о самом себе, о своих перспективах, о скрупулезном выборе инструментов воздействия на природу и сферу жизни, которые бы не наносили вред самому человеку [7]. Нет большего испытания для разумного субъекта, чем видеть неразумные проявления своей деятельности. В этой связи, понятие «экологическая культура» фиксирует аспект средств воздействия на природу и методов рефлексии о результатах и итогах такого воздействия. На данный момент все чаще речь идет о гармонизации среды обитания. Для человека это означает многоуровневое отношение к окружающему миру с использованием всего опыта сохраненного культурой и переданного нынешним поколениям. Одним из принципиальных понятий, отражающих такое положение дел, является экологическое сознание [8, с. 47]. Оно представляет собой несущую конструкцию осмысления и воспитания экологической культуры [9, с. 130]. Экологическое сознание отражает свойство человека выражать свое отношение к природе и использованию ее в своих целях. Его история более продолжительная, чем понятие культуры. В частности, можно отметить, что его элементы были свойственны сознанию с древнейших времен, поскольку отражало исторические формы отношения человека к природе. С ним синхронизированы представления о прогрессе, средства для которого берутся из природных ресурсов. Например, для Нового времени характерна точка зрения, согласно которой окружающий мир является неисчерпаемым источником удовлетворения потребностей человека [10, с. 90]. Новейшее время вынуждено было включить понятие экологического сознания в более широкую перспективу концепции экологической культуры. Сегодня отношение к живой и неживой природе невозможно себе представить без достаточного уровня знаний, позволяющего извлекать средства труда и потребления и эффективно их использовать. Однако предпосылкой экологического сознания является культура. Она хранит в себя опыт поколений, как позитивный, так и негативный. Сегодня, когда общество приобрело глобальный характер, уже недостаточно только понимать, что хорошо, а что плохо. Знания должны вести к осуществлению универсальных инструментов, смысл использования которых понятен разным народам на разных континентах. Именно поэтому воспитание экологической культуры и формирование

экологического сознания в образовании носит комплексный характер, объединяющий в себе самые разные научные знания: философские, биологические, химические, логистические. Чтобы эти знания были гармонизированы и функциональны, необходима долговременная работа в образовании, которое должно стать непрерывным и включать в себя программы для всех поколений, возрастов и уровней компетентности.

Сегодня можно говорить о том, что студенческая аудитория должна быть насыщена знаниями в области экологии и ее основных вопросов [11, с. 21]. В частности, речь идет о том, что передовые достижения в сфере экологических знаний должны обрести не только популярный, но и глубоко научный характер в виде образовательных дисциплин. Цель, которая достигается действиями такого рода, состоит в том, что формирование ответственности и зрелости в вопросах природопользования и эксплуатации ресурсов должны становиться обычной нормой знаний и умений, а не быть чем-то вроде эксклюзивной информации.

Инновационные подходы к обучению предметам, составляющим экологическую культуру, сегодня можно реализовывать в полную меру. Специальные компьютерные программы позволяют осуществлять контакты с природными объектами в разных частях планеты, знакомиться с системой их охраны или восстановления. Занятия могут быть построены таким образом, что обучающиеся реализуют возможность непосредственного общения с наиболее выдающимися деятелями экологических движений, могут знакомиться с их биографией, «заражаться» их мировоззрением, построенным на принципах бережного и профессионального отношения к природе и другим объектам, требующим внимания и заботы. Вебинары, составление собственных оцифрованных наблюдений, компоновка материала экологического содержания ведут к тому, что преподавание экологических дисциплин и воспитание экологической культуры в целом перестает быть абстракцией, которая звучит на научных мероприятиях разного уровня, а начинает представлять собой действительную норму образовательного процесса, ведущую к формированию столь необходимого сегодня отношения к жизни во всех ее проявлениях. Уже сегодня не является редкостью экспериментальная работа студентов в области природоохранных мероприятий, многие из которых мыслятся в качестве будущей профессии или важной части деятельности. Поощрение и коррекция студенческих научных программ приводит к благопри-

ятному результату, становящегося основой для актуальных или перспективных планов исследований. Создаются ориентированные на студенческий уровень проекты по изучению объектов природной среды, носящие как индивидуальный, так и коллективный характер. Молодые люди показывают себя заинтересованными гражданами своей богатой природными ресурсами страны, что в их сознании не является предпосылкой для расточительного поведения, а скорее служит основой для разного рода рациональных подходов к общечеловеческому и профессиональному поведению. В воспитательном процессе задействуются все виды агитационного и научного вида, чтобы возникла сравнительная база для формирования многоуровневого понимания и знания вопросов исследования в области экологии.

Заключение

Исследование заключалось в сопоставлении факторов традиционного и инновационного обучения в процессе воспитания экологической культуры. Было выяснено, что данная тема представляет собой перспективное направление в воспитательном и учебном процессах, которая способна объединить усилия педагогов вокруг современной и эвристической темы. Это продуктивно как для педагогической науки, так и для решения повседневных задач формирования мировоззрения подрастающего поколения. Исследование было посвящено различным видам обучения с использованием новых технологических решений в обучении и экологическом просвещении, направленным на подготовку специалистов самого широкого профиля. Было выяснено, что в программу экологического образования входят дисциплины, ориентированные на изучение биологических, химических и других естественнонаучных дисциплин. Исследование показало, что главным приходится признать формирование мировоззренческих позиций, относящихся к общему взгляду на природный мир как среду обитания. В данной образовательной системе еще в малой степени сконцентрированы усилия, связанные с новыми технологическими подходами и инновационными методами, направленные на структурирование образовательных дисциплин, формирующих экологическую культуру в самом широком смысле. Максимально широкий охват информационного поля, включающего элементы экологического просвещения, должен дать комплексное образование как в системном ключе, так и в междисциплинарном режиме, который способен охватить максимально большое количество аспек-

тов рационального и бережного отношения к природе и может быть активно использован как в жизни, так и в исполнении своих профессиональных обязанностей после получения специальности в вузе. Такого рода проблемы обсуждают в своих трудах такие исследователи, как В.П. Беспалько, И.Я. Лернер, Дж. Мартин, Л. Свенсон, М.Н. Скаткин, В.А. Сластенин, С.А. Сысоева и др.

