



Научно-практический  
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
Том 28. № 6. 2024

Учредитель:  
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор  
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора  
Александр Викторович Бойченко  
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор  
Елена Алексеевна Егорова  
Никита Дмитриевич Эпштейн

Технический редактор  
Елена Ивановна Анисеева

Журнал издается с 1996 года.  
Свидетельство о регистрации СМИ:  
ПИ № ФС77-65888 от 27 мая 2016 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 «Урал-Пресс»: 47209

© ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2024  
Подписано в печать 24.12.24.  
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.  
Печ. л. 9,75. Тираж 1500 экз. Заказ  
Напечатано в ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».  
117997, Москва, Стремянный пер., 36

## СОДЕРЖАНИЕ

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Г.Б. Пестунова, С.А. Ульянова*  
Цикл PDCA и балльно-рейтинговая система оценки  
знаний обучающихся: пути совершенствования качества  
образования (на материалах дисциплины Управление  
бизнес-процессами)..... 4

- Т.М. Шамсутдинова*  
Цифровой след как источник больших данных (Big Data)  
в образовании ..... 13

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- В.И. Ваулин, С.А. Сингеев, Н.И. Филончик, С.В. Ваулин*  
Особенности развития мышления инженера в ходе  
подготовки в вузе (на примере изучения дисциплины  
«Инженерная графика») ..... 22

- А.И. Климина, О.В. Крежевских*  
Подготовка будущих педагогов к цифровизации  
образования дошкольников..... 35

### ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

- А.А. Брызгалов*  
Микросервисная реализация многоагентных систем  
сетевых предприятий ..... 53

- С.М. Щербаков, К.Х. Калугян, А.В. Абрамова, В.Ю. Гречкина*  
Антипаттерны в проектировании баз данных..... 67



Scientific and practical reviewed  
journal

OPEN EDUCATION  
Vol. 28. № 6. 2024

**Founder:**  
Plekhanov Russian University of  
Economics

**Editor in chief**  
Yuriy F. Telnov

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

**Executive editor**  
Elena A. Egorova  
Nikita D. Epshtein

**Technical editor**  
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 1996.  
Mass media registration certificate:  
№ ФЦ77-65888 on May 27, 2016  
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 «Ural-Press»: 47209

© Plekhanov Russian University of  
Economics, 2024

Signed to print 31.10.24.  
Format 60x84 1/8. Digital printing.  
Printer's sheet 9.75. 1500 copies.  
Order

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

## CONTENTS

### NEW TECHNOLOGIES

- Galina B. Pestunova, Svetlana A. Ulyanova*  
The PDCA Cycle and the Point-Rating System for Assessing  
Students' Knowledge: Ways to Improve the Quality of  
Education (Based on the Materials of the Discipline "Business  
Process Management") ..... 4
- Tatiana M. Shamsutdinova*  
Digital Footprint as a Source of Big Data in Education ..... 13

### EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Vladimir I. Vaulin, Sergey A. Singeev, Natalia I. Filonchik,  
Sergey V. Vaulin*  
Features of the Development of an Engineer's Thinking in  
the Course of Training at a University (Using the Example of  
Studying the Discipline "Engineering Graphics") ..... 22
- A.I. Klimina, O.V. Krezhevskikh*  
Preparing Future Teachers for the Digitalization of Preschool  
Education ..... 35

### PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

- A.A. Bryzgalov*  
Microservice Implementation of Multi-Agent Enterprise  
Networking Systems..... 53
- Sergey M. Shcherbakov, Karine K. Kalugyan,  
Anna V. Abramova, Vera Y. Grechkina*  
Antipatterns in Database Design..... 67

## 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 Бершадский**, 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 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. Pozdneevev**, 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

**Vasilyi 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

# Цикл PDCA и балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся: пути совершенствования качества образования (на материалах дисциплины Управление бизнес-процессами)

**Цель исследования.** Выдвигаем гипотезу, о том, что использование балльно-рейтинговой системы в обучении способствует повышению внутренней мотивации студента при изучении дисциплины, повышает качество образования. Тогда целью данного исследования будет анализ и оценка эффективности применения балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся для направления Менеджмент. Исследование большей частью направлено на определение влияния балльно-рейтинговой системы на качество усвоения знаний и навыков студентов при изучении дисциплины Управление бизнес-процессами, а также анализ восприятия студентами данной системы оценки и его влияния на мотивацию к обучению, активность на занятиях и самооценку своих знаний.

