



Научно-практический  
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
Том 23. № 3. 2019

Учредитель:  
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор  
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора  
Александр Викторович Бойченко  
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор  
Павел Александрович Смелов  
Елена Алексеевна Егорова

Технический редактор  
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 1996 года.  
Свидетельство о регистрации СМИ:  
ПИ №77-13926 от 11 ноября 2002 г.  
ISSN (print) 1818-4243  
ISSN (on-line) 2079-5939

Все права на материалы,  
опубликованные  
в номере, принадлежат журналу  
«Открытое образование».  
Перепечатка материалов,  
опубликованных в журнале, без  
разрешения редакции запрещена.  
При цитировании материалов ссылка  
на журнал «Открытое образование»  
обязательна.

Мнение редакции может не совпадать  
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень  
периодических научных изданий.

Тираж журнала  
«Открытое образование»  
1500 экз.

Адрес редакции:  
117997, г. Москва,  
Стремянный пер., 36, корп. 6, офис 345  
Тел.: (499) 237-83-31, (доб. 18-04)  
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru  
Адрес сайта: www.openedu.rea.ru

Подписной индекс журнала  
в каталоге «РОСПЕЧАТЬ»: 47209  
в каталоге «Урал-Пресс»: 10574

© ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018  
Подписано в печать 26.06.19.  
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.  
Печ. л. 9. Тираж 1500 экз. Заказ  
Напечатано в ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».  
117997, Москва, Стремянный пер., 36

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- Д.А. Бархатова, П.С. Ломаско, Н.И. Пак*  
Модель готовности к научно-исследовательской  
деятельности студентов педагогического вуза и учителей  
образовательных учреждений ..... 4
- Е.А. Тербушева*  
Методика обучения интеллектуальному анализу  
образовательных данных студентов педагогического вуза.... 14

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- А.В. Гаврилов, В.А. Сизов*  
Повышение эффективности формирования  
профессиональных компетенций магистров по  
направлению «Информационная безопасность» на основе  
применения CASE-технологий ..... 25
- А.М. Бершадский, А.С. Бождай, Ю.И. Евсеева*  
Самоадаптация обучающих программных систем на  
основе наблюдения за информационной средой ..... 33

### ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

- Н.В. Норкина, Ф.А. Мевис*  
Определение точности позиционирования промышленных  
манипуляторов при помощи цифровой фото/видео  
камеры ..... 42

### ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

- О.А. Чувгунова*  
Информационно-коммуникационно-технологическая  
компетентность преподавателя вуза: диагностика и  
развитие ..... 49
- А. П. Исаев, Л. В. Плотников*  
Гибкие программы для дистанционного повышения  
квалификации инженеров-конструкторов ..... 62



Scientific and practical reviewed  
journal

OPEN EDUCATION  
Vol. 23. № 3. 2019

**Founder:**  
Plekhanov Russian University of  
Economics

**Editor in chief**  
Yuriy F. Telnov

**Deputy editor**  
Aleksandr V. Boichenko  
Vasily M. Trembach

**Executive editor**  
Pavel A. Smelov  
Elena A. Egorova

**Technical editor**  
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 1996.  
Mass media registration certificate:  
№77-13926 on November 11, 2002  
ISSN (print) 1818-4243  
ISSN (on-line) 2079-5939

All rights for materials published in the  
issue belong to the journal  
«Open Education».

Reprinting of articles published in the  
journal, without the permission of the  
publisher is prohibited.

When citing a reference to the journal  
«Open Education» is obligatory.

Editorial opinion may be different from  
the views of the authors

The journal is included in the list of VAK  
periodic scientific publications.  
Journal articles are reviewed.  
The circulation of the journal  
«Open Education» – 1,500 copies.

Editorial office:  
117997, Moscow,  
Stremyanny lane. 36, Building 6, office 345  
Tel.: (499) 237-83-31 (18-04)  
E-mail: Anikeeva.El@rea.ru  
Web: www.openedu.ru

Subscription index of journal  
in catalogue «ROSPECHAT»: 47209  
in catalogue «Ural-Press»: 10574

© Plekhanov Russian University of  
Economics, 2018

Signed to print 26/06/19.  
Format 60x84 1/8. Digital printing.  
Printer's sheet 9. 1500 copies.  
Order

Printed in Plekhanov Russian University of  
Economics,  
Stremyanny lane. 36, Moscow, 117997, Russia

## CONTENTS

### EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Daria A. Barkhatova, Pavel S. Lomasko, Nikolay I. Pak*  
A model of readiness for research activity of students  
of pedagogical high school and teachers of educational  
institutions ..... 4
- Ekaterina A. Terbusheva*  
Methods of teaching educational data mining for pedagogical  
students..... 14

### NEW TECHNOLOGIES

- Aleksandr V. Gavrilov, Valerii A. Sizov*  
Improving the efficiency of the formation of professional  
competencies Masters in "Information Security" based on the  
use o CASE-technologies ..... 25
- Alexander M. Bershadsky, Alexander S. Bozhday, Julia I. Evseeva*  
Self-adaptation of e-learning software based on observing the  
information environment ..... 33

### PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Natalia V. Norkina, Fedor A. Mevis*  
Determination of the positioning accuracy of industrial  
manipulators using a digital photo/video camera..... 42

### PROBLEM OF EDUCATION

- Olga A. Chuvgunova*  
ICT-competence of university lecturers: diagnostics and  
development..... 49
- A. P. Isaev, L. V. Plotnikov*  
Flexible programs for remote advanced training of design  
engineers..... 62

## СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

**Александр Григорьевич Абросимов**, д.п.н., проф., профессор кафедры электронной коммерции и управления электронными ресурсами прикладной информатики и информационной безопасности Самарского государственного экономического университета, Самара, Россия

**Виктор Константинович Батоврин**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой информационных систем Московского института радиоэлектроники и автоматики, Москва, Россия

**Мария Сергеевна Бережная**, д.п.н., проф., профессор кафедры психологии РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**Александр Моисеевич Бернадский**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования Пензенского государственного технического университета, Пенза, Россия

**Александр Викторович Бойченко**, к.т.н., доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, директор Научно-исследовательского института «Стратегические информационные технологии» РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**Владимир Николаевич Васильев**, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета), Санкт-Петербург, Россия

**Татьяна Альбертовна Гаврилова**, д.т.н., проф., заведующая кафедрой информационных технологий в менеджменте Высшей школы менеджмента, профессор кафедры информационных технологий в менеджменте Санкт-Петербургского Государственного Университета, Санкт-Петербург, Россия

**Владимир Васильевич Голенков**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь

**Елена Георгиевна Гридина**, д.т.н., проф., директор информационно-вычислительного центра НИУ «МЭИ», Москва, Россия

**Георгий Николаевич Калянов**, д.т.н., проф., заведующий лабораторией Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

**Константин Константинович Колин**, д.т.н., проф., главный научный сотрудник Института проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН), Москва, Россия

**Виктор Михайлович Курейчик**, д.т.н., проф., заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности Технологического института Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

**Николай Григорьевич Малышев**, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, академик, президент Московского института экономики, менеджмента и права, Москва, Россия

**Игорь Витальевич Метлик**, д.п.н., заведующий лабораторией развития воспитания и социализации детей Института изучения детства, семьи и воспитания Российской академии образования, Москва, Россия

**Геннадий Семенович Осипов**, д.ф.-м.н., проф., заместитель директора по научной работе института системного анализа РАН, Москва, Россия

**Борис Михайлович Позднеев**, д.т.н., проф., проректор по менеджменту качества, заведующий кафедрой информационных систем МГТУ, Москва, Россия

**Борис Аронович Позин**, д.т.н., ст. науч. с., технический директор ЗАО «ЕС-лизинг», профессор Научного исследовательского университета Высшей школы экономики, Москва, Россия

**Галина Валентиновна Рыбина**, д.т.н., проф., профессор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Москва, Россия

**Юрий Филиппович Тельнов**, д.э.н., проф., заведующий кафедрой прикладных информационных технологий и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

**Владимир Павлович Тихомиров**, д.э.н., проф., академик, президент «Евразийского открытого института», президент Международного консорциума «Электронный университет», Москва, Россия

**Василий Михайлович Трембач**, к.т.н., доцент кафедры 304 Московского авиационного института (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия

**Владимир Львович Усков**, к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, Пеория, США

**Сергей Александрович Щенников**, д.пед.н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк», Москва, Россия

## THE EDITORIAL BOARD of the journal «Open Education»

**Aleksandr G. Abrosimov**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Samara State University of Economics, Samara, Russia

**Viktor K. Batovrin**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Information Systems, Moscow Institute of Radio Electronics and Automatics, Moscow, Russia

**Mariya S. Berezhnaya**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Professor of the Department of Psychology, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Aleksandr M. Bershadskiy**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Computer Aided Design, Penza State Technical University, Penza, Russia

**Aleksandr V. Boychenko**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Automated Information Processing Systems and Management, Director of Scientific and Research Institute "Strategic Information Technology", Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Vladimir N. Vasil'ev**, Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Rector of Saint-Petersburg State Institute of Exact Mechanics and Optics (Technical University), Saint-Petersburg, Russia

**Tatiana A. Gavrilova**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of Information Technologies in Management Department, Graduate School of Management, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

**Vladimir V. Golenkov**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Intellectual Information Technologies, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

**Elena G. Gridina**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Director of Information and Computing Center, NRU "MPEI", Moscow, Russia

**Georgiy N. Kalyanov**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Konstantin K. Kolin**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Chief Researcher of The Institute of Informatics Problems of The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Viktor M. Kureychik**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Deputy Head for Research and Innovation, Institute of Technology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

**Nikolay G. Malyshev**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Corresponding member of RAS, Academician, President of Moscow Witte University, Moscow, Russia

**Igor' V. Metlik**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Laboratory of development, education and socialization of children Institute Studies of childhood, family and upbringing, The Russian Academy of Education, Moscow, Russia

**Gennadiy S. Osipov**, Doctorate of Physico-mathematical Sciences, Professor, Deputy Director of the Research Institute of Systems Analysis, The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Boris M. Pozdneev**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Vice-Rector for Quality Management, Head of Information Systems, Moscow State University of Technology "STANKIN", Moscow, Russia

**Boris A. Pozin**, Doctorate of Engineering Sciences, Senior Researcher, CTO, EC – leasing Company, Professor, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

**Galina V. Rybina**, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Professor of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

**Yuriy F. Tel'nov**, Doctorate of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

**Vladimir P. Tikhomirov**, Doctorate of Economic Sciences, Professor, Academician, The President of the "Eurasian Open Institute", The President of the International consortium "Electronic university", Moscow, Russia

**Vasilii M. Trembach**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department 304, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

**Vladimir L. Uskov**, PhD in Engineering, Professor, co-director of the Inter-Labs Research Institute of Bradley University, Peoria, USA

**Sergey A. Shchennikov**, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Rector of International Institute of Management "Link", Moscow, Russia

# Модель готовности к научно-исследовательской деятельности студентов педагогического вуза и учителей образовательных учреждений\*

Работа посвящена рассмотрению проблемы поиска подходов к оценке уровня сформированности готовности учителей к научно-исследовательской деятельности, как одного из важных компонентов их профессиональной практики. Признание значимости рассматриваемого явления в образовательной сфере и осознание того, что система педагогического сопровождения исследовательской деятельности будущих учителей в педагогических высших учебных заведениях, а учителей в системе повышения их квалификации в определенной степени устарели, требуют их существенного обновления. В связи с этим актуальными становятся проблемы поиска подходов к исследованию способов формирования готовности учителей к научно-исследовательской деятельности, что вызывает необходимость построения самой модели подобной готовности.

**Цель исследования.** Целью работы является анализ состояния и разработка модели готовности к научно-исследовательской деятельности студентов педагогического высшего учебного заведения и учителей образовательных учреждений.

**Материалы и методы.** Основными методами исследования является теоретический анализ научной и психолого-педагогической литературы, посвященной проблеме исследования, тестирование учителей общеобразовательных учреждений, бакалавров и магистров, обучающихся в педагогическом университете, методы математической обработки статистических данных. Средством исследования поставленной проблемы является критериальный анкетно-тестовый инструментарий, позволяющий выявить корреляционные зависимости между показателями компонентов готовности к научно-исследовательской деятельности и уровнями ее сформированности.

**Результаты.** Исследование было проведено на базе Краснояр-

ского государственного педагогического университета имени В.П. Астафьева с участием бакалавров и магистров, а также учителей общеобразовательных учреждений.

Проведенный анализ состояния проблемы научно-исследовательской деятельности в подготовке будущих учителей в педагогическом вузе и учителей образовательных учреждений на основе анкетного и тестового диагностируемого инструментария выявил корреляционные зависимости между показателями четырех компонент в структуре готовности студентов к НИР (мотивационного, когнитивного, деятельностного, рефлексивного) и уровнями этой готовности (ученика, исполнителя-практика, исполнителя-теоретика, руководителя исследования).

**Заключение.** Полученные зависимости и данные исследования позволили сформировать модель готовности к научно-исследовательской деятельности студентов педагогического вуза и учителей образовательных учреждений, описав степень сформированности каждого компонента на каждом уровне.

Материалы статьи могут быть полезными для организации компьютерной диагностики рассматриваемой готовности. Такая диагностика позволит не только автоматизировано выявить уровень готовности к НИР, но выдать рекомендацию по развитию той или иной характеристики, показать, насколько респондент приближен к следующему уровню и что ему необходимо сделать для этого.

**Ключевые слова:** научно-исследовательская деятельность учителя, модель готовности к научно-исследовательской деятельности, компоненты готовности к научно-исследовательской деятельности, уровни готовности к научно-исследовательской деятельности, диагностический инструментарий

Darya A. Barkhatova, Pavel S. Lomasko, Nikolay I. Pak

Astafyev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia

## A model of readiness for research activity of students of pedagogical high school and teachers of educational institutions

The paper is devoted to the consideration of the problem of finding approaches to assessing the level of formation of teachers' readiness for research activities, as one of the important components of their professional practice. Recognition of the significance of the phenomenon under consideration in the educational sphere and the realization that the system of pedagogical support for research activities of future teachers in pedagogical higher educational institutions, and teachers in the system of raising their qualifications to some extent outdated, require their substantial renewal.

In this connection, the problems of searching for approaches to the study of ways of forming teachers' readiness for research activities become relevant, which makes it necessary to build a model of such readiness itself.

The aim of the paper is to analyze the state and develop a model of readiness for research activities of students of a pedagogical higher educational institution and teachers of educational institutions.

The main research methods are theoretical analysis of scientific and psychological-pedagogical literature devoted to the problem

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта 18-413-240007 p\_a: «Региональная модель интеграции научно-исследовательской деятельности студентов и школьников на базе кластерной международной лаборатории»



of research, testing of teachers of general educational institutions, bachelors and masters studying at a pedagogical university, methods of mathematical processing of statistical data.

Means of researching the problem posed is criterion-based questionnaire-test tools, which allow to identify correlation dependencies between the indicators of the components of readiness for research activities and the levels of its formation.

The study was conducted on the basis of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after VP. Astafyev with the participation of bachelors, master and teachers of educational institutions.

The analysis of the state of the problem of research activities in the training of future teachers in a pedagogical university and teachers of educational institutions based on questionnaire and test diagnosed tools revealed correlations between the indicators of the four components in the structure of students' readiness for research

(motivational, cognitive, activity, reflexive) and levels this readiness (student, practitioner, theorist, research leader).

The obtained dependencies and research data allowed to form a model of readiness for research activities of students of a pedagogical university and teachers of educational institutions, describing the degree of formation of each component at each level.

The article materials may be useful for the organization of computer diagnostics of the readiness in question. Such diagnostics will not only allow automated identification of the level of readiness for research activities, but also give recommendations on the development of a particular characteristic, show how close the respondent is to the next level and what he needs to do to do this.

**Keywords:** teacher's research activities, model of readiness for research activities, components of readiness for research activities, levels of readiness for research activities, diagnostic tools

## Введение

В условиях новой стратегии экономического роста страны важным является развитие и поддержание научной и инновационной деятельности молодежи. Так, в соответствии с программой популяризации научной, научно-технической и инновационной деятельности, утвержденной Минэкономразвития России в 2017 г., реализация данной задачи будет способствовать повышению уровня осведомленности общества о результатах научной и научно-технической деятельности, инновационных продуктах и решениях, вовлечению молодежи и студентов в профессиональную научно-техническую и инженерную деятельность, повышению изобретательской активности, росту восприимчивости общества внедрению современных технологий и инновационных продуктов и услуг в производственную деятельность и повседневную жизнь [1].

На уровне школы за реализацию данной стратегии отвечает учитель, способный не только ответить на запросы талантливого школьника-исследователя, проявляющего самостоятельную активность, но и выявить одаренных детей, обладающих необходимым потенциалом для осуществления научно-исследовательской работы (НИР). Такой учитель-наставник должен обладать рядом определенных качеств, как

стремление к саморазвитию и пополнению собственных знаний в предметной области, занимать активную педагогическую позицию, иметь высокий творческий, лидерский и коммуникативный потенциал, обладать высокими знаниями в области методологии НИР, т.е. другими словами, быть готовым к научно-исследовательской деятельности.

В последнее время исследователи все чаще стали обращать внимание на научно-исследовательскую деятельность учителя, а также на процесс подготовки студента педагогического вуза для исследовательской деятельности в школе. Незря в ФГОС ВО по педагогическому направлению подготовки бакалавров особо выделены позиции, связанные с формированием исследовательских компетенций, заключающиеся в готовности использовать в профессиональной деятельности методы научного исследования, систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования, а также руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся [2, 3]. Таким образом, вопросы формирования исследовательских умений школьников в современных условиях информационного общества напрямую связаны с исследовательскими компетенциями учителя. Признание значимости рассматриваемого явления

в образовательной практике и осознание того, что система формирования исследовательской культуры будущих учителей в педвузах, а также учителей в системе повышения их квалификации в определенной степени устарели и требуют существенного обновления. В связи с этим актуальными становятся проблемы поиска подходов к исследованию способов формирования готовности учителей к научно-исследовательской деятельности, что вызывает необходимость построения самой модели подобной готовности.

Целью работы является анализ состояния и разработка модели готовности к научно-исследовательской деятельности студентов педагогического вуза и учителей образовательных учреждений.

Вслед за И.В. Шадчиным под готовностью к НИР будем понимать «личностное образование, определяющее состояние личности субъекта и включающее мотивационно-ценностное отношение к этой деятельности, систему методологических знаний, исследовательских умений, позволяющих продуктивно их использовать при решении возникающих профессионально-педагогических задач» [4].

Необходимость формирования готовности будущего педагога к научно-исследовательской деятельности отмечается не только в отечественных работах [5, 6, 7], но и в зару-

бежных источниках [8, 9, 10, 11]. Готовность учителя к НИР формируется уже на этапе его подготовки в высшем учебном заведении. Предполагается, что студент-выпускник готов не только сам принять участие в научной деятельности, но и вовлечь учащихся в данную работу.

Анализируя работы И.В. Шадчина [4], Э.Ф. Зеера [5], Е.П. Чураевой [12], а также Федоровой М.А. и Завьялова А.М. [13] в структуре готовности студентов к НИР можно выделить четыре компонента:

- мотивационный компонент, характеризующий познавательный интерес, а также мотивацию к НИР;

- когнитивный компонент, включающий совокупность знаний, необходимых для постановки и решения исследовательских задач, эрудиция, умение получать и усваивать новые знания, а также представления о методологии научного исследования и способах научно-исследовательской деятельности;

- деятельностный компонент, определяющий владение умениями и навыками научно-исследовательской деятельности;

- рефлексивный компонент, включающий самооценку и самоанализ собственной научно-исследовательской деятельности, определение путей саморазвития в научном познании.

При этом, анализируя исследования Л.М. Попова [6], Т.Д. Дубовицкой [14], Н.Ц. Бадмаевой [15] и Н.В. Шелковниковой [16], мотивационный компонент необходимо разделить на внутренний и внешний. Так Н.В. Шелковникова отмечает, что «под внешней мотивацией понимается такая, которая исходит из внешней по отношению к действующему человеку среды, которая создает стимул к деятельности. Причем иногда этот стимул может быть

доминирующим в творческом движении. Внутренними мотивами научно-исследовательской деятельности являются интерес к процессу обучения, интерес к способам деятельности, желание получить как можно больше знаний, интерес к содержанию учебного материала, стремление к систематизации знаний, интерес к самостоятельному выполнению работы, стремление к преодолению трудностей, стремление получить удовольствие от интеллектуальной исследовательской работы. Особенную значимость приобретают внутренние мотивы исследовательской деятельности, так как именно они определяют личностное, эмоциональное переживание познавательной потребности студентов. Эти мотивы являются составляющими познавательного интереса» [16].

Таким образом, внутренние мотивы — это с одной стороны личная потребность участвовать в НИР, а с другой — желание в саморазвитии в предметной области с другой.

Кроме компонентов готовности к НИР, можно выделить ее уровни. Анализируя процесс выполнения научных исследований, задачи, функции и уровень ответственности исследователей, можно выделить следующие уровни готовности к НИР:

- высокий уровень или уровень руководителя исследования, способного организовать группу исследователей, координировать их деятельность, генерировать новые идеи и видеть способы решения проблемы, обладающего высокими умениями в области самостоятельного написания не только научных работ, но оформления проекта научного исследования, планирования деятельности участников в рамках проекта;

- средний уровень или уровень исполнителя, имеющего опыт работы в НИР под руко-

водством научного руководителя; при этом целесообразно данный уровень разделить на уровень исполнителя-теоретика и исполнителя-практика. Исполнитель-теоретик способен к формированию новых идей в исследовании, отбору и обработке знаний и информации в соответствии с поставленной задачей, у него есть опыт самостоятельного написания статей и тезисов. Исполнитель-практик еще не обладает такими умениями в области методологии исследования, как исполнитель-теоретик. С точки зрения готовности к НИР, он немного ниже теоретика, но находится на стадии овладения этими качествами. Пока исполнитель-практик готов выполнить практические задачи исследования: подготовить какой-то продукт, провести опрос, тестирование и т.п., обработать данные.

- низкий уровень или уровень ученика, имеющий незначительный опыт в НИР (написание тезисов, выступление на конференциях) или отсутствие данного опыта, но присутствие желания попробовать себя в данной деятельности.

Выделенные компоненты готовности к НИР находятся в некоторой зависимости на каждом уровне и проявляются в различной степени сформированности. Если определить пороговые значения каждого компонента на каждом уровне, то можно разработать диагностический материал для оценки готовности к НИР педагога. В данной работе предлагается построить модель исследуемого феномена на основе тестирования учителей общеобразовательных школ, бакалавров и магистров, обучающихся в педагогическом университете.

## Методы исследования и дискуссия

Для оценки сформированности каждого компонента на различных уровнях готовно-

Таблица 1

## Опыт участия в НИР респондентов

| НИР                                                                                                                                                                   | Учителя    | Магистры   | Бакалавры  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| Организация НИР студентов/учеников, руководство научными проектами, участие в научных конкурсах                                                                       | 28,7% (25) | 17,5% (11) | 0% (0)     |
| Участие в научных проектах в качестве исполнителя                                                                                                                     | 2,3% (2)   | 20,6% (13) | 1,5% (2)   |
| Самостоятельное написание научных статей, оформление заявок на научные конкурсы                                                                                       | 11,5% (10) | 55,6% (35) | 1,5% (2)   |
| Отбор необходимой информации и ее систематизация в соответствии с поставленной задачей исследования                                                                   | 8% (7)     | 55,6% (35) | 2,3% (3)   |
| Написание научных работ под руководством научного руководителя                                                                                                        | 0% (0)     | 96,8% (61) | 31,3% (41) |
| Проведение диагностик среди группы исследования и ее обработка результатов                                                                                            | 32,2% (28) | 92,1% (58) | 17,6% (23) |
| Разработка конкретных продуктов, как результата исследования (разработка визуального материала, написание сайтов, программ и т.д., наполнение контента и т.п.)        | 17,2% (15) | 31,7% (62) | 44,3% (58) |
| Есть опыт написания тезисов, статей, выступлений на конференциях, научных семинарах и т.п., но данный процесс вызывает множество затруднений и занимает много времени | 19,5% (17) | 3,2% (2)   | 37,4% (49) |
| Нет опыта, но есть интерес участия в НИР                                                                                                                              | 8% (7)     | 0% (0)     | 6,9% (9)   |
| Нет опыта и нет желания участвовать в НИР                                                                                                                             | 41,6% (62) | 0% (0)     | 25,1% (44) |

сти к НИР и составления общей модели в исследовании приняло участие 387 респондентов: 149 учителей математики, информатики и физики общеобразовательных учреждений Красноярского края, 238 студентов Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, из них 63 магистр, обучающихся по программе подготовки «Педагогическое образование» профили: «Информационные и суперкомпьютерные технологии в математическом образовании», «Математическое образование в условиях ФГОС», «Физическое и технологическое образование в новой образовательной практике», «Теория и методика естественнонаучного образования», 175 бакалавр, обучающихся по программе «Педагогическое образование» профили «Математика и информатика», «Физика», «Математика», «Технология».

На первом этапе был проведен анализ степени вовлеченности респондентов в НИР, с целью определения видов деятельности испытуемых (табл. 1).

Респонденты, указавшие, что у них нет опыта и желания участвовать в НИР, в дальнейшей диагностике участия не принимали, т.к. у них отсутствует внутренняя мотивация к научной деятельности. К ним относятся 62 учителя и 44 бакалавра. Большинство учителей такой ответ связывают с высокой нагрузкой в учебной деятельности и нехваткой времени. Бакалавры считают, что научная деятельность — трудоемкий процесс, требующий определенного уровня знаний и умений, доступного не каждому студенту. Работа по формированию готовности к НИР данной группы респондентов может продолжаться в рамках усиления внешних мотивов, т.к. именно мотивационный компонент определяет не только желание работать, но и результативность деятельно-

сти, способность преодолевать трудности и выполнять задачи в срок.

Отфильтровав неподходящие данные, принято решение к дальнейшим исследованиям допустить 87 учителей, 63 магистр и 131 бакалавр.

В соответствии с выделенными уровнями и ответами респондентов можно условно их разделить по уровням вовлеченности в НИР (табл. 2). К высокому уровню готовности к НИР были отнесены респонденты, имеющие опыт работы в качестве руководителей исследования. В группу исполнителей-теоретиков вошли учителя и студенты, участвующие в исследованиях в качестве ис-

полнителя, имеющие опыт самостоятельного написания научных трудов, а также отбора и систематизации информации в соответствии с поставленной задачей. Исполнители-практики имеют опыт написания статей, тезисов под руководством научного руководителя, разработки конкретных продуктов исследования, а также проведения диагностик в группах. Ученики либо не имеют опыта участия в НИР, либо данный опыт незначителен.

С целью определения сформированности мотивационного, когнитивного, деятельностного и рефлексивного компонентов готовности к НИР на каждом уровне среди

Таблица 2

## Распределение респондентов по уровням вовлеченности в НИР, в %

| Уровень                           | Учителя ООУ (87) | Магистры (63) | Бакалавры (131) |
|-----------------------------------|------------------|---------------|-----------------|
| Уровень руководителя исследования | 28,7 (25)        | 17,5 (11)     | 0 (0)           |
| Уровень исполнителя-теоретика     | 11,5 (10)        | 38,1 (24)     | 2,3 (3)         |
| Уровень исполнителя-практика      | 32,2 (28)        | 41,3 (26)     | 53,4 (70)       |
| Уровень ученика                   | 27,6 (24)        | 3,2 (2)       | 44,3 (58)       |

респондентов была проведена серия диагностик.

Учитывая профессиональную деятельность респондентов, а также тот факт, что в мотивационном компоненте особую роль играет уровень готовности к самостоятельной деятельности, поиску путей решения, отбору необходимого материала, освоения данного материала и т.п., в качестве диагностического инструментария данного была выбрана методика В.И. Зверевой, Н.В. Немовой «Оценка уровня готовности педагога к саморазвитию» (табл. 3).

Данные таблицы показывают, что с ростом уровня готовности к НИР растет количество респондентов, обладающих высоким уровнем саморазвития в профессиональной сфере. Коэффициент корреляции Спирмена исследуемых показателей равен 0,38 с критическим значением для уровня значимости  $\alpha \leq 0,05$ . Таким образом, показатели готовности к НИР и уровня готовности к саморазвитию положительно связаны между собой — чем выше уровень готовности к НИР, тем выше показатель готовности к саморазвитию. Средний балл из 75 возможных по каждому уровню составляет: уровень ученика — 39,33 (средний уровень),

исполнителя-практика — 45,55 (средний уровень), исполнителя-теоретика — 55,05 (высокий уровень) и руководителя — 56,39 (высокий уровень). Таким образом, уровень готовности к саморазвитию в предметной и профессиональной области исполнителя-теоретика близок к уровню руководителя исследователя, а учитывая тот факт, что на данных уровнях требуется особая научная продукция, основанная на деятельности с абстрактными моделями и высокой эрудиции, можно сделать вывод, что внутренняя мотивация влияет на уровень теоретического мышления. Дополнительным доказательством этому можно отметить отсутствие респондентов с низким уровнем мотивации в группе руководителя исследования.

Для определения уровня сформированности когнитивного компонента был разработан тест, позволяющий оценить знания респондентов в области науки и методологии научного исследования, а именно оценивалось знание и понимание сути понятия науки в целом, ее функций и методов, а также знания и понимание основных составляющих методологии научного исследования. Тест содержал 30 вопросов, за каждый из ко-

торых можно получить 0 или 1 балл. Респонденты, получившие 26–30 баллов за верно данные ответы, обладают высоким уровнем когнитивных способностей в области НИР, 16–25 баллов — средний уровень, 15 и ниже — низкий (табл. 4).

Коэффициент корреляции Спирмена исследуемых показателей равен 0,22 с критическим значением для уровня значимости  $\alpha \leq 0,05$ . Таким образом, показатели уровня готовности к НИР и уровня сформированности когнитивного компонента положительно связаны между собой — чем выше уровень готовности к НИР, тем выше показатель сформированности когнитивного компонента. Средний балл по каждому уровню составляет: уровень ученика — 14,4 (низкий уровень), исполнителя-практика — 16,32 (средний уровень), исполнителя-теоретика — 22,11 (средний уровень) и руководителя — 26,08 (высокий уровень). В группе руководителя исследования низкий уровень когнитивных способностей показали 2 респондента, набрав по 15 баллов. К ним относятся учителя общеобразовательных школ. При этом высокий уровень когнитивных способностей в группе учителей показали 28,74%, средний — 54,02%. Такие показатели могут быть связаны с заниженными требованиями к научно-исследовательским проектам школьников.

В деятельностном компоненте оценивались организаторские способности по экспресс-диагностике организаторских способностей Н.П. Фетискина, В.В. Козлова и Г.М. Мануйлова [17], творческий потенциал по методике тех же авторов [18], также умения и навыки НИР, методика оценки которых заключается в умении формировать проблему исследования, выделять значимость ее решения, а также

Таблица 3

**Уровень готовности к саморазвитию по уровням готовности к НИР, в %**

| Уровень                   | Низкий | Средний | Высокий |
|---------------------------|--------|---------|---------|
| Ученик                    | 32,14  | 61,90   | 5,95    |
| Исполнитель-практик       | 16,13  | 66,13   | 17,74   |
| Исполнитель-теоретик      | 10,81  | 51,35   | 37,84   |
| Руководитель исследования | 0,00   | 47,22   | 52,78   |
| Общий итог                | 18,15  | 60,50   | 21,35   |

Таблица 4

**Уровень сформированности когнитивного компонента по уровням готовности к НИР, в %**

| Уровень                   | Низкий | Средний | Высокий |
|---------------------------|--------|---------|---------|
| Ученик                    | 54,76  | 38,10   | 7,14    |
| Исполнитель-практик       | 46,77  | 44,35   | 8,87    |
| Исполнитель-теоретик      | 18,92  | 37,84   | 43,24   |
| Руководитель исследования | 5,56   | 27,78   | 66,67   |
| Общий итог                | 40,21  | 39,50   | 20,28   |



Таблица 5

**Уровень организаторских способностей по уровням готовности к НИР, в %**

| Уровень                   | Низкий | Средний | Высокий |
|---------------------------|--------|---------|---------|
| Ученик                    | 40,48  | 40,48   | 19,05   |
| Исполнитель-практик       | 28,23  | 29,84   | 41,94   |
| Исполнитель-теоретик      | 18,92  | 40,54   | 40,54   |
| Руководитель исследования | 0,00   | 27,78   | 72,22   |
| Общий итог                | 27,05  | 34,16   | 38,79   |

определять задачи исследования, пути решения и перспективы развития.

Анализ организаторских способностей показал, что большая доля респондентов-руководителей исследования обладают данными способностями на высоком уровне (табл. 5).

Коэффициент корреляции Спирмена исследуемых показателей равен 0,32 с критическим значением для уровня значимости  $\alpha \leq 0,05$ . Таким образом, показатели уровня готовности к НИР и уровня организаторских способностей положительно связаны между собой — чем выше уровень готовности к НИР, тем выше показатель организаторских спо-

собностей. Средний балл из 20 возможных по каждому уровню составляет: уровень ученика — 9,26 (средний уровень), исполнителя-практика — 11,85 (средний уровень), исполнителя-теоретика — 12,51 (средний уровень) и руководителя — 16,47 (высокий уровень). Полученные данные позволяют сделать вывод, что для руководителя исследования очень важны практические умения, связанные с организацией научно-исследовательской деятельности и взаимодействия людей при ее выполнении.

Творческий потенциал в соответствии с методикой Н.П. Фетискина, В.В. Козлова и Г.М. Мануйлова разделен на 9 уровней (табл. 6).

Таблица 6

**Уровень творческого потенциала по уровням готовности к НИР, в %**

| Уровень творческого потенциала | Ученик | Исполнитель-практик | Исполнитель-теоретик | Руководитель | Общий итог |
|--------------------------------|--------|---------------------|----------------------|--------------|------------|
| Очень низкий                   | 1,19   | 0,00                | 0,00                 | 0,00         | 0,36       |
| Низкий                         | 2,38   | 0,81                | 0,00                 | 0,00         | 1,07       |
| Ниже среднего                  | 10,71  | 8,87                | 5,41                 | 0,00         | 7,83       |
| Чуть ниже среднего             | 22,62  | 13,71               | 8,11                 | 19,44        | 16,37      |
| Средний уровень                | 19,05  | 21,77               | 24,32                | 16,67        | 20,64      |
| Чуть выше среднего             | 9,52   | 13,71               | 10,81                | 11,11        | 11,74      |
| Выше среднего                  | 11,90  | 10,48               | 24,32                | 25,00        | 14,59      |
| Высокий уровень                | 10,71  | 13,71               | 8,11                 | 16,67        | 12,46      |
| Очень высокий уровень          | 11,90  | 16,94               | 18,92                | 11,11        | 14,95      |

Таблица 7

**Уровень владения методологией исследования по уровням готовности к НИР, в %**

| Уровень                   | Низкий | Средний | Высокий |
|---------------------------|--------|---------|---------|
| Ученик                    | 67,86% | 30,95%  | 1,19%   |
| Исполнитель-практик       | 50,81% | 39,52%  | 9,68%   |
| Исполнитель-теоретик      | 5,41%  | 37,84%  | 56,76%  |
| Руководитель исследования | 0,00%  | 33,33%  | 66,67%  |
| Общий итог                | 43,42% | 35,94%  | 20,64%  |

Для выполнения НИР очень важно наличие творческих способностей у его исполнителей, не зря в литературе часто используют термин «научное творчество». Именно от творческих способностей зависит качество и результативность научно-исследовательской деятельности. Так коэффициент корреляции Спирмена полученных данных равен 0,26 с критическим значением для уровня значимости  $\alpha \leq 0,05$ , что говорит о положительной связи между показателями уровня готовности к НИР и творческим потенциалом респондентов. Средний балл из 162 возможных по каждому уровню составляет: уровень ученика — 99,75 (средний уровень), исполнителя-практика — 108,58 (уровень чуть выше среднего), исполнителя-теоретика — 113,59 (уровень чуть выше среднего) и руководителя — 115,28 (уровень выше среднего).