Исследование позволило сделать вывод о том, что важным системным требованием в процессе подготовки специалистов с элементами экологической грамотности является эксплуатация инновационных подходов в процессе профессиональной подготовки специалистов в сочетании с традиционными подходами. При анализе литературы и образовательной практики стало ясно, что в ходе реализации учебных программ по экологии важно формировать интерес к экологической проблематике, и активно демонстрировать, что компетентность в этой области не противоречит основным направлениям подготовки. Перечисленные в работе методы могут способствовать интенсификации обучения, созданию обстановки оптимальной информированности, которая создает целую совокупность мотиваций и стимулов для изучения и практики по предметам экологической культуры. В этом контексте надо заметить, что обретение экологической культуры – это обоудный процесс, который в равной мере касается учителя и обучающегося. Во взаимном овладении знаниями возникает атмосфера творческого подхода к решению экологических задач и проблем, в которой нет незаинтересованных сторон. Исследование показало, что активные формы взаимодействия способствуют созданию моделей поведения на основе полученных знаний и организации обучения с полной самоотдачей и осознанием важности всех актуальных аспектов экологической культуры.

Практическая значимость исследования состоит в том, что материалы статьи могут быть использованы в подготовке спецкурсов по экологической культуре для преподавателей и учителей, а также служить методологическим руководством для рефлексии проблем экологического воспитания. Одна из важнейших проблем этого процесса состоит в том, что кадры, призванные по логике вещей к формированию экологической культуры, не всегда находятся на должном уровне подготовки. В исследовании показано, что процесс экологического воспитания носит дифференцированный характер, рассчитанный в равной мере на педагогов и учащихся. Необходимо в процессе подго-

товки учебных программ это иметь в виду и формировать разный уровень экологической осведомленности для участников образовательного процесса. Важно также учитывать, что в научной проблематике экологии задействованы предельно общие понятия философского и биологического содержания: биосфера, ноосфера, коэволюция и др. Пояснение их смысла – это задача, которая лежит на педагогах, способных квалифицированно разъяснить их функциональную нагрузку в современной картине мира. Исследование показывает, что могут быть сделаны акценты на актуальных сегодня переносах идей и научного поиска с антропоцентризма на биоцентризм, который в большой степени соответствует характеру социальных тенденций. Согласно результатам исследования, можно сделать вывод о том, что экологическая культура представляет собой реальность, которая на полных правах входит в современное образование, создавая контекст формирования предельных смыслов существования цивилизации и является системообразующей основой для развития новых педагогических технологий.

Список литературы

1. Дотолева И.О. Экологическая культура как психолого-педагогический феномен в научно-методической литературе // Образование: прошлое, настоящее и будущее: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, февраль 2017 г.). Краснодар: Новация, 2017. С. 1–3. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/211/11757/> (дата обращения: 20.12.2019).
2. Кобылянский В.А. Философия экологии. Краткий курс: учебное пособие для вузов. М.: Академический Проект, 2010. 632 с.
3. Степанов С.А. Экологическая культура как необходимое условие экологического развития России // Использование и охрана природ. ресурсов в России. 2014. № 3. С. 89–92.
4. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. М.: Молодая гвардия, 1990. 351 с.
5. Дежникова Н.С. К концепции развития экологической культуры личности // Экологическое образование в Голландии и России. М., 1994. С. 15–23.
6. Глазачев С.Н. Экологическая культура учителя: исследования и разработки экогуманитарной парадигмы. М.: «Современный писатель», 1998. 431 с.
7. Лещинская В.В. Развитие экологической активности молодежи как фактор формирования экологической культуры // Филос. науки. 2017. № 3. С. 127–135.
8. Бычкова Е.Ф. Секция «Экологическая информация и экологическая культура» на конференции «Крым-2014» // Научные и технические библиотеки. 2015. № 2. С. 45–51.
9. Лещинская В.В. Развитие экологической активности молодежи как фактор формирования экологической культуры // Филос. науки. 2017. № 3. С. 127–135.
10. Степанов С.А. Экологическая культура как необходимое условие экологического развития России // Использование и охрана природ. ресурсов в России. 2014. № 3. С. 89–92.
11. Экологическая культура и просвещение: метод. материалы в помощь библиотекарю из опыта работы библиотеки им. Горького / ГБУК РО «Ряз. обл. универс. науч. б-ка им. Горького», универсальный чит. зал, кафедра производственной лит.; сост.: О.В. Борисова, М.О. Зенина; ред. О.В. Чельшева. Рязань, 2016. 39 с.

УДК 37.013.42

УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНОГО НАСТРОЕНИЯ В ПРОЕКТАХ РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ДЛЯ ЕГО УСПЕШНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Шалина Д.С., Степанова Н.Р.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: d.shalina2011@yandex.ru, n.r.stepanova@urfu.ru

Предлагается метод расчёта уровня «социального настроения» как способ определения успеха проектов редевелопмента городской среды. Объясняется проблема развития территорий, большинство из которых являются промышленными неэффективно используемыми зонами. Как правило, проекты редевелопмента направлены в большей части на создание новых общественных точек притяжения и организацию социально-культурной деятельности, что определяет ключевое мнение и непосредственную оценку населения данных проектов. В этом заключается актуальность и практическая значимость расчёта уровня «социального настроения» жителей городов. Способ расчёта данного показателя был определён после нескольких предварительных действий. Прежде всего, был сделан анализ определений «социального настроения» и выделены его особенности. Затем были определены основные показатели уровня «социального настроения», такие как счастье, контроль, деньги, природа, свобода. Далее был предложен практический метод расчёта уровня «социального настроения» (как сводный итог значимых составляющих «социального настроения»). В результате, по итогам несложных вычислений можно определить степень успешности проекта редевелопмента. Представлен пример расчетов по проекту парка «Зелёная река». В заключение сделан вывод о том, что успешные проекты редевелопмента способны повысить уровень «социального настроения» и создать предпосылки к дальнейшему социально-экономическому развитию рассматриваемых территорий. Исследование представляет значимость учёта мнения населения как важный компонент оценивания концепции проектов развития и преобразования территорий. Так, жители смогут выразить свои пожелания и представления, что, конечно же, поднимет уровень социального настроения и жизни населения.

Ключевые слова: «социальное настроение», редевелопмент, успешные проекты редевелопмента, уровень «социального настроения»

THE LEVEL OF SOCIAL MOOD IN REDEVELOPMENT PROJECTS FOR ITS SUCCESSFUL ORGANIZATION

Shalina D.S., Stepanova N.R.

Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: d.shalina2011@yandex.ru, n.r.stepanova@urfu.ru

A method of calculating the level of «social mood» as a way to determine the success of urban redevelopment projects is proposed. The problem of development of territories, most of which are industrial inefficiently used zones, is explained. As a rule, redevelopment projects are mainly aimed at creating new public points of attraction and organizing social and cultural activities, which determines the key opinion and direct assessment of the population of these projects. This is the relevance and practical importance of calculating the level of «social mood» of urban residents. The method of calculation of this indicator was determined after several preliminary actions. First of all, the analysis of definitions of «social mood» was made and its features were highlighted. Then the main indicators of the level of «social mood» were identified, such as happiness, control, money, nature, freedom. Next, a practical method was proposed for calculating the level of «social mood» (as a summary of the significant components of «social mood»). As a result, the results are not complex calculations can determine the degree of success of the redevelopment project. An example of calculations for the Green river Park project is presented. In conclusion, it is concluded that successful redevelopment projects can increase the level of «social mood» and create preconditions for further socio-economic development of the territories under consideration. The study presents the importance of taking into account the opinion of the population as an important component of assessing the concept of development projects and transformation of territories. So residents will be able to express their wishes and ideas, which, of course, will raise the level of social mood and life of the population.

Keywords: «social mood», redevelopment, successful redevelopment projects, the level of «social mood»

Теория, методика и организация социально-культурной деятельности основывается на совокупности научных достижений гуманитарных отраслей (педагогика, социологии и др.), которые играют важную роль в преобразовании социально-культурной сферы жителей урбанизированных территорий.

Проекты редевелопмента всё больше набирают свою популярность как инструмент преобразования и благоустройства го-

родов. Как правило, перечень территорий для последующей реконструкции состоит из заброшенных промзон. В большинстве случаев замена промышленной функции таких территории ведет к созданию общественных зон, направленных на укрепление социально-культурной жизни населения (промзоны имеют большое негативное социальное влияние, находясь в структуре города). Для улучшения социально-экономических условий жизни населения можно

приобщать активных граждан к улучшению и развитию мест проживания с помощью их участия в разработке проектов развития и реконструкции, а также оценки конечного результата. Указанное положение позволит лицам, принимающим решения, лучше определять местные ожидания [1]. Редевелопмент является одним из способов решения проблемы большого количества неэффективно используемых промышленных территорий путём их преобразования в общественные точки притяжения. Поэтому основная оценка успеха проектов редевелопмента осуществляется самим населением, отражаясь в так называемом «социальном настроении». В этом и заключается актуальность данного исследования.

Метод расчёта уровня «социального настроения», опираясь на организацию социально-культурной деятельности, позволит оценить успешность любого проекта относительно учета мнения населения (как до реализации проекта, так и после).

Цель исследования: формулировка метода и расчёт уровня «социального настроения» и успеха проектов редевелопмента, находящихся на стадии разработки, реализации или уже реализованные.

Для осуществления данной цели были поставлены следующие задачи:

- Проанализировать определения «социального настроения»;
- Определить важные показатели уровня «социального настроения»;
- Предложить практический метод расчёта уровня «социального настроения».

Также в работе приведён практический пример применения использования измерения уровня «социального настроения» в проекте редевелопмента «Парк «Зелёная река»».

Материалы и методы исследования

Редевелопмент представляет собой процесс перепрофилирования объекта недвижимости под новое направление, т.е. повторное освоение участка путём создания на нём востребованных социальных объектов [2].

Помимо редевелопмента, существуют и другие способы преобразования городского пространства – реновация, ревитализация и джентрификация. В данном исследовании мы разбираем редевелопмент, так как он предполагает комплексное улучшение территории или отдельных объектов недвижимости.

Р.А. Джонс рассматривает в своей статье успешный проект редевелопмента в Мичигане и выделяет составляющие

успешных реализованных проектов редевелопмента, а именно: создание глобальных связей, региональное сотрудничество в области планирования и разработка концепции реконструкции. Отмечается необходимость сотрудничества государства с населением, которое позволит учесть местные представления и ожидания [3]. Исследование Д.К. Поляковой, С.В. Пупенцовой и Т.П. Некрасовой было направлено на изучение успешных реализованных мировых и отечественных проектов редевелопмента. Делается вывод об улучшении взаимоотношений между государством, собственниками и населением для успешной реализации проектов, так как редевелопмент требует активного участия всех трех заинтересованных сторон [4]. Йохан Боллен, Хуина Мао и Альберто Пепе представляют в своей статье метод анализа социального настроения совокупного контента Twitter с помощью выделения шести состояний настроения (напряжение, депрессия, гнев, бодрость, усталость, путаница). Такой метод анализа настроений может дать достаточно точные результаты исследования настроений без машинного обучения [5].

Анализ последних исследований и публикаций показал, что успех проектов редевелопмента, влияющий на «социальное настроение», зависит от слаженного взаимодействия и активного участия государства, собственников и населения. При этом «социальное настроение» основывается на важных показателях, зависящих от исследуемого явления, в данной работе – от редевелопмента.

В работе были использованы следующие методы исследования: анализ, классификация и формализация. Каждый из которых использовался для решения определённой задачи. Анализ – для изучения сущности «социального настроения», классификация – для составления перечня основных составляющих показателей «социального настроения», формализация – для предложения практического метода расчёта (уровня учета мнений населения).

Результаты исследования и их обсуждение

Данное исследование было проведено в три этапа – от изучения явления до его количественной оценки. Так, на начальном уровне были рассмотрены различные толкования «социального настроения», на следующем этапе выделены показатели, исходя из определений, и на последнем этапе сформирован метод расчёта и приведён пример его использования на практике.

1 этап: Анализ толкования «социального настроения»

Прежде чем предлагать способ или метод расчёта уровня развития какого-либо объекта, необходимо изучить его сущность и его особенности. Так, нами были проанализированы шесть различных определений «социального настроения» из нескольких различных источников (табл. 1).

Иными словами, социальное настроение – это лишь отражение или реакция общества на реализацию каких-либо целей или проектов.