**Методы исследования.** Рассмотрим, как обстоит процесс формирования балльно-рейтинговой системы при изучении дисциплины Управление бизнес-процессами, на основе статистических данных преподавателя проверим гипотезу о повышении качества знаний при использовании методики балльно-рейтинговой системы на основе результатов работы студентов второго курса факультета «Высшая школа управления», выявим степень мотивации студентов к освоению образовательной программы. Проведем анализ успеваемости студентов на момент накопления баллов и при проведении экзамена, представим сравнение результатов накопленной оценки и итоговой.

Информационной базой исследования выступил материал проведения занятий в Финансовом университете при Правительстве Российской Федерации по дисциплине Управление бизнес-процессами для студентов второго курса направления Менеджмент.

**Результаты.** Важное место в системе управления учебным процессом выступает балльно-рейтинговая система оценок. Как

уже отмечалось, одной из целей применения БРС в Финансовом университете является стимулирование систематической работы обучающихся в течение семестра (модуля). А значит, преподаватель должен разработать свою систему так, чтобы задания студентами выполнялись систематически, а не тогда, когда подходит срок очередной контрольной точки выставления оценок. Именно систематическое выполнение предложенных заданий гарантирует полное изучение дисциплины, повышение качества изучения и, что немаловажно, повышение мотивации обучающихся к получению знаний.

Результаты исследования показали эффективность применения данной методики и ее ориентированность на личные особенности студента. Студент может набирать баллы, выполняя заданный объем работ, самостоятельно расставляя приоритеты. При этом качество обучения не снижается.

**Заключение.** Применение балльно-рейтинговой системы в современных вузах давно стало делом привычным. Однако, требования к качеству преподавания с каждым годом возрастают, как со стороны студентов, так и со стороны работодателей. Данное исследование выявляет этапы совершенствования управления качеством применяя цикл PDCA при разработке и использовании балльно-рейтинговой системой оценки знаний в процессе обучения, анализа преподавания и вопросов внесения изменений и дополнений. Описаны инструменты данных подходов, а также предложены пути совершенствования качества преподавания на примере дисциплины Управление бизнес-процессами.

**Ключевые слова:** цикл PDCA, качество обучения, балльно-рейтинговая система, знания, управление бизнес-процессами

Galina B. Pestunova, Svetlana A. Ulyanova

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

## The PDCA Cycle and the Point-Rating System for Assessing Students' Knowledge: Ways to Improve the Quality of Education (Based on the Materials of the Discipline "Business Process Management")

**The purpose of the study.** We hypothesize that the use of a point-rating system in teaching helps to increase the student's internal motivation in studying the discipline, improves the quality of education. Then the purpose of this study will be to analyze and evaluate the effectiveness of the use of the point-rating system for evaluating students' knowledge for the Management direction. The study is mainly aimed at determining the impact of the point-rating system on the quality of students' knowledge and skills acquisition in the study of the discipline "Business Process Management", as well as analyzing students' perception of this assessment system and its impact on learning motivation, activity in the classroom and self-assessment of their knowledge.

**The research methods.** Let's consider how the process of forming the point-rating system is in the study of the discipline "Business Process

Management", based on the statistical data of the lecturer, we will test the hypothesis of improving the quality of knowledge when using the methodology of the point-rating system based on the results of the work of second-year students of the Faculty of Higher school of management; we will identify the degree of motivation of students to master the educational program. We will analyze the students' academic performance at the time of accumulation of points and during the exam, present a comparison of the results of the accumulated assessment and the final one.

**The information base of the study** was the material of classes at the Financial University under the Government of the Russian Federation on the discipline "Business Process Management" for second-year students of the Management program.

**Results.** An important place in the educational process management system is the point-rating assessment system. As already noted, one of the goals of the point-rating system application at a Financial University is to stimulate the systematic work of students during the semester (module). This means that the lecturer must develop the system so that students complete assignments systematically, not just when the next grading checkpoint is approaching. It is the systematic fulfillment of the proposed tasks that guarantees the full study of the discipline, improving the quality of study and, importantly, increasing the motivation of students to acquire knowledge.