Для оценки уровня владения методологией исследований был разработан диагностический материал, в котором респонденты должны были выбрать одну из предложенных тем исследований, в которых необходимо выделить проблему исследования, описать ее актуальность, пути решения и перспективы развития исследования. За каждый пункт участники исследования могли получить по 3 балла, а также один дополнительный за интересный подход к видению проблемы, нестандартные способы решения и т.д. Таким образом, каждый респондент мог получить максимум 10 баллов.

Респондент, получивший 8–10 баллов, находится на высоком уровне владения методологией исследования; от 5–7 — на среднем, 4 и ниже — на низком уровне (табл. 7).

Коэффициент корреляции Спирмена исследуемых показателей равен 0,25 с критическим значением для уровня значимости  $\alpha \leq 0,05$ , что го-

говорит о положительной связи между показателями уровня готовности к НИР и уровнем владения методологией исследования. Средний балл по каждому уровню составляет: уровень ученика — 3,27 (низкий уровень), исполнителя-практика — 4,2 (низкий уровень), исполнителя-теоретика — 7,76 (средний уровень) и руководителя — 8,02 (высокий уровень). В исследуемом показателе высокие баллы набрали исполнители-теоретики и руководители исследования, что говорит о важности знания методологии исследования в процессе формировании единой теоретической концепции проекта и раскрытии его содержательных линий. Исполнители-практики и ученики выполняют роль практической реализации НИР, поэтому владение методологическим аппаратом не является важной частью их знаний.

В качестве диагностического инструментария рефлексивного компонента была выбрана методика А.В. Карпова «Диагностика Рефлексии» [19], которая позволяет выявить уровень рефлексивности респондента по уровням: высокий, средний и низкий (табл. 8).

Несмотря на то, что корреляция между исследуемыми показателями слабая ( $r=0,17$ ), она является статистически значимой для уровня значимости  $\alpha \leq 0,05$ , т.е. есть положительная связь между показателями уровня готовности к НИР и уровнем рефлексивности респондентов. Средние оценки уровня рефлексивности из 189 возможных по уровням готовности к НИР составляют: уровень ученика — 113,04 (низкий уровень), исполнителя-практика — 120,41 (средний уровень), исполнителя-теоретика — 133,57 (средний уровень) и руководителя — 148,19 (высокий уровень). Рефлексивный компонент позволяет участникам исследова-

Таблица 8

## Уровень рефлексивности по уровням готовности к НИР, в %

| Уровень                   | Низкий | Средний | Высокий |
|---------------------------|--------|---------|---------|
| Ученик                    | 48,81% | 27,38%  | 23,81%  |
| Исполнитель-практик       | 41,94% | 24,19%  | 33,87%  |
| Исполнитель-теоретик      | 24,32% | 35,14%  | 40,54%  |
| Руководитель исследования | 8,33%  | 44,44%  | 47,22%  |
| Общий итог                | 37,37% | 29,18%  | 33,45%  |

Таблица 9

## Модель готовности к научно-исследовательской деятельности студентов педагогического образования и учителей образовательных учреждений

| Компоненты     |                                                           | Руководитель исследования | Исполнитель-теоретик | Исполнитель-практик | Ученик*       |
|----------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Мотивационный  | Наличие внутренних мотивов исследовательской деятельности | есть                      | есть                 | есть                | есть          |
|                | Готовность к саморазвитию                                 | высокий                   | высокий              | средний             | средний       |
| Когнитивный    |                                                           | высокий                   | средний              | средний             | низкий        |
| Деятельностный | Наличие опыта участия в НИР                               | есть                      | есть                 | Есть/небольшой      | Нет/небольшой |
|                | Организаторские способности                               | высокий                   | средний              | средний             | средний       |
|                | Творческий потенциал                                      | Выше среднего             | Чуть выше среднего   | Чуть выше среднего  | средний       |
|                | Умения и навыки НИР                                       | высокий                   | средний              | низкий              | низкий        |
| Рефлексивный   |                                                           | высокий                   | средний              | средний             | низкий        |

ния провести анализ своей и общей деятельности в целом, определить свои слабые стороны и выявить недоработки в проекте. Для руководителя исследования данный показатель должен находиться на высоком уровне, т.к. он как наставник должен уметь проводить рефлексии не только своей деятельности, но и участников исследования.

Полученные данные позволяют составить модель готовности к научно-исследовательской деятельности студентов педагогического образования и учителей образовательных учреждений, учитывая средние значения на каждом уровне (табл. 9).

При этом стоит заметить, что указанные показатели для уровня ученика являются ус-

ловными и скорее определяют успешность и скорость перехода на следующий уровень, т.к. каждый компонент можно развить и усилить. Так, например, готовность к саморазвитию может быть у ученика на низком уровне, но средний и высокий уровень обуславливают скорость формирования и развития других компонентов: когнитивного, деятельностного и рефлексивного. Творческий потенциал позволит видеть интересные подходы к практическому применению исследования, реализовать творческую сторону проекта без каких-то специальных знаний в области науки и методологии. Организаторские способности также определяют уровень самоорганизации, поэтому определяют успешность НИР.

## Заключение

Таким образом, проведенный анализ состояния проблемы научно-исследовательской деятельности в подготовке будущих учителей в педагогическом вузе и учителей образовательных учреждений на основе анкетного и тестового диагностируемого инструментария выявил корреляционные зависимости между показателями четырех компонент в структуре готовности студен-

тов к НИР (мотивационного, когнитивного, деятельностного, рефлексивного).

Полученные зависимости и данные исследований позволили сформировать модель готовности к научно-исследовательской деятельности студентов педагогического вуза и учителей образовательных учреждений.

Задав весовые значения каждому показателю, или используя пороговые баллы по каждому тесту, данная модель

может быть использована для компьютерной диагностики готовности к научно-исследовательской деятельности студентов и учителей. Такая диагностика позволит не только автоматизировано выявить уровень готовности к НИР, но выдать рекомендации по развитию той или иной характеристики, показать, насколько респондент приближен к следующему уровню и что ему необходимо сделать для этого.

## Литература

1. Программа популяризации научной, научно-технической и инновационной деятельности, утв. Минэкономразвития России, 24.06.2017. [Электрон. ресурс] URL: <https://legalacts.ru/doc/programma-populjarizatsii-nauchnoi-nauchno-tehnicheskoi-i-innovatsionnoi-deyatelnosti-utv-minekonomrazvitiia/> (дата обращения: 29.04.2019)
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование. [Электрон. ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <http://fgosvo.ru/news/8/1583> (дата обращения: 31.04.2019).
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). [Электрон. ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <http://fgosvo.ru/news/7/1805> (дата обращения: 31.04.2019).
4. Шадчин И.В. Методы оценки уровня готовности студентов вуза к научно-исследовательской деятельности [Электрон. ресурс] // Проблемы и перспективы развития образования: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Пермь, май 2012 г.). Пермь: Меркурий, 2012. С. 170–173. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/58/2276/> (дата обращения: 28.04.2019).
5. Зеер Э. Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход // Наука и образование. 2004. № 3. С. 35–43.
6. Попов Л.М. Психология самодеятельного творчества студентов. Казань: Издательство Казанского университета, 1990. 240 с.
7. Федорова Г.А. Подготовка будущих учителей к организации исследовательской деятельности учащихся в условиях информатизации образования // Вестник ЧГПУ. 2014. № 7. С. 212–219
8. Adey P. A model for the professional development of teachers of thinking // *Thinking Skills and Creativity*. 2006. Vol. 1. Iss. 1. P. 49–56. DOI: 10.1002/jocb.20
9. Baltusite R., Katane I. The structure model of the pedagogy students' readiness for professional activities in the educational environments // *Rural Environ. Educ. Personal*. 2014. 29–41 pp.
10. Kocor M. Teachers' professional competences in theory and practice // *Practice and Theory in Systems of Education*. 2012. № 7 (2). P. 175–187.
11. Baimukhambetova B.S., Naurzybaevna E.K., Li E.D. et al. Preparation of Students of Pedagogical Universities to Guide the Project-Research Activity of Pupils // *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 2016. № 11 (7). P. 2177–2185.
12. Чураева Е.П. Научно-исследовательская компетентность филолога в педагогической деятельности // *Вектор науки ТГУ*. 2013. № 4 (26). С. 300–303.
13. Федорова М.А., Завьялов А.М. Диагностика готовности студентов технического вуза к научно-исследовательской деятельности [Электрон. ресурс] // *Образование и наука*. 2014. №1 (110). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-gotovnosti-studentov-tehnicheskogo-vuza-k-nauchno-issledovatel'skoy-deyatelnosti> (дата обращения: 28.05.2019).
14. Дубовицкая Т.Д. К проблемам диагностики учебной мотивации // *Вопросы психологии*. 2005. № 1. С. 73.
15. Бадмаева Н.Ц. Влияние мотивационного фактора на развитие умственных способностей: Монография. Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2004. 280 с.
16. Шелковникова Н.В. Научно-исследовательская работа студентов на младших курсах аграрных вузов как фактор развития внутренней учебной мотивации [Электрон. ресурс] // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2009. № 4. С. 52–60. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=82> (дата обращения: 09.06.2019).



17. Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Экспресс-диагностика организаторских способностей. В кн.: Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. М., 2002. С. 272–273.

18. Фетискин Н.П., Козлов В. В., Мануйлов Г. М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. М.: Издательство Института Психотерапии, 2002. С. 48.

19. Карпов А.В. Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики. /

А.В. Карпов // Психологический Журнал. 2003. № 5. С. 45–57.

20. Слостенин В.А., Исаев И.Ф., Мищенко А.И., Шиянов Е.Н. Педагогика: Учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений. М.: Школа-Пресс, 1997. 512 с.

21. Зыкова Н.Ю., Лапкина О.С., Хлоповских Ю.Г. Методы математической обработки данных психолого-педагогического исследования: уч. пособие для вузов. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. 2008. 84 с.

## References

1. The program of popularization of scientific, scientific and technical and innovation activities, approved. Ministry of Economic Development of Russia, 06.24.2017. [Internet] URL: <https://legalacts.ru/doc/programma-populjarizatsii-nauchno-nauchno-tehnicheskoi-i-innovatsionnoi-deyatelnosti-utv-minekonomrazvitiya/> (Cited: 29.04.2019). (In Russ.)

2. Federal State Educational Standard of Higher Education in the Direction of Training 44.03.01 Pedagogical education. [Internet]. Portal of the Federal State Educational Standards for Higher Education. URL: <http://fgosvo.ru/news/8/1583> (Cited: 31.04.2019). (In Russ.)

3. Federal State Educational Standard of Higher Education in the direction of training 44.03.05 Pedagogical education (with two training profiles). [Internet]. Portal of the Federal State Educational Standards for Higher Education. URL: <http://fgosvo.ru/news/7/1805> (Cited: 31.04.2019). (In Russ.)

4. SHadchin I.V. Methods for assessing the level of readiness of students of the university for research activities [Internet]. Problemy i perspektivy razvitiya obrazovaniya: materialy II Mezhdunar. nauch. konf. = (g. Perm', may 2012 g.). = Problems and Prospects for the Development of Education: Proceedings of the II International. scientific conf. (Perm, May 2012). Perm: Mercury; 2012: 170-173. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/58/2276/> (Cited: 28.04.2019). (In Russ.)

5. Zeyer E. F. Modernization of vocational education: a competence-based approach. Nauka i obrazovaniye = Science and Education. 2004; (3): 35–43. (In Russ.)

6. Popov L.M. Psikhologiya samodeyatelnogo tvorchestva studentov = Psychology of amateur creativity of students. Kazan: Kazan University Publishing House; 1990. 240 p. (In Russ.)

7. Fedorova G.A. Preparation of future teachers for the organization of research activities of students in the conditions of informatization of education. Vestnik CHGPU = Bulletin of CHGPU. 2014; 7: 212-219. (In Russ.)

8. Adey P. A model for the professional development of teachers of thinking. Thinking Skills

and Creativity. 2006; 1 (1): 49-56. DOI: 10.1002/jobc.20

9. Baltusite R., Katane I. The structure model of the pedagogy students' readiness for professional activities in the educational environments. Rural Environ. Educ. Personal. 2014: 29-41.

10. Kocor M. Teachers' professional competences in theory and practice. Practice and Theory in Systems of Education. 2012; 7(2); 175-187.

11. Baimukhambetova B.S., Nauryzbaeva E.K., Li E.D. et al. Preparation of Students of Pedagogical Universities to Guide the Project-Research Activity of Pupils. International Electronic Journal of Mathematics Education. 2016; 11(7); 2177-2185.

12. CHurayeva E.P. Scientific-research competence of a philologist in pedagogical activity. Vektor nauki TGU = Vector of science at TSU. 2013; 4 (26): 300-303. (In Russ.)

13. Fedorova M.A., Zav'yalov A.M. Diagnostics of the readiness of technical university students for research activities [Internet]. Obrazovaniye i nauka = Education and science. 2014; 1 (110). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-gotovnosti-studentov-tehnicheskogo-vuza-k-nauchno-issledovatel'skoy-deyatelnosti> (Cited: 28.05.2019). (In Russ.)

14. Dubovitskaya T.D. To the problems of diagnosing educational motivation. Voprosy psikhologii = Questions of psychology. 2005 (1): 73. (In Russ.)

15. Badmayeva N.TS. Vliyaniye motivatsionnogo faktora na razvitiye umstvennykh sposobnostey: Monografiya. = Influence of the motivational factor on the development of mental abilities: Monograph. Ulan-Ude: VSSTU Publishing House; 2004. 280 p. (In Russ.)

16. SHELkovnikova N.V. Research work of students at junior courses of agricultural universities as a factor in the development of internal learning motivation [Internet]. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research. 2009 (4): 52-60. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=82> (Cited: 09.06.2019). (In Russ.)

17. Fetiskin N.P., Kozlov V.V., Manuylov G.M. Express diagnostics of organizational skills. In the book: Socio-psychological diagnosis of personality



development and small groups. Moscow; 2002: 272-273. (In Russ.)

18. Fetiskin N.P., Kozlov V. V., Manuylov G. M. Sotsial'no-psikhologicheskaya diagnostika razvitiya lichnosti i malykh grupp = Socio-psychological diagnosis of personality development and small groups. Moscow: Publishing House of the Institute of Psychotherapy; 2002: 48. (In Russ.)

19. Karpov A.V. Reflexivity as a mental property and a method for its diagnosis. Psikhologicheskiy Zhurnal = Psychological Journal. 2003; 5: 45-57. (In Russ.)

20. Slastenin V.A., Isayev I.F., Mishchenko A.I.,

SHiyanov E.N. Pedagogika: Uchebnoye posobiye dlya studentov pedagogicheskikh uchebnykh zavedeniy = Pedagogy: A manual for students of pedagogical educational institutions. Moscow: School-Press; 1997. 512 p. (In Russ.)

21. Zykova N.YU., Lapkova O.S., KHlopovskikh YU.G. Metody matematicheskoy obrabotki dannykh psikhologo-pedagogicheskogo issledovaniya: uch. posobiye dlya vuzov = Methods of mathematical data processing, psychological and pedagogical research: manual for universities. Voronezh: Publishing and Printing Center of the Voronezh State University; 2008. 84 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

##### **Дарья Александровна Бархатова**

К.п.н., доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия  
Эл. почта: darry@mail.ru

##### **Павел Сергеевич Ломаско**

К.п.н., доцент, доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия  
Эл. почта: pavel@lomasko.com

##### **Николай Инсебович Пак**

Д.п.н., профессор кафедры информатики и информационных технологий в образовании, Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия  
Эл. почта: nik@kspu.ru

#### Information about the authors

##### **Darya A. Barkhatova**

Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor of Department of Informatics and Information Technologies in Education Astafyev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: darry@mail.ru

##### **Pavel S. Lomasko**

Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor, Associate Professor of Department of Informatics and Information Technologies in Education Astafyev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: pavel@lomasko.com

##### **Nikolay I. Pak**

Dr. Sci. (Pedagogy), Professor of Department of Informatics and Information Technologies in Education Astafyev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: nik@kspu.ru

## Методика обучения интеллектуальному анализу образовательных данных студентов педагогического вуза

**Цель** статьи состоит в обсуждении и обосновании обучения студентов педагогических ВУЗов интеллектуальному анализу образовательных данных и описанию методической системы обучения студентов со средним уровнем знаний математических и ИТ-дисциплин интеллектуальному анализу образовательных данных, способствующей развитию научно-исследовательской компетентности студентов. Актуальность исследования обусловлена требованиями к способности выпускников высших учебных заведений проводить анализ информации и осуществлять исследовательскую деятельность с применением современных методов и технологий, которые обозначаются в образовательных стандартах и государственном заказе и связаны с все возрастающим количеством накапливаемых данных в различных областях деятельности и стоимостью добываемых из них знаний.

**Материалы и методы.** В статье описывается авторская методика обучения интеллектуальному анализу образовательных данных, разработанная на основе: анализа требований и ожиданий к уровню исследовательской компетентности, навыкам анализа данных и современному образованию в целом; сравнении и анализе содержания учебных программ вузов, книг и курсов по интеллектуальному анализу данных и смежным дисциплинам, обобщении педагогического опыта к соответствующей подготовке. Основными аспектами, лежащими в основе методики, являются: форма перевернутого обучения, концентрическая (итеративная) структура содержания, исследовательские методы обучения, комплекс практических

заданий на развитие исследовательских компетенций и программное средство Weka для интеллектуального анализа данных в качестве основного технического средства обучения, на основе которого реализуются практические задания. Эффективность разработанной методической системы проверялась путем наблюдения за учебным процессом, анкетирования студентов и статистической обработки данных анкет.

**Результаты.** В ходе исследования обосновано обучение интеллектуальному анализу образовательных данных студентов педагогических ВУЗов, обучающихся на математических и информационных направлениях; предложена методика обучения. Экспериментальное внедрение методики показало, что применение разработанной методики для студентов старших курсов педагогического вуза позволяет повысить уровень исследовательской компетентности студентов и существенно развить компетенцию анализа данных.

**Заключение.** Описанная методическая система может быть частично или полностью использована преподавателями и методистами для обучения анализу данных на современном уровне и развития научно-исследовательской компетентности студентов со средним уровнем знания математических и ИТ-дисциплин.

**Ключевые слова:** интеллектуальный анализ данных, обучение интеллектуальному анализу данных, интеллектуальный анализ образовательных данных, исследовательская компетентность, перевернутый класс, концентрическое обучение

Ekaterina A. Terbusheva

Herzen State Pedagogical University, Saint-Petersburg, Russia

## Methods of teaching educational data mining for pedagogical students

**The aim** of the article is to discuss and argue teaching educational data mining for pedagogical students and to describe the methodical system of educational data mining teaching for students with a middle level of mathematical and IT disciplines, that contributes to the development of student's research competence. The relevance of the study is determined by the requirements for the ability of higher education graduates to analyze information and perform research using modern methods and technologies that are mentioned in the educational standards and the government order. They are associated with an increasing amount of accumulated data in various fields and the cost of the knowledge extracted from data.

**Materials and methods.** The article describes the author's methodical system of educational data mining teaching, which was developed rely on: analysis of requirements and expectations to the research competence level, data analysis skills and modern education in general; comparison and analysis of the content of educational programs, books and courses on data mining and related disciplines, generalization of pedagogical experience. The main aspects underlying the methodology: a form of flipped learning, a concentric (iterative) content structure,

research teaching methods, a set of practical tasks for developing research competencies and Weka software for data mining as the main technical training tool for practical tasks implementation. The effectiveness of the developed methodological system was tested by the educational process monitoring, students questioning and statistical processing of questionnaires data.

**Results.** The study shows the relevance of educational data mining teaching for students of pedagogical universities, studying in mathematical and informational specialization. The use of the described methodic system for senior pedagogical students allows increasing the level of research competence of students and significantly developing the competence of data analysis.

**Conclusion.** The described methodical system can be used partially or completely by teachers and methodologists for teaching data analysis at the modern level and development of research competence of students with an average level of knowledge in mathematical and IT disciplines.

**Keywords:** data mining, teaching of data mining, education data mining, research competence, flipped classroom, concentric content model

## Введение

Современные тенденции в области цифровизации образования приводят к накоплению больших объемов данных, которые содержат скрытые шаблоны и закономерности и могут быть использованы для принятия решений с целью повышения качества образования. Процесс обнаружения таких скрытых и потенциально полезных закономерностей в данных называется интеллектуальным анализом данных (ИАД). Опыт применения методов ИАД в сфере образования аккумулируется в сравнительно новом направлении, обозначенном в 2008 году и получившем название «Интеллектуальный анализ образовательных данных» (ИАОД, англ. Educational Data Mining, EDM). Также данное направление в некоторых источниках переводится как «Анализ образовательных данных» (АОД). ИАОД представляет собой научное направление, связанное с разработкой методов изучения уникальных данных, получаемых из образовательных учреждений и с использованием этих методов для лучшего понимания студенческого запроса и повышения качества процесса образования.

Примерами исследований по анализу образовательных данных с применением методов ИАД являются: выявление зависимостей между баллами ЕГЭ и дальнейшей успеваемостью студентов [1], оценка качества проведения курсов на основе опроса слушателей [2], оценка качества курсовых работ [3]. В работах [4–6] описываются подходы к созданию систем обработки накапливаемых в вузах данных, в которые встраиваются методы ИАД. В литературе [7–12] рассматриваются перспективы применения методов интеллектуального анализа данных в сфере образования и на основе анализа научных статей выде-

ляются следующие направления применения методов ИАОД: обеспечение обратной связи для поддержки преподавателей, разработка индивидуального образовательного маршрута, прогнозирование успеваемости учащихся, разделение студентов на группы, выявление поведенческих стереотипов студенчества, построение модели студента, моделирование образовательного содержания обучения, разработка концептуальных карт, оценка качества образования и др.

В связи с широкими возможностями ИАОД для решения задач образования актуальным становится вопрос подготовки специалистов, владеющих соответствующими методами обработки и анализа образовательных данных. В настоящий момент целенаправленных программ обучения будущих специалистов интеллектуальному анализу образовательных данных в РФ нет, как нет и соответствующих русскоязычных курсов или учебной литературы.

Дисциплины по ИАД активно вводятся в программы обучения будущих специалистов в области Информационных технологий [13–15], но задачи и проблемы области образования, а также специфика обработки образовательных данных в них не рассматриваются. Вопрос актуальности смежного курса «Машинное обучение» при подготовке учителей математики и информатики поднимался Кузнецовым О.А. [16], по мнению которого изучение основ машинного обучения поможет будущим учителям сгладить переход в сознании школьника от восприятия функционирования современного цифрового мира как черного ящика к пониманию того, что это интересная и сложная интеграция математики и информатики. В ряде зарубежных университетов: Пенсильванском университете

(США), педагогическом колледже Колумбийского университета, университете Хельсинки проводятся курсы по ИАОД. Обучение студентов интеллектуальному анализу образовательных данных здесь часто строится на чтении и обсуждении научных статей, связанных с ИАД по этой предметной области и выполнении самостоятельных проектов.

В федеральных образовательных стандартах высшего образования РФ к будущим специалистам предъявляются требования к знанию современных методов обработки экспериментальных данных и компьютерных систем обработки данных, а в государственном запросе отмечается актуальность повышения эффективности исследовательской работы и необходимость в подготовке молодых специалистов к инновационной и исследовательской деятельности, что требует развития новых исследовательских компетенций. С нашей точки зрения, приобретение навыков анализа данных и развитие исследовательской компетентности на современном уровне являются тесно связанными задачами. С одной стороны, компетенции по анализу данных являются необходимой составляющей научно-исследовательской компетентности (НИК). С другой стороны, для проведения качественного интеллектуального анализа данных необходимо обладание исследовательской компетентностью, поскольку любая задача ИАД является по сути исследовательской задачей и имеет с исследованием схожие этапы (сбор данных, предобработка данных, анализ данных, оценка результатов).

Возможность обучения ИАОД студентов педагогических направлений с целью развития профессиональных и научно-исследовательских компетенций была рассмотрена в статье [17]. Здесь выде-

лены основные аспекты, способствующие естественным образом воспитанию НИК при освоении курса: специфика аппарата ИАД, навыки сравнения и аналитики, совершенствование англоязычных навыков, развитие поисковых навыков, практика в решении междисциплинарных задач, практика в решении исследовательских задач.

Таким образом, введение в учебную программу курса по интеллектуальному анализу образовательных данных может способствовать устранению противоречий между необходимостью в специалистах, владеющих современными методами анализа образовательных данных и отсутствием соответствующей подготовки в российских вузах, между требуемым уровнем научно-исследовательской компетентности для успешного проведения исследований и недостаточным уровнем НИК выпускников. Целью данной работы является разработка подходов к введению такого курса и подробное описание методической системы обучения ИАОД.

### Подходы к отбору контингента обучаемых ИАОД

Прежде, чем остановиться на подробном описании предлагаемой нами методики обучения интеллектуальному анализу образовательных данных, рассмотрим варианты контингента обучаемых, для которых в педагогических вузах может быть развернута учебная дискуссия (или образовательный процесс) по ИАОД.

Мы выделяем три принципиально различных подхода к отбору специалистов для обучения ИАОД:

**1. Студенты ИТ направлений.** В настоящее время именно для студентов ИТ направлений активно вводятся дисциплины по интеллектуальному анализу данных, машинному обучению, нейрон-

ным сетям и другим смежным дисциплинам. Также открываются отдельные магистратуры, готовящие специалистов по анализу данных. В данном случае предполагается, что ИТ-специалист сможет работать с любыми данными в любых областях. Отдельно специфика анализа образовательных данных не рассматривается.

*Минусом* данного подхода является необходимость дополнительных временных затрат ИТ-специалиста для изучения образовательной среды, образовательного запроса, стандартов и специфики образовательных систем и данных. Открытыми вопросами являются готовность технических специалистов к работе в сфере образования, обеспеченность участников рынка труда необходимым числом специалистов по анализу данных, готовность и возможность образовательных учреждений оплачивать работу подобных специалистов.

*Плюсом* является наличие технических знаний и опыта для качественного решения задачи анализа данных после изучения предметной области.

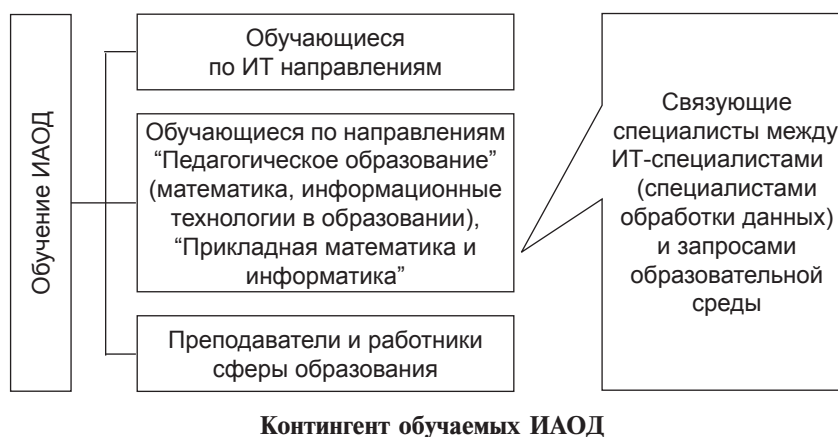
**2. Студенты педагогических вузов, обучающихся на математических и информационных направлениях,** таких как “Педагогическое образование” (математика, информационные технологии в образовании), “Прикладная математика и информатика” и т.п. В силу педагогической направ-

ленности вуза данная группа будущих специалистов тесно связана с образовательной системой, как правило знакома с тенденциями, существующими проблемами и запросами образования, существующими методиками обучения и образовательными данными. С другой стороны, выбор студентов математических и технических специализаций данного вуза позволит им освоить курс по интеллектуальному анализу образовательных данных, вникая в существующие подходы и алгоритмы.

*Минусами* данного подхода является более слабая техническая подготовка студентов по сравнению со студентами профильных вузов, необходимость в разработке соответствующего курса и совершенствование программ предшествующих курсов, знания из которых необходимы для освоения ИАД, нехватка преподавателей, готовых поддерживать данную дисциплину.

*Плюсами* является заинтересованность студентов в работе в области образования и овладении современными технологиями и инструментами для осуществления профессиональной деятельности.

**3. Будущие преподаватели и работники сферы образования.** Здесь предполагается обучение ИАОД всех будущих (в программе обучения студентов по направлению педагогического образования) и настоящих (в рамках программ повышения





квалификации) специалистов сферы образования.

*Минусами* является недостаточность знаний дисциплин математического и информационного циклов для освоения методов интеллектуального анализа данных на детальном уровне.

*Плюсами* — знание о возможных закономерностях в данных и некоторых путях их поиска, современных инструментах ИАД и примерах анализа образовательных данных; возможность применять методы ИАД с помощью соответствующих компьютерных программ для анализа своей деятельности.

Нам представляется оптимальным второй подход, когда интеллектуальному анализу образовательных данных обучаются студенты математических и информационных направлений подготовки педагогических ВУЗов (рисунок). В этом случае образуются специалисты, готовые к анализу данных своей профессиональной деятельности с помощью современных методов и средств, способные передавать в случае работы в учебных заведениях свои знания по ИАД обучаемым, участвовать в организации исследовательской деятельности и готовые выступить при необходимости в качестве посредников между запросами образовательной среды и ИТ-специалистами.

#### **Организация методической системы обучения ИАОД**

**4.1. Цели обучения.** Развитие научно-исследовательских компетенций посредством работы с аппаратом интеллектуального анализа данных, развитие навыков интеллектуального анализа данных, знакомство с интеллектуальным анализом образовательных данных.

Под развитием научно-исследовательских компетенций мы понимаем развитие ка-

честв и умений, являющихся составляющими структурных компонентов НИК. К ним относятся: самостоятельность, саморазвитие, усердность, настойчивость, рефлексивность, целеустремленность, научное общение, способность донести информацию, иноязычное общение, методы исследования, анализ данных, мотивация к исследованиям и др. Детальнее возможности ИАД для развития НИК рассматриваются в работах [17, 18].

**4.2. Формы обучения.** Развитие информационной цифровой образовательной среды, появление новых форм обучения позволяет сделать более эффективным процесс обучения. В качестве основной формы реализации учебного процесса нами была выбрана форма перевернутого класса. «Перевернутый класс» предполагает самостоятельное изучение традиционного лекционного (теоретического) материала в качестве домашнего задания, в то время как в классе уделяется время активному обучению и практическому закреплению пройденного материала. Учитывая специфику учебного процесса в высших учебных заведениях отойдем от понятий «класс» и «домашнее задание» к понятиям аудиторной и самостоятельной (внеаудиторной) работы.

Мы выделяем следующие преимущества формы обучения «Перевернутый класс» при обучении студентов интеллектуальному анализу данных, способствующие достижению поставленных выше целей:

- Аудиторные часы освобождаются для реализации практической составляющей курса, что является особенно важным при освоении дисциплин информационного цикла.

- В аудитории у преподавателя есть возможность наблюдать процесс выполнения заданий, скорректировать действия студента для достижения требуемого результата, научить

преодолевать трудности в работе.

- Больше возможностей для организации активного обучения.

- Во время аудиторных занятий обучаемые сосредоточены на высших формах когнитивной деятельности в соответствии с перевернутой таксономией Блума, т. е. на применении, анализе, оценке и создании, что способствует развитию научно-исследовательской компетентности под контролем преподавателя, а наиболее низшие уровни познавательной деятельности, такие как запоминание и понимание, практикуются во внеаудиторные часы.

**4.3. Методы и средства обучения.** При работе студентов с новым материалом мы выделяем несколько последовательных этапов: 1) самостоятельное изучение теоретических материалов, 2) тестирование в аудитории, 3) обсуждение, 4) совместная работа, 5) индивидуальная работа. Таким образом, начинается цикл освоения новой темы с самостоятельного изучения теоретического материала во внеаудиторные часы, что соответствует формату перевернутого обучения. Остальной учебный материал по теме спланирован таким образом, чтобы этапы 2–5 цикла, соответствующие аудиторным занятиям, проходили за 4 академических часа.

Для достижения поставленных целей обучения рекомендуется применять методы обучения, способствующие формированию НИК. В зависимости от этапа текущего цикла нами были использованы следующие методы и средства, показанные в таблице 1.

**4.4. Программное обеспечение Weka как средство обучения.** Реализация практических заданий на развитие исследовательских компетенций возможна с помощью существующих программных средств

Методы и средства обучения

| Этап цикла работы с новым материалом              | Методы обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Средства обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Самостоятельное изучение теоретических материалов | Самостоятельная работа: чтение/изучение электронных материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Разработанные теоретические материалы (включая определения, примеры, алгоритмы) по темам в соответствии с отобранным содержанием.</li> <li>Среда Moodle для размещения материалов и дистанционной поддержки курса.</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |
| Тестирование                                      | Тестирование (в начале каждого аудиторного занятия проводится тестирование, на котором предлагаются вопросы по теоретическому материалу. Вопросы тестов имеют различный характер — на воспроизведение информации, выделение и формулирование основных идей, понимание изученного, сравнение, применение. Тестирование рассматривается нами именно как метод обучения, а не оценки. Вторая функция тестирования — мотивационная к самостоятельному изучению теоретического материала) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Набор тестовых вопросов по каждой теме.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Обсуждение                                        | Обсуждение, объяснение, дискуссия (после этапа тестирования применяются словесные методы обучения, со студентами разбираются вопросы, вызвавшие затруднения)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Набор тестовых вопросов по каждой теме.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Совместная работа                                 | Обсуждение, объяснение, дискуссия. Иллюстрация и демонстрация. Воспроизводящие упражнения (объясняются некоторые теоретические моменты, обсуждаются результаты, полученные при работе в системе при выполнении определенной последовательности действий)                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Презентации. Содержат в себе повторение теоретического материала с дополнительными иллюстрациями и примерами, а также инструкции и примеры по работе в программе интеллектуального анализа данных — Weka. Являются промежуточным средством обучения, способствующим переходу от теории к практике.</li> <li>Weka. Открытое программное обеспечение для интеллектуального анализа данных и машинного обучения.</li> </ul> |
| Индивидуальная работа                             | Тренировочные упражнения. Исследовательские методы: сравнение, анализ, синтез, эксперимент.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Исследовательские задачи и упражнения на формирование тех или иных исследовательских компетенций.</li> <li>Методические указания к заданиям.</li> <li>Weka и другие программы для анализа данных (служат техническими средствами для реализации заданий).</li> <li>Среда Moodle для размещения материалов и дистанционной поддержки курса.</li> </ul>                                                                    |

для интеллектуального анализа данных. Программы ИАД сгруппированы нами следующим образом:

1) программы, включающие в себя возможность ИАД как часть основного или дополнительно устанавливаемого функционала; в настоящее время сюда относятся многие изначально статистические программы (Statistica, Matlab, Deductor, SPSS Statistics и др.);

2) специализированные программы для ИАД, т.е. такие, которые изначально создавались для решения задач именно интеллектуального анализа данных (RapidMiner, Orange, Weka, Knime, и др.);

3) программные среды для программирования ИАД (R, Python и др.).

Для первоначального знакомства с возможностями ИАД было решено использовать программы, разработанные специально для ИАД. Это позволяет сосредоточиться на методах ИАД без перегрузки разнообразным функционалом (в отличие от п. 1) и при этом не погружаться в детали реализации методов и изучение нового языка программирования (в отличие от п. 3).