2 этап: Изучение важных социальных аспектов проектов редевелопмента

В ходе анализа определений нами были выделены следующие важные аспекты касемо определения уровня «социального настроения»:

1) «степень эмоционально-рационального восприятия социальных целей и интересов»;

2) «готовности действовать во имя достижения целей»;

3) «степень разрешаемости социальных проблем»;

4) «отношение ко всей социальной действительности»;

5) «ключ к пониманию социально-экономических проблем»;

6) «преобладающего состояния чувств».

Можно заметить, что п. 1 и п. 6 отражают эмоции и чувства, что может быть интерпретировано, как «счастье» населения. В нашем случае, п. 2 представляет «готовность действовать» государства, разработчиков и инвесторов в реализации проекта, т.е. «контроль». П. 3 – проблемы общества, но можно включить сюда и экологические проблемы, тогда это будет названо «природой». П. 4 – выполнение прав человека и его возможности, или просто «свобода». П. 5 пункт – темпы развития экономики, или «деньги».

Таким образом, нами были выделены пять важных показателей уровня «социального настроения»: счастье, контроль, природа, свобода и деньги.

Таблица 1

Толкование «социального настроения»

Источник	Автор определения	Формулирование определения
1. Тощенко Ж.Т. Социальное настроение – феномен современной социологической теории и практики (монография) [6]	Тощенко Ж.Т.	Целостная форма жизнеощущения, доминантная форма реально функционирующего общественного сознания и поведения, отражающая уровень, продолжительность и степень эмоционально-рационального восприятия индивидом, социальной группой и населением, различными организациями и институтами социальных установок, социальных целей и интересов, формирующихся под воздействием реальных экономических, политических и духовных процессов и в потенции реализуемых (или нереализуемых) в практической деятельности [6, с. 32]
2. Соколова Г.Н., Кобяк О.В. Социальное настроение (на основе монографии Тощенко Ж.Т., Харченко С.В.) [7]	Тощенко Ж.Т., Харченко С.В.	Явление, которое по силе своего воздействия и степени значимости превосходит другие измерения общественного сознания в смысле его готовности действовать во имя достижения (или отвержения) предпочитаемых (или отрицаемых) социальных и личных целей [7, с. 1]
3. Харченко С.В. Социальное настроение: сущность, тенденции и особенности функционирования (диссертационное исследование) [8]	Харченко С.В.	Эмоциональное состояние, эмоциональный результат, реакция на что-то, предполагающие взаимный обмен между участниками реального или предполагаемого события и зависящих от степени разрешаемости социальных проблем в интересах людей или социальных групп, организаций, институтов [8, с. 24]
4. Парыгин Б.Д. Социальная психология. Проблемы методологии, истории и теории (монография) [9]	Парыгин Б.Д.	А). Универсальный ключ к пониманию если не всех, то по крайней мере очень многих как духовных, так и социально-экономических проблем в жизнедеятельности нашего социума [9, с. 102] Б) Эмоциональное, смутно осознаваемое отношение определенной категории людей ко всей социальной действительности, как проявление преобладавшего в тот период умонастроения молодого поколения [9, с. 313]
5. Социология: Энциклопедия (Интернет-словарь) [10]	Чумак Д.В.	Понятие социальной психологии и социологии при обозначении преобладающего состояния чувств и умов тех или иных социальных групп в определенный период времени [10]

3 этап. Расчёт уровня социального настроения в проектах редевелопмента

Метод построения показателя «социального настроения» после редевелопмента основывается на частных мнениях людей о развитии городского пространства, отношении к подобным проектам и воздействии на людей. Это формирует обобщенную оценку восприятия проектов редевелопмента, направленного на развитие городской инфраструктуры [11]. Так, уровень «социального настроения» можно определить с помощью совокупного индекса, последовательность расчёта состоит из нескольких ступеней (рисунок).

Опрос респондентов основывается на пяти основных факторах, которые были выделены на предыдущем этапе, а именно счастье, контроль, природа, свобода и деньги. Каждый из них характеризует уровень «социального настроения», а в совокупности они дают полноценную оценку как «социального настроения», так и успешности редевелоперского проекта. Представленные показатели можно обозначить латинскими буквами: *H* (*happiness*) – счастье, *C* (*control*) – контроль, *N* (*nature*) – природа, *F* (*freedom*) – свобода и *M* (*money*) – деньги. Соответственно, вопросы звучат так:

– Приносит ли вам проект редевелопмента положительное эмоции и улучшает ли вашу жизнь?

– Наблюдаете ли вы активное участие государства в осуществлении контроля деятельности проекта?

– Соблюдается ли экологический аспект в проекте? Есть ли достаточное озеленение?

– Все ли могут посетить зону проекта? Существуют ограничения на территории проекта?

– Данный проект способствует развитию экономики? Или проект является отражением состояния экономики?

Респондентами могут быть как непосредственные жители района, подвергшегося редевелопменту, так и люди «со стороны». Ответы опрашиваемых заносятся в таблицу в виде «плюсов» и «минусов» для дальнейшего расчёта частных индексов.

Для расчета совокупного индекса строятся индивидуальные индексы, отражающие отношение населения к проектам редевелопмента [11, 12]. Частные индексы рассчитываются по каждому из пяти показателей «социального настроения» [12] так:

$$I_{SM}^i = \left(1 + \frac{N_{(+)} - N_{(-)}}{N_{(+)} + N_{(-)}} \right) * 100\%, \quad (1)$$

где I_{SM}^i – частный индекс i -го показателя «социального настроения», $N_{(+)}$ – число положительных ответов, $N_{(-)}$ – число отрицательных ответов [12].

Сводный индекс «социального настроения» (ИСН) рассчитывается как простая средняя арифметическая из частных индексов [11, 12]:

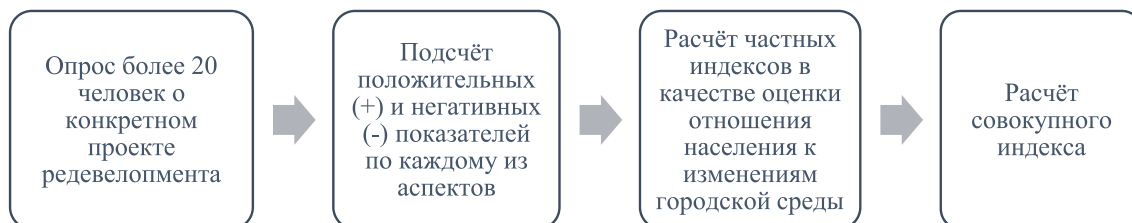
$$\text{ИСН} = \frac{I_{SM}^H + I_{SM}^C + I_{SM}^N + I_{SM}^F + I_{SM}^M}{5}. \quad (2)$$

Значения данного индекса варьируют в диапазоне от 0 до 200. Если менее 100, то преобладает количество отрицательных ответов, что свидетельствует о низком уровне «социального настроения» и отсутствии успеха у проекта редевелопмента [11, 12].