The results of the study showed the effectiveness of this technique and its focus on the personal characteristics of the student. A student can gain points by completing a given amount of work, setting

priorities independently. At the same time, the quality of education does not decrease.

**Conclusion.** The use of the point-rating system in modern universities has long been a matter of habit. However, the requirements for the quality of teaching are increasing every year, on the part of both students and employers. This study identifies the stages of improvement by quality management using the PDCA cycle in the development and use of the point-rating system for evaluating knowledge in the learning process, analyzing teaching and making changes and additions. The tools of these approaches are described, as well as ways to improve the quality of teaching using the example of the discipline "Business Process Management".

**Keywords:** PDCA cycle, quality of teaching, point-rating system, knowledge, business process management.

## Введение

Широко применимой технологией управления образовательного процесса на сегодняшний день выступает балльно-рейтинговая система (БРС). Она служит не только для оценки знаний студентов, но и для стимулирования учащихся к более активной учебной деятельности. Современные вузы, которые применяют данную систему, смещают акцент на объективность оценивания учебного процесса, повышение мотивации к обучению у студентов, используя на практике более гибкие формы обучения и виды занятий. Ведущие вузы России активно развивают современные методы оценки в рамках образовательных подходов. Преимущество данной системы показано в практике использования такими вузами станы как Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финансовый университет), Томский государственный университет (ТГУ), Новосибирский государственный университет (НГУ), Уральский федеральный университет (УрФУ), Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ), Москов-

ский физико-технологический университет (МФТУ) и другими российскими вузами, которые стремятся обеспечить более объективное и справедливое оценивание знаний студентов.

Но несмотря на то, что преимущества применения БРС очевидны, нельзя не признать тот факт, что в отдельных случаях данная система может привести к снижению качества образования, если студенты будут ориентироваться только на получение баллов. Зачастую преподаватели перегружают студентов выполнением заданий, что может привести к стрессу и переутомлению. При универсальности методики, если отсутствует единая методология, принятая в вузе, могут иметь место различия в оценивании между разными кафедрами или вузами.

Для решения этих и других противоречий прорывом применения методики может стать внедрение новых технологий для автоматизации процесса оценивания, расширение обратной связи со студентами о качестве преподавания, унификация критериев оценки.

Так, в Финансовом университете принято «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» [1] в котором утвержден единый стандарт балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающегося. Рассмотрим на примере преподавания дисциплины Управление биз-

нес-процессами применение данной технологии для оценки качества усвоения знаний студентами второго курса факультета «Высшая школа управления».

Вопрос применения балльно-рейтинговой системы для оценки достижений студента на сегодняшний день является достаточно дискуссионным, в последнее время не потерял своей актуальности. Авторы исследований опираясь на теоретическую базу, описывают примеры применения системы на практике в различных отраслях знаний [2, 3, 4].

Несмотря на то, что применение балльно-рейтинговой системы в российских вузах насчитывает уже более 20 лет, на данный момент методика ее применения не утратила актуальности, является гибким инструментом, адаптируется под цели и принципы учебного процесса. При этом, многие авторы, рассматривающие вопросы использования балльно-рейтинговой системы отмечают, что она является одной из современных технологий [5, 6], отлично справляющейся с задачей управления учебным процессом.

Авторы исследований рассматривают применение балльно-рейтинговой системы в различных смыслах, целях, подходах. Так, например, М.В. Бражник [9] видит использование БРС комбинируя интерактивное оценивание достижений студентов. Е.П. Дубовикова [10] предла-

гает подход как критерий эффективности самостоятельной работы студентов при дистанционном обучении. В своей работе Н. Б. Ларионова [11] выявляет организационно-педагогические условия эффективного применения БРС как эффективную мотивацию студентов к успешному обучению.