Среди представителей второй группы программ была выбрана программа Weka — свободно распространяемое ПО разработанное в университете

Вайкато, Новая Зеландия [19]. Эту программу характеризует неперегруженный интуитивно понятный интерфейс и при этом сильный функционал. В Weka реализованы ряд методов для предварительной обработки данных (дискретизация, нормализация, преобразование типа атрибутов, добавление шумов, замещение пропущенных значений, манипуляции с атрибутами и значениями и др.), классификации (ленивые методы — k ближайших соседей и др., на основе деревьев — C4.5, случайный лес и др., на основе правил — таблица решений и др., байесовские методы, методы на основе функций и правил и др.), регрессии

(линейная регрессия, логистическая регрессия, SMO и др.), кластеризации ( $k$ -среднее, EM, иерархическая кластеризация и др.), поиска ассоциативных правил (Apriori, FPG). Также предусмотрены современные возможности визуализации результатов, построение потоков работ, работа через командную строку. Отдельно отметим, что в программе, в отличие от известных нам аналогичных средств, есть панель “Экспериментатор”, позволяющая проводить серию экспериментов и сравнивать различные подходы. В мировом научном сообществе Weka часто используется для проведения небольших исследований, как в области образования [20, 21], так и в других областях [22, 23]. Таким образом, в нашей методике программа Weka является ключевым техническим средством обучения.

Студентам в процессе обучения предлагается познакомиться и с другими, отличными от Weka, средствами ИАД. По выбранному программному средству обучаемым необходимо подготовить презентацию, к которой предъявляются следующие требования: в презентации должны быть отражены название программы, электронный адрес и условия доступа, краткое описание функционала, примеры интеллектуального анализа данных, краткий отзыв о работе программного средства. В дальнейшем, после обсуждения презентаций в аудитории, в ряде последующих заданий на выбор предлагается использование данных средств.

#### 4.5. Содержание обучения.

При формировании содержания мы опирались на принципы соответствия цели обучения, профессиональной направленности, фундаментальности, развивающего обучения, доступности содержания, междисциплинарности и практической направленности. В курсе выделяются теорети-

ческая и практическая части. Для практики разработаны задания, направленные на закрепление, понимание и применение изученного материала, освоение программного обеспечения для анализа данных и машинного обучения Weka и развитие научно-исследовательских компетенций. Как правило для коротких курсов в 1–2 семестра используется линейная структура содержания. В разработанной методике для изложения материала выбрана концентрическая структура, которая предполагает возвращение к ранее изученным знаниям, повторение одного и того же вопроса несколько раз с постепенным расширением его содержания, обогащением новыми сведениями, связями и зависимостями [24, с. 65–78]. Это объясняется тем, что студенты педагогических вузов часто имеют по сравнению со студентами технических вузов более слабый уровень подготовки в области прикладной математики и информационных технологий, включающей такие дисциплины как теория алгоритмов, программирование, структуры данных, математическая статистика и др., которые необходимы для

глубокого понимания курса интеллектуального анализа данных. Концентрическая структура изложения содержания призвана облегчить восприятие студентами принципиально нового и сложного для них курса. В содержании курса нами были выделены три концентратора, основные цели которых обозначены в табл. 2. В каждом концентре на разном уровне рассматриваются ключевые темы ИАД, как препроцессинг, поиск ассоциативных правил и последовательных шаблонов, регрессия и классификация, кластеризация. Концентрическая модель обучения идейно схожа с успешно себя зарекомендовавшей итерационной моделью разработки программного обеспечения. Каждый концентр представляет собой некоторую итерацию в процессе обучения.

Подробно приведем содержание теоретической части.

**Итерация 1:** Понятия и основные задачи ИАД. Знакомство с системой Weka. Предварительная обработка данных (примеры задач, преобразование в требуемый формат, дискретизация). Ассоциативные правила (понятие ассоциативного правила, определение

Таблица 2

Цели обучения по итерациям

| Номер итерации | Теория                                                                         | Практика                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 итерация     | Знакомство с основными понятиями и задачами ИАД.                               | Знакомство с программой Weka, выработка навыков поиска новой информации, необходимой для работы в программе.                                                                                                                                                                                   |
| 2 итерация     | Углубленное изучение обозначенных на первой итерации задач                     | Уверенное пользование системой Weka, обзор возможностей системы. Применение изученных методов ИАД для решения задач. Выработка навыков сравнения различных подходов для решения задачи, сопоставления различных форм представления результатов, анализа и критического осмысления результатов. |
| 3 итерация     | Задачи интеллектуального анализа данных в образовании. Дополнительный материал | Работа с образовательными данными. Свободное владение изученными методами. Выполнение проектов / исследовательских задач, в т.ч. требующих самостоятельной постановки цели, выбора подхода к решению и анализа результатов.                                                                    |

поддержки и достоверности правила, примеры, алгоритм Априори). Классификация (отличие от задачи регрессии, этапы классификации, понятие ленивых и активных классификаторов, простейшие алгоритмы ZeroR и OneR). Линейная регрессия (постановка задачи, гипотеза и функция стоимости, метод градиентного спуска). Кластеризация (классификация алгоритмов кластеризации: плоские и иерархические, четкие и нечеткие. Алгоритм  $k$ -среднее, примеры метрик для определения “похожести” объектов, иерархическая кластеризация и метрики расстояний между кластерами).

**Итерация 2:** Знакомство с различными программами для ИАД. Предварительная обработка данных (примеры проблем в данных (пропуски, противоречивость, аномальные значения, шумы) и подходы к их устранению, оптимизация данных). Последовательные шаблоны (понятие, алгоритм поиска последовательных шаблонов по R. Agrawal и R. Srikant). Классификация (обобщение формулы Байеса, наивный байесовский классификатор, пример пошаговой работы алгоритма). Кластеризация (классификация алгоритмов кластеризации: методы разбиения, иерархические методы, методы на основе плотности, на основе сетки, на основе моделей. Алгоритм EM/Expectation-Maximization).

**Итерация 3:** Предварительная обработка данных (выборка атрибутов: методы поиска оптимального подмножества атрибутов, схемо-зависимые и схемо-независимые методы оценки подмножества атрибутов). Классификация текстов. Интеллектуальный анализ данных в образовании (примеры задач и методов ИАД для их решения, разбор научных статей по ИАОД). Материал по выбору (алгоритм классификации C4.5 путем построения

дерева решений, потоки работ, работа в различных системах ИАД и др.)

Таким образом, специфика анализа образовательных данных появляется только в третьем концентре, в то время как на первых двух происходит освоение терминологического аппарата интеллектуального анализа данных, изучение основных задач, методов и алгоритмов. На третьей итерации после знакомства с данными в сфере образования, существующими задачами, интеллектуальным анализом образовательных данных, с изучением возможностей и примеров применения ИАД для образовательных целей, на практике студенты работают в основном с образовательными данными.

#### Обсуждение результатов исследования

Участниками исследования по апробированию описанной методики выступили бакалавры 4 курса Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, обучающиеся по направлению «Прикладная математика и информатика». Курс по интеллектуальному анализу данных в объеме 72 часа проводился в течение трех лет (2016–2018 г.). За три года слушателями курса были 37 человек. Работа по разработанной методике осуществлялась в небольших группах 7–11 человек в связи с низкой наполняемостью групп.

Наше наблюдение в ходе учебного процесса показало, что в начале обучения студенты в целом демонстрируют низкий для 4 курса уровень исследовательской компетентности. Типичными ситуациями являются следующие:

- *Действия студента:* Если при работе с программой появляется системное сообщение об ошибке, то студент сразу обращается за помощью к преподавателю, не пытаясь само-

стоятельно понять данное сообщение, найти информацию о способах ее устранения на тематических форумах в сети Интернет или решить задачу другим способом.

- *Недостаточное развитие следующих составляющих НИК:* самостоятельность, усердность, находчивость, целеустремленность, иноязычное общение (т.к. сообщение на английском языке), поиск информации.

- *Действия студента:* При знакомстве с новым алгоритмом и обнаружении некоторых неизвестных параметров, студентом не осуществляется изучение или поиск описания данных параметров и примеров их задания, а остаются значения, установленные по умолчанию. *Недостаточное развитие следующих составляющих НИК:* критическое мышление, ориентация на результат, поиск информации, алгоритмы и методы анализа данных.

- При выполнении домашнего задания незнакомый термин или мало знакомый теоретический материал пропускается без попыток найти дополнительные источники информации по нему и понять написанное.

- *Недостаточное развитие следующих составляющих НИК:* самостоятельность, саморазвитие, ответственность, рефлексивность, усердность.

На последней третьей итерации в курсе студенты демонстрируют большую заинтересованность, самостоятельность и настойчивость в разрешении проблемных ситуаций, лучше справляются с творческими и исследовательскими заданиями.

После окончания обучения студентам было предложено самостоятельно оценить степень влияния курса на развитие у себя тех или иных качеств, являющихся составляющими научно-исследовательской компетентности. Напротив каждого свойства нужно было проставить балл от 0 до 3, где



0 — никак не повлиял, 1 — незначительно повлиял, 2 — средне повлиял, 3 — сильно повлиял. По мнению студентов, курс значительно поспособствовал повышению уровня знаний в области анализа данных, развитию таких качеств, как самостоятельность, ориентация на результат, эрудиция. Влияние средней степени курса оказал на повышение мотивации к исследованиям, способность донести информацию, усердность, критическое мышление, рефлексивность, целеустремленность, находчивость и способность анализировать.

Другая анкета была направлена на оценку методики обучения и отношения к дисциплине. Результаты показали, что:

- 100% учащихся сочли данный курс полезным;
- 95% учащихся посчитали курс интересным;
- для 95% учащихся форма подачи материала оказалась доступной, для 5% — частично доступной;
- 86% думают, что им могут пригодиться полученные знания, 14% — нет.
- 16% планируют изучать данный предмет далее самостоятельно, 32% — не планируют изучать данный предмет далее самостоятельно и 52% планируют изучать при необходимости в дальнейшей профессиональной деятельности;

В ответах студентов на вопрос «Что Вам понравилось в курсе, показалось особенно интересным?» были выделены практическая направленность курса и его полезность, применение видов анализа на реальных задачах, изучение и разбор алгоритмов, работа в программе. Некоторыми студентами было отмечено, что понравилось самостоятельно изучать новый инструмент ИАД и готовить по нему презентацию, а также слушать выступления одногруппников. Другим примером является ответ: «Проводить мини-исследовательскую работу».

К необходимости самостоятельного изучения теоретического материала, что соответствует формату перевёрнутого обучения, студенты первоначально относятся сдержанно-негативно. Тем не менее, в процессе курса меняют свое мнение, отмечая, что тестирования носят не оценочный характер, а стимулирующий к предварительному прочтению материала и вспомогательный для определения непонятных моментов и дальнейшего их детального рассмотрения. Приведем мнение из анкеты: «Мне понравилась несколько новая для меня форма работы: тесты, которые поначалу воспринимались негативно, действительно заставляют готовиться и разбираться в материале, что является большим плюсом; основная работа была практической, используя теор. часть, которую разобрали дома, что тоже очень помогает воспринимать материал», «Немного повторяющиеся вопросы в тестовых заданиях помогают лучше отложиться информации в голове». В целом после первых недель напряжение от столкновения с перевёрнутым обучением спадает, студенты принимают данный формат, спокойно относятся к изучению теории самостоятельно и с готовностью и интересом участвуют в практической работе в классе, что является важным для освоения практически направленного курса.

20% учащихся в течение учебного семестра выразили желание выполнять дипломную работу в области анализа данных. Некоторые студенты применили приобретенные в курсе знания для обработки экспериментальных данных в своих дипломных проектах.

### Заключение

В статье для знакомства студентов педагогических вузов с современными возможностями обработки и анализа

экспериментальных данных предлагается ввести курс «Интеллектуальный анализ образовательных данных», в рамках которого студенты изучают теоретические и практические аспекты анализа данных, возможности применения ИАД для решения задач образования. В основе предлагаемой методической системы обучения лежат концентрическая структура содержания, форма перевёрнутый класс, исследовательские методы обучения. Как показало проведенное исследование, обучение студентов в соответствии с описанной методикой повышает интерес студентов к области анализа данных, позволяет приобрести навыки решения исследовательских задач с помощью современных методов и инструментов анализа данных, способствует повышению мотивации к исследованиям, развивает такие необходимые для научно-исследовательской деятельности качества, как самостоятельность, ориентация на результат, способность донести информацию, усердность, критическое мышление, находчивость, рефлексивность, целеустремленность, способность анализировать.

Дальнейшие перспективы настоящей работы заключаются в создании системы взаимосвязанных курсов, способной подготовить квалифицированного специалиста в области интеллектуального анализа образовательных данных.

Авторы считают актуальными дальнейшие обсуждения в научном сообществе таких вопросов, как подходы и методики обучения студентов анализу данных на современном уровне, целесообразность и возможность обучения студентов гуманитарных направлений методам ИАД, необходимая степень «погружения» непрофильных студентов (не ИТ направлений) в сферу ИАД для выполнения грамотного анализа экспериментальных данных.

## Литература

1. Петрова М. В., Ануфриева Д. А. Исследование возможностей методов интеллектуального анализа данных при моделировании образовательного процесса в ВУЗе // Вестник Чувашского университета. 2013. № 3. С. 280–285.
2. Гальченко М.И., Гущинский А.Г. Data Mining и статистические методы при оценивании качества курсов повышения квалификации // Открытое образование. 2014. № 6. С. 15–22.
3. Шамсутдинова Т.М. Оценка качества курсовых работ: компетентностный подход // Образование и наука. 2018. № 2 (20). С. 180–195.
4. Акимов А. А. Проектирование информационно-аналитической системы мониторинга на базе технологий OLAP и Data Mining // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». 2011. Т. 1. С. 235–239.
5. Зорина Н.В., Панченко В.М. Экспериментальный программный комплекс для моделирования и интерпретации процессов анализа образовательных данных // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. № 4. С. 207–215.
6. Горлушкина Н.Н., Коцюба И.Ю., Хлопотов М.В. Задачи и методы интеллектуального анализа образовательных данных для поддержки принятия решений // Образовательные технологии и общество. 2015. № 1. С. 472–482.
7. Bakhshinategh B., Zaiane O., Elatia S., Ipperciel D. Educational data mining applications and tasks: A survey of the last 10 years // Education and Information Technologies. 2018. Vol. 23. № 1. P. 537–553. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9616-z>
8. Romero C., Ventura S. Educational Data Mining: A Review of the State of the Art // IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics. Part C (Applications and Reviews). 2010. V. 40. № 6. P. 601–618. DOI: <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2010.2053532>
9. Белоножко П.П., Карпенко А.П., Храмов Д.А. Анализ образовательных данных: направления и перспективы применения [Электрон. ресурс] // Интернет-журнал «Науковедение». 2017. Том 9. № 4. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/15TVN417.pdf> (дата обращения: 18.01.2019)
10. Веряев А.А., Татарникова Г.В. Educational Data Mining и Learning Analytics – направления развития образовательной квалитологии // Преподаватель XXI век. 2016. № 2. С. 150–160.
11. Абруков В.С., Ефремов Л.Г., Кошечев И.Г. Возможности создания системы поддержки принятия решений и управления вузом с помощью аналитической платформы Deductor // Интеграция образования. 2013. № 1 (70). С. 17–23.
12. Пиотровская К.Р., Тербушева Е.А. Интеллектуальный анализ данных в педагогической аналитике // Техническое творчество молодёжи. 2016. № 2 (96). С. 10–14.
13. Ризаев И.С., Яхина З.Т., Мифтахутдинов Д.И. Компьютерные технологии обучения методам Data Mining обработки данных // Образовательные технологии и общество. 2015. № 2. С. 514–526.
14. Нестеров С. А. Об обучении технологиям интеллектуального анализа данных в рамках курса «Корпоративные системы баз данных» // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. Материалы XIV открытой Всероссийской конференции (г. Санкт-Петербург, 19–20 мая 2016 г.) СПб.: СПбГУ, 2016. С. 78–79.
15. Бодряков В.Ю., Быков А.А. Методические подходы к обучению студентов направления «Прикладная математика и информатика» основам интеллектуальной обработки Больших данных // Педагогическое образование в России. 2016. № 7. С. 145–152.
16. Кузнецов О.А. Курс «Машинное обучение» при подготовке учителей математики и информатики // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. Материалы XVI открытой Всероссийской конференции (14–15 мая 2018 г., Москва) М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 55–57.
17. Тербушева Е.А. Развитие научно-исследовательской компетентности будущих педагогов для эффективной работы в высокотехнологической образовательной среде // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве. Сборник научных статей по материалам международной научной конференции (12–26 марта 2018 г., Санкт-Петербург) СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. С. 178–182.
18. Пиотровская К.Р., Тербушева Е.А. Интеллектуальный анализ данных и развитие научно-исследовательских компетенций бакалавров [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26084> (дата обращения: 08.06.2019)
19. Eibe Frank, Mark A. Hall, Ian H. Witten. The WEKA Workbench. Online Appendix for «Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques». 4th Ed. Burlington: Morgan Kaufmann. 2016.
20. Hajizadeh N., Ahmadzadeh M., Analysis of factors that affect students' academic performance – Data Mining Approach [Электрон. ресурс] // International Journal of advanced studies in Computer Science and Engineering. 2014. V. 3. I. 8. URL: [http://www.ijascse.org/volume-3-issue-8/Data\\_mining\\_approach.pdf](http://www.ijascse.org/volume-3-issue-8/Data_mining_approach.pdf)
21. Sunita B. Aher, Louis Lobo. Applicability of data mining algorithms for recommendation system in e-learning // Proceedings of the International

Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI '12). New York: ACM, 2012. P. 1034–1040.

22. Brenda Reyes Ayala, Jiangping Chen. A machine learning approach to evaluating translation quality // Proceedings of the 17th ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL '17). Piscataway: IEEE Press, 2017. 281–282.

23. Tarek Elghazaly, Amal Mahmoud, and Hesham A. Hefny. Political Sentiment Analysis Using Twitter Data // Proceedings of the International Conference on Internet of things and Cloud Computing (ICC '16). New York: ACM, 2016. 5 p.

24. Подласый И.П. Педагогика. Книга 2. 2-е изд. М.: Владос, 2007. 575 с.

## References

1. Petrova M. V., Anufriyeva D. A. Study of the possibilities of data mining methods in modeling the educational process in the university. *Vestnik Chuvashskogo universiteta* = Bulletin of Chuvash University. 2013; 3: 280–285. (In Russ.)

2. Gal'chenko M.I., Gushchinskiy A.G. Data Mining and statistical methods in assessing the quality of refresher courses. *Otkrytoye obrazovaniye* = Open Education. 2014; 6: 15–22. (In Russ.)

3. SHamsutdinova T.M. Assessment of the quality of coursework: the competence approach. *Obrazovaniye i nauka* = Education and Science. 2018; 2 (20): 180–195. (In Russ.)

4. Akimov A. A. Designing an Information-Analytical Monitoring System Based on OLAP and Data Mining Technologies. *Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma "Nadezhnost' i kachestvo"* = Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality". 2011; 1: 235–239. (In Russ.)

5. Zorina N.V., Panchenko V.M. Experimental software for modeling and interpretation of educational data analysis processes. *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye* = Modern information technologies and IT education. 2017; 4: 207–215. (In Russ.)

6. Gorlushkina N.N., Kotsyuba I.YU., KHlopotov M.V. Objectives and methods of intellectual analysis of educational data to support decision-making. *Obrazovatel'nyye tekhnologii i obshchestvo* = Educational technologies and society. 2015; 1: 472–482. (In Russ.)

7. Bakhshinategh B., Zaiane O., Elatia S., Ipperciel D. Educational data mining applications and tasks: A survey of the last 10 years. *Education and Information Technologies*. 2018; 23; .1; 537–553. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9616-z>

8. Romero C., Ventura: Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics. Part C (Applications and Reviews)*. 2010. V. 40 (6; 601–618. DOI: <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2010.2053532>

9. Belonozhko P.P., Karpenko A.P., KHramov D.A. Analysis of educational data: directions and prospects of application [Internet]. *Internet-zhurnal «Naukovedeniye»* = Internet magazine «Science». 2017; 9 (4). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/15TVN417.pdf> (Cited: 18.01.2019) (In Russ.)

10. Veryayev A.A., Tatarnikova G.V. Educational Data Mining and Learning Analytics - directions for the development of educational quality. *Prepodavatel' KHKHI vek* = Teacher of the XXI century. 2016; 2: 150–160. (In Russ.)

11. Abrukov V.S., Efremov L.G., Koshcheyev I.G. . Opportunities for creating a decision support system and university management using the Deductor analytical platform. *Integratsiya obrazovaniya* = Education Integration. 2013; 1 (70): 17–23. (In Russ.)

12. Piotrovskaya K.R., Terbusheva E.A. Intellectual data analysis in pedagogical analytics. *Tekhnicheskoye tvorchestvo molodëzhi* = Technical creativity of young people. 2016; 2 (96): 10–14. (In Russ.)

13. Rizayev I.S., Yakhina Z.T., Miftakhutdinov D.I. Computer technologies of data mining methods of data processing. *Obrazovatel'nyye tekhnologii i obshchestvo* = Educational technologies and society. 2015; 2: 514–526. (In Russ.)

14. Nesterov: A. About training in data mining technologies in the course «Corporate database systems». *Prepodavaniye informatsionnykh tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii. Materialy XIV otkrytoy Vserossiyskoy konferentsii* = Teaching information technologies in the Russian Federation. Proceedings of the XIV Open All-Russian Conference (St. Petersburg, May 19–20; 2016) Saint Petersburg: SPbSU; 2016: 78–79. (In Russ.)

15. Bodryakov V.YU., Bykov A.A. Methodical approaches to teaching students of the direction "Applied Mathematics and Computer Science" to the basics of intellectual processing of Big Data. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii* = Pedagogical education in Russia. 2016; 7: 145–152. (In Russ.)

16. Kuznetsov O.A. The course "Machine learning" in the preparation of teachers of mathematics and computer science. *Prepodavaniye informatsionnykh tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii. Materialy XVI otkrytoy Vserossiyskoy konferentsii* = Teaching information technologies in the Russian Federation. Proceedings of the XVI Open All-Russian Conference (May 14–15; 2018, Moscow) Moscow: N.E. Bauman MSTU; 2018: 55–57. (In Russ.)

17. Terbusheva E.A. Development of research competence of future teachers for effective work in a high-tech educational environment.

Novyye obrazovatel'nyye strategii v sovremennom informatsionnom prostranstve. Sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = New educational strategies in the modern information space. Collection of scientific articles on the materials of the international scientific conference (March 12-26; 2018, St. Petersburg) Saint Petersburg: A. I. Gertsen RSPU; 2018: 178-182. (In Russ.)

18. Piotrovskaya K.R., Terbusheva E.A. Intellectual data analysis and development of research skills of bachelors [Internet]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. = Modern problems of science and education. 2017; 1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26084> (Cited: 08.06.2019) (In Russ.)

19. Eibe Frank, Mark A. Hall, Ian H. Witten. The WEKA Workbench. Online Appendix for «Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques». 4th Ed. Burlington: Morgan Kaufmann. 2016.

20. Hajizadeh N., Ahmadzadeh M., Analysis of factors that affect students' academic performance -

Data Mining Approach [Internet]. International Journal of advanced studies in Computer Science and Engineering. 2014. V. 3. I. 8. URL: [http://www.ijascse.org/volume-3-issue-8/Data\\_mining\\_approach.pdf](http://www.ijascse.org/volume-3-issue-8/Data_mining_approach.pdf)

21. Sunita B. Aher, Louis Lobo. Applicability of data mining algorithms for recommendation system in e-learning. Proceedings of the International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI '12). New York: ACM; 2012; 1034-1040.

22. Brenda Reyes Ayala, Jiangping Chen. A machine learning approach to evaluating translation quality. Proceedings of the 17th ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL '17). Piscataway: IEEE Press; 2017. 281-282.

23. Tarek Elghazaly, Amal Mahmoud, and Hesham A. Hefny. Political Sentiment Analysis Using Twitter Data. Proceedings of the International Conference on Internet of things and Cloud Computing (ICC '16). New York: ACM; 2016. 5 p.

24. Podlasyy I.P. Pedagogika = Pedagogy. Book 2. 2nd ed. Moscow: Vldos; 2007. 575 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторе

**Екатерина Александровна Тербушева**  
ассистент кафедры методики обучения  
математике и информатике  
Российский государственный педагогический  
университет им. А.И. Герцена,  
Санкт-Петербург, Россия  
Эл. почта: [terbushevae@gmail.com](mailto:terbushevae@gmail.com)

#### Information about the author

**Ekaterina E. Terbusheva**  
Assistant of the Department of Mathematics  
and Informatics Teaching  
Herzen State Pedagogical University,  
Saint-Petersburg, Russia  
E-mail: [terbushevae@gmail.com](mailto:terbushevae@gmail.com)



# Повышение эффективности формирования профессиональных компетенций магистров по направлению «Информационная безопасность» на основе применения CASE-технологий

**Цель исследования.** В современных условиях для построения эффективной системы информационной безопасности предприятия требуются специалисты, обладающие соответствующими профессиональными компетенциями и навыками системного подхода при анализе совокупности факторов, оказывающих влияние на состояние информационной безопасности предприятия. Для подготовки такого рода специалистов требуются качественные изменения в содержании учебных дисциплин, основанные на использовании в процессе построения системы информационной безопасности методов и средств системного анализа.

Существующие в настоящее время подходы в оценке рисков предприятия основаны на формировании реестра его информационных ресурсов, необходимого для дальнейшей обработки рисков. Адекватная оценка стоимости ресурса невозможна без правильного понимания семантики этого ресурса и его роли в реализуемых бизнес-процессах. Современные подходы к вопросу формирования реестра информационных ресурсов предприятия, по мнению авторов, не предлагают эффективной методики выявления ресурсов и оценки их стоимости.

В настоящей работе рассматривается подход, основанный на применении в подготовке магистров по направлению «Информационная безопасность» методики структурно-функционального анализа и CASE-технологий при формировании реестра информационных ресурсов предприятия.

**Материалы и методы.** Для формирования реестра информационных ресурсов предприятия предлагается выполнять построение структурно-функциональной модели предприятия с использованием нотации IDEF0. Моделирование бизнес-процессов выполнялось в среде Business Studio компании «Современные технологии управления».

В качестве примера для анализа рисков рассматривалась деятельность типовой компании IT-индустрии, занимающейся

разработкой и внедрением информационных систем управления предприятием.

**Результаты.** Методика прошла успешную апробацию в учебном процессе. По мнению авторов статьи, использование данной методики при проведении лабораторных занятий для магистров, обучающихся по направлению «Информационная безопасность» позволило повысить эффективность формирования у обучающихся профессиональных компетенций и, следовательно, в целом, качество обучения.

Полученные результаты могут быть использованы не только в качестве методики обучения специалистов в области информационной безопасности. Применение рассматриваемой в статье методики формирования реестра информационных ресурсов предприятия в практической деятельности по обеспечению информационной безопасности предприятия позволит повысить обоснованность решений по защите информации предприятия.

**Заключение.** В работе предложена методика, позволяющая обосновать выбор основных направлений по защите информации предприятия на основе анализа его бизнес-процессов. Отличительной особенностью методики является использование современных CASE-технологий для принятия решений в области информационной безопасности предприятия.

Реализация методики позволяет сформировать реестр информационных ресурсов предприятия, включающий оценку вероятного ущерба по каждому ресурсу. Реестр показывает узкие места в организации защиты, на которые следует обратить первоочередное внимание при планировании мероприятий по защите информации. На основе полученных данных можно сформировать обоснованную с экономической точки зрения стратегию и тактику развития системы защиты информации предприятия.

**Ключевые слова:** CASE-технологии, IDEF0, защита информации, бизнес-процесс

Aleksandr V. Gavrilov, Valeriy A. Sizov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

## Improving the efficiency of the formation of professional competencies Masters in “Information Security” based on the use of CASE-technologies

**Purpose of the study.** In modern conditions, building an effective information security system for an enterprise requires specialists with appropriate professional competencies and systems approach skills in analyzing a combination of factors that influence the state of information security of an enterprise. For the preparation of such kind of specialists, qualitative changes in the content of educational disciplines are required, based on the use of methods and means of system analysis in the process of building an information security system.

The current approaches to assessing the risk of an enterprise are based on the formation of a register of its information resources necessary for the further processing of risks. Adequate assessment of the value of a resource is impossible without a correct understanding of the semantics of this resource and its role in the implemented business processes. Modern approaches to the formation of the register of enterprise information resources, according to the authors, do not offer an effective method of identifying resources and estimating their value.

*This paper considers an approach based on the use of structural and functional analysis methods and CASE-technologies in the formation of a register of information resources of the enterprise in the training of masters in the direction of "Information Security".*

**Materials and methods.** For the formation of the register of enterprise information resources, it is proposed to build a structural-functional enterprise model using the IDEF0 notation. Business process modeling was performed in the Business Studio environment of «Modern Control Technologies».

*As an example for risk analysis, the activities of a typical IT-industry company engaged in the development and implementation of enterprise management information systems were considered.*

**Results.** The technique was successfully tested in the educational process. According to the authors of the article, the use of this technique in conducting laboratory classes for masters enrolled in the "Information Security" direction has made it possible to increase the efficiency of the formation of professional competencies in students and, consequently, in general, the quality of education.

*The results obtained can be used not only as a training method for specialists in the field of information security. The application of the*

*methodology of forming the register of information resources of an enterprise considered in the article in practical activities to ensure the information security of an enterprise will increase the validity of decisions to protect the information of the enterprise.*

**Conclusion.** The paper proposes a method to justify the choice of the main directions for the protection of enterprise information based on the analysis of its business processes. A distinctive feature of the technique is the use of modern CASE-technologies for decision-making in the field of enterprise information security.

*The implementation of the methodology allows you to create a register of information resources of the enterprise, including an assessment of the likely damage for each resource. The registry shows the bottlenecks in the organization of protection, which should be given priority when planning measures to protect information. On the basis of the data obtained, it is possible to form a strategy and tactics for developing an enterprise information protection system that is reasonable from an economic point of view.*

**Keywords:** CASE-technology, IDEF0, information security, business process

## Введение

В современных условиях для построения эффективной системы информационной безопасности предприятия требуются специалисты, обладающие навыками системного подхода при анализе совокупности факторов, оказывающих влияние на состояние информационной безопасности предприятия. Для подготовки такого рода специалистов требуются качественные изменения в содержании учебных дисциплин, основанные на использовании в процессе построения системы информационной безопасности методов и средств системного анализа.

К числу таких методов относится и методика структурно-функционального анализа, базирующаяся, как правило, на широком применении CASE-технологий.

Основой системы информационной безопасности (ИБ) предприятия является процесс управления рисками, направленный на противодействие угрозам и пресечение нарушений ИБ. Процесс управления рисками включает в себя следующие составляющие: описание бизнес-процессов, выявление информационных ресурсов предприятия, выявление степени подверженности предприятия угрозам, которые могут нанести существенный

ущерб, планирования мероприятий по минимизации рисков, реализацию мероприятий по минимизации рисков, оценку эффективности системы управления информационной безопасностью.

Существующие в настоящее время подходы в оценке рисков информационной безопасности предприятия основаны на применении стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 [1], ГОСТ Р ИСО 31000-2010 [2], ISO/IEC 27001-2013 [3], ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799-2005 [4]. При оценивании рисков информационной безопасности необходимо сформировать реестр информационных ресурсов предприятия. Реестр информационных ресурсов представляет собой таблицу, содержащую основную информацию обо всех ресурсах, задействованных в бизнес-процессах, которые попадают в область действия системы управления информационной безопасностью предприятия. Составление такой таблицы необходимо для дальнейшей обработки рисков: выбор методов устранения тех или иных угроз, понижения уровня риска.

Трудность при составлении данного документа заключается, с одной стороны, в необходимости учета всех информационных ресурсов предприятия, с другой — в не-

обходимости (для дальнейшей оценки стоимости ресурса) понимания его семантики и роли в реализуемых бизнес-процессах. Так как информационный ресурс зачастую используется несколькими подразделениями и должностными лицами, то существует также вероятность его дублирования (с различными наименованиями) при построении реестра ресурсов. В настоящее время существует ряд работ, касающихся методик выявления и оценки рисков информационной безопасности предприятия.

В частности, в работе [5] рассматривается методика оценки рисков информационной безопасности предприятия, один из этапов которой — формирование перечня информационных активов предприятия. К информационным активам авторы относят: программное обеспечение, оборудование, обрабатываемую информацию. Математическое ожидание потерь для каждого риска предлагается рассчитывать, как произведение стоимости информационного актива на вероятность реализации угрозы для данного актива. В статье не описывается способ формирования перечня информационных активов. Приводимый пример расчета стоимости актива рассматривает лишь частный случай, не давая представления об общих

принципах оценки стоимости информационных активов предприятия.

В работах [6-9] предлагаются методики расчета рисков информационной безопасности предприятия. В рамках реализации методики выделяются активы организации, однако способы формирования перечня активов авторами не рассматриваются.

По мнению Е.К. Барановой [10], А.М. Астахова [11] величину возможного ущерба для каждого информационного актива предлагается определять с учетом стоимости активов и тяжести последствий нарушения их безопасности. В работе [10] приводится классификация существующих методик оценки рисков информационной безопасности, рассматриваются программные инструменты для управления рисками ИБ.

В работе [12] рассматривается формализованный подход применения деловых игр для повышения эффективности подготовки магистров по программе «Защита информационного пространства субъектов экономической деятельности», однако не рассматривается вопрос разработки игрового профессионального контента.

Авторами [13] обсуждаются проблемы оценивания рисков с использованием метода оценивания на основе нечеткой логики. В контексте решения задач управления рисками авторами предлагается применять методы структурного анализа и проектирования, однако практическая реализация подхода не рассматривается.

Отличительной особенностью работы [14] является определение понятия риска, а также классификация рисков экономической безопасности предприятия. В статье рассматриваются подходы ПАО «Газпром» к обеспечению экономической безопасности предприятия и управлению финансовыми рисками.

Перечисленные исследования внесли серьезный вклад в развитие и совершенствование методик оценки рисков информационной безопасности предприятия, однако их общим недостатком является отсутствие формальных методов выявления информационных ресурсов предприятия, подлежащих защите. В этой связи представляется весьма актуальной задача разработки эффективных методов формирования перечня информационных ресурсов предприятия.

## 1. Постановка задачи

В настоящей статье ставится задача разработки методики выявления и экономического обоснования основных направлений развития системы защиты информации предприятия, основанной на анализе модели его бизнес-процессов и построении реестра информационных ресурсов.

В качестве примера рассматривается деятельность предприятия ИТ-индустрии, занимающегося разработкой и внедрением информационных систем управления на предприятиях заказчиков. Как правило, предприятия ИТ-индустрии используют в своей деятельности 3 подхода: 1) Установка и адаптация готовых решений компании; 2) Модернизация программного обеспечения заказчика и перевод его на новую технологическую платформу; 3) Быстрая разработка новых решений.

Предприятие владеет большим количеством подлежащих защите информационных ресурсов. В результате применения излагаемой методики должны быть определены ключевые информационные ресурсы, на защиту которых должны, в первую очередь, быть направлены мероприятия по защите информации.

## 2. Методика оценки рисков на основе модели бизнес-процессов предприятия

Особенностью предлагаемой методики является формирование реестра информационных ресурсов предприятия на основе анализа модели его бизнес-процессов. Информационные ресурсы отображаются на диаграммах IDEF0 как выходы процессов/операций и специфицируются в соответствующих таблицах. Анализ диаграмм и таблиц спецификаций позволяет выявить все информационные ресурсы предприятия в контексте протекающих бизнес-процессов. Такого рода подход позволяет на системной основе выявить все информационные ресурсы предприятия, будет способствовать пониманию семантики ресурсов, их значимости в деятельности предприятия и, как следствие, более точной оценке их стоимости. Рассмотрим предлагаемую методику детально.