Использование данного метода для нахождения совокупного показателя «социального настроения» возможно, потому что распределение ответов на вопросы респондентов по пяти факторам, используемых при расчете I_{SM}^i , образует один совокупный фактор, в котором все вопросы имеют равный удельный вес или значение [11].

Для примера, нами был взят проект редевелопмента парка «Зелёная река» на месте промзоны «Серп и молот», находящийся на стадии реализации, но часть которого уже действует, т.е. можно произвести промежуточную оценку данного проекта [13].

Результаты опроса выборки из двадцати опрошенных человек представлены в табл. 2. Респондентами были люди, которым было предложено выразить свое мнение как жителям данного района.



Последовательность нахождения индекса уровня «социального настроения»

Таблица 2

Результаты опроса учета мнения населения

№ выборочного мнения опрошенного	Н		С		N		F		M	
	$N_{(+)}$	$N_{(-)}$	$N_{(+)}$	$N_{(-)}$	$N_{(+)}$	$N_{(-)}$	$N_{(+)}$	$N_{(-)}$	$N_{(+)}$	$N_{(-)}$
1	+			–	+		+			–
2	+		+		+		+		+	
3	+		+		+			–	+	
4	+		+		+		+			–
5	+		+		+		+		+	
6	+			–	+		+			–
7	+		+		+			–	+	
8	+		+		+		+		+	
9	+		+		+		+		+	
10	+		+		+		+			–
11	+		+		+		+			–
12		–		–	+		+		+	
13	+		+		+		+			–
14	+		+		+		+			–
15	+		+		+		+		+	
16	+		+		+		+		+	
17	+			–	+		+		+	
18	+		+		+		+			–
19	+		+		+		+		+	
20	+		+		+		+		+	
Итого	19	1	16	4	20	0	18	2	12	8

Парк находится на стадии реализации, но уже имеет две игровые площадки для детей разных возрастов, спортплощадку и крытое пространство под мостом, где есть пуфики, столы для пинг-понга и настольных игр, качели-гамаки и многое другое. Оценивая показатель «контроля», мы выяснили, что территория бывшего металлургического завода «Серп и молот» не стала заброшенной и пассивной зоной в связи с получением разрешения на застройку территории компания «Донстрой». Изучение показателя «деньги» ориентировало нас на анализ экономического развития и экономических проблем касаясь данного проекта. Так, было выяснено о проблеме реализации автомобильного моста из-за её монополиста – компании «Гормост». Но зависимость от данной компании не помешала интегрировать автомобильный мост в архитектуру, как настоящий арт-объект. Обычные парки Москвы в каких-либо ЖК ограждают от других жителей, а в этот парк могут прийти все желающие по парящим мостам. Все желающие смогут посетить данный парк, хоть он и находится на территории жилого комплекса. Показатель «природы» так же является высоким, потому что на территории парка можно встретить виноград, рябину, 180 деревьев, 2,5 тыс. декора-

тивных кустарников, 6 тыс. цветов. Озеленение парка разнообразными растениями и деревьями повысит экологический аспект проекта [13].

Расчёт индивидуальных индексов можно осуществить следующим образом:

$$I_{SM}^H = \left(1 + \frac{19-1}{19+1}\right) * 100\% = 190\%,$$

$$I_{SM}^C = \left(1 + \frac{16-4}{16+4}\right) * 100\% = 160\%,$$

$$I_{SM}^N = \left(1 + \frac{20-0}{19+1}\right) * 100\% = 200\%,$$

$$I_{SM}^F = \left(1 + \frac{18-2}{18+2}\right) * 100\% = 180\%,$$

$$I_{SM}^M = \left(1 + \frac{12-8}{12+8}\right) * 100\% = 120\%.$$

Тогда, совокупный индекс уровня «социального настроения» составит

$$\text{ИСП} = \frac{190+160+200+180+120}{5} = 170\%.$$

Это свидетельствует о высоком уровне «социального настроения», а значит, и успешности данного проекта.

Основываясь на заинтересованности населения в проектах редевелопмента для преобразования городской среды и прямой зависимости успеха проекта от мнения населения, был предложен метод расчёта уровня «социального настроения», что позволяет определить степень успешности проекта.

Результаты анализа публикаций Р.А. Джонса [3], Д.К. Поляковой [4] и Йохана Боллен [5] были доказаны и использованы при составлении вопросов для опроса, расчёта индексов и анализе итоговых значений.

Выводы

Во-первых, население – это субъект, способный повлиять, проанализировать и оценить проекты редевелопмента, большинство из которых как раз-таки направлены на создание общественных мест. Во-вторых, уровень «социального настроения» выступает как один из основных критериев успешного/неуспешного проекта преобразования городского пространства. В-третьих, предложенный нами метод для расчёта определения учета уровня мнения «социального настроения» легко применим к любому проекту редевелопмента и может быть использована как до реализации проекта, так и после. Наконец, преобразование городского пространства с помощью редевелопмента не только повышает «социальное настроение», но и даёт толчок дальнейшему социально-экономическому развитию.