В основу балльно-рейтинговой системы положена 100-балльная система оценки знаний обучающихся, используемая в качестве дополнения к официальной пятибалльной системе (семестровой, модульной) оценки знаний обучающихся, принятой в Российской Федерации. Критерии оценивания знаний по дисциплинам подготовки программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете при Правительстве Российской Федерации утверждены как Единый стандарт балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающегося [1]. Стандарт предполагает учет учебных достижений обучающихся за весь период изучения дисциплины. В общем зачете студент может набрать 100 баллов, 40 из которых отводится на работу в течение семестра, по 20 баллов для текущего электронного контроля успеваемости (ТКЭУ) в середине семестра, а 60 баллов – во время контроля промежуточной аттестации. Можно отметить, что большую часть баллов отводится на контрольные мероприятия, такие как регулярно-проводимый экспресс-контроль успеваемости (не менее 50% балльной оценки работы в течение семестра) и экзамена или зачета (60% от общей оценки за курс). Данный стандарт направлен, прежде всего, на повышение мотивации обучающихся к освоению образовательных программ, стимулирование систематической работы обучающихся в течение семестра или модуля. Выполняя контрольную функцию, стандарт способен обеспечить качество образовательного про-

цесса путем предоставления детальной и разносторонней информации о результативности обучения, снижения роли случайных факторов при текущей и промежуточной аттестации.

Преподаватель самостоятельно формирует критерии системы оценки на основе Стандарта исходя из специфики дисциплины, форм проведения занятий и педагогического опыта, утверждаются на заседании факультета или заседании кафедры. Они обычно включают в себя баллы за посещение, выполнение различных работ точно в срок, другие виды работ. Критерии указываются в рабочей программе дисциплины или в отдельном документе, доводятся до сведения обучающихся преподавателем, ведущим аудиторские занятия.

### **1. Разработка БРС дисциплины с позиции цикла Деминга (цикл PDCA) как инструмента качества**

Балльно-рейтинговая система оценки достижений обучающихся выступает интегрированным оценочным показателем накопления достижений студента по отдельной дисциплине за учебный семестр. Данная система позволяет количественно оценить показатели освоения образовательной программы и, тем самым, управлять образовательным процессом.

Целями введения балльно-рейтинговой системы в Финансовом университете являются [1]:

- повышение мотивации обучающихся к освоению образовательных программ;
- получение детальной и разносторонней информации о качестве и результативности обучения, а также о персональных учебных достижениях обучающихся для их морального и материального поощрения;
- стимулирование систематической работы обучающихся в течение семестра (модуля);

– снижение роли случайных факторов при текущей и промежуточной аттестации;

– информационное обеспечение подготовки приложения к диплому Финансового университета, сопоставимого с общеевропейским (Diploma Supplement).

Преподаватели, использующие в своей работе балльно-рейтинговую систему, получают возможность управлять учебным процессом делая акцент на качество усвоения знаний и навыков студентов. В свою очередь, студенты более активно включаются в процесс приобретения знаний, равномерно распределяя учебную нагрузку в течение всего времени обучения конкретной дисциплины [12].

Необходимо также отметить, что данная система позволяет сместить акцент ответственности за результат обучения на самого студента, так как позволяет ему самостоятельно спрогнозировать итоговую оценку при работе с предложенной ему программой. Ответственность преподавателя заключается в том, что он имеет возможность на любом этапе проконтролировать и скорректировать работу обучающегося.

Рассмотрим применение балльно-рейтинговой системы с позиции цикла Деминга (также известный как цикл PDCA) в качестве инструмента качества. Данный инструмент позволит оценить этапы процесса обучения как со стороны преподавателя, так и со стороны обучающихся.

Цикл PDCA (англ. Plan – Do-Check-Act), или Деминга, представляет собой логическую последовательность повторяющихся действий, направленную на непрерывное совершенствование процессов [13].

В таблице 1 рассмотрено применение цикла Деминга при использовании системы БРС для управления качеством обучения, выделены роли преподавателя и студента.

Таблица 1 (Table 1)

Этапы цикла PDCA при использовании балльно-рейтинговой системы  
Stages of the PDCA cycle when using the point-rating system