### Шаг 1. Построение модели бизнес-процессов предприятия

На первом шаге методики выполняется построение модели бизнес-процессов предприятия. В качестве примера для анализа рисков рассматривается деятельность типовой компании ИТ-индустрии, занимающейся разработкой и внедрением информационных систем управления предприятием.

При моделировании бизнес-процессов использовались структурно-функциональные диаграммы на основе нотации IDEF0 [15]. Построение модели бизнес-процессов осуществлялось при помощи программного продукта Business Studio от российского разработчика ГК «Современные технологии управления» [16-17]. Пример модели бизнес-процессов предприятия ИТ-индустрии приведен в приложениях 1, 2. Диаграмма A0 (декомпозиция первого уровня) иллюстрирует взаимодействие

основных бизнес-процессов предприятия. Диаграмма A4 (декомпозиция второго уровня) соответствует ключевому бизнес-процессу «Планирование, реализация и сопровождение ИТ-проектов». При построении IDEF0-диаграмм для компании ИТ-индустрии использовались типовые структуры бизнес-процессов [18, 19].

*Шаг 2. Анализ моделей бизнес-процессов с целью выявления подлежащих защите информационных ресурсов предприятия.*

Для определения подлежащих защите информационных ресурсов необходимо составить таблицу, содержащую описание выходов процессов IDEF0-модели. В качестве примера рассмотрим выходы процесса «Планирование, реализация и сопровождение ИТ-проектов».

В табл. 1 описываются выходы процесса A4 «Планирование, реализация и сопровождение ИТ-проектов». Содержимое графы «Выход»

соответствует наименованию дуг на IDEF0-диаграмме. Дуга соответствует информационному (в ряде случаев материальному) потоку, порождаемому функциональным блоком. В графе «Объекты» отображаются компоненты информационного потока (перечень документов, описание информационных единиц). Графа «Получатель» содержит сведения о получателе информационного ресурса. В качестве получателя может выступать структурное подразделение, конкретное должностное лицо. Получатель может также являться внешней по отношению к моделируемой системе сущностью, например, заказчик, аутсорсер и пр. В графе «Процесс/Внешняя среда» приводятся данные о процессе — получателе информационного ресурса.

*Шаг 3. Формирование реестра информационных ресурсов предприятия, оценка стоимости ресурсов.*

Следующим шагом методики оценки рисков является непосредственное формирование реестра информационных ресурсов. При этом для каждого ресурса выполняется экспертная оценка его стоимости, оценивается вероятность их реализации. Исходными данными при формировании реестра ресурсов служат сведения о выходах процессов, полученные на предыдущем шаге.

При оценке стоимости ( $C_i$ ) информационного ресурса необходимо учитывать:

- стоимость возможных потерь при получении информации заинтересованными лицами (конкурентами, клиентами и пр.);

- стоимость восстановления информации при ее утрате;

- затраты на восстановление нормального процесса функционирования предприятия в случае, если потеря информации приведет к частичной или полной остановке его бизнес-процессов и т.д.

Таблица 1

Выходы процесса A4 «Планирование, реализация и сопровождение ИТ-проектов»

| №   | Выход                                        | Объекты                                                                                                                                                                                                                                | Передается                  |                                                                     |
|-----|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|     |                                              |                                                                                                                                                                                                                                        | Получатель                  | Процесс/Внешняя среда                                               |
| 1.  | Бюджет расходов проекта                      | Бюджет расходов проекта                                                                                                                                                                                                                | Бухгалтерия                 | A6.1 Формирование бюджета доходов и расходов                        |
| 2.  | Обязательства перед аутсорсерами             | Договор на выполнение работ<br>Акт выполненных работ                                                                                                                                                                                   | Бухгалтерия                 | A6.1 Формирование бюджета доходов и расходов                        |
| 3.  | Обязательства заказчика                      | Договор на реализацию ИТ-проекта<br>Акт ввода в эксплуатацию                                                                                                                                                                           | Бухгалтерия                 | A6.2 Контроль доходов                                               |
| 4.  | ИТ-проект, сданный в эксплуатацию            | ИТ-проект, сданный в эксплуатацию<br>Проектная документация                                                                                                                                                                            |                             | Внешняя среда — заказчик                                            |
| 5.  | Отчет об удовлетворенности клиента           | Отчет об удовлетворенности клиента                                                                                                                                                                                                     | Начальник отдела продаж     | A1.1 Анализ рынка                                                   |
| 6.  | Отчетность по выполнению проектных работ     | Акт ввода в эксплуатацию<br>Акт выполненных работ и счет-фактура<br>Акт выполненных работ по пуско-наладке<br>Отчет о предпроектном обследовании<br>Отчет о пуско-наладочных работах<br>Техно-рабочий проект<br>Сдаточная документация | Бухгалтерия                 | A6.6 Подготовка отчетности                                          |
| 7.  | Задачи на выполнение работ по аутсорсингу    | Описание задачи проекта                                                                                                                                                                                                                | Аутсорсеры                  | Внешняя среда — аутсорсеры                                          |
| 8.  | Потребность в специалистах                   | План привлечения специалистов для реализации проекта                                                                                                                                                                                   | Начальник отдела кадров     | A3.1 Определение потребностей в персонале                           |
| 9.  | Потребность программно-технических средств   | Ведомость потребности в программно-технических средствах                                                                                                                                                                               | Начальник отдела снабжения  | Заказчик                                                            |
| 10. | Заявка на программно-техническое обеспечение | Заявка на программно-техническое обеспечение                                                                                                                                                                                           | Инженерно-технический отдел | A5.2 Выполнение профилактических и ремонтно-восстановительных работ |



Таблица 2

**Реестр информационных ресурсов  
на основе анализа выходов процесса А4**

| №  | Информационный ресурс                                                                                      | Ценность ресурса, руб. | Максимальная вероятность реализации угроз | Вероятный ущерб, руб. |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Сведения по бюджетам реализованных проектов                                                                | 1 000 000              | 0,1                                       | 100 000               |
| 2. | База аутсорсеров с данными о выполненных работах и выплатах                                                | 2 000 000              | 0,1                                       | 200 000               |
| 3. | База заказчиков с данными о заключенных договорах                                                          | 10 000 000             | 0,35                                      | 3 500 000             |
| 4. | Программное обеспечение, разработанное компанией – интеллектуальная собственность (исходные коды программ) | 100 000 000            | 0,1                                       | 10 000 000            |
| 5. | Типовые проектные решения – интеллектуальная собственность (проектные модели, скрипты баз данных и пр.)    | 100 000 000            | 0,1                                       | 10 000 000            |
| 6. | Данные по программно-техническому обеспечению предприятия                                                  | 500 000                | 0,1                                       | 50 000                |
| 7. | Сведения об удовлетворенности заказчиков реализованными проектами                                          | 1 000 000              | 0,4                                       | 400 000               |
| 8. | Документация по выполненным проектам                                                                       | 50 000 000             | 0,15                                      | 7 500 000             |
| 9. | Сведения по заявкам на программно-техническое обслуживание                                                 | 100 000                | 0,0                                       | 0,0                   |

Для определения максимальной вероятности реализации угроз для  $i$ -го информационного ресурса следует оценить вероятность реализации каждой из этих угроз и выбрать максимальную из них:

$$P_i = \max_j (P_{ij}),$$

где  $P_i$  – максимальная вероятность реализации угроз для  $i$ -го информационного ресурса,  $P_{ij}$  – вероятность реализации  $j$ -ой угрозы для  $i$ -го информационного ресурса.

При оценке вероятности реализации  $j$ -ой угрозы для  $i$ -го информационного ресурса следует учитывать:

– существующий уровень защиты данного ресурса. Например, если на момент оценки вероятности уже реализованы мероприятия по резервному копированию информации, то вероятность потери информации вследствие непреднамеренных действий персонала близка к нулю;

– стоимость информационного ресурса как фактор, повышающий вероятность его кражи заинтересованными лицами (конкурентами, клиентами и пр.).

Расчет вероятного ущерба  $U_i$  для  $i$ -го информационного ресурса определим по формуле:

$$U_i = P_i \cdot C_i.$$

Суммарный вероятный ущерб оценивается путем суммирования вероятных ущербов по всем информационным ресурсом предприятия:

$$U_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n U_i,$$

где  $U_{\Sigma}$  – суммарный вероятный ущерб,  $n$  – общее число информационных ресурсов предприятия.

Реестр информационных ресурсов для рассматриваемого примера приведен в табл. 2. В связи с тем, что рассматривалось типовое предприятие, экспертная оценка стоимости ресурсов рассматривает-

ся гипотетически. В условиях реального предприятия стоимость ресурсов оценивается на основе методик, рассматриваемых в [6, 9].

Исходя из полученного результата можно выделить 4 ключевых ресурса, нуждающихся в первую очередь в реализации мероприятий по защите информации: 1) Программное обеспечение, разработанное компанией – исходные коды программ, 2) Типовые проектные решения – проектные модели, скрипты баз данных и пр., 3) Документация по выполненным проектам, 4) База заказчиков с данными о заключенных договорах.

### Заключение

В работе предложена методика, позволяющая обосновать выбор основных направлений по защите информации предприятия на основе анализа его бизнес-процессов. Отличи-

тельной особенностью методики является использование CASE-технологий для принятия решений в области информационной безопасности предприятия.

Реализация методики позволяет сформировать реестр информационных ресурсов предприятия, включающий оценку вероятного ущерба по каждому ресурсу. Реестр показывает узкие места в организации защиты, на которые следует обратить первоочередное внимание при планировании мероприятий по защите информации. На основе полученных данных можно сформировать обоснованную с экономической точки зрения стратегию и тактику развития системы защиты информации предприятия.

Реализация мероприятий по защите информации позволит снизить суммарный вероятный ущерб. В этом случае повторная оценка суммарного вероятного ущерба позволит оце-

нить эффективность затрат на защиту информации.

Повышение эффективности формирования профессиональных компетенций магистров по направлению «Информационная безопасность» основано на формализованном доступном языке представления системного подхода при анализе совокупности факторов, оказывающих влияние на состояние информационной безопасности предприятия. Представленная в работе методика основана на использовании с этой целью структурно-функциональ-

ного моделирования, а также CASE-технологий.

Методика прошла успешную апробацию в учебном процессе. По мнению авторов статьи, использование данной методики при проведении лабораторных занятий для магистров, обучающихся по направлению «Информационная безопасность» позволило повысить эффективность формирования у обучающихся профессиональных компетенций, в частности: ПК-2 — способность разрабатывать системы, комплексы, средства и технологии обеспечения ин-

формационной безопасности, ПК-3 — способность проводить обоснование состава, характеристик и функциональных возможностей систем и средств обеспечения информационной безопасности объектов защиты на основе российских и международных стандартов [20].

Полученные результаты могут быть полезны не только как методика обучения специалистов в области информационной безопасности, но и в практической деятельности по обеспечению информационной безопасности предприятия.

## Литература

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности. Взамен ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 13335-3-2007 и ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 13335-4-2007; Введ. с 30.11.2010. М.: Стандартинформ, 2011.
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство.; Введен с 01.09.2011. М.: Стандартинформ, 2012.
3. Международный стандарт ISO/IEC 27001-2013. Информационные технологии — Методы защиты — Системы менеджмента информационной безопасности — Требования.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799-2005. Информационная технология. Практические правила управления информационной безопасностью. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2005 г. № 447-ст.
5. Кривякин К.С., Изотова А.Р., Федоров В.М. Методический подход к оценке рисков информационной безопасности предприятия // Экономинфо. 2018. Т. 15. № 2. С. 82–90.
6. Ильченко Л.М., Брагина Е.К., Егоров И.Э., Зайцев С.И. Расчет рисков информационной безопасности телекоммуникационного предприятия // Открытое образование. 2018. Т. 22. № 2. С. 61–70.
7. Плетнев П.В., Белов В.М. Методика оценки рисков информационной безопасности на предприятиях малого и среднего бизнеса // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2012. № 1–2 (25). С. 83–86.
8. Одинцова М.А. Методика управления рисками для малого и среднего бизнеса // Экономический журнал. 2014. № 3 (35).

9. Выборнова О.Н., Давидюк Н.В., Кравченко К.Л. Оценка информационных рисков на основе экспертной информации (на примере ГБУЗ АО «Центр медицинской профилактики») // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4 (43). С. 86.
10. Баранова Е.К. Методики анализа и оценки рисков информационной безопасности // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. 2015. № 1. С. 73–79.
11. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками. М.: ДМК Пресс, 2010. 312 с.
12. Сизов В.А. Применение деловых игр в подготовке магистров по программе «Защита информационного пространства субъектов экономической деятельности» // Открытое образование. 2018. Т. 22. № 6. С. 59–64.
13. Замула А.А., Одарченко А.С., Дейнеко А.А. Методы оценивания и управления информационными рисками // Прикладная радиоэлектроника. 2015. № 3. С. 182–187.
14. Зарипова А. И., Коваленко С.В. Финансовые риски при обеспечении экономической безопасности предприятий [Электрон. ресурс] // Молодой ученый. 2018. № 1. С. 61–63. URL: <https://moluch.ru/archive/187/47652/> (дата обращения: 16.05.2019)
15. Р 50.1.028-2001. Методология функционального моделирования. Рекомендации по стандартизации. Приняты и введены в действие Постановлением Госстандарта России от 02.07.2001 № 256 ст.
16. Гаврилов А.В. Методика выбора CASE-средств структурного проектирования для обучения по направлению подготовки «Прикладная информатика» // (ИП&УЗ-2015): сборник научных трудов XVIII научно-практической конференции (21–24 апреля 2015 г., Москва) Под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова. М.: Московский государственный университет экономи-

ки, статистики и информатики (МЭСИ), 2015. С. 230–241.

17. Гаврилов А.В. Анализ функциональных возможностей бесплатных CASE-средств проектирования баз данных // Открытое образование. 2016. Т. 20. № 4. С. 39–43.

18. Пример функциональной модели (IDEF0) промышленного предприятия в Business Studio. [Электрон. ресурс] URL: [http://www.businessstudio.ru/publication/proizv\\_predpr\\_abc/businessmodel.php?lang=ru-ru](http://www.businessstudio.ru/publication/proizv_predpr_abc/businessmodel.php?lang=ru-ru) (дата обращения 02.02.2019).

19. Пример функциональной модели компании, осуществляющей деятельность по

проектированию, монтажу и обслуживанию инженерно-технических систем. [Электрон. ресурс] URL <http://publication.businessstudio.ru/businessmodel.php?lang=ru-ru&oguid=2be70b1c-a108-4228-b272-1c9eefbc464e> (дата обращения 02.02.2019).

20. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 10.04.01 Информационная безопасность (уровень магистратуры). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 1513.

## References

1. GOST R ISO / IEC 27005-2010. Information technology. Methods and means of security. Information security risk management. Instead, GOST R ISO / IEC 13335-3-2007 and GOST R ISO / IEC 13335-4-2007; Enter from 11/30/2010. Moscow: Standardinform; 2011. (In Russ.)

2. GOST R ISO 31000-2010. Risk management. Principles and guidelines.; Entered from 09/01/2011. Moscow: Standardinform; 2012. (In Russ.)

3. The international standard ISO / IEC 27001-2013. Information technology - Protection methods - Information security management systems - Requirements. (In Russ.)

4. GOST R ISO / IEC 17799-2005. Information technology. Practical rules of information security management. Approved and enacted by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of December 29; 2005 No. 447-st. (In Russ.)

5. Krivyakin K.S., Izotova A.R., Fedorov V.M. Methodical approach to risk assessment of information security of an enterprise. *Ekonominfo*. 2018; 15 (2): 82-90. (In Russ.)

6. Il'chenko L.M., Bragina E.K., Egorov I.E., Zaytsev S.I. Calculation of risks of information security of a telecommunications enterprise. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2018; 22 (2): 61-70. (In Russ.)

7. Pletnev P.V., Belov V.M. Methods of assessing information security risks in small and medium-sized businesses. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki = Reports of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics*. 2012; 1–2 (25): 83–86. (In Russ.)

8. Odintsova M.A. Risk Management Technique for Small and Medium Businesses. *Ekonomicheskiy zhurnal = Economic Journal*. 2014; 3 (35). (In Russ.)

9. Vybornova O.N., Davidyuk N.V., Kravchenko K.L. Information risk assessment based on expert information (for example, GBUZ JSC “Center for Medical Prevention”). *Inzhenernyy vestnik Dona = Engineering Bulletin of the Don*. 2016; 4 (43): 86. (In Russ.)

10. Baranova E.K. Methods of analysis and risk assessment of information security. *Vestnik Moskovskogo universiteta im. S.YU. Vitte = Bulletin of Vitte Moscow University*. 2015 (1): 73-79. (In Russ.)

11. Astakhov A.M. *Iskusstvo upravleniya informatsionnymi riskami = The art of information risk management*. Moscow: DMK Press; 2010. 312 p. (In Russ.)

12. Sizov V.A. The use of business games in the preparation of masters program “Protection of the information space of subjects of economic activity”. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2018; 22 (6): 59-64. (In Russ.)

13. Zamula A.A., Odarchenko A.S., Deyneko A.A. Methods of evaluation and information risk management. *Prikladnaya radioelektronika = Applied Radio Electronics*. 2015 (3): 182-187. (In Russ.)

14. Zaripova A. I., Kovalenko V. Financial Risks in Ensuring the Economic Security of Enterprises [Internet]. *Molodoy uchenyy = Young scientist*. 2018; 1: 61-63. URL: <https://moluch.ru/archive/187/47652/> (Cited: 16.05.2019). (In Russ.)

15. R 50.1.028-2001. Methodology of functional modeling. Recommendations for standardization. Adopted and put into effect by the Resolution of the State Standard of Russia of July 2; 2001 No. 256, Art. (In Russ.)

16. Gavrilov A.V. Methods of selecting CASE-tools of structural design for training in the direction of training “Applied Informatics”. (IP&UZ-2015): *sbornik nauchnykh trudov XVIII nauchno-prakticheskoy konferentsii = (IP & UZ-2015): collection of scientific papers of the XVIII scientific-practical conference* (April 21-24, 2015, Moscow) Ed. Yu. F. Telnov. Moscow: Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics (MESI); 2015: 230-241. (In Russ.)

17. Gavrilov A.V. Analysis of the functionality of free CASE-database design tools. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2016; 20 (4): 39-43. (In Russ.)

18. An example of a functional model (IDEF0) of an industrial enterprise in Business Studio.

[Internet] URL: [http://www.businessstudio.ru/publication/proizv\\_predpr\\_abc/businessmodel.php?lang=ru-ru](http://www.businessstudio.ru/publication/proizv_predpr_abc/businessmodel.php?lang=ru-ru) (Cited 02.02.2019). (In Russ.)

19. An example of a functional model of a company engaged in the design, installation and maintenance of engineering systems. [Internet] URL <http://publication.businessstudio.ru/businessmodel.php?lang=ru->

[ru&oguid=2be70b1c-a108-4228-b272-1c9eefbc464e](http://publication.businessstudio.ru/businessmodel.php?lang=ru-ru&oguid=2be70b1c-a108-4228-b272-1c9eefbc464e) (Cited 02.02.2019). (In Russ.)

20. Federal State Educational Standard of Higher Education in the field of preparation 10.04.01 Information security (master's level). Approved by order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of 01.12.2016, № 1513. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Александр Викторович Гаврилов**

к.т.н., доцент, доцент кафедры  
Прикладной информатики и информационной  
безопасности

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл. почта: [Gavrilov.AV@rea.ru](mailto:Gavrilov.AV@rea.ru)

**Валерий Александрович Сизов**

д.т.н., профессор, профессор кафедры  
Прикладной информатики и информационной  
безопасности

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл. почта: [Sizov.VA@rea.ru](mailto:Sizov.VA@rea.ru)

#### Information about the authors

**Aleksandr V. Gavrilov**

Cand. Sci. (Engineering) Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Applied  
Informatics and Information Security

Plekhanov Russian University of Economics,

Moscow, Russia

E-mail: [Gavrilov.AV@rea.ru](mailto:Gavrilov.AV@rea.ru)

**Valeriy A. Sizov**

Dr. Sci. (Engineering), Professor, Professor at the  
Department of Applied Informatics and Information  
Security

Plekhanov Russian University of Economics,

Moscow, Russia

E-mail: [Sizov.VA@rea.ru](mailto:Sizov.VA@rea.ru)



# Самоадаптация обучающих программных систем на основе наблюдения за информационной средой\*

**Цель исследования.** Целью проводимого исследования является разработка нового универсального метода самоадаптации прикладных программных систем, используемых в сфере электронного обучения (E-Learning). Под самоадаптацией понимается способность программного приложения изменять собственную структуру и поведение в зависимости от внешних обстоятельств, к числу которых можно отнести, например, личностные характеристики обучаемого, что особенно актуально для систем, используемых в сфере образования. Подобное самоадаптивное поведение должно быть достаточно гибким и не сводиться к выбору одного из множеств вариантов поведения, заранее определяемых разработчиком (также подобные варианты поведения должны генерироваться на протяжении жизненного цикла системы).

**Материалы и методы исследования.** В качестве исходных данных предложенный метод использует массив пользовательских отзывов о программном обеспечении, для последующей обработки которого применяются методы латентно-семантического и дистрибутивно-статистического анализа. Для представления обобщенной самоадаптивной структуры системы используются модели характеристик. Конфигурации модели характеристик представляют собой отдельные состояния самоадаптивной системы, их генерация осуществляется автоматически на протяжении жизненного цикла программы следующим образом: на основе массива пользовательских отзывов формируется семантическая сеть основных понятий, характеризующих программу, которая в дальнейшем сопоставляется с исходной моделью характеристик и личностными характеристиками пользователя, оставившего отзыв. Определение личностных характеристик пользователя может осуществляться множеством способов

(например, с помощью психологического тестирования или с помощью анализа результатов обучения).

**Результаты.** Основными результатами проведенного исследования являются: 1) универсальные принципы построения самоадаптивной системы электронного обучения 2) способ представления самоадаптивной структуры программной системы в форме модели характеристик, актуальный для широкого круга программного обеспечения 3) новый универсальный метод самоадаптации прикладного программного обеспечения, используемого в сфере E-Learning, основные отличия которого от существующих заключаются, во-первых, в использовании мнений самих пользователей системы для настройки самоадаптивного поведения, во-вторых, в возможности генерации новых состояний системы на протяжении всего периода ее функционирования.

**Заключение.** Разработанный теоретический аппарат позволяет существенным образом индивидуализировать процесс обучения, учитывать мнения и склонности самих обучаемых, снизить роль педагогического работника в оценке знаний и умений. Помимо проблем исключительно образовательного характера, применение метода позволяет также успешно решить технические вопросы, связанные с разработкой программного обеспечения в целом. К числу таких проблем относится, например, проблема сложности программного обеспечения, когда программа, показывающая хорошие результаты в одних условиях функционирования, показывает недостаточно хорошую производительность в других. Также серьезной задачей, с решением которой может справиться предложенный метод, является задача увеличения жизненного цикла программной системы.

**Ключевые слова:** адаптация, виртуальная образовательная среда, E-Learning, самоадаптивные программные системы

Alexander M. Bershadskiy, Alexander S. Bozhday, Aleksey A. Gudkov, Yulia I. Evseeva

Penza State University, Penza, Russia

## Self-adaptation of e-learning software based on observing the information environment

**Purpose of the research.** The purpose of the study is to develop a new universal method of self-adaptation of applied software systems used in the field of e-learning (E-Learning). Self-adaptation refers to the ability of a software application to change its own structure and behavior depending on external circumstances, which include, for example, the trainee's personal characteristics, which is especially important for systems used in education. Such self-adaptive behavior should be sufficiently flexible and not be reduced to the choice of one of the many behavioral options predetermined by the developer (such behaviors should also be generated throughout the system's life cycle). **Materials and methods.** The method being developed uses an array of user reviews about software as initial data, for the subsequent processing of which the methods of latent-semantic and distributive-statistical analysis are used. To represent the generalized self-adaptive structure of the system, models of characteristics are used. The configuration of the model of characteristics is a separate state of the self-adaptive system, they are generated automatically during the program's life cycle as follows: based on an array of

user reviews, a semantic network of basic concepts characterizing the program is formed, which is further compared with the original model of characteristics and personal characteristics of the user who left review. Determining a user's personal characteristics can be done in a variety of ways (for example, using psychological testing or by analyzing learning outcomes).

**Results.** The main results of the study are: 1) universal principles of building a self-adaptive e-learning system 2) a way of presenting the self-adaptive structure of a software system in the form of a characteristics model relevant to a wide range of software 3) a new universal method of self-adapting applied software used in E-Learning the main differences of which from the existing ones are, firstly, in using the opinions of the users of the system themselves to adjust with self-adaptive behavior, secondly, in the possibility of generating new states of the system throughout the entire period of its operation.

**Conclusion.** The developed theoretical apparatus makes it possible to significantly individualize the learning process, take into account the opinions and inclinations of the students themselves, reduce the

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-07-00408.

*role of the pedagogical worker in the assessment of knowledge and skills. In addition to problems of a purely educational nature, the application of the method also allows you to successfully resolve technical issues related to the development of software in general. Such problems include, for example, the problem of software complexity, when a program that shows good results in some operating conditions*

*shows insufficient performance in others. Also a serious task, which the proposed method can cope with, is the task of increasing the life cycle of a software system.*

**Keywords:** adaptation, virtual educational environment, E-Learning, self-adaptive software

## 1. Введение

На современном этапе развития общества в образовательной среде все большее внимание уделяется вопросам применения технологий адаптивного обучения. Адаптивный подход основывается на максимальном использовании потенциала личности как субъекта образовательного процесса и предполагает самостоятельные учебные действия со стороны такого субъекта, что в дальнейшем ведет к формированию личности, готовой к непрерывному самообразованию. Поскольку электронные образовательные технологии в настоящее время являются неотъемлемой составляющей любого образовательного процесса, актуальным становится вопрос создания адаптивных программных систем электронного обучения [8–10].

Основное внимание, уделяемое заказчиками программного обеспечения (ПО) в процессе разработки, направлено на оптимизацию общего объема временных и материальных затрат [11]. Неоправданное занижение этого уровня может привести к возникновению программных систем с укороченным жизненным циклом — когда недостаточная гибкость системной структуры и функционала не позволяет использовать ПО в ситуациях, которые не были прямо предусмотрены на этапе их разработки. Различные методологии разработки ПО имеют собственный взгляд на решение данных вопросов.

Зародившееся исторически первым структурное программирование сделало возможным создание крупномасштабных программных систем. Необходи-

мым условием для этого являлось наличие строгих спецификаций, которые не должны были претерпевать серьезных изменений в ходе работы над проектом. Появившаяся десятилетие спустя концепция объектно-ориентированного программирования позволила реорганизовывать компонентный состав программ при внесении изменений в спецификацию. Однако подобные операции по-прежнему являются трудозатратными и дорогостоящими [12].

Обсуждаемое в настоящее время адаптивное программирование направлено на создание такого ПО, которое может легко адаптироваться к изменениям в потребностях и пожеланиях пользователей, а также к условиям выполнения. В адаптивных программах четко представлены действия, которые нужно выполнить, и цели, которые нужно достичь. Это позволяет пользователю изменять цели функционирования системы без необходимости переписывания исходного кода программы [13].

На сегодняшний день не существует какой-либо универсальной техники адаптивного программирования. Более того, для решения различных задач могут использоваться различные методологии. Если попытаться дать какое-либо конкретное определение адаптивному ПО, то правильное всего будет сказать, что это программы, использующие сведения об изменениях в окружающей информационно-вычислительной среде для улучшения своей работы.

Немало исследований проводилось в области создания специализированных архитектурных решений для адаптив-

ных программных систем. К подобным работам относится прежде всего ряд публикаций о создании адаптивных компьютерных игр и виртуальных тренажеров [14–16]. Серьезным недостатком подобных подходов является отсутствие у них универсальности даже для четко определенного класса программных систем — систем электронного обучения.

Существует также ряд подходов, сконцентрированных не на разработке специфической архитектуры, а на создании специализированного математического аппарата синтеза адаптивного программного обеспечения. К числу таких методов можно отнести, например, основанный на применении конечных автоматов с расширенными свойствами подход из работы [17] или метод адаптации программ на основе аппарата нечеткой логики из работы [18], однако и их существенными недостатками является отсутствие универсальности. Системы, построенные на таких принципах, также не являются достаточно гибкими и надежными. Известная концепция автономных вычислений (autonomic computing), подробно изложенная в работе [19], также не универсальна. Принципы автономных вычислений применимы в основном для задач конфигурирования в режиме реального времени крупных программно-аппаратных комплексов. Специфика набравших популярность в последние десятилетия агентных технологий такова, что их можно применить далеко не к каждому типу прикладных программных систем [20].

Основной задачей данного исследования является разра-

ботка такого теоретического аппарата самоадаптации прикладных программных систем (в частности, систем E-Learning), который будет лишен недостатков методов, технологий и подходов, приведенных выше. В первую очередь, такой подход должен быть универсален (поскольку системы электронного обучения могут относиться к достаточно широкому классу программного обеспечения), но прежде всего должен акцентировать мнение и ключевые характеристики самих пользователей. Предлагаемый метод концентрируется на анализе пользовательских отзывов и реконфигурировании в соответствии с ними программного обеспечения.

## 2. Принципы построения самоадаптивной системы электронного обучения

Ни одна из рассмотренных технологий построения адаптивного программного обеспечения не предусматривает в полной мере возможностей автоматической реорганизации системы в ответ на изменения в потребностях (или характеристиках) пользователей. Для обеспечения таких возможностей предлагается дополнительный набор принципов:

В качестве базовой самоадаптивной единицы системы выступает так называемая «характеристика». Характеристика может представлять собой как отдельный компонент системы (например, менеджер ресурсов или отдельную трехмерную модель), так и системный параметр (например, уровень сложности, на котором пользователь проходит обучение).

Каждая из характеристик имеет множество допустимых значений (например, может быть несколько уровней сложности обучающей программы и несколько уровней детализации трехмерной модели).

Все характеристики должны быть объединены в рамках единой модели. Модель также должна включать в себя отношения между различными характеристиками (например, должна учитываться совместимость конкретного значения одной характеристики с выбранными значениями других).

Основная информация о том, какие именно значения характеристик должны быть выбраны и в какой ситуации, должна поступать через рефлексивный контур обратной связи непосредственно от пользователей в специальных формах для отзывов и рецензий.

Для возможности реконфигурирования программной системы в процессе выполнения из пользовательской информации должны быть извлечены основные характеристики системы, а также их возможные значения, и представлены в структурированной форме. В дальнейшем на основе извлеченных характеристик будет подбираться необходимая конфигурация системы.

Таким образом, для реализации метода самоадаптации программной системы на основе наблюдения за информационной средой необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать универсальное и легко формализуемое представление иерархии характеристик программной системы.
2. Разработать способ извлечения характеристик и их возможных значений из текстовой информации.
3. Разработать универсальную форму представления извлеченных из текста характеристик в структурированном виде.
4. Разработать способ автоматической генерации состояний программной системы на основе извлеченных из текстовой информации характеристик.

Таким образом, основные проблемы, связанные с разработкой метода самоадаптации, имеют отношение к анализу

неструктурированных данных и представлению их в структурированном виде. Решение данных проблем следует искать в комплексе использовании ряда существующих техник обработки текстовой информации.

## 3. Метод самоадаптации на основе наблюдения за информационной средой

Первой задачей, требующей решения при разработке предлагаемого метода самоадаптации, является выбор оптимального представления программной системы с помощью основных единиц изменчивости — характеристик. Для решения данной задачи авторы статьи обратились к инженерии линеек программных продуктов (SPLE) — концепции повторного использования компонентов программного обеспечения, помогающей разрабатывать семейства (линейки) продуктов с сокращением времени выхода на рынок и повышением качества [1–5].

Центральным понятием концепции SPLE выступает понятие модели изменчивости. Модель изменчивости — это некоторое формализованное описание множества возможных конфигураций программной системы. Наиболее близким по смыслу понятием в технических науках является понятие морфологического множества. По сути, модель изменчивости и представляет собой морфологическое множество программной системы, дополненное некоторыми ограничениями и правилами. Данные ограничения и правила касаются вопросов совместимости отдельных компонентов потенциальной системы друг с другом, однако могут иметь и иной смысл (в зависимости от типа используемой модели изменчивости).

В SPLE используются следующие типы моделей изменчивости [3]:

Модели характеристик — модели, которые наиболее часто используются на практике. Графически отображаются в форме модифицированного И/ИЛИ-дерева, называемого диаграммой характеристик (рис. 1), могут иметь различное формализованное представление (гиперграф [6], пропозициональная формула, алгебраическая нотация и др.).

Ортогональные модели изменчивости. Схожи с моделями характеристик, графически также отображаются в форме диаграмм. Основное отличие заключается в том, что ортогональные модели показывают только наличие изменчивости в рассматриваемой программной системе, в то время как модели характеристик предоставляют более конкретное описание как предметной об-

ласти, так и точек изменчивости.

Модели решений. Модель решений включает в себя следующие компоненты: вопросы из предметной области, на которые нужно получить ответы в процессе разработки программного продукта; множества возможных ответов на вопросы; ссылки на используемые компоненты (активы) или другие решения; описание последствий принятия решения (ответа на определенный вопрос или выбор определенного актива).

Для создания обобщенного описания самоадаптивной структуры программной системы было принято решение использовать модель характеристик. Преимуществами использования модели характеристик являются наглядность

ее визуального представления и простота формализации [6].

Второй важной задачей является выбор структурированной формы представления характеристик, извлеченных из пользовательских отзывов и рецензий. В качестве такой формы была выбрана семантическая сеть — структурированная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги задают отношения между ними. Объектами могут быть понятия, события, свойства, процессы.