Список литературы

1. Cappai Francesco. A Methodological Approach for Evaluating Brownfield Redevelopment Projects / Francesco Cappai, Daniel Forgues, Mathias Glaus. Urban Science. 2019. Vol. 3. Issue 2. DOI: 10.3390/urbansci3020045.
2. Сивцова А. Словарный запас: редевелопмент // STRELKA MAG [Электронный ресурс]. URL: <https://strelkamag.com/ru/article/vocabulary-redevelopment> (дата обращения: 29.11.2019).
3. Jones Robert A. Michigan Brownfield Redevelopment Innovation: Two Decades of Success / Robert A. Jones, William F. Welsh. Department of Geography and Geology Eastern Michigan University. 2010. 57 p. MICHU-10-201.
4. Полякова Д.К. Мировой и отечественный опыт редевелопмента территорий / Полякова Д.К., Пупенцова С.В., Некрасова Т.П. // Экономика. Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2018. С. 67–75 [Электронный ресурс]. URL: https://brstu.ru/static/unit/journal_2/docs/number-34/67-75.pdf (дата обращения: 29.11.2019).
5. Bollen Johan, Huina Mao, Alberto Pepe. Modeling Public Mood and Emotion: Twitter Sentiment and Socio-Economic Phenomena. Proceedings of the Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media. (Barcelona, 17–21 July 2011). Barcelona. 2011. P. 450–453.
6. Тощенко Ж.Т. Социальное настроение – феномен современной социологической теории и практики // Ежемесячный научный и общественно-политический журнал российской академии наук. 1998. № 1. С. 21–34.
7. Соколова Г.Н., Кобяк О.В. Социальное настроение. 2009. С. 1–6. [Электронный ресурс]. URL: https://www.socionics.ru/index.php/s/7291-socialnoe_nastroenie_2 (дата обращения: 30.11.2019).
8. Харченко С.В. Социальное настроение: сущность, тенденции и особенности функционирования: автореф. дис. ... докт. социол. наук. Москва, 1995. 196 с.
9. Парыгин Б.Д. Социальная психология. Проблемы методологии, истории и теории. СПб.: ИГУП, 1999. 592 с.
10. Социальное настроение. Социология: Энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://sociology-encyclopedia.academic.ru/1013> (дата обращения: 30.11.2019).
11. Красильникова М. О методике расчета Индекса социальных настроений // Мониторинг общественного мнения. 2003. № 2 (64). С. 51–59.
12. Железнова А.А., Лукьянова Н.Ю. Методический подход к оценке индекса потребительских настроений в регионе // Вопросы экономики и управления. 2016. № 3.1. С. 33–35.
13. Рузманова Ю. Как выглядит новый парк в промзоне «Серп и молот» // The Village [Электронный ресурс]. URL: https://www.the-village.ru/village/city/public-space/361937-park-v-serpe?utm_source=facebook.com&utm_medium=social&utm_campaign=v-moskve-poyavilos-eschyo-odno-priyatnoe-obsch (дата обращения: 30.11.2019).

УДК 378.09

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОНЯТИЯ «ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ» МЕТОДОМ КОНТЕНТ-АНАЛИЗА

¹Шилова И.В., ²Задворнов С.А.

¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», Астрахань,
e-mail: miss.irinka07s@yandex.ru;

²НИЦ ВВТ СВ, Знаменск, e-mail: alex.kursant.ivanov@mail.ru

На сегодняшний день важным оказывается изучение содержания понятия «педагогические условия», так как от определения данного понятия зависит и реализация педагогических условий в современной образовательной системе. Определение содержания понятия «педагогические условия» оказывается важным, в связи с тем, что определяет проведение контент-анализа понятия, которое приводится в научных работах отечественных исследователей. Осуществление контент-анализа производилось за счёт выявления основных единиц содержания понятия «педагогические условия», учёт их появления в научных работах. При этом, следует отметить, что на сегодняшний день также сложились различные подходы к изучению понятия «педагогические условия», рассматривающие данное понятие с организационной и психологической стороны. В ходе проведённого исследования с помощью применения метода контент-анализа было выявлено основное определение понятия «педагогические условия». На основе проведённого контент-анализа можно сделать вывод, что «педагогические условия» рассматриваются в качестве основного составного элемента педагогической системы, в том числе как процесс, в рамках которого происходит активное использование учебного, технического оборудования, а также как совокупность объективных возможностей для организации образовательного процесса.

Ключевые слова: педагогические условия, педагогическая система, образовательная система, образовательный процесс, педагог, контент-анализ

THE DEFINITION OF THE NOTION «PEDAGOGICAL CONDITIONS» METHOD OF CONTENT ANALYSIS

¹Shilova I.V., ²Zadvornov S.A.

¹Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: miss.irinka07s@yandex.ru;

²SIC VVT SV, Znamensk, e-mail: alex.kursant.ivanov@mail.ru

To date, it is important to study the content of the concept of «pedagogical conditions», as the definition of this concept depends on the implementation of pedagogical conditions in the modern educational system. The definition of the content of the concept of «pedagogical conditions» is important, due to the fact that it determines the content analysis of the concept, which are given in the scientific works of domestic researchers. The content analysis was carried out by identifying the main content units of the concept «pedagogical conditions», taking into account their appearance in scientific works. At the same time, it should be noted that today there are also different approaches to the study of the concept of «pedagogical conditions», considering this concept from the organizational and psychological side. In the course of the study, using the method of content analysis, the main definition of the concept of «pedagogical conditions» was revealed. On the basis of the content analysis, it can be concluded that «pedagogical conditions» are considered as the main constituent element of the pedagogical system, including as a process in which there is an active use of educational, technical equipment, as well as a set of objective opportunities for the organization of the educational process.

Keywords: pedagogical conditions, pedagogical system, educational system, educational process, teacher, content analysis

На сегодняшний день тема, связанная с определением понятия «педагогические условия», приобретает особое значение. В современных условиях происходит изменение традиционного понимания понятия «педагогические условия», важными принципами формирования образовательной стратегии являются доступность, качество, мобильность, способные обеспечить современное качество образования и соответствие потребностям личности, общества и государства.

Становление педагогической науки определяется изменениями в терминологии исследуемого понятия. Педагогические условия трактуются неоднозначно. Значи-

тельное количество ученых, посвятивших свои работы педагогике, утверждают, что исследуемое понятие необходимо трансформировать, что эффективно отразится на процессе обучения. Специалисты предлагают включить в термин «педагогических условий» направленность на его значимость [1, 2].

По мнению таких ученых, как С.Н. Павлов [3] и А.В. Сверчков, имеет место необходимость включения и пополнения определения педагогических условий таких аспектов, как объективные возможности, принципиальные основы, связанные с процессом управления педагогического формирования культуры личности.

Проблемы качества образования сегодня привлекают большое внимание как отечественных, так и зарубежных исследователей. По мнению большинства учёных, сегодня всё более ощутимой становится конкуренция вузов на рынке образования. В этих условиях необходимым является формирование более совершенных подходов к управлению качеством и функционированием развитием вузов.

Проблемой исследования понятия «педагогические условия» является определение психологических и педагогических условий организации учебной деятельности учащихся.

Цель исследования: определить содержание понятия «педагогических условий» методом контент-анализа.