| Наименование этапа                                                                            | Роль преподавателя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Роль студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Планирование (Plan)<br><br>Что делать?<br>Как делать?                                         | 1) определение целей и результатов, которые должны быть достигнуты студентами<br>2) разработка структуры курса, включая темы, количество занятий и методы обучения<br>3) разработка критериев оценки по качеству (знания, навыки, активность) и распределение баллов за достижения<br>4) доведения до студентов системы оценки, их будущие рейтинги | 1) определение целей и результатов обучения, которые студент желает достичь своих личных целей и результатов<br>2) изучение системы оценки<br>3) создание плана обучения, собственный график занятий, включая распределение времени на изучение тем, подготовку к контрольным работам и выполнению заданий                                                                                  |
| Выполнение (Do)<br><br>Выполнить запланированное                                              | 1) реализация плана (лекции, практические занятия, групповые обсуждения)<br>2) регулярные запланированные тестирования, контрольные работы, семинары для отслеживания прогресса студентов<br>3) сбор обратной связи                                                                                                                                 | 1) посещение занятий, участие в обсуждениях, выполнение домашних заданий с учетом требований преподавателя<br>2) получение обратной связи от преподавателя и однокурсников, понимание успехов и выявление проблем для улучшения будущих результатов                                                                                                                                         |
| Проверка (Check)<br><br>Цели достигнуты?                                                      | 1) анализ собранных данных об успеваемости студентов, сравнение их с установленными целями<br>2) выявление проблем и трудностей, с которыми столкнулись студенты, и области, требующие внимания                                                                                                                                                     | 1) регулярный анализ собственных результатов и обратной связи от преподавателя, сравнение собственных достижений с установленными целями, проверка корректности самооценки<br>2) выявление трудностей                                                                                                                                                                                       |
| Корректировка (Act)<br><br>Как улучшить впоследствии?                                         | 1) корректировка методики, внесение необходимых изменений в учебный процесс на основе анализа<br>2) изучение лучших практик и возможных улучшений<br>3) разработка плана по постоянному обновлению учебного процесса и системы оценивания, учитывая обратную связь студентов и результаты анализа                                                   | 1) корректировка стратегии обучения, внесение изменений в собственный план обучения (изменение методов подготовки, выбор дополнительных ресурсов или поиск помощи у преподавателей/однокурсников)<br>2) обсуждение с преподавателем, получение рекомендаций по улучшению<br>3) постоянное совершенствование и разработка новых целей для будущего обучения, основываясь на полученном опыте |
| Примечание: разработано авторами на основании источника [13]<br>Note: compiled by the authors |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Исходя из представленного исследования, можно более подробно рассмотреть этапы цикла Деминга.

На этапе Планирование (Plan) необходимо ответить на два вопроса: Что делать? Как делать?

Рассмотрим более подробно роль преподавателя. Для начала преподаватель определяет цели обучения. Здесь необходимо задать четкие образовательные цели и результаты, которые предполагаемо должны быть достигнуты студентами. Постановка цели предполагает распределение задач, в данном случае – это разработка структуры курса, темы занятий, их количество, обязательно определить методы обучения. На данном этапе необходимо опираться на разработанное и утверждённый рабочий план дисциплины (РПД) и придерживаться его.

Определив цели, нужно задать критерии для оценки, какие качества будут оцениваться и за какие действия. Преподаватель самостоятельно распределяет баллы за достижения, здесь также можно воспользоваться утвержденным документом – Положение [1]. Обязательно нужно ознакомить студентов с разработанной системой оценки, договориться о коммуникации. Студенты должны понимать, как формируется их рейтинг и что они должны делать, чтобы их цель была достигнута.

Студент, также, как и преподаватель на этапе планирования расставляет приоритеты изучения дисциплины в соответствии с личными целями. У мотивированного студента формируется желаемый уровень знаний или конкретные навыки, результаты, которые он хотел бы достичь в курсе.

Ознакомившись с критериями оценивания, тем как будут начисляться баллы, студент выбирает активность, наиболее важную для него в достижении личных целей. Студент разрабатывает собственный график аудиторных и внеаудиторных занятий, выполнение домашних заданий, подготовку к контрольным работам и др.

Этап Исполнение (Do) или «Выполнить запланированное» – это проведение занятий преподавателем, как лекционного типа, так и семинарских (практических), оценка достижений студентов, фиксация личного рейтинга студента. Для улучшения качества обучения преподавателем важно проводить регулярные опросы, лучше в виде неформальных бесед, чтобы получить мнения студентов о процессе обучения и предложенной системы оценки.

Опыт показывает, что студенты достаточно активно вовлекаются в процесс изучения дисциплины, участвуют в предлагаемых обсуждениях, выполняют задания, стремясь максимально выполнить требования преподавателя. Обратная связь для студентов может быть налажена через дополнительные консультации с преподавателем, общение с однокурсниками. Рейтинговая таблица успеваемости группы поможет студенту понять, какие области требуют доработки, чтобы набрать необходимое количество баллов.