Таким образом, основная задача разрабатываемого метода самоадаптации будет заключаться в построении семантической сети характеристик на основе массива пользова-

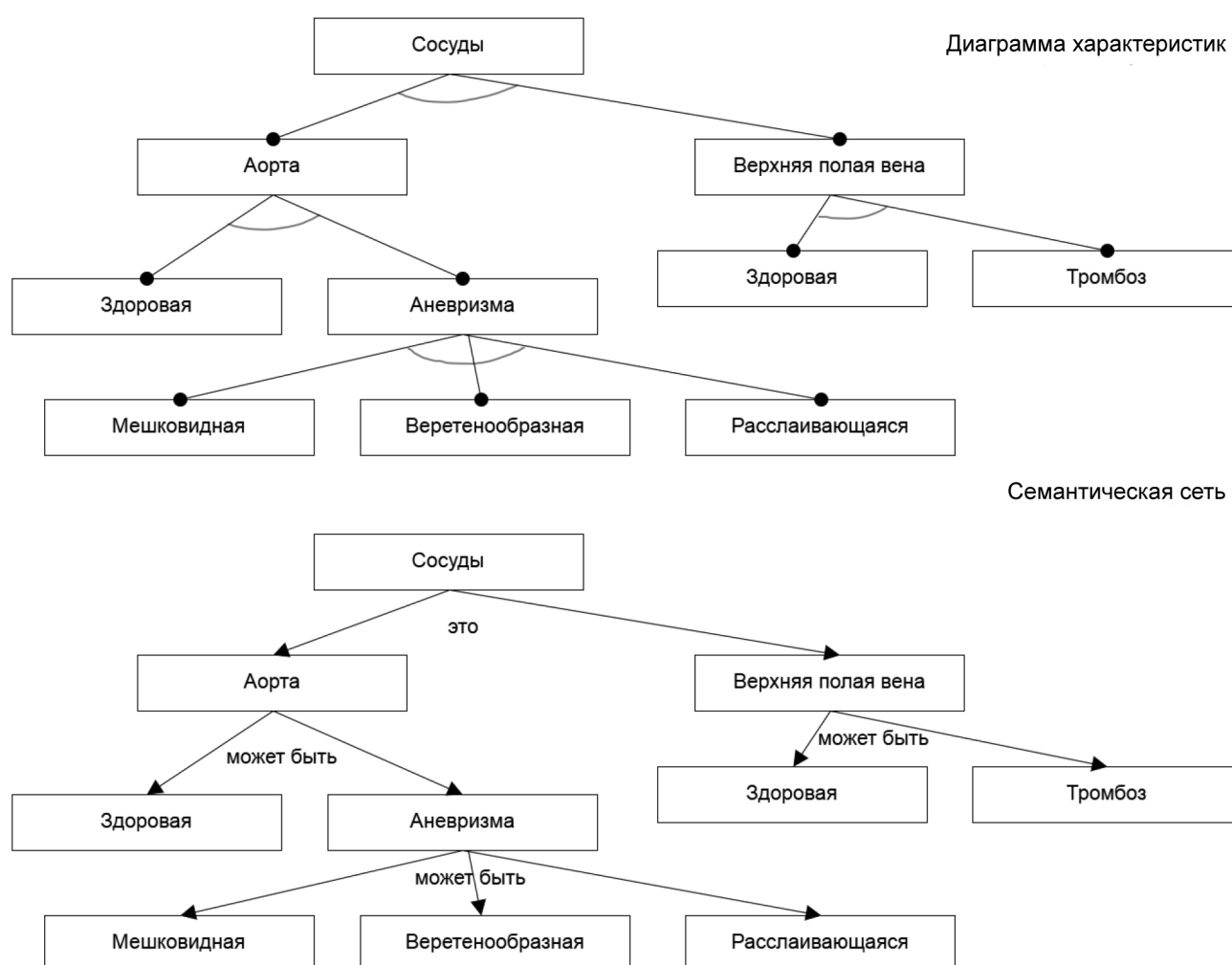


Рис. 1. Фрагмент модели изменчивости программной системы и соответствующий ей фрагмент семантической сети



тельских отзывов и составлении конфигурации диаграммы характеристик на основе полученной сети. На рисунке 1 представлен фрагмент диаграммы характеристик, описывающий предполагаемые варианты модели человеческого сердца. Данная диаграмма служит для описания поведения программы-тренажера в области медицины. Приведенный фрагмент диаграммы иллюстрирует возможные варианты повреждений органа, с которыми может столкнуться пользователь в процессе работы с тренажером. В зависимости от того, повреждена ли определенная часть сердечной мышцы или нет, а также в зависимости от того, какой тип повреждения имеет место быть, будут отображаться те или иные части трехмерной модели.

Метод самоадаптации программных систем на основе наблюдения за информационной средой включает в себя следующие этапы:

1. Сбор документов на естественном языке через специальный контур обратной связи, содержащих мнения пользователей о том, как должна работать система.

2. Извлечение терминов для определения похожих рецензий и для последующего извлечения из них характеристик программной системы. Данный этап включает следующие шаги: 1) Удаление слов, не имеющих достаточной смысловой нагрузки (предлогов, союзов и т. п.), а также специальных символов и знаков препинания из каждого документа; 2) лемматизация слов в документах (приведение различных форм слова к одной); 3) каждому слову в документе ставится в соответствие часть речи; 4) все слова, кроме существительных, прилагательных и глаголов, удаляются; 5) результатом работы алгоритма является матрица  $M$  размером  $m \times n$ , где  $m$  — количество тер-

минов,  $n$  — количество документов. Элементами матрицы являются весовые коэффициенты, рассчитанные в соответствии с частотами, с которыми термины встречаются в документах.

3. Идентификация похожих документов. Как правило, матрица  $M$  является разреженной (содержит много нулевых элементов), что затрудняет ее анализ. Для устранения этого недостатка выполняют процедуру понижения размерности матрицы с использованием ее сингулярного разложения:

$$M = USV,$$

где матрицы  $U$  и  $V$  — ортогональные, а матрица  $S$  — диагональная. На главной диагонали матрицы  $S$  располагаются сингулярные числа матрицы  $M$ , в порядке убывания. Для снижения размерности матрицы  $M$  берут  $r$  первых сингулярных чисел (например, первые два). Соответственно, из матрицы  $U$  берутся  $r$  первых столбцов, а из матрицы  $V$  —  $r$  первых строк. Полученные таким образом матрицы обозначим как  $U'$ ,  $S'$ ,  $V'$ . Матрица  $M' = U' S' V'$  будет являться приближением матрицы  $M$  с меньшим рангом  $r$ . Для определения похожих документов используют матрицу  $D = S' V'$ , имеющую размерность  $r \times n$ . При  $r = 2$  столбцы матрицы  $D$  можно рассматривать как точки в двухмерном пространстве, соответствующие исходным документам. Далее следует фаза кластеризации документов по значениям матрицы  $D$ . Самым простым способом кластеризации является использование метода  $k$ -средних, основная задача которого сводится к оптимизации целевой функции (расстояния), задаваемой с помощью формулы

$$E = \sum_{i=1}^c \sum_{x \in C_i} d(x_i, m_i),$$

где  $m_i$  — центр кластера  $C_i$ , а  $d(x_i, m_i)$  — евклидово расстояние между точками  $x_i$  и  $m_i$ .

Вначале алгоритм разбивает все множество данных на  $c$  кластеров, затем случайным образом выбираются центры кластеров. Затем для каждой точки определяется ближайший к ней центр кластера и происходит повторное вычисление центров кластеров. Последние 2 шага повторяются до тех пор, пока центры кластеров не перестанут изменяться. Как альтернативный вариант можно рассматривать метод нечеткой кластеризации  $C$ -средних, который, по сути, является развитием метода  $k$ -средних. Метод включает в себя следующие этапы: 1) случайным образом выбираются центры кластеров; 2) инициализируется матрица принадлежности элементов к кластерам  $U$ ; 3) значения  $U_j$  рассчитываются по формуле

$$U_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left( \frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

4) вычисляются центры кластеров по формуле

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \cdot x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m}$$

5) обновление значений  $U^k$ ,  $U^{k+1}$ ; 6) если  $\|U^{(k+1)} - U^{(k)}\| < \varepsilon$ , то кластеризация проведена оптимальным образом, в противном случае необходимо повторить действия, начиная с пункта 2.

4. Выделение характеристик в каждом кластере. В данном случае задача выделения характеристик будет сведена к задаче извлечения устойчивых словосочетаний. В данной работе для ее решения предлагается оценка взаимосвязанности слов в виде

$$c = \frac{t_1 + t_2}{2 \cdot f(t^1 t^2)},$$

где  $t_1$  и  $t_2$  отражает число различных пар с первым или вторым словом из рассматриваемого словосочетания,  $f(t^1 t^2)$

отражает число появлений словосочетания типа «первое-второе слово вместе». Чем меньше значение  $c$ , тем лучшей считается пара слов  $(t^1, t^2)$ .

5. Выявление взаимосвязей между выделенными характеристиками и построение семантической сети для каждого кластера. Для решения данной задачи предлагается использовать дистрибутивно-статистический метод. Основная гипотеза, лежащая в его основе, звучит следующим образом: значимые элементы языка, встречающиеся в пределах некоторого текстового интервала, семантически связаны между собой. Метод включает в себя два этапа: 1) расчет количественных (частотных) характеристик одиночной и совместной встречаемости значимых элементов языка; 2) расчет сил связей между элементами и составление матрицы связей между характеристиками. Центральным понятием в дистрибутивно-статистическом анализе является понятие контекста. Под контекстом понимается отрезок текста, последовательность (цепочка) синтагм. Синтагма — это отрезок предложения, состоящий из одного или нескольких слов, объединенных грамматически, интонационно и по смыслу. Минимальной длиной синтагмы следует считать простые словосочетания. Формально контекст определяется следующим образом:

$$T = C_1(T) + \dots + C_q(T),$$

где  $C_i(T) \cap C_j(T) = \emptyset$ ,  $i, j (i \neq j) \in [1, q]$ . Частотные характеристики рассчитываются следующим образом:

$$f_A = \frac{N_A}{N}, f_B = \frac{N_B}{N}, f_{AB} = \frac{N_{AB}}{N},$$

где  $N$  — общее количество контекстов,  $N_A$  и  $f_A$  — количество и частота контекстов, где встретилось только характеристика  $A$ ,  $N_B$  и  $f_B$  — количество и частота контекстов, где встретилось характеристика  $B$ ,  $N_{AB}$  и

$f_{AB}$  — количество и частота контекстов, в которых наблюдалась совместная встречаемость характеристик  $A$  и  $B$ . Следующим шагом является расчет коэффициентов силы связи, для которого можно использовать формулы, приведенные в табл. 1.

Все формулы коэффициентов силы связи объединяет рассмотрение событий, связанных с появлением синтагм  $A$  и  $B$ , как системы случайных явлений. Для определения тематических связей между характеристиками длина контекста должна составлять 50–100 слов. На основе расчетов коэффициентов сил связи строится матрица семантической связности характеристик. На основе матрицы осуществляется построение семантической сети. Узлами сети будут являться характеристики, извлеченные из отзывов, дуги, связывающие характеристики, будут показывать наличие смысловой связи между ними.

6. Формирование конфигураций диаграммы характеристик. Для каждого кластера документов необходимо осуществить сопоставление полученной семантической сети с моделью характеристик системы и сформировать таким образом конфигурацию; при этом при формировании каждой конфигурации должно учитываться, от какого именно типа пользователя были по-

лучены отзывы (с этой целью необходимо предварительно определить усредненный портрет пользователей, чьи отзывы сформировали кластер).

7. Дальнейший процесс самоадаптации заключается в том, что пользователю, относящемуся к некоторому типу, будет ставиться в соответствие определенная конфигурация, т.е. система будет подстраиваться под конкретных пользователей. Предполагается, что отзывы могут оставлять только зарегистрированные в системе пользователи, профиль которых содержит достаточно полную информацию о них.

В качестве дальнейшего направления исследований можно рассматривать усовершенствование разработанного метода. В первую очередь, необходимо решить проблему синонимов, поскольку одна и та же характеристика может в различных пользовательских отзывах иметь различные названия. Второй проблемой является учет того, что пользователи могут допускать орфографические ошибки и опечатки при написании отзывов. Необходимо также реализовать автоматическое исправление орфографии. В текущем варианте метода в качестве характеристик рассматриваются устойчивые словосочетания из 2 слов, однако в определенных случаях компоненты и параметры программной системы

Таблица 1

Формулы расчета сил связи между синтагмами.

| Формула                                                                                                                                            | Кем предложена                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| $K_{AB} = \frac{N_{AB}}{N_A + N_B - N_{AB}}$                                                                                                       | Т. Танимото, Л. Дойл [7]                 |
| $K_{AB} = \frac{N_{AB} - f_A \cdot f_B}{N}$                                                                                                        | М. Мэйрон, Дж. Кунс [7]                  |
| $K_{AB} = \frac{f_A \cdot N}{f_A \cdot f_B}$                                                                                                       | А.Я. Шайкевич, Дж. Солтон, Р. Куртис [7] |
| $K_{AB} = \frac{N_{AB} - N_A \cdot N_B}{\sqrt{N_A \cdot N_B}}$                                                                                     | С. Деннис [7]                            |
| $K_{AB} = \log_{10} \left[ \frac{(f_{AB} \cdot N - f_A \cdot f_B) - \frac{N^2}{2}}{f_A \cdot f_B \cdot (N - f_A) \cdot (N - f_B)} \right] \cdot N$ | Х.Е. Стайлз [7]                          |

могут иметь и более сложные составные названия, и для их корректного выделения необходимо усовершенствовать механизм поиска устойчивых словосочетаний.

## 5. Заключение

Адаптивные обучающие программы способны индивидуализировать процесс обучения и обеспечить более качественное усвоение материала пользователем. Существует множество техник построения таких систем, но ни один из них не применим к широкому классу систем.

Помимо этого, существует также проблема сложности программного обеспечения, которая, в свою очередь, порождает проблему снижения качества его функционирова-

ния. Заранее сложно учесть, как поведет себя система при различных внешних условиях, и на подобные оценки не всегда есть время. Программа, показывающая хорошие (например, в плане производительности) результаты в одних ситуациях, может недостаточно хорошо работать в других. Более того, разработка сложной программной системы, предусматривающей функционирование в различном программно-аппаратном окружении и при различных условиях (в том числе и пользовательских), может стать длительной и ресурсозатратной задачей.

Решение проблем лежит в области разработки специализированных методов самоадаптации программных систем. Существует немало подходов к разработке адаптивного про-

граммного обеспечения, однако ни один из них не решает важной задачи — не обеспечивает автоматическую реорганизацию системы в ответ на изменения в потребностях пользователей. Для ее решения авторами был предложен новый метод, согласно которому самоадаптируемая структура системы представляется с точки зрения основных единиц изменчивости — характеристик, а также их возможных значений. Для реализации самоадаптивного поведения используются массивы пользовательских отзывов, из которых извлекаются характеристики, представляются в форме семантической сети и в дальнейшем для формирования системной конфигурации сопоставляются с общесистемной моделью характеристик.

## Литература

1. Schobbens P. E., Heymans P., Trigaux J.C. Feature diagrams: a survey and formal semantics // 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06). Washington: IEEE Computer Society, 2011. P. 139–148.
2. Kang K. C. et al. Feature-oriented domain analysis (FODA): feasibility study. Pittsburgh: Software Engineering Institute, 1990. 161 p.
3. Sinnema M., Deelstra S. Classifying variability modeling techniques // Information and software technology. 2007. №7. P. 42–54.
4. Dinkelaker T. et al. On goal-based variability acquisition and analysis // 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06). Washington: IEEE Computer Society, 2010. P. 77–85.
5. Berger T. Variability modeling in the real: an empirical journey from software product lines to software ecosystems. Leipzig: University of Leipzig, 2012. 225 p.
6. Бершадский А.М., Бождай А.С., Евсеева Ю.И., Гудков А.А. Математическая модель рефлексии самоадаптивных программных систем // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2018. № 2 (218). С. 7–14.
7. Москович В.А. Информационные языки. М.: Наука, 1971.
8. Захарова О.А. Виртуальная образовательная среда в профессиональной подготовке и системе повышения квалификации: монография. Ростов н/Д.: Издательский центр ДГТУ, 2011. 146 с.
9. Захарова О.А. Интерактивное повествование и мультимедиа в системе профессионального обучения и повышения квалификации // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 1(38). С. 21–24.
10. Ritke-Jones William. Virtual Environments for Corporate Education: Employee Learning and Solutions. Cybernations Consulting Group, 2010. 426 p.
11. Колоденкова А. Е. Задачи программного инжиниринга сложных систем на основе критерия жизнеспособности проекта // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XII Международной конференции. Самара: Самарский НЦ РАН, 2010. С. 593–598.
12. Рамбо Дж, Блаха М. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. Изд. 2-е. СПб.: Питер, 2007.
13. Линда Дейли Полсон. Разработчики переходят на динамические языки // Открытые системы. 2007. № 2.
14. Wang A.L., Nordmark N. Software architectures and the creative processes in game development. In: Entertainment computing. Eds. K. Chorianopoulos et al. Cham: Springer International Publishing, 2015. P. 272–285.
15. Cornforth D.J., Adam M.T. Cluster evaluation, description and interpretation for serious games. In: Serious games analytics. Eds. C.S. Loh, Y. Sheng, D. Ifenthaler. Cham: Springer International Publishing, 2015. P. 135–155.
16. Carvalho M.B. et al. The journey: a service-based adaptive serious game on probability. In:



Serious games analytics. Eds. C.S. Loh, Y. Sheng, D. Ifenthaler. Cham: Springer International Publishing, 2015. P. 97–106.

17. Wang P., Cai, K. Y. Supervisory control of a kind of extended finite state machines // 24th IEEE Chinese Control and Decision Conference (CCDC). Washington: IEEE Computer Society, 2012. P. 775–780.

18. Yang Q., Lü J., Xing J., Tao X., Hu H., Zou Y. Fuzzy control-based software self-adaptation: A case study in mission critical systems // IEEE 35th Annual Computer Software and Applications

Conference Workshops (COMPSACW). Washington: IEEE Computer Society, 2011. P. 13–18.

19. Ahuja K., Dangey H. Autonomic Computing: An emerging perspective and issues // IEEE International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT 2014). Washington: IEEE Computer Society, 2014. P. 471–475.

20. Sim K. M. Agent-based cloud computing // IEEE Transactions on Services Computing. Washington: IEEE Computer Society, 2012. P. 564–567.

## References

1. Schobbens P. E., Heymans P., Trigaux J.C. Feature diagrams: a survey and formal semantics. 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06). Washington: IEEE Computer Society; 2011: 139–148.

2. Kang K. C. et al. Feature-oriented domain analysis (FODA): feasibility study. Pittsburgh: Software Engineering Institute; 1990. 161 p.

3. Sinnema M., Deelstra: Classifying variability modeling techniques. Information and software technology. 2007; 7: 42–54.

4. Dinkelaker T. et al. On goal-based variability acquisition and analysis. 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06). Washington: IEEE Computer Society; 2010: 77–85.

5. Berger T. Variability modeling in the real: an empirical journey from software product lines to software ecosystems. Leipzig: University of Leipzig; 2012. 225 p.

6. Bershadskiy A.M., Bozhday A.S., Evseyeva YU.I., Gudkov A.A Mathematical Model of the Reflection of Self-Adaptive Program Systems. Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of Volgograd State Technical University. 2018; 2(218): 7–14. (In Russ.)

7. Moskvich V.A. Informatsionnyye yazyki = Informational languages. Moscow: Science; 1971. (In Russ.)

8. Zakharova O.A. Virtual'naya obrazovatel'naya sreda v professional'noy podgotovke i sisteme povysheniya kvalifikatsii: monografiya = Virtual educational environment in vocational training and advanced training system: monograph. Rostov n/D.: Publishing Center DGTU; 2011. 146 p. (In Russ.)

9. Zakharova O.A. Interactive narration and multimedia in the system of vocational training and professional development. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = World of science, culture, education. 2013; 1(38): 21–24. (In Russ.)

10. Ritke-Jones William. Virtual Environments for Corporate Education: Employee Learning and Solutions. Cybernations Consulting Group; 2010. 426 p.

11. Kolodenkova A. E. Tasks of software engineering of complex systems based on the criterion of viability of the project. Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnykh sistemakh: Trudy XII

Mezhdunarodnoy konferentsii = Problems of control and modeling in complex systems: Proceedings of the XII International Conference. Samara: Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 2010: 593–598. (In Russ.)

12. Rambo Dzh, Blakha M. UML 2.0. Ob'yektno-oriyentirovannoye modelirovaniye i razrabotka. Izd. 2-e. = UML 2.0. Object-oriented modeling and development. Ed. 2nd. Saint Petersburg: Piter; 2007. (In Russ.)

13. Linda Deyli Polson. Developers switch to dynamic languages. Otkrytyye sistemy = Open Systems. 2007; 2. (In Russ.)

14. Wang A.L., Nordmark N. Software architectures and the creative processes in game development. In: Entertainment computing. Eds. K. Chorianopoulos et al. Cham: Springer International Publishing; 2015; 272–285.

15. Cornforth D.J., Adam M; Cluster evaluation, description and interpretation for serious games. In: Serious games analytics. Eds. C: Loh, Y. Sheng, D. Ifenthaler. Cham: Springer International Publishing; 2015; 135–155.

16. Carvalho M.B. et al. The journey: a service-based adaptive serious game on probability. In: Serious games analytics. Eds. C: Loh, Y. Sheng, D. Ifenthaler. Cham: Springer International Publishing; 2015; 97–106.

17. Wang P., Cai, K. Y. Supervisory control of a kind of extended finite state machines. 24th IEEE Chinese Control and Decision Conference (CCDC). Washington: IEEE Computer Society; 2012; 775–780.

18. Yang Q., Lü J., Xing J., Tao X., Hu H., Zou Y. Fuzzy control-based software self-adaptation: A case study in mission critical systems. IEEE 35th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW). Washington: IEEE Computer Society; 2011; 13–18.

19. Ahuja K., Dangey H. Autonomic Computing: An emerging perspective and issues. IEEE International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT 2014). Washington: IEEE Computer Society; 2014; 471–475.

20. Sim K. M. Agent-based cloud computing. IEEE Transactions on Services Computing. Washington: IEEE Computer Society; 2012; 564–567.



**Сведения об авторах****Александр Моисеевич Бершадский**

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой САПР  
 Пензенский государственный университет,  
 Пенза, Россия  
 Эл. почта: bam@pnzgu.ru

**Александр Сергеевич Бождай**

д.т.н., доцент, профессор кафедры САПР  
 Пензенский государственный университет,  
 Пенза, Россия  
 Эл. почта: bozhday@yandex.ru

**Алексей Анатольевич Гудков**

к.т.н., доцент кафедры САПР  
 Пензенский государственный университет,  
 Пенза, Россия  
 Эл. почта: alexei-ag@yandex.ru

**Юлия Игоревна Евсеева**

к.т.н., доцент кафедры САПР  
 Пензенский государственный университет,  
 Пенза, Россия  
 Эл. почта: shymoda@mail.ru

**Information about the authors****Aleksander M. Bershadskiy**

Dr. Sci. (Engineering), Professor, Head of the  
 Department of CAD  
 Penza State University, Penza, Russia  
 E-mail: bam@pnzgu.ru

**Aleksander S. Bozhday**

Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, Professor  
 of the Department of CAD  
 Penza State University, Penza, Russia  
 E-mail: bozhday@yandex.ru

**Aleksey A. Gudkov**

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the  
 Department of CAD  
 Penza State University, Penza, Russia  
 E-mail: alexei-ag@yandex.ru

**Yulia I. Evseeva**

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the  
 Department of CAD  
 Penza State University, Penza, Russia  
 E-mail: shymoda @ mail.ru

## Определение точности позиционирования промышленных манипуляторов при помощи цифровой фото/видео камеры

**Цель исследования.** Целью исследования является разработка системы для анализа и оценки погрешностей позиционирования манипуляторов прецизионных промышленных роботов, применяемых в производстве микронной техники. Точность позиционирования манипулятора изменяется в зависимости от режимов работы робота и является сложно предсказуемой и сложно анализируемой величиной. На точность позиционирования влияют конструктивные особенности манипулятора робота, скорость движения и разворота манипулятора, промежуточные остановки и ускорения, вибрации, как собственные, так и вызванные расположением робота на производстве. Точность позиционирования может отличаться для разных точек рабочей области робота. Необходима система анализа и оценки погрешностей, позволяющая эффективно осуществлять серии в сотни и тысячи измерений. Одним из перспективных направлений является использование цифровой техники с последующей обработкой данных на компьютере.

**Материалы и методы исследования.** Построение эффективных робототехнических комплексов зависит от правильного осуществления аттестации промышленных роботов с целью обеспечения управляющих систем промышленных роботов точными данными для безотказной и корректной работы в условиях, характерных для конкретного производства. Решение сложной задачи аттестации прецизионных промышленных роботов сталкивается с трудностями подбора измерительного оборудования. Были проведены исследования, направленные на формирование точечных источников света малого диаметра. Предложен бесконтактный метод измерения, основанный на получении изображения точечных источников света с помощью цифровой фото/видео камеры. Описано применение точечных источников света для калибровки измерительной системы. Исследовались возможности уточнения положений точечных источников с помощью компьютерной обработки изображений полученных с цифровой камеры. Предложен алгоритм обработ-

ки изображения камеры, осуществляющий в несколько этапов определение точности позиционирования манипулятора робота.

**Результаты.** Разработан дистанционный, бесконтактный метод измерения погрешностей позиционирования манипуляторов промышленных роботов. Разработана методика проведения оценки точности позиционирования манипуляторов промышленных роботов на основе специально формируемых точечных источников света, устанавливаемых в схватах манипуляторов и в рабочей зоне робота. Реализовано использование цифровых фото/видеокамер для наблюдения и фиксации пространства возникающего разброса положений манипулятора. Разработано программное обеспечение обрабатывающее цифровое изображение и позволяющее произвести расчеты погрешности позиционирования. Методика позволяет эффективно проводить большие серии измерений и удовлетворяет следующим параметрам: отсутствие физических точек контакта между измерительной системой и манипулятором робота, удовлетворяющая точность измерений, простота работы с измерительным оборудованием, низкая стоимость измерительного оборудования. Работа была представлена на XLV Международной молодежной научной конференции Гагаринские чтения, МАИ, Москва, Россия, 2019г. и была отмечена дипломом.

**Заключение.** В статье представлены результаты исследований по разработке бесконтактной системы анализа и оценки погрешностей позиционирования прецизионных промышленных роботов. Полученные результаты могут быть использованы для аттестации промышленных роботов. Открывается возможность контролировать точность позиционирования манипуляторов без выведения робота из производственного процесса.

**Ключевые слова:** прецизионный промышленный робот, аттестация робота, схват манипулятора, точность позиционирования, калибровка, точечный источник света, пиксель, обработка цифровых изображений

Natalia V. Norkina, Fedor A. Mevis

Moscow aviation Institute (national research University), Moscow, Russia

## Determination of the positioning accuracy of industrial manipulators using a digital photo/video camera

**Purpose of research.** The aim of the study is to develop a system for the analysis and evaluation of positioning errors manipulators precision industrial robots used in the production of microelectronic equipment. The positioning accuracy of the manipulator varies depending on the operating modes of the robot and is difficult to predict and difficult to analyze. The accuracy of positioning is influenced by the design features of the robot manipulator, the speed of movement and rotation of the manipulator, intermediate stops and accelerations, vibrations, both own and caused by the location of the robot in production. The positioning accuracy may differ for different points of the robot working area. We need a system of analysis and error estimation that allows us to effectively carry out a series of hundreds and thousands of measurements. One of the promising areas is the use of digital technology with subsequent processing of data on the computer.

**Materials and methods of research.** The construction of effective robotic systems depends on the correct implementation of the certification of industrial robots in order to provide control systems of industrial robots with accurate data for trouble-free and correct operation in conditions specific to a particular production. The solution of the complex problem of certification of precision industrial robots faces difficulties in the selection of measuring equipment. Studies have been conducted aimed at the formation of point light sources of small diameter. A non-contact measurement method based on obtaining an image of point light sources using a digital photo/video camera is proposed. Application of point light sources for calibration of measuring system is described. Possibilities of specification of positions of point sources by means of computer processing of the images received from the digital camera were investigated. The algorithm of image

processing of the camera carrying out in several stages definition of accuracy of positioning of the manipulator of the robot is offered.

**Results.** A remote, non-contact method for measuring the positioning errors of industrial robot manipulators has been developed. A method of assessing the positioning accuracy of industrial robot manipulators based on specially formed point light sources installed in the grips of the manipulators and in the working area of the robot. Implemented the use of digital photo/video cameras for monitoring and fixing the space of the resulting spread of the manipulator positions. The software processing the digital image and allowing to make calculations of an error of positioning is developed. The method makes it possible to effectively carry out large series of measurements and meets the following parameters: the absence of physical points of contact between the measuring system and the robot manipulator, satisfying the accuracy

of measurements, ease of operation with measuring equipment, low cost of measuring equipment. The work was presented at the XLV International youth scientific conference Gagarin readings, MATI, Moscow, Russia, 2019. and was awarded a diploma.

**Conclusion.** The article presents the results of research on the development of non-contact system of analysis and evaluation of positioning errors of precision industrial robots. The obtained results can be used for certification of industrial robots. It is possible to control the positioning accuracy of manipulators without removing the robot from the production process.

**Keywords:** precision industrial robot, robot certification, manipulator Tong, positioning accuracy, calibration, point light source, pixel, digital image processing

## Введение

Современное развитие микроэлектронной техники тесно связано с применением в ее производстве и эксплуатации промышленных роботов (ПР), в том числе, прецизионных промышленных роботов (ППР), работающих в диапазонах линейных измерений, определяемых десятками и единицами микрометров /мкм/. Дальнейшее развитие микроэлектроники ведет к переходу в область измерений с точностью, определяемой нанометрами /нм/, т.е. в область «нанотехнологий».

ПР представляет собой переналаживаемую автоматическую машину для выполнения различных действий в производстве, представляющих мощные робототехнические комплексы. Преимущество робота от человека заключается в том, что робот может находиться в условиях, представляющих опасность для жизни человека. Также при правильной эксплуатации роботы могут работать без остановки длительное время. Немаловажную роль в построении эффективных робототехнических комплексов играет грамотное осуществление испытаний средств информационного обеспечения ПР с целью обеспечения управляющих систем ПР точными в пределах определённых погрешностей данными для безотказной работы в условиях внешних воздействий, характерных для конкретного производства.

В процессе научно-технического прогресса человечество пытается автоматизировать большую часть производственных процессов. В эру нано-технологий требуются очень большие точности для работы с микроэлементами, поэтому обеспечение точности и надёжности промышленных роботов становится чрезвычайно важной и актуальной задачей при создании роботизированных производств. В областях новейших направлений производства микроэлектронной техники, где человек физически не может выполнять многие сверхминиатюрные производственные операции, задача определения точности позиционирования ПР является чрезвычайно актуальной. Обеспечение точности и надёжности ПР становится чрезвычайно важной задачей в создании роботизированных производств.

На точность робота влияет точность изготовления его деталей. Чем выше точность изготовления деталей, тем должна быть выше точность самого робота [7]. Но робот – комплекс этих деталей, а значит, что каждая погрешность какой-либо детали, участвующая в движении манипулятора, вносит свой вклад в общую погрешность робота. Следствием этого является большое число элементарных погрешностей робота, сложение которых приводит к суммарным погрешностям параметров движения: точек позиционирования, скоростям и ускорениям перемещений рабочего органа

робота [13]. Невозможно добиться идеальной точности позиционирования, кроме погрешностей, создаваемых при конструировании робота, существует погрешность, создаваемая упругой деформацией плечами робота. Точность робота в разных местах его рабочей зоны и при разных скоростях движения манипулятора разная [8].

Существующие методы определения точности позиционирования ППР позволяют производить их метрологическую аттестацию, но это практически всегда связано с разработкой и применением очень сложных измерительных систем, например, лазерных трекеров, специального эталона, магнитной электронной линейки [1, 14]. В работе рассматривается способ оценки точности позиционирования ПМ на основе применения специально формируемых точечных источников света (ТИС) [2]. ТИС устанавливаются на подвижные звенья в схватах аттестуемого ПМ. Положения ТИС фиксируются с помощью цифровых фото/видео камер. Полученные результаты обрабатываются специально разработанным программным обеспечением с целью получения точности позиционирования ППР.

## Использование ТИС

Формирование ТИС, представляющего малое, не более нескольких микрометров световое пятно, осуществляется

освещением внешним источником света отражающего зеркального элемента сферической формы с размером 1–2 мм. На сферической поверхности наблюдается светящееся пятно, имеющее существенно меньший размер в сравнении с размером внешнего осветителя и сферы [5].

Проводились исследования по подбору оптимальных размеров светящегося пятна ТИС на зеркальном элементе сферической формы. Были подобраны опытным путем расстояния от сферы до осветителя [17, 18]. Оптимальный размер зеркального сферического элемента был подобран так, чтобы работа с ним не представляла больших сложностей [15]. Рассматривался вариант использования других оптических диапазонов, включая инфракрасный диапазон, с целью ликвидации всевозможных бликов и паразитных засветов, возникающих в условиях большой освещенности.

Повышение точности измерений связано с уменьшением не только размеров ТИС, но и увеличением плотности пикселей матрицы фото/видео камеры, кратности увеличения оптической системы и разрешающей способности объекта [20].

Схема технической позиции контроля положения смещения манипулятора ПР (рис. 1) состоит из:

- Манипулятора ППР, его схвата и инструмента с ТИС-1, находящемся в схвате
- Рабочей зоны ППР в которой расположено обрабатываемое изделие с установленными на нем ТИС-2 и ТИС-3 с известным расстоянием между ними. Положение ТИС-1 наблюдается относительно ТИС-2.
- Цифровой фото/видео камеры, установленной неподвижно для наблюдения ТИС-1, 2, 3.
- Осветителя ТИС-1, 2, 3.

Положение ТИС-1 наблюдается относительно ТИС-2.

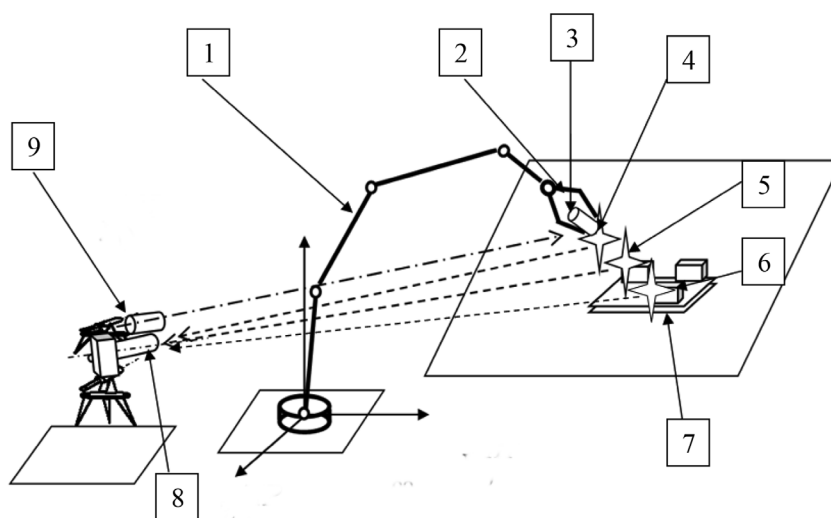


Рис. 1. Схема технической позиции контроля положения и смещения манипулятора ПР посредством наблюдения 3-х ТИС, где:

1) Манипулятор ППР; 2) Схват манипулятора ППР; 3) Инструмент; 4) ТИС-1 на инструменте; 5) ТИС-2 на изделии; 6) ТИС-3 на изделии; 7) Обрабатываемое изделие; 8) Цифровая фото/видео камера; 9) Осветитель ТИС

Данный метод имеет преимущество перед существующими методами оценки точности ПМ, заключающееся в том, что манипулятор ПМ и измерительная система не имеют физических точек контакта и связаны только оптически.

В качестве элементов формирования ТИС применены полированные шарики. Метод заключается в измерении рас-

стояний между ТИС-1 и ТИС-2, с применением цифровой фото/видео съемочной аппаратуры. ТИС-3 используется для калибровки.

Конструкторская реализация предлагаемого метода и варианты компоновки измерительного комплекса не представляют особых сложностей, требуется жестко закрепить стальные полированные шари-

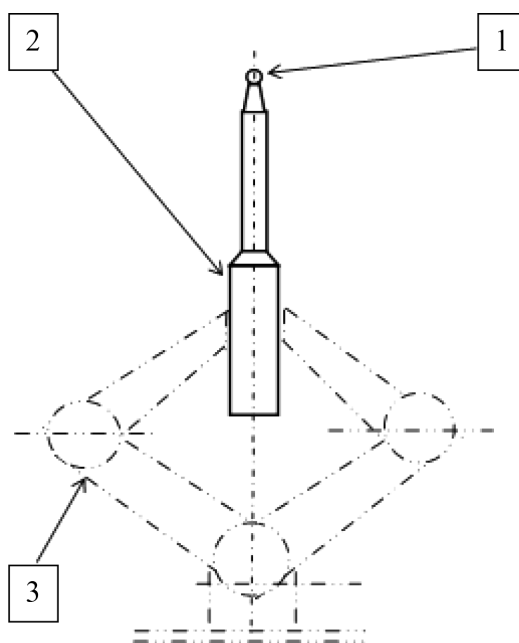


Рис. 2. Держатель точечных источников света, где:

1) Стальной полированный шарик (элемент формирования точечного источника света (ТИС); 2) Основание держателя ТИС; 3) Схват манипулятора



ки ТИС на манипуляторе ПР и в рабочей зоне ПР. Пример крепления ТИС показан на (рис. 2.) [16].

### Проведение измерений

Измерения выполняются в следующем порядке:

1. Проверяется функционирование всех устройств измерительного комплекса.