Научная новизна заключается в теоретическом обосновании «педагогических условий», которые необходимы для формирования образовательно-адаптивной среды, согласно новым образовательно-развивающим технологиям.

Материалы и методы исследования: анализ литературных источников по теме исследования, контент-анализ.

Практическая значимость состоит в том, что разработанные условия и критерии содержательной оценки учебной деятельности учащихся позволяют объективно, оперативно и надёжно оценить и диагностировать учебные достижения методом контент-анализа, а также сформировать адекватную самооценку и реальный уровень притязаний учащихся. Технология предполагаемой системы оценки педагогических условий методом контент-анализа может быть успешно применена на любых этапах учебного процесса.

Для обоснования педагогических условий, которые направлены на решение проблем, возникающих при осуществлении целостного педагогического процесса, необходимо уточнить, что понимается под таковыми в контексте заявленного исследования, так как в научной психолого-педагогической литературе можно встретить различные точки зрения толкования этого понятия.

Этимология понятия «условие» позволяет трактовать его, с одной стороны, как обстоятельство, от которого зависит что-либо, и, с другой, как обстановку, в которой что-либо осуществляется [4: 816].

Н.М. Борытко отмечает, что термин «условие», как философская категория, выражает отношение предмета к окружающим его явлениям, без которых он существовать не может. Сам предмет выступает как нечто обусловленное, а условия – как относительно-

но внешнее предмету многообразии объективного мира [5:181].

В.И. Андреев считает, что педагогические условия представляют собой результат «целенаправленного отбора, конструирования и применения элементов содержания, методов (приемов), а также организационных форм обучения для достижения... целей» [6: 117].

В.А. Беликов – как совокупность объективных возможностей содержания, форм, методов и материально-пространственной среды, направленных на решение поставленных в педагогике задач [7].

Н.М. Яковлева включает в понятие совокупность объективных возможностей педагогического процесса [8: 18].

Н.В. Ипполитова, М.В. Зверева связывают педагогические условия с конструированием педагогической системы, в которой они выступают как компонент педагогической системы, которая отражается в следующей совокупности:

- компонент педагогической системы, отражающий совокупность внутренних (обеспечивающих развитие личностного аспекта субъектов образовательного процесса) и внешних (содействующий реализации процессуального аспекта системы) элементов, обеспечивающих её эффективное функционирование и дальнейшее развитие;

- содержательная характеристика одного из компонентов педагогической системы, в качестве которого выступают содержание, организационные формы, средства обучения и характер взаимоотношений между учителем и учениками [9: 29–32].

Воплощение в реальности ряда изменений в российской системе образования, в том числе и совершенствование системы управления его качеством, согласно утвержденным международным стандартам, предполагает поиск новых подходов к отбору профессионального педагогического состава, оценке ее результативности, в связи с чем приоритетным направлением в решении поставленных задач являются:

- формирование высокого уровня мотивации,

- привлечение молодых высококвалифицированных научных работников;

- создание благоприятных условий для научно-исследовательской деятельности.

Согласно современным исследованиям, многие учёные отмечают угрожающе низкую оценку сложившейся кадровой политики многих вузов, а также отсутствие реально работающих мотивационных программ.

Важно отметить, что сегодня не существует единого подхода к определению по-

нения «педагогические условия», что обуславливается рядом причин:

- субъективные представления исследователей о понятии «условия»;
- исследование педагогических условий, которые принадлежат к разным классификационным группам;
- непонимание содержания понятия «условия»;
- слабое обоснование выбора именно данных условий.

Понятие условия интерпретируется как элемент комплекса объектов, процессов, явлений, влияющий на формирование внешней среды, в которой существует данный феномен.

Важно отметить, что определение понятия «педагогические условия» рассматривается в трудах большого количества отечественных исследователей. Сегодня можно выделить несколько основных подходов к определению понятия «педагогические условия» [10, с. 84]:

1. Рассмотрение понятия «педагогические условия» с точки зрения организационной составляющей. Так, под «педагогическими условиями» будут пониматься условия труда педагогического коллектива с целью реализации образовательного процесса. При этом в рамках данного определения педагогические условия будут рассматриваться в совокупности с основными организационными характеристиками организации образовательного процесса: техническое оснащение рабочей среды педагогов, оснащённость компьютерами, учебными материалами и т.д. Так, данный подход рассматривает «педагогические условия» как набор определённых характеристик рабочей среды, организацию образовательного пространства.

2. Рассмотрение понятия «педагогические условия» с точки зрения психологической составляющей. Так, под «педагогическими условиями» будет пониматься социально-психологическая среда деятельности педагога, которая включает в себя социально-психологические характеристики педагогического коллектива, а также эмоциональное состояние педагога в процессе реализации его рабочих функций. Здесь под «педагогическими условиями» понимается психологическая обстановка в образовательной среде.

3. Рассмотрение понятия «педагогические условия» с дидактической точки зрения. Так, под «педагогическими условиями» будет пониматься обеспеченность педагога соответствующими материалами для проведения учебных занятий.

Так, можно отметить, что педагогические условия будут представлять собой

основной компонент образовательной системы, отражающий совокупность возможностей образовательной и материально-пространственной среды.

Важно отметить, что, в частности, организационно-педагогические условия обладают следующими признаками:

– педагогические и организационные условия – это комплекс целенаправленных методов, форм, условий общего процесса обучения. Данные условия прямым образом отражаются и влияют на ход учебного процесса, позволяя повысить уровень и эффективность обучения,

– меры воздействия, которые применяются в педагогических условиях, лежат в основе управления образовательным процессом,

– меры воздействия определяются как взаимосвязанные и обусловленные одной целью мероприятия, позволяющие продуктивно решать задачи процесса обучения,

– наиболее важной и значимой в процессе обучения выступает мера воздействия, которая несёт функцию организованного педагогического условия.

– количество современных педагогических и организованных условий формируется согласно структуре определённого учебного процесса.

В связи с этим оказывается возможным выделить несколько основных видов педагогических условий. Рассматривая педагогические условия с организационной точки зрения, можно отметить следующие определения:

1. С одной точки зрения, педагогические условия рассматриваются в качестве совокупности объективных возможностей, обеспечивающих успешное решение необходимых целей и задач. Важно отметить, что данное определение понятия позволяет отметить, что основной целью организации педагогических условий является достижение основных целей образовательного процесса – оказание образовательных услуг, которое оказывается невозможным без организации качественного образовательного пространства [10–12].