Не менее важный этап Проверка (Check) – это ответ на вопрос: «Цели достигнуты?». Здесь роль преподавателя должна заключаться в анализе собранных данных об успеваемости студентов преподавателем и сравнение их с установленными целями, проведение проверки объективности и справедливости. Здесь должен быть заложен задел на будущее, если преподаватель обратил внимание на трудности, с которыми пришлось столкнуться студентам, и выделил области, требующие внимания. Студенты также сверяют свои достижения с личными целями по полученным баллам, возможно есть области,

где бы они могли доработать и добрать нужное количество баллов, где это возможно.

Этап Корректировка (Act) – это ответ на вопрос «Как улучшить впоследствии?».

Здесь роль преподавателя сводится к тому, чтобы внести необходимые изменения в учебный процесс, в содержание курса, в методы проведения занятий или в методы оценки на основе анализа предыдущего этапа. Студенты также вносят в свою стратегию обучения корректировки, которые могут заключаться в изменении методов подготовки к занятиям, помощи однокурсников, способов общения с преподавателем. Для студента этот этап – этап накопления опыта, которым они воспользуются при формировании новых целей.

Таким образом, использование инструмента цикл Деминга помогает преподавателю постоянно улучшать организацию учебного процесса в рамках балльно-рейтинговой системы. Данная система достаточно прозрачна, понятна и принята студентами, поэтому они могут более целенаправленно подходить к своему обучению. Подход позволяет улучшить академическую успеваемость, развить навыки

саморегуляции, анализа, критического мышления, что несомненно важно для образовательного процесса.

**2. Анализ качества преподавания дисциплины «Управление бизнес-процессами» в Финансовом университете при Правительстве Российской Федерации, Высшая Школа Управления**

В основу балльно-рейтинговой системы положена 100-балльная система оценки знаний обучающихся, используемая в качестве дополнения к официальной пятибалльной системе (семестровой, модульной) оценки знаний обучающихся, принятой в Российской Федерации.

В Финансовом университете утверждено «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете» [1]. Согласно данному Положению балльная оценка текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре (модуле) по дисциплине составляет максимум 40 баллов. Балльная оценка промежуточной аттестации

Таблица 2 (Table 2)

**Виды работ обучающегося, формирующие текущий контроль по дисциплине**  
**Types of work of the student, forming the current control on the discipline**

| Задания для работы в семестре   |                                                                                                                      | Сроки выполнения     | Максимальный балл за задание |    |    |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|----|----|
| Первая половина семестра        | Домашнее творческое задание (обязательная письменная самостоятельная работа)                                         | Неделя 4             | 7                            | 20 | 40 |
|                                 | Контрольная работа 1                                                                                                 | Неделя 6             | 3                            |    |    |
|                                 | Работа на семинаре (8 семинаров) – мах 1 балл/ 1 занятие                                                             | Неделя 1 – Неделя 8  | 8                            |    |    |
|                                 | Посещение (семинары, лекции)                                                                                         | 1-я пол. сем.        | 2                            |    |    |
| Вторая половина семестра        | Контрольная работа 2                                                                                                 | Неделя 14            | 3                            | 20 |    |
|                                 | Работа на семинаре (8 семинаров) – мах 1 балл/ 1 занятие                                                             | Неделя 9 – Неделя 17 | 8                            |    |    |
|                                 | Групповая работа «Интерактивное выступление по теме» (устная, одна работа в семестр, выполняется в течение семестра) | в течение семестра   | 7                            |    |    |
|                                 | Посещение (семинары, лекции)                                                                                         | 2-я пол. сем.        | 2                            |    |    |
| Примечание: составлено авторами |                                                                                                                      |                      |                              |    |    |
| Note: compiled by the authors   |                                                                                                                      |                      |                              |    |    |

составляет 60 баллов. В этой системе баллы суммируются и выводится общая оценка. Студент должен по возможности набрать максимальное количество баллов.