2. Производится установка манипулятора в положение, в котором предполагается определять величину погрешности позиционирования манипулятора. Делается цифровой снимок захвата манипулятора робота и его рабочей зоны в данном положении.

3. Реализуется движение манипулятора по произвольно выбранной траектории. Для эксперимента допускаются кратковременные остановки робота в разных точках, что еще более усиливает фактор случайного характера воспроизводимой траектории. Скорость вращения звеньев также произвольная и рекомендуется высокая для сокращения времени проведения экспериментов.

4. Реализуется возврат робота — в первое контрольное исходное положение, выбранное и сфотографированное в п. 2. Наблюдается режим возврата робота визуально, а затем, при приближении к начальному положению вблизи этого положения производится переключение на малые скорости возвратного движения и выполняется «доводка» ТИС по всем осям до значений координат, записанных в п. 3.

5. После возврата робота в исходное положение делается цифровой снимок захвата манипулятора робота и его рабочей зоны в данном положении.

6. Цифровые снимки обрабатываются разработанным программным обеспечением.

Выполнение действий, аналогичных п. 3–6 многократное, для получения доста-

точного числа реализаций и построения пространства разброса координат позиционирования ТИС-1 относительно начальной точки положения манипулятора.

### Программное решение

Производились исследования на предмет возможности уточнения изображения при помощи программной обработки. При использовании оптических средств, таких как теодолит, отсутствует возможность проведения уточнений параметров светового пятна, таких как координат его центров и размеров [3]. Также при использовании теодолитов отсутствует возможность автоматизации процесса аттестации

роботов для получения большой серии измерений. Использование теодолитов трудоемко и сложно для проведения большой серии измерений.

Снимки, полученные с цифровой фото/видео камеры, обрабатываются специально разработанным программным обеспечением [4]. Обработка осуществляется в два этапа. На (рис 3) показано исходное изображение световых пятен ТИС-1, 2, 3 для обработки программой. На первом этапе, на исходном изображении путем порогового преобразования происходит поиск всех засветов [6, 9, 10]. На втором этапе происходит поиск световых пятен ТИС среди всех найденных засветов. Найденные и выделенные световые



Рис. 3. Исходное изображение

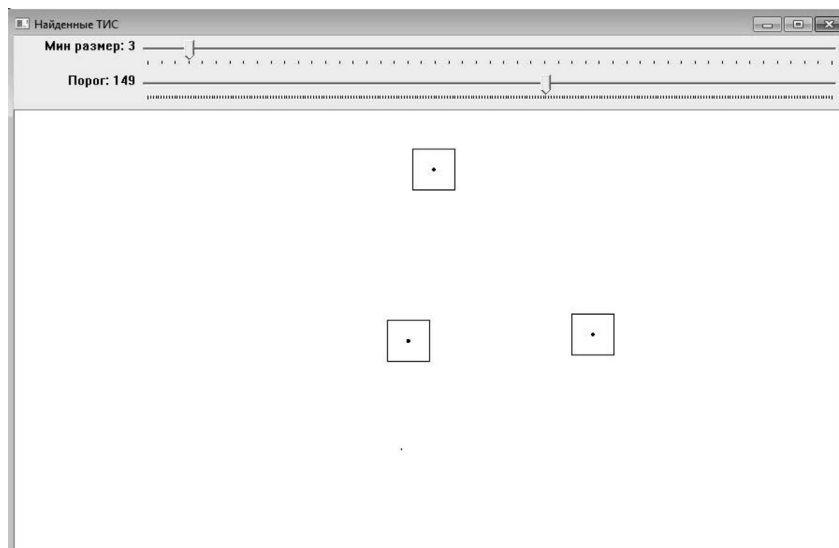


Рис. 4. Найденные ТИС

```

*****
***** Минимальный допустимый размер ТИС: 3
***** Пороговое преобразование: 149
ТИС No:      X:      Y:      Ширина:      Высота:
[1]:      448      65      4      4
[2]:      618      246     4      4
[3]:      421      253     4      4
ТИС количество: 3

```

Рис. 5. Найденные параметры световых пятен ТИС

пятна отображаются в окне «Найденные ТИС» (рис. 4.), где на белом фоне черным цветом отображаются световые пятна, обведенные прямоугольниками. Программа находит размеры световых пятен ТИС и координаты их центров [11, 12, 19]. Результат показан на (рис. 5.).

Исходными данными для работы программы являются снимки положения захвата манипулятора ПР в двух положениях: начальном и возвращенном.

Для определения точности позиционирования робота необходимо, при помощи созданной программы обработать фото/видео изображения захвата манипулятора робота в начальном положении и фото/видео изображения захвата манипулятора робота в возвращенном положении. Для этого отрегулировать значения минимальный размер светового пятна в пикселях: «Мин размер» и значение порогового преобразования «Порог».

В итоге получатся две таблицы положений ТИС, одна для снимка начального положения захвата манипулятора ПР, другая для возвращенного положения захвата манипулятора ПР. В таблицах будут записаны координаты центров найденных световых пятен ТИС и их ширина с высотой.

Для каждой таблицы программа геометрически вычислит координаты ТИС-1 относительно ТИС-2 в пикселях.

Для обработки результатов и получения точности позиционирования в мкм. необходимо выполнить калибровку при помощи следующих действий:

1. На полученном и обработанном изображении вычисляется расстояние между центрами световых пятен полученных от ТИС-2 и ТИС-3.

2. Измеряется реальное расстояние в микронах между сферами ТИС-2 и ТИС-3, находящимися в рабочей зоне робота.

3. Исходя из расстояния между световыми пятнами ТИС-2 и ТИС-3 и расстояния между сферами, рассчитывается соответствие размера одного пикселя изображения расстоянию в микронах.

Для определения точности позиционирования:

1. Снимки начального и возвращенного положения манипулятора робота

2. Вычисляется расстояние между центрами световых пятен ТИС-1 и ТИС-2 снимка начального положения манипулятора ПР и координатой ТИС-1 относительно координаты ТИС-2 снимка возвращенного положения манипулятора ПР.

3. Расстояние в условных единицах переводится в микроны, размер одного пикселя

в микронах получен при помощи калибровки пикселя. Полученное расстояние в микронах и является величиной, характеризующей точность позиционирования робота. Действия в п. 2–3 реализуются многократно для всей серии снимков начального и возвращенного положения манипулятора ПР. Получается достаточное число реализаций для построения пространства разброса координат позиционирования ТИС-1 относительно начальной точки положения манипулятора. Разработанный метод позволяет существенно упростить трудоемкость определения точности позиционирования ПР за счет автоматизации работы с световыми пятнами ТИС.

## Заключение

Очевидна необходимость измерения оценки погрешности позиционирования ПМ. При сложности кинематики современных ПМ возникает необходимость разработки новых методик определения точности позиционирования ПМ, обеспечивающих максимальную простоту выполнения. Описанная методика не совершенна, в процессе ее создания были выявлены проблемы, требующие более детальной проработки, например, паразитные засветки на поверхности зеркального элемента. Разработан метод определения тонности позиционирования промышленных манипуляторов при помощи цифровой фото/видео камеры. Разработано программное обеспечение, позволяющее детектировать и находить центры пятен точечных источников света на цифровых фото/видео изображениях. Разработана методика расчета точности позиционирования ПР.

## Литература

1. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В. А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Высшая школа, 1986.
2. Грачев В.В. Робототехническая система FANUC. Учебно-методическое пособие по программированию. М.: МАИ, 2015.
3. Захаров А.И. Геодезические приборы. Справочник. М.: Недра, 1989.
4. Годин Э.М., Соколов В.А. Разработка технологии испытаний и основы сертификации средств информационной и вычислительной техники. Учебное пособие. М.: МАИ, 2008.
5. Имитатор условий космического полета Т-27. Пер. с англ. Экспресс – информация // Астронавтика и ракетодинамика. 1966. Вып. 44.
6. Поддержка OpenCV [Электрон. ресурс] URL: <https://answers.opencv.org/questions/>
7. Соколов В. А. Расчет и оценка погрешностей промышленных роботов в зависимости от кинематики и конструкции подвижных сочленений звеньев манипуляторов: Методическое пособие к практическим занятиям (на примере робота LRMate200iD /фирма FANUK/). М.: МАИ, 2017.
8. Техническая документация на ПР, модель LRMate 200iD (фирма FANUC).
9. Поиск объекта по цвету – RGB [Электрон. ресурс] URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/365.html> OpenCV
10. Поиск объекта по цвету. Цветовое пространство HSV [Электрон. ресурс] URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/402.html> OpenCV
11. Нахождение контуров и операции с ними [Электрон. ресурс] URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/640.html> OpenCV

12. Алгоритмы обнаружения движения по видеопотоку. [Электрон. ресурс] URL: [http://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?hl=ru&langpair=en%7Cru&rurl=translate.google.com&twu=1&u=http://www.codeproject.com/KB/audiovideo/Motion\\_Detection.aspx&usg=ALkJrhiuz70ok1viVxDFDylMntEJEMT-A](http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=ru&langpair=en%7Cru&rurl=translate.google.com&twu=1&u=http://www.codeproject.com/KB/audiovideo/Motion_Detection.aspx&usg=ALkJrhiuz70ok1viVxDFDylMntEJEMT-A).

13. Guanglong Du and Ping Zhang. Research Article IMU-Based Online Kinematic Calibration of Robot Manipulator // Hindawi Publishing Corporation. 2013.

14. Jorge Santolaria, Ana C. Majarena, David Samper, Agustin Brau, and Jesús Velázquez. Research Article Articulated Arm Coordinate Measuring Machine Calibration by Laser Tracker Multilateration // Hindawi Publishing Corporation. 2014.

15. Черемский О.Н., Федотов Н.Н. Подшипники качения: Справочник – каталог. М.: Машиностроение, 2003.

16. Козырев Ю.Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов. Учебное пособие. М.: КноРус, 2016.

17. СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Изд. стандартов.

18. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. Изд. стандартов.

19. Методы компьютерной обработки изображений под редакцией В.А. Сойфера. М.: Физматлит, 2003. 784 с.

20. Чусляева И.А. Алгоритм оптимального определения координат центра изображения для измерительного оптико-электронного прибора с матричным фотоприемником // Известия ВУзов СССР. Приборостроение. 1991. № 3. С. 82–87.

## References

1. Burdakov S.F., D'yachenko V. A., Timofeyev A. N. *Proyektirovaniye manipulyatorov promyshlennykh robotov i robotizirovannykh kompleksov: Uchebnoye posobiye dlya studentov vuzov.* = Designing manipulators for industrial robots and robotic complexes: A textbook for university students. Moscow: Higher School; 1986. (In Russ.)
2. Grachev V.V. *Robototekhnicheskaya sistema FANUC. Uchebno-metodicheskoye posobiye po programmirovaniyu.* = Robotic system FANUC. Textbook on programming. Moscow: MAI; 2015. (In Russ.)
3. Zakharov A.I. *Geodezicheskiye pribory. Spravochnik.* = Geodetic instruments. Directory. Moscow: Nedra; 1989. (In Russ.)
4. Godin E.M., Sokolov V.A. *Razrabotka tekhnologii ispytaniy i osnovy sertifikatsii sredstv informatsionnoy i vychislitel'noy tekhniki. Uchebnoye posobiye.* = Development of test technology and

the basis for certification of information and computing equipment. Tutorial. Moscow: MAI; 2008. (In Russ.)

5. *Imitator usloviy kosmicheskogo poleta T-27. Per. s angl. Ekspress – informatsiya.* = Simulator of the conditions of the space flight T-27. Per. from English Express - Information. Astronautics and Rocket Dynamics. 1966. Iss. 44. (In Russ.)

6. OpenCV support [Internet] URL: <https://answers.opencv.org/questions/>

7. Sokolov V. A. *Raschet i otsenka pogreshnostey promyshlennykh robotov v zavisimosti ot kinematiki i konstruktсии podvizhnykh sochleneniy zven'yev manipulyatorov: Metodicheskoye posobiye k prakticheskim zanyatiyam (na primere robota LRMate200iD /firma FANUK/).* = Calculation and estimation of the errors of industrial robots depending on the kinematics and design of the movable joints of the links of manipulators: Methodical manual for practical exercises (using the example of the

robot LRMate200iD / FANUC /). Moscow: MAI; 2017. (In Russ.)

8. Technical documentation on OL, model LRMate 200iD (firm FANUC). (In Russ.)

9. Search object by color - RGB [Internet] URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/365.html> OpenCV (In Russ.)

10. Search object by color. HSV color space [Internet] URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/402.html> OpenCV (In Russ.)

11. Finding circuits and operations with them [Internet] URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/640.html> OpenCV (In Russ.)

12. Motion detection algorithms for video streaming. [Internet] URL: [http://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?hl=ru&langpair=en%7Cru&rurl=translate.google.com&twu=1&u=http://www.codeproject.com/KB/audiovideo/Motion\\_Detection.aspx&usg=ALkJrh-uzz70ok1viVxDFDylMntEJEMT-A](http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=ru&langpair=en%7Cru&rurl=translate.google.com&twu=1&u=http://www.codeproject.com/KB/audiovideo/Motion_Detection.aspx&usg=ALkJrh-uzz70ok1viVxDFDylMntEJEMT-A). (In Russ.)

13. Guanglong Du and Ping Zhang. Research Article IMU-Based Online Kinematic Calibration of Robot Manipulator. Hindawi Publishing Corporation. 2013.

14. Jorge Santolaria, Ana C. Majarena, David Samper, Agustín Brau, and Jesús Velázquez. Re-

search Article Articulated Arm Coordinate Measuring Machine Calibration by Laser Tracker Multilateration. Hindawi Publishing Corporation. 2014.

15. CHERemskiy O.N., Fedotov N.N. Podshipniki kacheniya: Spravochnik – katalog. = Rolling bearings: Directory - directory. Moscow: Engineering; 2003. (In Russ.)

16. Kozyrev YU.G. Zakhvatnyye ustroystva i instrumenty promyshlennykh robotov. Uchebnoye posobiye. = Gripping devices and tools of industrial robots. Tutorial. Moscow: KnoRus; 2016. (In Russ.)

17. SanPiN 2.2.4 / 2.1.8.566-96. Industrial vibration, vibration in residential and public buildings. Ed. standards. (In Russ.)

18. SNiP 23-05-95. Natural and artificial lighting. Design standards. Ed. standards. (In Russ.)

19. Metody komp'yuternoy obrabotki izobrazheniy pod redaktsiyey V.A. Soyfera. = Methods of computer image processing, edited by V.A. Soifer. Moscow: Fizmatlit; 2003. 784 p. (In Russ.)

20. CHuslyayeva I.A. Algorithm for optimal determination of image center coordinates for a measuring optoelectronic device with a matrix photodetector. Izvestiya VUZov SSSR. Priborostroyeniye. = News of USSR universities. Instrument making. 1991; 3: 82-87. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Наталья Викторовна Норкина**

к.т.н. доцент

Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет),  
Москва, Россия

Эл. почта: [nata\\_norkina@mail.ru](mailto:nata_norkina@mail.ru)

**Федор Александрович Мевис**

Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет),  
Москва, Россия

Эл. почта: [fma995@gmail.com](mailto:fma995@gmail.com)

#### Information about the authors

**Natalya V. Norkina**

Cand. Sci. (Engineering), Associated Professor

Moscow aviation Institute

(national research University),  
Moscow, Russia

E-mail: [nata\\_norkina@mail.ru](mailto:nata_norkina@mail.ru)

**Fedor A. Mevis**

Moscow aviation Institute

(national research University),  
Moscow, Russia

E-mail: [fma995@gmail.com](mailto:fma995@gmail.com)



# Информационно-коммуникационно-технологическая компетентность преподавателя вуза: диагностика и развитие

**Цель исследования** — выявление путей повышения эффективности применения ИКТ преподавателями вуза. Соответственно, задачами исследования были: диагностика уровня сформированности ИКТ-компетентности преподавателей вуза, изучение мнения студентов об эффективности применения ИКТ в вузе, анализ взаимосвязи ИКТ-компетентности и коммуникативной компетентности у преподавателей вуза, выявление запроса преподавателей на повышение квалификации в области ИКТ.

**Методы исследования:** анкетирование преподавателей (анкета «Применение ИКТ преподавателем вуза» О.А. Чувгуновой), студентов (анкета «Применение ИКТ в образовательном процессе глазами студентов» О.А. Чувгуновой), психологическое тестирование («Тест коммуникативных умений» Л. Михельсона), методы математической статистики. Выборку исследования составили 102 преподавателя и 198 студентов СПбГУ.

**Результаты исследования** показали, что преподаватели владеют основными навыками пользователя персонального компьютера, умеют работать с мультимедийным оборудованием, использовать ИКТ, необходимые для преподавания конкретных дисциплин, применять ИКТ как средство для передачи информации и общения со студентами в рамках образовательного процесса. Однако большинство участников исследования еще не в полной мере используют ИКТ как инструмент для повышения эффективности обучения, развития мышления, творческих способностей и креативности студентов.

Обратная связь от студентов свидетельствует о положительной оценке применения преподавателями ИКТ в образовательном процессе. Большинство опрошенных студентов считает, что ИКТ повышают эффективность обучения. При этом, для студентов важен учет их индивидуальных особенностей и оптимальный баланс между виртуальным и «живым» общением. Выявлены положительные взаимосвязи между коммуникативной компетентностью преподавателей, показателями ИКТ-ком-

петентности и самооценкой ИКТ-компетентности преподавателей. То есть, высокой коммуникативной компетентности преподавателя соответствует высокая ИКТ-компетентность и высокая самооценка ИКТ-компетентности.

Преподаватели вуза заинтересованы в повышении квалификации в области ИКТ, но деятельность по повышению квалификации преподавателей вуза в области ИКТ мало упорядочена. Большинство преподавателей не планируют повышение квалификации в этой области и повышают ее стихийно, от случая к случаю. Основные формы повышения квалификации — самообразование и посещение курсов повышения квалификации.

**Заключение.** Исследование позволило выявить следующие пути развития ИКТ-компетентности преподавателя вуза:

- расширение взгляда преподавателя на ИКТ как на источник повышения качества обучения, развития мышления и творческих способностей студентов, изменение ограниченного представления об ИКТ лишь как вспомогательном техническом средстве;
- учет индивидуальных особенностей обучающихся и мнения студентов при применении ИКТ в обучении, регулярное получение обратной связи от студентов по вопросам применения ИКТ в вузе;

- совершенствование коммуникативной компетентности педагога при работе со студентами через интерактивные ИКТ;
- повышение эффективности системы повышения квалификации преподавателей вузов в области ИКТ. В условиях быстрого развития ИКТ одним из эффективных путей повышения ИКТ-компетентности представляется сопутствующее обучение, предусматривающее создание в вузе обучающей среды для преподавателей и наличие консультантов и тьюторов.

**Ключевые слова:** информационно-коммуникативные технологии (ИКТ), ИКТ-компетентность, коммуникативная компетентность, преподаватели, студенты

Olga A. Chuvgunova

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

## ICT-competence of university lecturers: diagnostics and development

**The purpose of the study.** This article is devoted to reveal the directions of development of lecturers' information and communication technology (ICT) competences. The level of lecturers' ICT-competence, feedback from students about efficiency of ICT using at the University, structure of lecturers' ICT-competence and communicative competence correlation, lecturers' demands in ICT-competence training were investigated.

**Methods.** Lecturers' survey (questionnaire "ICT-using by University lecturers" by O. Chuvgunova), students' survey (questionnaire "ICT at University: students' feedback" by O. Chuvgunova), psychological test ("Communicative skills test" by L. Michelson), math statistics methods. Sample was formed from lecturers (N = 102) and students (N = 198) of St. Petersburg University.

**Results.** Results show that lecturers have high marks of base level and technological level of ICT competence. Lecturers have ICT literacy and can use ICT as a tool for communication with students. But professional level of the most part of participants' ICT competence is not developed

well enough. Hence, some lecturers cannot create and implement new instruments, methods into educational process through ICT.

The feedback from undergraduates demonstrates that students appreciate highly using ICT at their faculties. Respondents think that ICT improves the effectiveness of learning process. At the same time, it is important for students to take into account their individual characteristics and the optimal balance between virtual and "live" communication.

Study revealed positive correlation between indicators of ICT competence and communicative competence. Lecturers with high communicative competence have high level of ICT competence and high self-rating of their own ICT competence.

Lecturers are interested in ICT-competence training. Mostly, they use different courses and self-education. Most lecturers do not have a plan of their ICT-competence development.

**Conclusion.** The study found out such directions of lecturers' ICT-competence development, as:

– using ICT as a resource of improvement of educational process, development of students' intelligence and creativity;  
– lecturers should take into account students' individual features and students' feedback through ICT using;  
– enhancement of lecturers' communicative competence as a necessary skill of interactive ICT using;

– efficiency increase of lecturers' ICT competence training through permanent educational environment and consulting by ICT specialists.

**Keywords:** information and communication technologies (ICT), ICT competence, communicative competence, lecturers, students

## Введение

Сегодня информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) являются неотъемлемой частью образовательного процесса вуза. Чтобы применение ИКТ было эффективным, нужно учитывать возможности и ограничения современных ИКТ, уметь выбирать ИКТ в соответствии с образовательными задачами, методически грамотно осуществлять наполнение программных продуктов, оформлять учебно-методические материалы в форме, необходимой для размещения в различных информационных ресурсах. В связи с этим, применение ИКТ в вузе сопровождается рядом сложностей. Преподавателю необходимо:

- владеть компетенциями в области применения современных ИКТ в образовательном процессе;
- учитывать индивидуальные особенности обучающихся и специфику преподаваемых дисциплин при использовании ИКТ;
- профессионально общаться, проявлять коммуникативную компетентность при работе со студентами с помощью интерактивных ИКТ;
- адаптироваться к быстрой смене ИКТ в связи с их быстрым устареванием и появлением большого числа новых ИКТ.

*Цель* настоящего исследования – выявление путей повышения эффективности применения ИКТ преподавателями высшей школы.

*Задачи исследования:*

- диагностика уровня сформированности ИКТ-компетентности преподавателей вуза;

– изучение мнения студентов об эффективности применения ИКТ в вузе;

– анализ взаимосвязи ИКТ-компетентности и коммуникативной компетентности у преподавателей вуза;

– выявление запроса преподавателей на повышение квалификации в области ИКТ.

В исследовании были использованы следующие методы:

1) анкетирование – анкеты «Применение ИКТ преподавателем вуза», «Применение ИКТ в образовательном процессе глазами студентов» (анкеты разработаны О.А. Чувгуновой, приложения 1,2).

Основаниями для создания анкеты «Применение ИКТ преподавателем вуза» (Приложение 1) послужили рекомендации ЮНЕСКО по содержанию ИКТ-компетентности педагога [1], перечень содержания ИКТ-компетентности педагога [2]; трехуровневая модель ИКТ-компетентности педагога [3].

Цель анкеты – диагностика аспектов, без которых невозможно эффективное применение ИКТ в вузе: заинтересованность преподавателей в использовании новых технологий, создание условий для повышения квалификации в области ИКТ, наличие достаточного уровня ИКТ-компетентности у преподавателей. Согласно С.А. Дочкину, можно выделить базовый, технологический и практический (профессиональный) уровни ИКТ-компетентности педагога.

К базовому уровню относится компьютерная грамотность. Применение ИКТ на данном уровне заключается во владении общими приемами создания, редактирования, сохране-

ния, копирования и переноса информации в электронном виде, представлении информации средствами презентационных технологий, освоении навыков поиска информации в сети Интернет и взаимодействия с помощью электронной почты, социальных сетей [3].

На технологическом уровне ИКТ становятся инструментом в осуществлении педагогической деятельности. Этот уровень ИКТ-компетентности позволяет преподавателю производить оценку потенциала Интернет-ресурсов, степени их интерактивности и информативности с позиций целевой предметной области, осуществлять анализ программных средств и ресурсов Интернета с учетом основных технологических, экономических и эргономических требований [3].

*Практический (профессиональный) уровень* предполагает способность преподавателя создавать с помощью ИКТ новые инструменты для осуществления профессиональной деятельности [3].

Анкета содержит 5 блоков вопросов. При ответе на вопросы первого блока преподаватель анализирует свое отношение к применению ИКТ в педагогической деятельности: считает ли он использование ИКТ в вузе необходимым, нравится ли ему использовать ИКТ в работе или он делает это только в связи с административными требованиями, какими способами повышает свою квалификацию в области ИКТ. Второй блок позволяет изучить, какими конкретными ИКТ владеет преподаватель, какие хочет изучить, учитывает ли педагог индивидуальные особенности студентов при выборе и применении ИКТ, как

сам преподаватель оценивает свою ИКТ-компетентность (от 0 до 5 баллов) и эффективность своего применения ИКТ в образовательном процессе. Третий, четвертый, пятый блоки содержат вопросы о владении различными ИКТ, позволяющие определить степень сформированности базового, технологического, практического (профессионального) уровней ИКТ-компетентности соответственно. Сумма от 4 до 5 баллов говорит о сформированности данного уровня, от 2 до 3,5 — о частичной сформированности, от 0 до 1,5 — о несформированности данного уровня. Сумма баллов по третьему, четвертому, пятому блокам характеризует общий уровень ИКТ-компетентности преподавателя.

Таким образом, анкета помогает преподавателю выявить уровень сформированности ИКТ-компетентности, проанализировать эффективность применения им ИКТ, особенности мотивации к применению ИКТ, выявить проблемные области и определить возможные пути повышения своей ИКТ-компетентности. Анкетирование может проводиться как в индивидуальной, так и в групповой форме.

Анкета «Применение ИКТ в образовательном процессе глазами студентов» (Приложение 2). Анкета состоит из 5 вопросов, направленных на выявление мнения студентов об эффективности и целесообразности применения ИКТ в образовательном процессе. Анкетирование может проводиться как индивидуально, так и в групповой форме.

2) психодиагностический метод — «Тест коммуникативных умений» Л. Михельсона [4]. Данная методика позволяет определить уровень коммуникативной компетентности и уровень сформированности основных коммуникативных умений.

3) методы математической статистики — описательные статистики, корреляционный

анализ (г Спирмена), сравнение выборок с помощью критерия U Манна-Уитни.

#### **Анализ уровня сформированности ИКТ-компетентности у преподавателей вуза**

В исследовании приняли участие 102 преподавателя (средний возраст 38,4 г.; SD = 10,4; Me = 35, м. — 35; ж. — 67) факультетов психологии, социологии, прикладной математики и процессов управления, биологии, экономики СПбГУ. Стаж научно-педагогической деятельности в среднем 11,2 лет (SD = 8,6; Me = 10). Для получения обратной связи о применении ИКТ в образовательном процессе было опрошено 198 студентов тех же факультетов СПбГУ (M = 19,0; SD = 1,1; Me = 19; м. — 49; ж. — 149).

Большинство опрошенных преподавателей считают ИКТ-компетентность обязательной составляющей педагогического мастерства преподавателя вуза. Так, по мнению 30,9% респондентов, успешная педагогическая деятельность невозможна без ИКТ-компетентности. Для 46,9% опрошенных ИКТ-компетентность является важным компонентом в профессиональной подготовке педагога. С точки зрения 11,1% опрошенных преподавателей, уровень ИКТ-компетентности не влияет на качество работы преподавателя. Еще 11,1% респондентов рассматривают ИКТ-компетентность лишь как второстепенный, вспомогательный компонент в профессиональной компетентности педагога. Большинству опрошенных преподавателей (63,8%) нравится применять ИКТ в педагогической деятельности. 32,4% выбрали вариант ответа «иногда». Лишь 3,8% респондентов ответили, что не испытывают желания применять ИКТ в своей работе.

75% респондентов отметили, что ИКТ значительно повышают эффективность их педагогической деятельности. 11,5% опрошенных ответили, что применение ими ИКТ не влияет на эффективность образовательного процесса. 2% респондентов считают, что эффективность от применения ими ИКТ-технологий низкая. По мнению 11,5%, при применении ИКТ есть как плюсы (наглядность, возможность работать с большими объемами информации, экономия времени), так и минусы (уменьшение личного контакта с обучающимися, недостаточная техническая поддержка на некоторых факультетах).

В среднем, самооценка преподавателями собственной ИКТ-компетентности составила 2,8 балла из 5 максимально возможных (SD = 0,9). Большинство опрошенных оценивают уровень своей ИКТ-компетентности как средний (44,8%) и выше среднего (24,1%). 20,7% респондентов считают свою ИКТ-компетентность высокой, 3,4% — очень высокой, 7% — низкой. То есть, большая часть участников исследования считает, что высокого уровня ИКТ-компетентности они еще не достигли.

67,7% опрошенных преподавателей стараются учитывать пожелания и возможности студентов при использовании ИКТ. 15,4% респондентов не задумывались об этом. 4,6% респондентов учитывают пожелания и индивидуальные особенности студентов редко, 1,5% — не учитывают. 10,8% респондентов пояснили, что студенты не высказывали пожеланий, а для учета индивидуальных особенностей обучающихся не всегда хватает времени.

Базовый уровень ИКТ-компетентности полностью сформирован у 98% опрошенных и частично сформирован у 2%. Средний балл составил 4,8 из 5-ти максимально возможных



баллов,  $SD = 0,4$ . Опрошенные преподаватели владеют основными пользовательскими знаниями и умениями, соответствующими этому уровню.

Технологический уровень ИКТ-компетентности сформирован у 87,7% респондентов, частично сформирован у 11,1%, не сформирован у 1,2%. Средний балл — 4,6 из 5-ти максимально возможных баллов,  $SD = 0,6$ . Большинство респондентов умеет разрабатывать презентационное сопровождение своих дисциплин (92,6%), пользоваться медиaproектором, интерактивной доской (78,75%), оценивать целесообразность использования Интернет-ресурсов в учебном процессе (86,4%). 73,4% применяют готовые электронные учебники, 82,7% — разнообразные возможности электронной почты, социальных сетей.

Практический (профессиональный) уровень ИКТ-компетентности сформирован у 22,2% респондентов, частично сформирован — у 53,1%, не сформирован — у 24,7%. Средний балл уровня сформированности практического (профессионального) уровня ИКТ-компетентности составил 2,9 балла из 5-ти максимально возможных,  $SD = 1,3$ .

Общий уровень ИКТ-компетентности, включающий базовый, технологический и практический (профессиональный) уровни, в среднем по выборке составил 12,3 балла из 15 максимально возможных,  $SD = 1,6$ . Однако, основной вклад в этот результат вносят базовый и технологический уровни, которые сформированы практически у всех респондентов. Практический же уровень у большинства выборки сформирован лишь частично.

Эти сведения соотносятся с самооценкой собственного уровня ИКТ-компетентности, которая у большинства участников является средней. Вероятно, преподаватели осознают недостаточность рассмотрения

ИКТ лишь как компьютерной грамотности и важную роль педагогического мастерства преподавателя при применении ИКТ.

Лишь 26% опрошенных преподавателей умеют создавать электронные учебники и пособия. 32,5% респондентов не умеют разрабатывать электронные учебники и пособия, 27,3% нуждаются в помощи в процессе создания электронных учебников. 14,2% опрошенных отметили, что у них пока не было необходимости в разработке электронных учебников, но они имеют необходимые для этого умения.

33,7% респондентов могут осуществлять дистанционное обучение самостоятельно, 12% нуждаются в помощи. 37,3% респондентов не владеет технологиями дистанционного обучения. 17% опрошенных ответили, что в их работе пока не было потребности в дистанционном обучении.

25,3% респондентов умеет создавать сайты и размещать информацию в сети Интернет. 39,8% опрошенных преподавателей иногда требуется помощь при разработке сайтов. Около трети респондентов (30,1%) никогда не занимались созданием сайтов, 4,8% отметили, что перед ними не ставилась такая задача. На вопрос «Умеете ли Вы использовать ИКТ в качестве инструмента для формирования у студентов способности получать новые знания, развития критического мышления и креативности» 57% респондентов ответили «да», 29% — нуждаются в помощи, 8,9% — нет, 5,1% — «это не входит в круг моих профессиональных компетенций», «не всегда».

В спектре применяемых преподавателями ИКТ можно выделить 2 части: общую, присущую всем респондентам, и специфическую, включающую ИКТ, соответствующие преподаваемым дисциплинам. Общая часть содержит

навыки пользователя персонального компьютера (прежде всего, программы пакета MS Office), поиск информации в сети Интернет, использование мультимедийного оборудования, обмен информацией со студентами с помощью социальных сетей, электронной почты. Единичные преподаватели ответили, что для обмена информацией и организации совместной работы пользуются Skype, Google-документами и Google-формами. 16% преподавателей ответили, что организуют работу со студентами с помощью обучающей платформы Blackboard. Несмотря на наличие университетского доступа к многочисленным научным ресурсам, лишь единичные респонденты указали, что в учебном процессе используются электронными библиотеками и базами данных.

Специфичные для преподаваемых дисциплин ИКТ отличаются разнообразием. Например, были упомянуты программа для анализа данных и визуализации экспериментальных данных Origin, система компьютерной алгебры Mathematica, система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD, программы для создания видеосюжетов Adobe Premier, текстовые редакторы MathType, LaTeX, программа для разработки стимульного материала для психофизиологических исследований PsychoPy, программы для статистической обработки данных и др.

Таким образом, опрошенные преподаватели имеют навыки пользователя персонального компьютера, умеют осуществлять поиск информации в сети Интернет, пользоваться электронной почтой и социальными сетями, использовать готовые электронные учебники, разрабатывать презентационное сопровождение дисциплин, пользоваться мультимедийным оборудованием. Это позволяет более



эффективно строить учебный процесс, повышать количество усвоенной студентами учебной информации и качество усвоения. Однако, большинство респондентов (77,8%) рассматривают ИКТ прежде всего как техническое средство передачи информации. Возможности ИКТ как ресурса для качественного изменения процесса обучения путем создания авторских электронных ресурсов и онлайн-курсов, учета индивидуальных особенностей обучающихся, развития мышления и креативности у студентов пока остаются недооцененными.

#### **Оценка эффективности применения ИКТ в вузе глазами студентов**

Для объективной оценки эффективности применения ИКТ в образовательном процессе была получена обратная связь от студентов с помощью анкеты «Применение преподавателями ИКТ глазами студентов».

45,2% опрошенных студентов ответили, что ИКТ в процессе обучения применяет большинство преподавателей, 37,7% — практически все преподаватели. 17,1% респондентов отмечают, что при работе с ними ИКТ применяют меньше половины преподавателей.

По мнению 65,9% студентов, ИКТ значительно повышают эффективность образовательного процесса. 56,1% респондентов ответили, что их полностью устраивает применение ИКТ в учебном процессе. 30,3% опрошенных студентов хотели бы, чтобы преподаватели чаще применяли визуальное представление информации на лекциях, использовали возможности электронной почты, социальных сетей для рассылки и размещения учебной информации и заданий для самостоятельной работы. Студенты отмечают такие преимущества применения ИКТ, как наглядность инфор-

мации, оперативность в общении с преподавателем. Студентам удобно усваивать новый материал, повторять пройденное и готовиться к экзаменам, когда учебная информация представлена в электронном виде.

5% респондентов считает, что ИКТ незначительно повышают эффективность применения ИКТ в учебном процессе. 19,1% опрошенных студентов считает, что применение ИКТ не влияет на эффективность образовательного процесса. По мнению 4,5% респондентов, применение ИКТ в некоторых случаях даже снижает эффективность процесса обучения, а еще 4% опрошенных студентов считают, что применение ИКТ в учебном процессе избыточно. Это связано с тем, что информация, представленная в презентациях, не всегда доступна для восприятия из-за мелкого шрифта, быстрого темпа предъявления, обилия рисунков, сложных схем и т.п. Иногда преподаватели испытывают затруднения в работе с мультимедийной техникой, в результате чего происходит потеря учебного времени. Уменьшается доля «живого» общения с преподавателем, что у некоторых студентов вызывает психологический дискомфорт. Эти респонденты отмечают, что иногда занятия сводятся к чтению и переписыванию презентаций, нет возможности для непосредственного общения с преподавателем, представление информации в презентациях не всегда способствует усвоению. 5,5% респондентов отметили, что ИКТ помогают усвоить учебную информацию лучше, если они соответствуют специфике дисциплины, психологическим особенностям преподавателя и студентов. При этом, предлагаемые материалы должны быть удобны для восприятия, а сами занятия с применением ИКТ не должны исключать живого общения с преподавателем.