2. Другие авторы считают, что педагогические условия являются совокупностью возможностей содержания, форм, методов целостного педагогического процесса, которые направлены на достижение целей педагогической деятельности. Здесь важно отметить, что, по мнению автора, важным в процессе организации педагогических условий является именно формирование комфортной педагогической среды за счёт применения особых форм, методов и т.д. [13].

Признаки «педагогические условия» в определении учёных-педагогов

Единицы-признаки	Частота появлений в работах										Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Составляющий элемент образовательного процесса	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Инструмент воздействия на субъектов образовательной среды					+		+	+	+	+	5
Учебное и техническое оснащение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Пространство образовательного учреждения		+	+	+	+		+	+	+		6
Внутренние и внешние элементы образовательной среды	+	+		+	+	+	+	+			7
Инструменты развития образовательного процесса	+		+		+	+	+	+	+		7
Возможности организации образовательного пространства	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Форма и методы педагогического процесса					+	+	+	+	+	+	6

3. Третья группа авторов отмечает принципиальные основания для связывания процессов деятельности по управлению процессом формирования профессионально-педагогической культуры личности в эффективности формирования педагогических условий. Здесь можно отметить, что, по мнению автора, основной целью педагогических условий является формирование не только эффективного образовательного пространства, но также и воздействие на субъектов образовательного процесса, в частности – педагогов, от развития профессионально-личных качеств будет зависеть весь образовательный процесс [14, 15].

Наиболее близким к исследуемому термину является понятие «образовательной среды». Образовательная среда рассматривается как взаимодействие индивида с внешней средой, она определяется совокупностью разных факторов, возникающей в процессе обучения, а именно:

1 – создающая возможность формирования и развития интересов, способностей, система условий,

2 – условия, для формирования и развития потребностей и трансформации личности, возможность саморазвития,

3 – наличие социальных, психологических, культурных, педагогических условий, которые будут способствовать развитию индивида,

4 – условия, позволяющие индивиду развиваться в пространственном и социальном пространстве.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ исследуемого феномена позволяет сформировать ряд признаков, которые широко отображают педагогические условия как совокупность обстоятельств, причин, влияющих на развитие и функционирование исследуемого объекта, часто встречаемые при определении исследуемо-

го термина понятия в литературных источниках, а именно:

1 – составной элемент,

2 – мера взаимодействия и воздействия,

3 – использование научно-технического оборудования,

4 – пространственное окружение,

5 – внешние и внутренние элементы образовательного процесса,

6 – меры развития, эффективности функционирования,

7 – совокупность объективных возможностей,

8 – согласованность методов, форм, содержания педагогического процесса.

Анализ литературных источников по теме исследования позволил сформировать матрицу частоты появления единиц – признаков исследуемого понятия (таблица).

4. Согласно проведённому контент-анализу можно сделать вывод, что «педагогические условия» рассматриваются в качестве основного составного элемента педагогической системы, а также как процесс, в рамках которого происходит активное использование учебного и технического оборудования, а также как совокупность объективных возможностей для организации образовательного процесса [16, 17].

Выводы

На основании изучения научно-педагогической литературы, выполнив детальный анализ научных работ некоторых авторов, занимающихся исследованиями феномена «педагогических условий», можно сделать заключение, что в настоящее время в современной науке выделяют несколько педагогических условий, на основании которых обеспечивается оптимальный педагогический процесс, а именно:

– основным фактором являются организационные и педагогические условия,

– совокупностью возможностей материальной, образовательной среды являются психолого-педагогические условия,

– элементом организационных форм обучения являются дидактические условия.

Условия, обеспечивающие целостность педагогического процесса, являются важным аспектом для выполнения педагогических задач.

Практическое значение проведенного контент-анализа понятия «педагогические условия» заключается в последовательном их применении в образовательном процессе.

Список литературы

1. Бордовская Н.В., Розум С.И. Психология и педагогика: учебник. СПб.: Питер, 2018. 320 с.
2. Сверчков А.В. Организационно-педагогические условия формирования профессионально-педагогической культуры будущих спортивных педагогов // Молодой ученый. 2009. № 4. С. 279–282.
3. Павлов С.Н. Организационно-педагогические условия формирования общественного мнения органами местного самоуправления: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Магнитогорск, 1999. 23 с.
4. Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Рус. яз., 1981. 816 с.
5. Борытко Н.М. В пространстве воспитательной деятельности: монография / Науч. ред. Н.К. Сергеев. Волгоград: Перемена, 2001. 181 с.
6. Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности. Казань: Изд-во КГУ, 1988. 238 с.
7. Беликов В.А. Образование. Деятельность. Личность: монография. М.: Академия Естествознания, 2010. 310 с.
8. Журавская Н.В. Профессиональная подготовка специалистов пожарной безопасности в вузах нефтегазовой отрасли с использованием индивидуально-дифференцированного подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук: спец. 13.00.08. Санкт-Петербург, 2011. 26 с.
9. Зверева М.В. О понятии «дидактические условия» // Новые исследования в педагогических науках. М.: Педагогика, 1987. № 1. С. 29–32.
10. Бойцова Н.В. Внутренняя и внешняя мотивация профессиональной деятельности преподавателя высшей школы // Акмеология. 2017. № 3 (23). С. 84–85.
11. Ильиных И.Н. Мотивация достижения как фактор совершенствования инновационной деятельности преподавателей высшей школы // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2017. № 4. С. 109–114.
12. Кавешникова Л.А., Агафонова М.С. Мотивация преподавателей как основа качества высшего образования // Научное обозрение. Экономические науки. 2016. № 2. С. 78–81.
13. Савенков А.И. Педагогическая психология: В 2 т. Т. 1. М.: Academia, 2018. 272 с.
14. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. М.: Academia, 2019. 16 с.
15. Мезенцева О.И. Организационно-педагогические условия развития профессиональной компетентности современного педагога: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Новосибирск, 2014. 23 с.
16. Ипполитова Н. Анализ понятия «педагогические условия»: сущность, классификация // General and Professional Education. 2012. № 1. С. 8–14.
17. Шалин М.И. Организационно-педагогические условия развития конкурентоспособности личности старшеклассника // Теория и практика образования в современном мире: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, май 2013 г.). СПб.: Реноме, 2013. С. 47–49.