Исходя из этого, преподавателем разрабатывается план освоения дисциплины с указанием баллов за каждый вид работы. Так, для оценки работы студента текущего контроля разрабатываются различные контрольные мероприятия, такие как коллоквиумы, тесты, самостоятельные работы, домашние творческие задания и т.д. Виды работ обучающегося, формирующий текущий контроль по дисциплине «Управление бизнес-процессами» для студентов второго курса направления Менеджмент представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 1, на самостоятельную работу студента отводится 35% от общего количества баллов. Это выполнение домашнего творческого задания. Специфика дисциплины предполагает не только рассмотрение теоретической части, но и выполнение расчетно-графической работы. В рамках расчетно-графической работы студенты должны разработать модель (описание) существующего бизнес-процесса («как есть»). Далее необходимо проанализировать исследуемый бизнес-процесс и предложить рекомендации по его реорганизации (совершенствованию), построить новую модель («как должно быть»).

Самостоятельная работа также предполагает групповое взаимодействие «Интерактивное выступление по теме». Методика проведения выступлений основывается на материалах исследования Л.С. Гребнева [14]. Здесь студенты готовят выступления в мини группах по заданной тематике. При чем, упор ставиться на степень вовлеченности студентов в обсуждение поставленных проблем. Основным критерием выступает фактор того, что все

участники семинара должны участвовать в обсуждении и ни у кого не должно быть возможности и желания уйти в интернет «по своим делам».

Контрольные мероприятия проводятся как в форме тестирования, так и в форме решения практикоориентированных задач в области управления бизнес-процессами. Особенность дисциплины в том, что здесь необходимо научить студентов строить модели бизнес-процессов. Однако в случае, если занятия проводятся не в компьютерном классе, предлагается построение моделей в ручном режиме.

На сайте университета [ogfa.ru](http://ogfa.ru) преподавателями ведется Журнал посещаемости, где имеется возможность выставить баллы по контрольным точкам. Это электронная ведомость, интегрированная с электронными зачетными книжками студентов. Преподаватель выставляет оцениваемые баллы, они доступны студенту в любой момент времени. Кроме того, количество студентов, не справляющихся с учебной нагрузкой видны специалистам учебного отдела, кафедре, тем самым снижается роль случайных факторов при текущей и промежуточной аттестации. На основании дан-

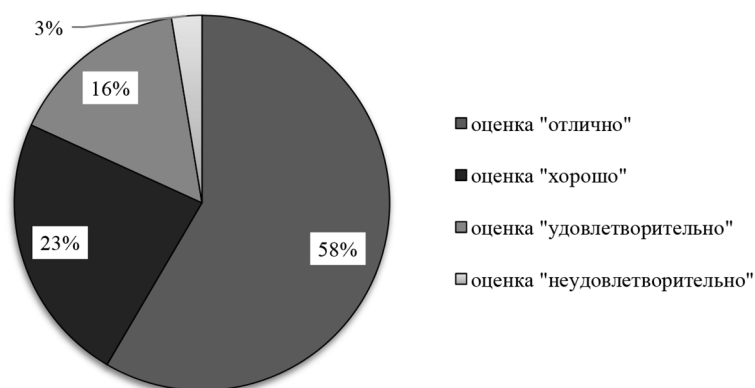
ной электронной ведомости можно спрогнозировать качество обучения. Оценок типа «автомат» в финансовом университете не предусмотрено, однако преподаватель может мотивировать студентов к обучению путем применения элементов игровых форм (геймификации), например, карточки для успевающих по различным категориям.

Для примера оценки качества изучения дисциплины с применением балльно-рейтинговой системы рассмотрим результаты обучения студентов второго курса факультета «Высшая школа управления» дисциплины Управление бизнес-процессами. Дисциплина изучалась в потоке из трех групп направления Менеджмент, всего 77 студентов.

Согласно Положению [1], в Финансовом университете применяется следующий порядок перевода 100-балльной оценки в пятибалльную:

- оценка «отлично» – 100–86 баллов;
- оценка «хорошо» – 85–70 баллов;
- оценка «удовлетворительно» – 69–50 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» – 49–0 баллов.

По результатам накопленных оценок за две аттестации



Примечание: составлено авторами на основании исследования.

Note: compiled by the authors based on the study

**Рис. 1. Диаграмма распределения накопленных оценок, полученных студентами за работу в семестре, в %**

**Fig. 1. Diagram of distribution of accumulated grades received by students for the work in the semester, in %**

текущего контроля (ЭТКУ1 и ЭТКУ2) успеваемости, распределение оценок выявилось таким образом, как показано на диаграмме рисунка 1.