С точки зрения 33,3% опрошенных студентов, ИКТ помогают сделать занятия более интересными. 41,1% респондентов считает, что ИКТ — неотъемлемая и обязательная часть современного образовательного процесса, которая по умолчанию должна быть включена в обучение. 11,9% студентов отмечают, что применение ИКТ в образовательном процессе иногда вызывает раздражение. Еще 13,7% считает, что в зависимости от особенностей дисциплины, методики преподавания, способов представления учебного материала ИКТ могут как отвлекать от содержания занятия, снижать концентрацию внимания, делать занятие скучным, так и, напротив, способствовать лучшему усвоению учебного материала и повышать заинтересованность студентов.

Мнение большинства преподавателей и студентов совпадает в том, что они считают применение ИКТ в образовательном процессе вуза эффективным и необходимым. Более половины опрошенных преподавателей ответили, что по возможности стараются учитывать пожелания и индивидуальные особенности студентов. Соответственно, 34,9% студентов отметили, что преподаватели почти всегда стремятся учитывать их возможности и пожелания при применении ИКТ, 35,9% — что иногда учитывают. Этот факт свидетельствует о стремлении преподавателей повысить качество обучения и создать условия для раскрытия потенциала обучающихся в рамках образовательного процесса.

#### **Структура взаимосвязей коммуникативной компетентности и ИКТ-компетентности преподавателей вуза**

В современном образовательном процессе постоянно возрастает доля опосредован-

ного техническими средствами общения между преподавателем и студентом (дистанционное обучение, использование образовательных платформ, онлайн-курсы, вебинары и др.). В этом аспекте ИКТ-компетентность соприкасается со сферой общей коммуникативной компетентности преподавателя.

Для выявления специфики взаимосвязей была проанализирована структура корреляций между самооценкой преподавателями своей ИКТ-компетентности, показателями коммуникативной компетентности, зависимости, агрессивности в общении. При анализе взаимосвязей учитывались также возраст и педагогический стаж преподавателей.

Результаты «Теста коммуникативных умений Л. Михельсона» показали, что выборка преподавателей характеризуется высокой коммуникативной компетентностью. Число коммуникативно-компетентных ответов в среднем составило 19,1,  $SD = 3,7$ , зависимых и агрессивных ответов – 7,1,  $SD = 3,6$ ; 0,8,  $SD = 1,1$  соответственно. Преобладание коммуникативно-компетентных ответов свидетельствует об адекватной реакции на поведе-

ние других людей в различных ситуациях, умении оказывать психологическую поддержку в общении и самому принимать помощь, контролировать свои высказывания в ситуации конфликта, отказываться от нежелательных предложений. Невысокое число зависимых ответов говорит о преобладании в данной выборке тенденции к независимости во взглядах, наличии собственной точки зрения при рассмотрении какой-либо проблемы. Участникам исследования не свойственна агрессия в общении, проявления грубости, раздражительности.

Согласно результатам корреляционного анализа (r-Спирмена), общий показатель ИКТ-компетентности положительно взаимосвязан с самооценкой ИКТ-компетентности ( $r = 0,409$ ;  $p \leq 0,01$ ). Также, общий показатель ИКТ-компетентности положительно коррелирует с компетентностью в общении ( $r = 0,421$ ;  $p \leq 0,01$ ). С зависимостью же в общении ИКТ-компетентность коррелирует отрицательно ( $r = -0,356$ ;  $p \leq 0,05$ ). Самооценка ИКТ-компетентности также положительно взаимосвязана с коммуникативной компетентностью

( $r = 0,319$ ;  $p \leq 0,05$ ) и отрицательно – с зависимостью в общении ( $r = -0,285$ ;  $p \leq 0,05$ ). Таким образом, показатели ИКТ-компетентности образовали единую структуру взаимосвязей с коммуникативной компетентностью. При этом, высокая коммуникативная компетентность соотносится с высокой ИКТ-компетентностью и высокой самооценкой ИКТ-компетентности. Противоположная ситуация наблюдается в случае препятствующей оптимальной коммуникации зависимости в общении: чем больше выражен зависимый стиль общения, тем ниже ИКТ-компетентность и самооценка ИКТ-компетентности.

Между возрастом, педагогическим стажем и показателями коммуникативной компетентности, ИКТ-компетентности, самооценки ИКТ-компетентности значимых корреляций установлено не было. Также, не было выявлено значимых различий в уровне ИКТ-компетентности и самооценке ИКТ-компетентности между группами преподавателей, различающимися по возрасту – до 35 лет и после 35 лет (табл. 1) и педагогическому стажу – до 10 лет и более 10 лет (табл. 2).

Таблица 1

**Сравнение показателей ИКТ-компетентности и самооценки  
ИКТ-компетентности у преподавателей разных возрастных групп**

| № | Возрастная группа   | ИКТ-компетентность                          |                        | Самооценка ИКТ-компетентности               |                        |
|---|---------------------|---------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
|   |                     | Среднее значение                            | Стандартное отклонение | Среднее значение                            | Стандартное отклонение |
| 1 | До 35 лет           | 12,4                                        | 1,6                    | 3,0                                         | 0,9                    |
| 2 | Старше 35 лет       | 12,3                                        | 1,6                    | 2,7                                         | 0,9                    |
|   | Значимость различий | Различие не является статистически значимым |                        | Различие не является статистически значимым |                        |

Таблица 2

**Сравнение показателей ИКТ-компетентности и самооценки  
ИКТ-компетентности у преподавателей с разным педагогическим стажем**

| № | Педагогический стаж | ИКТ-компетентность                          |                        | Самооценка ИКТ-компетентности               |                        |
|---|---------------------|---------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
|   |                     | Среднее значение                            | Стандартное отклонение | Среднее значение                            | Стандартное отклонение |
| 1 | До 10 лет           | 12,4                                        | 1,5                    | 3,0                                         | 1,0                    |
| 2 | Более 10 лет        | 12,2                                        | 1,6                    | 2,6                                         | 0,8                    |
|   | Значимость различий | Различие не является статистически значимым |                        | Различие не является статистически значимым |                        |

Сравнение выборок проводилось с помощью критерия U Манна-Уитни.

Таким образом, показатели общей ИКТ-компетентности и самооценки ИКТ-компетентности у участников исследования со стажем педагогической работы менее 10 лет, а также участников в возрасте до 35 лет немного выше по сравнению с группами преподавателей с педагогическим стажем более 10 лет и старше 35 лет. Однако эти различия не являются статистически значимыми. Таким образом, для данной выборки не свойственно понижение или повышение самооценки ИКТ-компетентности и общего уровня ИКТ-компетентности в зависимости от возраста или величины педагогического стажа.

#### **Результаты исследования способов повышения ИКТ-компетентности преподавателей**

Согласно результатам опроса, 75% опрошенных преподавателей повышают ИКТ-компетентность в основном самостоятельно, по собственному желанию, 22,5% — и самостоятельно, и по заданию администрации. Ответы «только по направлению администрации» носят единичный характер (2,5% респондентов).

59,7% опрошенных преподавателей хотели бы научиться пользоваться новыми для себя программными продуктами, средствами. Они четко сформулировали, какие именно ИКТ им нужны для совершенствования их педагогической деятельности. Прежде всего, опрошенные преподаватели нуждаются в улучшении навыков работы с обучающими платформами и другими средствами для дистанционного обучения, программами для разработки электронных учебников, а также в освоении графических редакторов и программ для обработки виде-

оматериалов. Ряд преподавателей отмечает, что нуждается в закреплении навыков работы с интерактивными досками и мультимедийными проекторами, чтобы работать с ними без посторонней помощи. Более трети респондентов (38,3%) считают, что им достаточно имеющихся знаний и умений. Только 2% респондентов не могут сказать, какими ИКТ они хотели бы овладеть. Эти результаты позволяют сделать вывод о том, что опрошенные преподаватели регулярно осуществляют «инвентаризацию» своего уровня ИКТ-компетентности и определяют, нуждаются ли они в повышении ИКТ-компетентности на сегодняшний момент или нет. При возникновении необходимости в повышении квалификации в области ИКТ, респонденты способны самостоятельно определить, какие знания и умения им нужны, и сформулировать конкретный запрос.

Согласно полученным результатам, основными формами повышения ИКТ-компетентности среди респондентов являются самостоятельное получение необходимой информации с помощью Интернет-ресурсов, специальной литературы (46% опрошенных) и обучение на курсах повышения квалификации, дополнительных образовательных программах (29%). Значительно реже преподаватели обращаются за помощью к специалистам в области ИКТ и коллегам (9%), участвуют в вебинарах и онлайн-курсах соответствующей тематики (9%), изучают новое программное обеспечение (2%), проходят инструктажи по работе с мультимедийным оборудованием и оргтехникой (2%), работают со специальными блогами и профессиональными сообществами, посещают выставки современных ИКТ (1%).

Большинство опрошенных преподавателей (66,7%)

не имеет плана повышения ИКТ-компетентности и делает это стихийно, время от времени. 22,2% отмечают, что действуют по необходимости, когда нужно разрешить какую-либо возникшую проблему. Лишь 11,1% респондентов имеют четкий план своих действий по повышению ИКТ-компетентности.

#### **Обсуждение**

Согласно результатам настоящего исследования, у большинства респондентов сформированы базовый и технологический уровни ИКТ-компетентности. Практический уровень сформирован у 22,2% опрошенных преподавателей, частично сформирован — у 53,1%. Таким образом, еще не все преподаватели умеют создавать авторские электронные образовательные ресурсы, онлайн-курсы, применять ИКТ-технологии как средство развития мышления, креативности, творческих способностей студентов.

Результаты обратной связи от студентов показали, что в целом обучающиеся достаточно высоко оценивают ИКТ-компетентность преподавателей и удовлетворены теми ИКТ, которые им предоставляет вуз. При этом, студенты подчеркнули роль педагогического мастерства преподавателя и его способности использовать ИКТ творчески и гибко, в зависимости от ситуации и особенностей студенческой аудитории. Хорошая техническая оснащенность и доступность наиболее современного оборудования в образовательном учреждении сами по себе, без соответствующего уровня развития ИКТ-компетентности преподавателя, не являются гарантом успешного применения ИКТ [5]. Именно высокая ИКТ-компетентность педагога позволяет достигать высоких результатов в обучении даже при отсутствии материальных и технических возможностей



для приобретения новейшего оборудования и программного обеспечения. Таким образом, ключевым фактором эффективного использования ИКТ является подготовленность педагога к использованию ИКТ и его стремление к созданию условий для всестороннего развития и саморазвития студентов, обучающихся в цифровой среде [6].

Анализ уровня ИКТ-компетентности и самооценки ИКТ-компетентности в зависимости от возраста и педагогического стажа не показал значимых различий. Вероятно, участвовавшие в исследовании преподаватели не подвержены влиянию стереотипов о превосходстве молодых коллег в области ИКТ и адекватно оценивают свой уровень ИКТ-компетентности. В настоящем исследовании выявлена положительная взаимосвязь между уровнем ИКТ-компетентности, самооценкой ИКТ-компетентности и коммуникативной компетентностью педагога. Эти результаты согласуются с данными G. Almerich et al. [7], L. Markauskaite [8], показавшими, что ИКТ-компетентность, педагогическое мастерство, коммуникативная компетентность образуют взаимосвязанную структуру. Однако, в некоторых исследованиях была выявлена и противоположная картина — изолированность показателей ИКТ-компетентности и самооценки ИКТ-компетентности от коммуникативной компетентности преподавателей [9]. Этот факт может объясняться слабой сформированностью практического уровня ИКТ-компетентности у опрошенных преподавателей в тот период времени.

Настоящее исследование показало, что среди способов повышения квалификации преобладают самостоятельное освоение новых ИКТ с помощью Интернет-ресурсов,

специальной литературы и прохождение курсов повышения квалификации, дополнительных образовательных программ. При этом, большинство преподавателей не планируют специально повышение своей ИКТ-компетентности. Обучение на организованных для группы преподавателей курсах является наиболее традиционным способом повышения квалификации в области ИКТ. Однако, в современном мире ИКТ видоизменяются так быстро, что полученные на подобных курсах знания и навыки быстро утрачивают актуальность. Также, потребности преподавателей в изучении ИКТ могут существенно отличаться в зависимости от уровня ИКТ-компетентности педагога и специфики преподаваемых дисциплин. Альтернативой в данном случае может выступить так называемое «сопутствующее» обучение, которое реализуется «в связке» с повышением квалификации по своей дисциплине [10]. В результате сопутствующего обучения формируется отношение к ИКТ как к эффективному средству повышения собственной профессиональной квалификации. Для осуществления сопутствующего обучения необходима определенная образовательная среда, предусматривающая наличие тьюторов, которые могут консультировать преподавателей по вопросам применения ИКТ. В качестве тьюторов для начинающих преподавателей могут выступать и опытные коллеги, эффективно применяющие ИКТ в профессиональной деятельности [10,11]. Согласно результатам настоящего исследования, лишь небольшая часть опрошенных преподавателей консультируется у коллег и специалистов в области ИКТ. Вероятно, сопутствующее обучение пока используется в вузе редко и потенциал этого ресурса еще не раскрыт полностью.

## Заключение

1. Преподаватели владеют основными навыками пользователя персонального компьютера, умеют работать с мультимедийным оборудованием, использовать ИКТ, необходимые для преподавания конкретных дисциплин, применять ИКТ как средство для передачи информации и общения со студентами в рамках образовательного процесса. Однако у большинства участников исследования еще не сложилась своя авторская позиция при применении ИКТ, не все преподаватели способны к созданию собственных электронных курсов, учебных пособий. Соответственно, ресурсом развития ИКТ-компетентности и повышения эффективности образовательного процесса является изменение взгляда преподавателя на ИКТ лишь как на вспомогательное техническое средство, использование ИКТ как источника повышения качества обучения, развития мышления и творческих способностей студентов.

2. В целом студенты положительно оценивают опыт применения преподавателями ИКТ в образовательном процессе и считают, что ИКТ повышают эффективность обучения. Исследование показало, что для студентов важен учет их индивидуальных особенностей и оптимальный баланс между виртуальным и «живым» общением. Интерес преподавателя к мнению студенческой аудитории об использовании ИКТ в обучении способствует улучшению взаимодействия между преподавателем и обучающимися, что положительно влияет на качество обучения в целом. В связи с этим, представляется полезным регулярно изучать отзывы студентов о применении ИКТ и корректировать применение ИКТ в случае необходимости.

3. В исследовании были выявлены положительные



взаимосвязи между коммуникативной компетентностью преподавателей, показателями ИКТ-компетентности и самооценкой ИКТ-компетентности преподавателей. То есть, высокой коммуникативной компетентности преподавателя соответствует высокая ИКТ-компетентность и высокая самооценка ИКТ-компетентности. Современные ИКТ характеризуются высокой интерактивностью, поэтому коммуникативная компетентность преподавателя помогает успешно взаимодействовать со студентами с помощью различных Интернет-ресурсов, социальных сетей и т.д. Таким образом, важно помнить, что требования к профессиональному общению преподавателя распространяются и на взаимодействие со студентами через ИКТ. Развивая свою коммуникативную ком-

петентность, преподавателю нужно обращать внимания и на правила и психологические аспекты общения и поведения в Интернет-СМИ, социальных сетях и других информационных ресурсах.

4. Исследование показало, что преподаватели вуза заинтересованы в повышении квалификации в области ИКТ, но деятельность по повышению квалификации преподавателей вуза в области ИКТ мало упорядочена. Большинство преподавателей не планируют повышение квалификации в этой области и повышают ее стихийно, от случая к случаю. Основные формы повышения квалификации – самообразование и посещение курсов повышения квалификации. Однако, на стандартных курсах повышения квалификации зачастую предлагается не самая современная и актуальная,

а иногда и уже хорошо знакомая преподавателям информация. Также, курсы повышения квалификации не обеспечивают индивидуального подхода в соответствии с потребностями конкретного преподавателя. Самостоятельный поиск информации о новых ИКТ тоже не всегда эффективен, так как преподаватели не являются профессионалами в области ИКТ. В условиях быстрого развития ИКТ одним из эффективных путей повышения ИКТ-компетентности представляется сопутствующее обучение, предусматривающее создание в вузе обучающей среды для преподавателей и наличие специалистов и тьюторов, которые могут помочь преподавателю в построении плана повышения ИКТ-компетентности и решении конкретной проблемы тогда, когда это ему необходимо.

## Приложение 1

### Уважаемый коллега!

Эта анкета позволит узнать об особенностях Вашей информационно-коммуникационно-технологической компетентности (ИКТ-компетентности). Полученная информация поможет более эффективно строить работу по формированию и развитию ИКТ-компетентности преподавателей университета.

### Инструкция:

Выберите, пожалуйста, один из предложенных вариантов ответа. Если Вас не устраивает ни один из предложенных вариантов, то сформулируйте собственный. При ответе на вопросы открытого типа напишите небольшой комментарий.

### Анкета «Применение ИКТ преподавателем вуза»

I. 1. Вам нравится применять ИКТ в своей педагогической деятельности?

а) да; б) иногда; в) нет; г) свой вариант.

2. Вы считаете, что ИКТ-компетентность для преподавателя вуза в современных условиях:

а) необходима для успешной педагогической деятельности; б) является достаточно важным компонентом в общей компетентности преподавателя вуза; в) является второстепенным компонентом в общей компетентности преподавателя вуза; г) ее наличие или отсутствие не влияют на успешность педагогической деятельности; д) свой вариант.

3. Вы повышаете свою ИКТ-компетентность:

а) систематически, регулярно, по определенному плану; б) стихийно, время от времени; в) нечто среднее; г) свой вариант.

4. Вы повышаете свою ИКТ-компетентность:

а) в основном самостоятельно, по своему желанию; б) и самостоятельно, и по направлению администрации; в) только по направлению администрации; г) свой вариант.

5. Перечислите, какими способами Вы повышали свою ИКТ-компетентность в течение последних трех лет:

II. 1. Перечислите ИКТ, которые Вы используете в своей работе: \_\_\_\_\_

2. Какими ИКТ Вы бы хотели научиться пользоваться? \_\_\_\_\_

3. Как Вы оцениваете свой уровень ИКТ-компетентности:

0 – отсутствие, 1 – низкий, 2 – средний, 3 – выше среднего; 4 – высокий, 5 – очень высокий.

4. Оцените эффективность от применения Вами ИКТ в образовательном процессе:

а) применение ИКТ снижает эффективность образовательного процесса и создает дополнительные труд-

ности; б) не влияет на эффективность образовательного процесса; в) низкая эффективность; г) ИКТ значительно повышают эффективность образовательного процесса; д) свой вариант.

5. Вы учитываете возможности и пожелания студентов при применении ИКТ: а) стараюсь учитывать; б) не задумывался (-лась); в) редко; г) не учитываю; д) свой вариант.

*Вы умеете:*

III. 1. находить информацию с использованием ресурсов Internet: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

2. создавать простые (без рисунков и таблиц) и сложные (с таблицами, рисунками и схемами) документы в Word: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

3. создавать расчетные таблицы в Excel с использованием формул, а также математических, логических, статистических функций, строить диаграммы: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

4. пользоваться электронной почтой, социальными сетями: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

5. делать презентации в Power Point: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

IV. 1. применять готовые электронные продукты, электронные учебники, электронные образовательные ресурсы: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

2. оценивать потенциал Интернет-ресурса и целесообразность его использования в учебном процессе: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

3. применять разнообразные возможности электронной почты, социальных сетей в образовательном процессе: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

4. разрабатывать презентационное сопровождение своих дисциплин: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

5. пользоваться медиапроектором, ноутбуком, цифровой видеокамерой, фотоаппаратом, интерактивной доской: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

V. 1. разрабатывать электронные учебники, учебные пособия и применять их в образовательном процессе: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

2. сопровождать процесс дистанционного обучения: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

3. создавать сайты, размещать информацию в сети Интернет: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

4. самостоятельно осваивать новые ИКТ, которые помогают сделать преподавание дисциплины более эффективным: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

5. использовать ИКТ в качестве инструмента для формирования у студентов способности получать новые знания, развития их критического мышления и креативности: а) да; б) иногда нуждаюсь в помощи; в) нет; г) свой вариант.

Заполните, пожалуйста, сведения о себе:

E-mail \_\_\_\_\_ пол \_\_\_\_\_  
Возраст \_\_\_\_\_ Факультет \_\_\_\_\_  
Пед. стаж \_\_\_\_\_ Должность \_\_\_\_\_  
Ученая степень, звание \_\_\_\_\_

*Спасибо за участие в опросе!*

### Интерпретация

I блок

Пункты 1,2,3,4 отражают отношение преподавателя к применению ИКТ в образовательном процессе и повышению ИКТ-компетентности.

Пункт 5 — позволяет проанализировать способы, которыми преподаватель повышает свою ИКТ-компетентность.

II блок

Пункты 1,2 позволяют выявить спектр ИКТ, которыми владеют преподаватели. Перечисление в п. 2 ИКТ, которыми преподаватель хочет овладеть, свидетельствует о его желании повысить свою ИКТ-компетентность.

Пункт 3 диагностирует самооценку преподавателем своей ИКТ-компетентности.

Пункт 4 позволяет изучить мнение преподавателя об эффективности ИКТ в образовательном процессе.

Пункт 5 отражает степень, в которой преподаватель при применении ИКТ учитывает индивидуальные особенности, возможности и пожелания студентов.

III, IV, V блоки:

Вариант «а» — 1 б., б — 0,5 б., в — 0 б.

Если по блоку III сумма составила 4–5 б. — базовый уровень сформирован, 2–3,5 — частично сформирован, 0–1,5 — не сформирован. По блокам IV, V — аналогично.

Подсчитываются все баллы по III, IV, V блокам. Итоговая сумма баллов характеризует общий уровень ИКТ-компетентности преподавателя.

Ответы на вопросы открытого типа подвергаются качественному анализу.

*Уважаемый коллега!*

Эта анкета позволит узнать об особенностях применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на Вашем факультете. Полученная информация поможет более эффективно строить образовательный процесс в университете.

**Инструкция:** отметьте тот вариант ответа, который лучше всего отражает Ваше мнение. Если Вы выбираете пункт «свой вариант», то сформулируйте собственный вариант ответа в письменной форме.

**Анкета «Применение ИКТ в образовательном процессе глазами студентов»**

1. ИКТ на Вашем факультете применяет:
  - а) меньше половины преподавателей;
  - б) большинство преподавателей;
  - в) практически все;
  - г) свой вариант.
2. Оцените в целом эффективность от применения ИКТ в образовательном процессе Вашего факультета:
  - а) снижает эффективность и создает дополнительные трудности;
  - б) не влияет на эффективность образовательного процесса;
  - в) низкая эффективность;
  - г) ИКТ значительно повышают эффективность образовательного процесса;
  - д) свой вариант.
3. Применение ИКТ в образовательном процессе;
  - а) иногда раздражает;
  - б) воспринимается как должное;
  - в) оживляет занятие, делает его более интересным;
  - г) свой вариант.
4. Вы бы хотели, чтобы преподаватели больше использовали ИКТ (поясните свой ответ небольшим комментарием):
  - а) да (объясните, почему);
  - б) пусть остается так, как есть (объясните, почему);
  - в) надо снизить применение ИКТ (объясните, почему);
  - г) свой вариант.
5. Большинство преподавателей, применяя ИКТ, учитывают Ваши возможности и пожелания:
  - а) да, почти всегда;
  - б) иногда;
  - в) редко;
  - г) почти никогда;
  - д) свой вариант.

Возраст \_\_\_\_\_ Пол \_\_\_\_\_ Факультет \_\_\_\_\_ Направление подготовки \_\_\_\_\_ Курс \_\_\_\_\_

*Спасибо за участие в опросе!*

**Литература**

1. UNESCO ICT competency framework for teachers [Электрон. ресурс] 2011. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002134/213475e.pdf>, (дата обращения 28.12.2018).
2. Пластинин А.В. ИКТ-компетентность преподавателя в свете требований профессионального стандарта педагога // Высшая школа на современном этапе: проблемы преподавания и обучения: Материалы региональной научно-методической интернет-конференции, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2014. С. 101–106.
3. Дочкин С.А. ИКТ-компетенции педагогов как основа модернизации дополнительного профессионального образования // Сибирский педагогический журнал. 2009. № 13. С. 50–59.
4. Кривцова С.В., Достанова М.Н., Кнорре Е.Б., Климова Е.А., Кукушкин Е.Б., Махортова Г.Х. Подросток на перекрестке эпох. Проблемы и перспективы социально-психологической адаптации подростков. М.: Генезис, 1997. 288 с.
5. Lim M.L. How Singapore teachers in a pioneer 'School of the Future' context 'deal with' the process of integrating information and communication technology into the school curriculum // The Australian Association for Research in Education. 2015. Vol. 42. № 1. P. 69–96. doi:10.1007/s13384-014-0153-0

6. Wastiau P., Blamire R., Kearney C., Quittre V., van de Gaer E., Monseur C. The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe // *European Journal of Education*. 2013. Vol. 48. № 1. P. 11–27. <https://doi.org/10.1111/ejed.12020>
7. Almerich G., Orellana N., Suarez-Rodriguez J., Diaz-Garcia I. (Teachers' information and communication technology competences: A structural approach // *Computer and education*. 2016. Vol. 100. P. 110–125. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.002>
8. Markauskaite L. Exploring the structure of trainee teachers' ICT literacy: the main components of, and relationships between, general cognitive and technical capabilities // *Educational Technology Research and Development*. 2007. Vol. 55. № 6. P. 547–572. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9043-8>
9. Чувгунова О.А., Костромина С.Н. Особенности информационно-коммуникативной

компетентности преподавателей СПбГУ // *Ананьевские чтения-2014: Психологическое обеспечение профессиональной деятельности: материалы научной конференции*, 21–23 октября 2014 г. СПб.: Скифия-Принт, 2014. С. 201–202

10. Горбунова Л.Н., Лаврентьева И.В., Цвельох И.П. Модель повышения квалификации педагогов с сопутствующим обучением информационно-коммуникационным технологиям // *Вестник Московского государственного университета культуры и искусств*. 2008. № 6. С. 117–121

11. Tondeur J., van Braak J., Siddiq F., Scherer R. Time for a new approach to prepare future teachers for educational technology use: Its meaning and measurement // *Computer and education*. 2016. Vol. 94. P. 134–150. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.009>

## References

1. UNESCO ICT competency framework for teachers [Internet] 2011. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002134/213475e.pdf>, (Cited 28.12.2018).
2. Plastinin A.V. ICT competence of the teacher in the light of the requirements of the professional standard of the teacher. *Vyshshaya shkola na sovremennom etape: problemy prepodavaniya i obucheniya: Materialy regional'noy nauchno-metodicheskoy internet-konferentsii, Yaroslavskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. K.D. Ushinskogo* = Higher School at the present stage: problems of teaching and learning: Materials of the regional scientific and methodical Internet conference, Yaroslavl State Pedagogical University. KD Ushinsky. Yaroslavl: RIO YASPU; 2014: 101–106. (In Russ.)
3. Dochkin S.A. ICT competence of teachers as the basis for the modernization of additional professional education. *Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal* = Siberian Pedagogical Journal. 2009; 13: 50–59. (In Russ.)
4. Krivtsova S.V., Dostanova M.N., Knorre E.B., Klimova E.A., Kukushkin E.B., Makhortova G.KH. *Podrostok na perekrestke epokh. Problemy i perspektivy sotsial'no-psikhologicheskoy adaptatsii podrostkov*. = Teenager at the crossroads of eras. Problems and prospects of socio-psychological adaptation of adolescents. Moscow: Genesis; 1997. 288 p. (In Russ.)
5. Lim M.L. How Singapore teachers in a pioneer 'School of the Future' context 'deal with' the process of integrating information and communication technology into the school curriculum. *The Australian Association for Research in Education*. 2015; 42 (1): 69–96. doi:10.1007/s13384-014-0153-0
6. Wastiau P., Blamire R., Kearney C., Quittre V., van de Gaer E., Monseur C. The Use

of ICT in Education: a survey of schools in Europe. *European Journal of Education*. 2013; 48 (1): 11–27. <https://doi.org/10.1111/ejed.12020>

7. Almerich G., Orellana N., Suarez-Rodriguez J., Diaz-Garcia I. (Teachers' information and communication technology competences: A structural approach. *Computer and education*. 2016; 100: 110–125. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.002>

8. Markauskaite L. Exploring the structure of trainee teachers' ICT literacy: the main components of, and relationships between, general cognitive and technical capabilities. *Educational Technology Research and Development*. 2007; 55 (6): 547–572. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9043-8>

9. CHuvgunova O.A., Kostromina S.N. Features of the information and communicative competence of teachers at St. Petersburg State University *Anan'yevskiy chteniye-2014: Psikhologicheskoye obespecheniye professional'noy deyatel'nosti: materialy nauchnoy konferentsii* = Ananyev readings-2014: Psychological support of professional activity: materials of a scientific conference, October 21–23; 2014 St. Petersburg: Skifia-Print; 2014: 201–202. (In Russ.)

10. Gorbunova L.N., Lavrent'yeva I.V., TSvelyukh I.P. Model of advanced training of teachers with related training in information and communication technologies. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstv* = Bulletin of Moscow State University of Culture and Arts. 2008; 6: 117–121. (In Russ.)

11. Tondeur J., van Braak J., Siddiq F., Scherer R. Time for a new approach to prepare future teachers for educational technology use: Its meaning and measurement. *Computer and education*. 2016; 94: 134–150. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.009>



**Сведения об авторе**

**Ольга Анатольевна Чувгунова**  
начальник отдела координации  
инновационных программ и проектов  
Российский государственный педагогический  
университет им. А. И. Герцена,  
Санкт-Петербург, Россия  
Эл. почта: [chuvgunova@mail.ru](mailto:chuvgunova@mail.ru)

**Information about the author**

**Olga A. Chuvgunova**  
Head of the coordination of innovative programs  
and projects  
Herzen State Pedagogical University of Russia,  
Saint Petersburg, Russia  
E-mail: [chuvgunova@mail.ru](mailto:chuvgunova@mail.ru)

## Гибкие программы для дистанционного повышения квалификации инженеров-конструкторов

**Цель работы** состоит в исследовании новых возможностей для повышения эффективности программ дополнительного профессионального образования, реализуемых с помощью технологий электронного обучения, и оценке разработанных методических инструментов и способов решения данной задачи. Авторы используют подход, в соответствии с которым качественные изменения в результатах дистанционного обучения в большей мере связаны с организационно-методическими новациями и совершенствованием его содержания, а не развитием информационных технологий. Приводится краткий обзор литературы, посвященный вопросам электронного обучения, дается анализ успешных онлайн-курсов, в которых видны новые возможности повышения их результативности за счет использования организационно-методических новаций.

В качестве основных **методов исследования** использовались системный и сравнительный анализ, педагогическое моделирование, контент-анализ, экспертная оценка и другие эмпирические методы педагогики. Основной **материал**, на котором проводилось исследование, был получен в ходе разработки и опыте дистанционной реализации образовательной программы дополнительного профессионального образования для повышения квалификации инженеров-конструкторов. В статье выделены задачи, решение которых позволит повысить эффективность электронного обучения. Определены основные недостатки программ дополнительного профессионального образования, которые характерны как для традиционных, так и для дистанционных форм их реализации. Предложено авторское определение понятия гибкости образовательных программ и сформулированы основные требования к гибким программам обучения, а также новые возможности, которые они создают для обучаемых. В статье представлено компетентностное описание содержания программы дополнительного профессионального образования в виде трех-пакетной структуры электронных обучающих ресурсов с встроенным в них виртуальным практикумом. Сделан сравнительный анализ трех пакетов электронных образовательных ресурсов, в котором показаны их различия и

возможности использования в учебной работе. На основе графической модели подробно рассматривается процесс учебной работы с трех-пакетным содержанием, предназначенным для повышения квалификации молодых инженеров. Выделены особенности учебной работы, реализующиеся в форме индивидуальной траектории овладения профессиональными компетенциями, которые появляются благодаря гибкой программе обучения. Представлено описание процесса формирования индивидуальной траектории дистанционного обучения и условий работы в виртуальном практикуме.

**Результаты.** На основе анализа опыта реализации гибкой трех-пакетной программы дистанционного повышения квалификации сделаны выводы о том, что она позволяет устранить или минимизировать выявленные недостатки большинства программ дополнительного профессионального образования. Действенность выделенных способов устранения недостатков в программах дополнительного профессионального образования подтверждена в опыте реализации гибкой программы дистанционного повышения квалификации для инженеров-конструкторов. Показано, что благодаря гибкости трех-пакетной программы обучения слушатели легко адаптируют ее содержание под свои индивидуальные потребности в повышении квалификации. В целом авторами представлена модель организации дистанционного повышения квалификации, которая за счет своей гибкости может обеспечить профессиональный рост инженеров-конструкторов с разным уровнем специальной подготовки и опытом работы.

**В заключении** сделан вывод о необходимости гибких программ дополнительного профессионального образования для повышения эффективности непрерывного развития профессионализма специалистов, работающих в высокотехнологичных отраслях.

**Ключевые слова:** программа дополнительного профессионального образования, профессиональные компетенции, дистанционное обучение, гибкие образовательные программы, учебные пакеты электронных ресурсов, индивидуальная траектория обучения, инженер-конструктор.

A. P. Isaev, L. V. Plotnikov

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

## Flexible programs for remote advanced training of design engineers

The aim of the work is to study the new opportunities for increasing the effectiveness of additional professional education programs implemented using e-learning technologies, and to evaluate the developed methodological tools and methods for solving this problem. According to the authors, qualitative changes in the results of distance learning are more associated with organizational and methodological innovations and improvement of the content, rather than the development of information technologies. A brief review of e-learning literature is provided. Analysis of successful online courses was performed. It is shown that there are new opportunities to improve performance through the use of organizational and methodological innovations. The main methods of the research were system and comparative analysis, pedagogical modeling, content analysis, expert assessment and other empirical methods of pedagogy. The main material for

the article was obtained during the development and experience of the distance implementation of the educational program of additional professional education to improve the qualifications of design engineers. The tasks associated with improving the efficiency of e-learning were highlighted. The main drawbacks of the programs of additional professional education typical for both traditional and distance forms have been identified. The author's definition of the concept of flexibility of educational programs has been proposed and the basic requirements for flexible training programs have been formulated, and the new features of these programs for students have been shown. The article presents the competence description of the content of the program of additional professional education in the form of a three-package structure of electronic learning resources with an integrated virtual workshop. A comparative analysis of the

three packages of electronic educational resources was carried out. Differences and the possibilities of their use in academic work were shown. The process of learning with a three-pack content is discussed in detail on the basis of a graphical model. The example relates to the program of advanced training for young engineers. The features of educational work that are realized in the form of an individual trajectory of mastering professional competencies that appear due to a flexible training program are highlighted. The description of the process of forming an individual distance learning trajectory and working conditions in a virtual workshop is presented in the article. Results. Based on the analysis of the experience of the implementation of the flexible program of remote training, it was concluded that such a program can eliminate or minimize the identified shortcomings of most advanced professional education programs. The effectiveness of the identified ways to eliminate the shortcomings in the programs of additional professional education has been confirmed in the experience

of implementing a flexible program of remote advanced training for design engineers. It is shown that students can easily adapt the content of the program to their individual needs for professional development due to the flexibility of the three-package training program. The authors presented a model of the organization of remote training, which can ensure the professional growth of design engineers with different levels of special training and experience due to its flexibility. The conclusion is made about the need for flexible programs of additional professional education to increase the effectiveness of the continuous development of the professionalism of specialists working in high-tech industries.

**Keywords:** additional professional education program, professional competencies, flexible educational programs, distance learning, training packages of electronic resources, individual learning path, design engineer

## 1. Введение

Повышение эффективности образовательных систем подготовки инженеров и повышения их послевузовской квалификации всегда является актуальной задачей. Сейчас актуальность этой задачи особенно велика в связи с необходимостью осуществления технологического прорыва во многих отраслях промышленности российской экономики. Ключевая роль в решении этой задачи принадлежит инженерным кадрам, квалификация которых должна соответствовать передовым технологическим достижениям.

Электронные и дистанционные технологии обучения в настоящее время являются наиболее активно развивающимися. Тем не менее, несмотря на большое количество имеющихся у них достоинств по своей эффективности они пока не превосходят традиционное обучение. Совершенствование технологий электронного обучения идет по двум основным направлениям: информационно-технологическому и организационно-методическому. В какой-то мере они взаимосвязаны: новшества в каждом из них ведут к определенному совершенствованию и в другом. Но научно-содержательная и методологическая основа развития электронного обучения по этим направлениям совершенно разная. В последние два десятилетия появилось большое

количество новых информационно-технологических разработок в области электронного и дистанционного обучения. Они существенно превышают количество организационно-методических новшеств. Однако, по мнению авторов, последние приводят к более заметному повышению эффективности дистанционного обучения, и есть основания считать, что качественные изменения в его результатах будут связаны именно с организационно-методическими новациями.

Анализ литературы показывает, что в области организационно-методического совершенствования технологий дистанционного обучения выделяются следующие вопросы и задачи.

Решение перманентной проблемы — совершенствование дистанционных курсов по специализированным дисциплинам, например, таким как физика [1], кризисное управление [2], социальное предпринимательство [3] и др.

Повышение качества массовых дистанционных курсов с учетом особенностей дисциплин, характеристик университетов, возможностей студентов и нормативных требований в конкретных странах [4–6].

Разработка дистанционных курсов для студентов с когнитивными нарушениями и другими ограничениями [7, 8].

Повышение мотивации студентов в ходе дистанционного обучения [9].

Улучшение методической и технической поддержки, включая разработки мобильных приложений, со стороны организаторов дистанционного обучения и онлайн-платформ [10–12].

Особый интерес представляют работы, посвященные разработке оригинальных программ для электронного обучения. В одной из них творческим коллективом разработан инновационный подход к развитию предпринимательского мышления у студентов инженерных специальностей [13]. Особенность их подхода состоит в разработке коротких модулей электронного обучения по 18-ти темам предпринимательства и интеграции этих модулей в традиционные курсы образовательных программ. Другой подход к разработке эффективных электронных курсов предлагают Sit S.M. и Brudzinski M.R. [14], который реализован в дисциплине «Геологическая безопасность» для студентов младших курсов. Методология учебного курса включает широкий спектр обучающих компонентов (домашние задания с автоматической оценкой и индивидуальной обратной связью, видео-уроки по темам, научные исследования с использованием общедоступных данных) и дополнительные инструменты вовлечения студентов в электронное обучение (анкеты, опросы, игры, общение с экспертами). Отдельного внимания заслуживает разра-

ботка Trede F. и Mahinroosta R. [15]. Они предложили оригинальный онлайн-курс для производственной практики, в организации которого расширили круг участников образовательной деятельности. Особенность их курса состоит в активном вовлечении специалистов-практиков к проверке индивидуальных и групповых заданий, формированию рекомендаций по дальнейшей траектории обучения и оценке результатов обучения по программе в целом.

Данные подходы демонстрируют возможности активизации учебной работы студентов с помощью новых организационно-методических приемов, позволяющих успешно вовлекать их в содержание образовательной программы в рамках отдельных курсов, учебных модулей, производственных практик. Это существенно обогащает и повышает эффективность электронного обучения, не требуя новых информационных и телекоммуникационных технологий, а также специальных инструментов дистанционных коммуникаций между преподавателями и студентами.

По мнению многих специалистов, к повышению эффективности электронного обучения приведет решение следующих перспективных задач. Во-первых, это индивидуализация онлайн-обучения [16, 17]. Во-вторых, это разработка дистанционных курсов, формирующих компетенции высшего порядка (более глубокие знания и навыки), на основе новых (оригинальных) моделей обучения [18]. В-третьих, разработка организационной модели (концепции) дистанционного обучения на протяжении всей жизни (детский сад-школа-вуз-профессиональная деятельность) [19, 20]. В-четвертых, разработка методов гибридизации традиционного и дистанционного обучения на основе современ-

ных технологий (например, технологий виртуальной или дополненной реальности) [21, 22].

По мнению авторов, в этот перечень необходимо добавить задачу повышения гибкости образовательных программ, расширяющих возможности их адаптивности к учебным интересам обучаемых. Особенную важность данная задача представляет для программ дополнительного образования и повышения квалификации, реализуемых в дистанционном или электронном обучении.

## **2. Возможности повышения качества программ дополнительного профессионального образования**

Исследования и практический опыт авторов показывают, что основные недостатки программ дополнительного профессионального образования (ДПО) для повышения квалификации инженеров заключаются в следующем:

1) содержание программ ориентировано на «усредненного» слушателя, что, с одной стороны, ведет к появлению учебного содержания, не соответствующего потребностям в повышении квалификации, как правило, большей половины слушателей, а с другой — к тому, что существенная часть необходимого содержания отсутствует в учебном процессе. Распространенные приемы индивидуализации обучения путем создания возможности выбора практических учебных заданий из составленного перечня, ориентированного на «среднего» слушателя, лишь частично компенсирует этот недостаток;

2) избыточность содержания учебных курсов, возникающая из-за стремления авторов к полноте, логичности и целостности представления темы в соответствии с академическим подходом к разработке

учебных курсов. В программах ДПО академические каноны приводят к необоснованному повышению трудоемкости содержания учебной работы, выходящей за рамки потребностей слушателей в повышении квалификации, и снижению их мотивации в развитии своего профессионализма с помощью дополнительного образования;

3) представление тематического содержания в программе обычно не соответствует логике применения знаний в практической деятельности инженеров. Оно представлено в логике научного знания или в методической логике для студентов, обеспечивающей более эффективное освоение, которые задают ту или иную последовательность вопросов, чаще всего не совпадающую с логикой и последовательностью их практического применения в работе инженеров. Это снижает результаты повышения квалификации инженеров с опытом работы;

4) содержание программы имеет конкретные рамки, обеспечивающие его строгую предметность (дисциплинарность подхода), однако ценность составляющих ее вопросов для практической деятельности инженеров заключается не только и не столько в них, но и в связях с вопросами из других тем и дисциплин, т.е. в их междисциплинарности, которая программой не раскрывается. Эти особенности программ ДПО также снижают результативность повышения квалификации инженеров.

Для преодоления данных недостатков и создания эффективных программ ДПО необходимы гибкие образовательные программы (ОП). Гибкостью ОП авторы называют ее адаптивность под индивидуальные потребности слушателей в повышении своей квалификации, которая реализуется путем избирательного подхода и активности самих слушателей в работе с ее



содержанием. Из этого определения вытекают два важных требования к гибким образовательным программам. Первое — они должны иметь весьма объемный набор информационных материалов, учебных курсов, тематических и междисциплинарных кейсов, который в несколько раз превышает тот объем, с которыми в результате самостоятельного выбора реально будет работать любой слушатель. И второе требование, логично вытекающее из первого, связано с необходимостью хорошей структуризацией объемного набора учебных материалов, позволяющего слушателям легко в нем ориентироваться и быстро делать выбор того, что считает необходимым для своего профессионального развития.

Гибкие образовательные программы позволяют осуществлять подготовку или повышение квалификации специалистов с разным уровнем подготовленности и опытом профессиональной деятельности. Чем выше гибкость программы обучения, тем шире диапазон потребностей в повышении квалификации, которые можно удовлетворить с ее помощью.

Гибкость программы выражается в создании возможностей для:

- уточнения и конкретизации обучаемыми своих целей в повышении квалификации;
- самостоятельного выбора учебных курсов и других материалов для освоения на основе входного контроля или самооценки своего профессионализма;
- индивидуализации обучения — построении индивидуальных траекторий учебной деятельности в соответствии с осознаваемыми потребностями, включая самостоятельное определение уровня сложности учебных заданий в ходе учебного процесса; возможность более глубокого изучения того или иного теоретического и

практического материала и др.

- самомотивации в повышении своего профессионализма и развитии конкретных компетенций;

- саморегуляции учебной деятельности — самостоятельной коррекции содержания предложенных индивидуальных траекторий обучения;

- самоконтроля результатов учебной работы.

В целом гибкость образовательной программы создает и стимулирует свободу и самостоятельность учебно-практических действий, направленных на повышение профессиональной квалификации с учетом актуальных индивидуальных потребностей.

### 3. Трех-пакетная программа дистанционного повышения квалификации

Для преодоления указанных выше недостатков программ ДПО авторами разработан подход, условно названный «пакетирование компетенций», который повышает гибкость программ дистанционного повышения квалификации. В нем интегрирована компетентностная методология в организации обучения и идея разноразмерной организации содержания и взаимосвязей профессиональных компетенций в виде учебных пакетов, которые могут быть необходимы для повышения квалификации специалистов. Под *компетенцией* понимается практическая способность специалиста решать конкретные задачи на основе систематизированных знаний и отрефлексированного опыта их применения. Учебный пакет — место размещения *электронных обучающих ресурсов* (ЭОР) и других информационных материалов тематического и меж тематического содержания, соответствующего отдельной профессиональной компетенции.

Выполненная авторами разработка программы ДПО,

предназначенная для инженеров-конструкторов, содержит двенадцать разделов соответственно компетенциям, которые в исследовании были определены как требующие развития у многих молодых инженеров-конструкторов машиностроительных предприятий [23]. Особенность подхода к формированию содержания программы ДПО обусловлена структурным анализом профессиональных компетенций, в соответствии с которым в каждой из них выделяются индикаторы. Каждая конкретная компетенция имеет несколько индикаторов (от четырех до семи), которые являются основными признаками квалификации и ориентирами процесса подготовки конструкторов, а также оценки их готовности к решению актуальных задач своих предприятий. Диагностика уровня развития компетенций осуществляется по индикаторам, которые экспертно оцениваются по балльной шкале. Полный состав индикаторов определяет содержание компетенции и границы ее применения в профессиональной деятельности, а также отражает объективные возможности ее развития в той или иной области [23].

Пример структуры отдельной проектно-конструкторской компетенции, которая использовалась для разработки программы ДПО, представлен в табл. 1.

На основе накопленного опыта проведения обучения для повышения квалификации инженеров-конструкторов машиностроительных предприятий, были разработаны три вида учебных пакетов ЭОР:

1) основной учебный пакет (ОУП) включает конспект лекции, слайды к лекциям и другие материалы, которые необходимы, чтобы молодой инженер мог разобраться в содержании конкретной компетенции за ограниченное время. Основным критерий — объем

Таблица 1

| Содержание компетенции<br>«Выбор конструкционных материалов с оптимальными свойствами» |                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| № пп.                                                                                  | Индикаторы компетенции                                                                                                                 |
| 1                                                                                      | Оценивает влияние свойств конструкционных материалов изделия на его функциональные характеристики.                                     |
| 2                                                                                      | Использует отраслевой опыт подбора материалов по их физико-механическим свойствам: черные и цветные металлы, неметаллы, порошки и т.д. |
| 3                                                                                      | Подбирает варианты замены материалов из смежных отраслей и инновационных разработок.                                                   |
| 4                                                                                      | Ориентируется в механических, термических, химических и других методах повышения механических свойств металлов.                        |
| 5                                                                                      | Определяет ограничения применимости материалов и тенденции их развития в ближайшей перспективе.                                        |
| 6                                                                                      | Учитывает экономическую целесообразность при выборе материалов с заданными свойствами.                                                 |

материалов — время самостоятельного их изучения не должно превышать 4–5 часов; в основной пакет включается содержание современных работ, издание которых датируется последним десятилетием;

2) дополнительный учебный пакет (ДУП) включает статьи, методические разработки, фрагменты учебников, книг, отчетов, ГОСТов (разделы и параграфы) и других нормативных материалов, необходимые для более детального рассмотрения содержания осваиваемой компетенции;

3) библиотека образовательной программы (БОП) включает полные оригинальные источники: справочники, книги, учебники, учебные пособия, ГОСТы и прочее, систематизированные по нескольким критериям, удобным для поиска информации слушателям с разной профессиональной подготовкой и разными потребностями в повышении квалификации. В данном пакете собраны все разновидности материалов, с помощью которых можно иными способами осваивать содержание основного и дополнительного пакетов, а также углублять свое понимание изучаемых вопросов, выходя за рамки требований к результатам обучения.

Данные учебные пакеты различаются не только объ-

емом информационных ресурсов и степенью их методической проработки для комфортного усвоения, но также и материалами различной целевой направленности. ОУП и ДУП разработаны для каждого раздела программы повышения квалификации, т.е. для формирования каждой из двенадцати компетенций, тогда как БОП для всей образовательной программы без строгой дифференциации по разделам. Кроме того, в третьем учебном пакете отсутствуют какие-либо задания для практического выполнения; он предназначен только для учебно-познавательной деятельности и получения справочной информации. Основной и дополнительный пакеты также имеют различия. В основном пакете учебных заданий больше, чем в дополнительном, и они представляют собой более полный набор по видовому разнообразию. Кроме того, только в основном пакете имеются как индивидуальные, так и групповые учебные задания, а также задания для итогового контроля результатов обучения. Тогда как в ДУП кроме информационных ресурсов представлены только индивидуальные учебные задания и задания для самоконтроля.

Работа с учебными заданиями, находящимися в ОУП и ДУП, представляет собой

виртуальный практикум, который в разных разделах (компетенциях) программы ДПО ориентирован на объем учебно-практической работы от 60% до 70% ее нормативного времени. Учебные задания в них выстроены в последовательности от легких к трудным и от узко тематических до широко тематических и междисциплинарных. Обучаемые самостоятельно выбирают учебные задания по уровню трудности, ориентируясь на баллы, которые можно получить за их успешное выполнение. Чтобы получить допуск к контрольным заданиям слушателю необходимо в каждой ОУП и ДУП, если он туда вошел, набрать определенное количество баллов.

Виртуальный практикум не является отдельным структурным элементом программы ДПО, но выделяется как функциональный механизм, обеспечивающий саморегуляцию учебно-практической работы. Он встроен в ОУП и ДУП для организации работы по применению усвоенных знаний различного объема и содержания, а также для формирования своей индивидуальной траектории овладения выбранными знаниями и компетенциями.

Базовым для повышения квалификации инженеров конструкторов является основной пакет ЭОРов по каждой компетенции, а его ядром являются краткие конспекты лекции объемом от 7-ми до 12-ти страниц. Формирование основного учебного пакета осуществлялось по следующим критериям:

- обеспеченность ЭОР каждого индикатора компетенции;
- наличие ЭОР для системной интеграции всех индикаторов в компетенцию;
- достаточность учебно-практических заданий для тренинга составляющих формируемой компетенции и их интеграции в целостную компетенцию.

— оптимальность материалов для изучения и организации успешного выполнения заданий для слушателей с высокой готовностью к повышению квалификации (высокая готовность к повышению квалификации предполагает: активность в выборе контента обучения; выделение достаточного времени для работы с ЭОР; регулярную коммуникацию с консультантами программы ДПО; прохождение ее разделов по графику, близкому к оптимальному (запланированному)).

Слушателям с высокой готовностью к дополнительному профессиональному образованию (их около 45%) оказывается достаточно основного пакета, чтобы повысить свой профессионализм по большинству выбранных компетенций.

Формирование дополнительного учебного пакета осуществлялось по следующим критериям:

- детализированное раскрытие содержания индикаторов компетенции;
- углубленный анализ вопросов взаимосвязи между индикаторами компетенции;
- описание взаимосвязей между содержанием разных проектно-конструкторских компетенций;

Формирование библиотеки образовательной программы осуществлялось по следующим критериям:

- максимально полный набор материалов по всем 12-ти компетенциям инженера-конструктора;
- разнообразие критериев для поиска необходимой информации.

Как показал опыт реализации данной программы, к материалам БОП обращаются 17–20% слушателей. Среди них преобладают не те, кто испытывает трудности в освоении программы обучения, а напротив, наиболее любознательные молодые инженеры с высокой готовностью к повышению своей квалификации.



Рис. Схема учебной работы с использованием пакетов ЭОР

В результате подготовки электронных учебных пакетов в программе ДПО для повышения квалификации инженеров-конструкторов оказалось около двух тысяч учебных, справочно-информационных материалов и нормативных документов, общим объемом более восьми гигабайт.

Разработанный комплекс ЭОРов в виде трех учебных пакетов, включающий встроенный в них виртуальный практикум, создает возможность гибкой организации обучения и самостоятельного управления учебной работой по формированию и совершенствованию профессиональных компетенций. Учебные пакеты можно использовать различным образом, один из оптимальных алгоритмов их применения представлен на рис.

Каждый слушатель трех-пакетной программы ДПО имеет возможность составить свою индивидуальную программу, выбирая компетенции и соответствующее содержание повышения профессиональной квалификации. По условиям обучения трудоемкость формируемой слушателями индивидуальной программы повышения квалификации не

могла быть меньше трех разделов. Максимальный объем индивидуальной программы не ограничивался, но объективно он ограничен двенадцатью разделами трех-пакетной программы ДПО. Как видно из рисунка, обучаемый может по результатам входного контроля, а также и вне зависимости от его результатов (на основе профессиональных планов и самооценки) самостоятельно выбирать наиболее интересные и необходимые ему компетенции, если он уверен в том, что именно они ему необходимы для профессионального роста. Кроме того, слушатели могут дважды корректировать свой первоначальный выбор в процессе учебной работы. Возможность осуществить первую коррекцию своей индивидуальной программы предоставляется после успешного прохождения первого выбранного им раздела программы. И вторая коррекция может быть после успешного прохождения второго раздела программы ДПО, выбор которого был сделан в самом начале или в процессе первой коррекции. На этапах изменения своей программы повышения квалификации каждый слушатель



может: 1) делать замену одних разделов (компетенций) программы на другие; 2) выбирать новые разделы и тем самым увеличивать объем своей программы; 3) отказываться от некоторых разделов, выбранных ранее, тем самым уменьшать объем программы повышения квалификации.

После выбора разделов программы в соответствии с профессиональными компетенциями, требующими развития, слушатель получает материалы ОУП по выбранной компетенции и изучает их. В основном пакете ЭОР в сжатом виде представлена наиболее важная и ценная информация по конкретной компетенции.

Следующим этапом обучения является выполнение индивидуальных заданий виртуального практикума. Если у обучаемого возникают трудности при их выполнении, то он обращается к дополнительному пакету или библиотеке программы с целью более глубокой проработки информации по данной компетенции. После дополнительного изучения материалов, слушатель выполняет дополнительные учебные задания виртуального практикума (другие по содержанию, но аналогичные первым). И затем возвращается в основной пакет к заданиям, которые вызвали затруднения. После успешного выполнения индивидуальных учебных заданий обучаемый выполняет контрольные задания по данной компетенции. При получении результата с оценкой более 80% слушатель переходит к освоению учебных материалов для совершенствования и развития следующей компетенции. А если результаты контроля оказались ниже он получает рекомендацию вновь обратиться к материалам ДУП и БОП и снова пройти путь через виртуальный практикум до контрольных заданий пока не выполнит их с оценкой на уровне более 80 %.

При наличии технической возможности и достаточного количества обучаемых, выбравших одни и те же конкретные компетенции, возможно выполнение групповых учебных заданий на основе метода создания виртуальных учебных команд. После прохождения всего пути по освоению выбранных компетенций, обучаемому предлагается выполнить междисциплинарный проект по актуальной для него теме. Успешная защита проекта — завершающий этап повышения квалификации.

#### 4. Результаты применения трех-пакетной программы ДПО

Анализ реализации трех-пакетной программы дистанционного повышения квалификации показывает, что она позволяет устранить выявленные недостатки большинства программ ДПО (табл. 2). Их преодоление обеспечивается гибкостью ДПО, благодаря которой слушатели легко адаптируют ее содержание под свои индивидуальные потребности в повышении собственной квалификации.

Опыт применения гибкой трех-пакетной программы ДПО в повышении квалификации молодых инженеров-конструкторов машиностроительных предприятий и опрос ее выпускников показал, что она:

- требует более сложной учебно-практической деятельности по сравнению с традиционными курсами повышения квалификации (около 18% слушателей под разными предлогами отказались проходить обучение, а остальные отмечали ее высокую трудоемкость);

- создает дополнительный интерес к работе с ней у тех слушателей, которые изначально имели мотивацию к повышению профессиональной квалификации (большинство слушателей, успешно завершивших обучение, отмечали, что им было интересно разбираться в содержании программы, изучать вопросы и выполнять задания, которые способствовали развитию их профессионализма);

- формирует навыки профессионального самообучения (около 56% слушателей отметили, что после завершения данного обучения они стали лучше понимать, каким обра-

Таблица 2

#### Механизмы устранения типичных недостатков программ ДПО в трех-пакетной модели дистанционного повышения квалификации инженеров-конструкторов

| Выявленные недостатки большинства программ ДПО                                                  | Способы устранения недостатков в трех-пакетной программе ДПО с виртуальным практикумом                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ориентация программ на усредненного слушателя                                                   | Личное участие слушателя в определении потребности в повышении своей квалификации и самостоятельный выбор разделов программы для профессионального развития.                                                       |
| Избыточность содержания учебных курсов                                                          | Возможность ограничивать работу с учебными материалами при освоении содержания компетенции, подтверждаемого результатами выполнения учебных и контрольных заданий.                                                 |
| Логика освоения новых знаний не соответствует практике их применения                            | Логику работы с новыми знаниями слушатель определяет сам (частично в ОУП) и полностью в ДУП и БОП, также как и выполнение учебных заданий в виртуальном практикуме.                                                |
| Не соответствие предметного построения программ ДПО и междисциплинарного содержания компетенций | Учебные и контрольные задания не могут быть выполнены без изучения взаимосвязей между индикаторами отдельной компетенции и овладения междисциплинарным содержанием выбранных компетенций, имеющихся в пакетах ЭОР. |



зом можно самостоятельно повышать свою квалификацию);

— позволяет понять дополнительные потребности в развитии своего профессионализма и существующие для этого возможности (это отметили около 43% инженеров-конструкторов, получивших сертификаты о повышении квалификации).

Также следует отметить академическую результативность трех-пакетной программы ДПО для инженеров-конструкторов. Несмотря на высокие критерии оценок промежуточных и итоговых результатов обучения все слушатели, принявшие условия обучения, успешно завершали программу повышения своей профессиональной квалификации. Принявшими условия обучения считаются те слушатели, которые получили опыт работы с содержанием трех-пакетной программы ДПО и дошли до этапа первой коррекции своей индивидуальной программы. Все слушатели, отказавшиеся проходить обучение, делали это, не завершив освоение первого раздела.

## 5. Заключение

В системах непрерывного обучения, которые становятся жизненно необходимыми для

всех категорий специалистов в высокотехнологичных отраслях, доступность и эффективность программ ДПО является важным фактором конкурентоспособности предприятий. Доступность повышения квалификации определяется количеством и разнообразием содержания дистанционных программ ДПО, а их эффективность для реального развития профессионализма, прежде всего, определяется гибкостью этих программ.

Разработка дифференцированной по компетенциям программы ДПО и трех-пакетной базы ее ЭОР, включающей виртуальный практикум для каждого раздела повышения квалификации, позволили создать гибкую систему дополнительного образования инженеров-конструкторов, которая может обеспечить потребности в профессиональном росте большинства инженеров, независимо от уровня их конструкторской подготовки и опыта работы. Наиболее ярко гибкость трех-пакетной программы ДПО проявляется в формировании индивидуальной траектории повышения квалификации с активным участием самих слушателей. Индивидуальная траектория формируется на двух уровнях: 1) при выборе целей и содер-

жания обучения; 2) в процессе построения оптимального пути для освоения каждого раздела. Данные возможности обеспечиваются общим содержанием программы, условиями работы с ней, трех-пакетной структурой ЭОРов и встроенным в них виртуальным практикумом.

По мнению авторов, для создания гибких ДПО существуют и другие подходы. Трех-пакетная программа — лишь один из ее вариантов, который показал преимущества и возможности гибких образовательных программ по сравнению с традиционными, имеющими строго установленное целевое назначение и соответствующее ему оптимальное содержание с заданными алгоритмами работы с ним. Основное различие между этими двумя типами программ ДПО состоит в том, что традиционные программы разрабатываются, исходя из анализа профессиональной деятельности конкретных специалистов и содержания подготовки, а гибкие ДПО разрабатываются на основе анализа широкого разнообразия потребностей в повышении квалификации специалистов определенного профиля и создания возможностей самостоятельно управлять процессом развития своего профессионализма.

## Литература

1. Shurygin V.Y., Krasnova L.A. Electronic learning courses as a means to activate students' independent work in studying physics // *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016. Vol. 11, № 8. P. 1743–1751.
2. Baltos G.C., Chomata F.S., Vidakis I.G., Balodis J. Modern learning and training tools which can be properly adapted and designed to reinforce specialized courses on effective crisis management // *Journal of Educational and Social Research*. 2018. Vol. 8, № 3. P. 27–35.
3. Solórzano-García M., Navío-Marco J. Developing social entrepreneurs through distance education: The value of commitment and interactivity with the learning community // *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. 2019. Vol. 13, № 1. P. 30–50.
4. Нечаев М.П. Профессиональная переподготовка руководителей образовательных организаций в системе электронного обучения //

Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. 2017. № 4 (33). С. 5–10.

5. Palvia S., Aeron P., Gupta P., Mahapatra D., Parida R., Rosner R., Sindhi S. Online Education: Worldwide Status, Challenges, Trends, and Implications // *Journal of Global Information Technology Management*. 2018. Vol. 21, № 4. P. 233–241.
6. Khanna P. A conceptual framework for achieving good governance at open and distance learning institutions // *Open Learning*. 2017. Vol. 32, № 1. P. 21–35.
7. Samigulina G.A., Shayakhmetova A.S. Smart-system of distance learning of visually impaired people based on approaches of artificial intelligence // *Open Engineering*. 2016. Vol. 6, № 1. P. 359–366.
8. Cinquin P.-A., Guitton P., Sauzéon H. Online e-learning and cognitive disabilities: A systematic review // *Computers and Education*. 2019. Vol. 130. P. 152–167.
9. Park S., Yun H. Relationships between motivational strategies and cognitive learning in

distance education courses // *Distance Education*. 2017. Vol. 38, № 3. P. 302–320.

10. Zheng Y., Wang J., Doll W., Deng X., Williams M. The impact of organisational support, technical support, and self-efficacy on faculty perceived benefits of using learning management system // *Behaviour and Information Technology*. 2018. Vol. 37, № 4. P. 311–319.

11. Хафизова Н.Ю. Информационная образовательная среда организации дополнительного профессионального образования как средство повышения уровня профессионализма слушателей // *Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров*. 2018. № 1 (34). С. 78–83.

12. Abildinova G.M., Alzhanova A.K., Ospanov N.N., Taybaldiev Z., Baigojanova D.S., Pashovkina N.O. Developing a mobile application “educational process remote management system” on the android operating system // *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016. Vol. 11, № 12. P. 5128–5145.

13. Harichandran R.S., Erdil N.O., Carnasciali M.-I., Nocito-Gobel J., Li C. Developing an entrepreneurial mindset in engineering students using integrated e-learning module // *Advances in Engineering Education*. 2018. Vol. 7, № 1. P. 16–26.

14. Sit S.M., Brudzinski M.R. Creation and Assessment of an Active e-Learning Introductory Geology Course // *Journal of Science Education and Technology*. 2017. Vol. 26, № 6. P. 629–645.

15. Trede F., Mahinroosta R. Strengthening educational partnerships: An online preparation program for engineering partners // *International Journal of Engineering Education*. 2018. Vol. 34, № 5. P. 1569–1580.

16. Lebedev A.A. Individualization of education via distance learning technologies: Models, stages, forms, components // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019. Vol. 10, № 1. P. 1631–1645.

17. Виндекер О.С., Голендухина Е.А., Клименских М.В., Корепина Н.А., Шека А.С. К вопросу об эффективности дистанционного обучения: исследование представлений // *Педагогическое образование в России*. 2017. № 10. С. 41–47.

18. Blayone T.J.B., vanOostveen R., Barber W., DiGiuseppe M., Childs E. Democratizing digital learning: theorizing the fully online learning community model // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2017. Vol. 14, № 1. Article number 13.

19. Roszak M., Kolodziejczak B., Kowalewski W., Ren-Kurc A. Implementation of e-learning portal for academic education and lifelong learning // *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*. 2016. Vol. 26, № 2. P. 135–152.

20. Фарино К.С., Сидорик В.В., Стрелкова И.Б. Апробация моделей электронных учебно-методических комплексов в системе дополнительного образования взрослых при дистанционном обучении // *Проблемы современной науки*. 2013. № 10-1. С. 154–161.

21. Ivashchenko M.G., Kozyrev V. Hybridization methods of traditional and distance learning as the basis for modern approaches to organization of educational processes // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2016. Vol. 11, № 8. P. 5725–5727.

22. Tretsiakova-McNally S., Maranne E., Verbecke F., Molkov V. Mixed e-learning and virtual reality pedagogical approach for innovative hydrogen safety training of first responders // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2017. Vol. 42, № 11. P. 7504–7512.

23. Методология проектной деятельности инженера-конструктора: Учебное пособие / А.П. Исаев [и др.]; под ред. А.П. Исаева, Л.В. Плотникова, Н.И. Фомина. Москва: Изд-во Юрайт, 2018. 211 с.

## References

1. Shurygin V.Y., Krasnova L.A. Electronic learning courses as a means to activate students' independent work in studying physics // *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016. Vol. 11, № 8. P. 1743–1751.

2. Baltos G.C., Chomata F.S., Vidakis I.G., Balodis J. Modern learning and training tools which can be properly adapted and designed to reinforce specialized courses on effective crisis management // *Journal of Educational and Social Research*. 2018. Vol. 8, № 3. P. 27–35.

3. Solórzano-García M., Navío-Marco J. Developing social entrepreneurs through distance education: The value of commitment and interactivity with the learning community // *International Journal of Mobile Learning and Organisation*. 2019. Vol. 13, № 1. P. 30–50.

4. Nechaev M.P. Professional retraining of heads of educational organizations in the e-learning system. *Nauchnoe obespechenie sistemy povy-*

*sheniya kvalifikatsii kadrov = Scientific support of staff development system*. 2017; 4(33): 5–10. (In Russ.)

5. Palvia S., Aeron P., Gupta P., Mahapatra D., Parida R., Rosner R., Sindhi S. Online Education: Worldwide Status, Challenges, Trends, and Implications // *Journal of Global Information Technology Management*. 2018. Vol. 21, № 4. P. 233–241.

6. Khanna P. A conceptual framework for achieving good governance at open and distance learning institutions // *Open Learning*. 2017. Vol. 32, № 1. P. 21–35.

7. Samigulina G.A., Shayakhmetova A.S. Smart-system of distance learning of visually impaired people based on approaches of artificial intelligence // *Open Engineering*. 2016. Vol. 6, № 1. P. 359–366.

8. Cinquin P.-A., Guitton P., Sauzéon H. Online e-learning and cognitive disabilities: A systematic review // *Computers and Education*. 2019. Vol. 130. P. 152–167.

9. Park S., Yun H. Relationships between motivational strategies and cognitive learning in distance education courses // *Distance Education*. 2017. Vol. 38, № 3. P. 302–320.
10. Zheng Y., Wang J., Doll W., Deng X., Williams M. The impact of organisational support, technical support, and self-efficacy on faculty perceived benefits of using learning management system // *Behaviour and Information Technology*. 2018. Vol. 37, № 4. P. 311–319.
11. Khafizova N.Yu. Information educational environment of the organization of additional professional education as a means of improving the level of professionalism of students // *Nauchnoe obshchestvennoye razvitiye: nauchnyye i prakticheskiye aspekty razvitiya obrazovaniya i nauki* = Scientific support of staff development system. 2018; 1(34): 78–83. (In Russ.)
12. Abildinova G.M., Alzhanova A.K., Ospanov N.N., Taybaldiev Z., Baigojanova D.S., Pashovkina N.O. Developing a mobile application “educational process remote management system” on the android operating system // *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016. Vol. 11, № 12. P. 5128–5145.
13. Harichandran R.S., Erdil N.O., Carnasciali M.-I., Nocito-Gobel J., Li C. Developing an entrepreneurial mindset in engineering students using integrated e-learning module // *Advances in Engineering Education*. 2018. Vol. 7, № 1. P. 16–26.
14. Sit S.M., Brudzinski M.R. Creation and Assessment of an Active e-Learning Introductory Geology Course // *Journal of Science Education and Technology*. 2017. Vol. 26, № 6. P. 629–645.
15. Trede F., Mahinroosta R. Strengthening educational partnerships: An online preparation program for engineering partners // *International Journal of Engineering Education*. 2018. Vol. 34, № 5. P. 1569–1580.
16. Lebedev A.A. Individualization of education via distance learning technologies: Models, stages, forms, components // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019. Vol. 10, № 1. P. 1631–1645.
17. Windecker O.S., Golenduhina E.A., Klymenskikh M.V., Korepin N.A., Sheka A.S. On the issue of the effectiveness of distance learning: a study of ideas // *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii* = Pedagogical education in Russia. 2017; 10: 41–47. (In Russ.)
18. Blayone T.J.B., vanOostveen R., Barber W., DiGiuseppe M., Childs E. Democratizing digital learning: theorizing the fully online learning community model // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2017. Vol. 14, № 1. Article number 13.
19. Roszak M., Kolodziejczak B., Kowalewski W., Ren-Kurc A. Implementation of e-learning portal for academic education and lifelong learning // *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*. 2016. Vol. 26, № 2. P. 135–152.
20. Farino K.S., Sidorik V.V., Strelkova I.B. Approval of models of electronic educational and methodical complexes in the system of additional education for adults with distance learning // *Problemy sovremennoy nauki* = Problems of modern science. 2013; 10–1: 154–161. (In Russ.)
21. Ivashchenko M.G., Kozyrev V. Hybridization methods of traditional and distance learning as the basis for modern approaches to organization of educational processes // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2016. Vol. 11, № 8. P. 5725–5727.
22. Tretyakova-McNally S., Maranne E., Verbeke F., Molkov V. Mixed e-learning and virtual reality pedagogical approach for innovative hydrogen safety training of first responders // *International Journal of Hydrogen Energy*. 2017. Vol. 42, № 11. P. 7504–7512.
23. Design Engineer’s Design Methodology: Tutorial / A.P. Isaev [et al.]; by ed. A.P. Isaev, L.V. Plotnikov, N.I. Fomin. Moscow: Yurayt publishing house. 2018. 211 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

##### **Исаев Александр Петрович**

д.э.н., доцент, профессор кафедры «Системы управления энергетикой и промышленными предприятиями»,  
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
Екатеринбург, Россия  
Эл. почта: ap\_isaev@mail.ru

##### **Плотников Леонид Валерьевич**

к.т.н., доцент, доцент кафедры «Турбины и двигатели»,  
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
Екатеринбург, Россия  
E-mail: leonplot@mail.ru

#### Information about the authors

##### **Isaev Alexander P.**

doctor of economic Sciences, Professor of the «System energy management and industrial enterprises» department,  
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,  
Ekaterinburg, Russia  
E-mail: ap\_isaev@mail.ru

##### **Plotnikov Leonid V.**

candidate of technical Sciences, associate Professor of the «Turbine and engines» department,  
Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,  
Ekaterinburg, Russia  
E-mail: leonplot@mail.ru