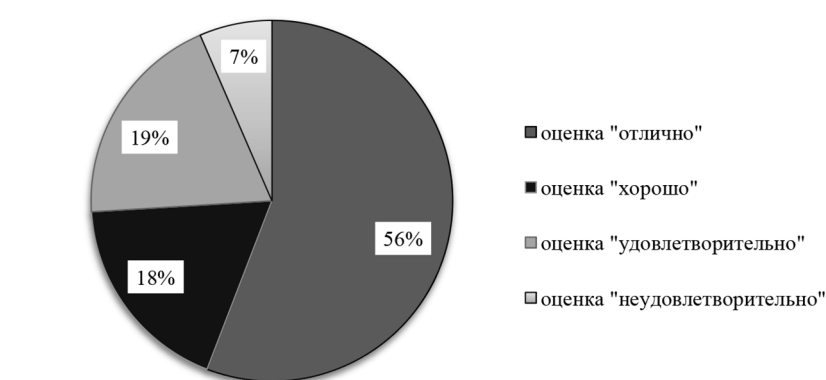
Так, из общего количества студентов 81% обучающихся выполнили полностью задания с на «хорошо» и «отлично». И только 3% обучающихся не выполняли задания совсем, а 16% — выполнили минимальное количество работ низкого качества (на оценку «удовлетворительно»). Можно сказать, что процент вовлеченности достаточно высокий, большая часть студентов имеют положительную мотивацию к обучению.

Как уже говорилось, на долю экзаменационной оценки приходится 60% баллов. По итогам экзамена распределение показало следующие результаты, представленные на диаграмме рисунка 2.

По результатам анализа распределения оценок можно увидеть, что большая часть студентов (93%) справилась с поставленными задачами, получили положительные оценки по результатам обучения с учетом экзамена. Средний балл успеваемости в потоке составляет 80,84%, что также является оптимальным значением.

Далее было проведено сравнение двух оценок: итоговой оценки и накопленной в течение семестра. Результаты представлены на рисунке 3.

Анализ представленной гистограммы показывает, что имеются расхождения между накопленной оценкой и оценкой, полученной на экзамене. В общем, можно сделать вывод о том, что не все студенты, претендующие на высокие оценки, смогли подтвердить свои знания на экзамене, получили оценки «хорошо» и «отлично». Применяемая методика балльно-рейтинговой оценки более объективна и гибка, учитывает личностно-ориентированный подход, позволяет улучшить академическую успеваемость, достаточно низкий процент

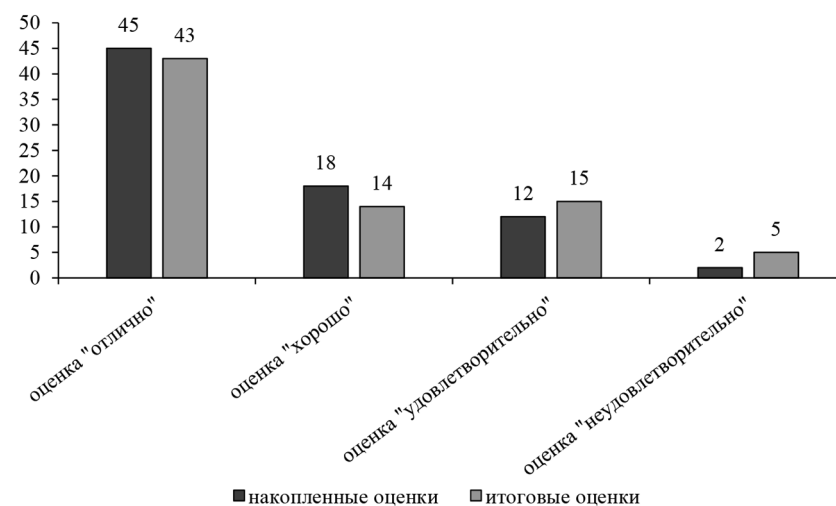


Примечание: составлено авторами на основании исследования

Note: compiled by the authors based on the study

Рис. 2. Диаграмма распределения итоговых оценок, полученных студентами с учетом балла за экзамен, в %

Fig. 2. Diagram of distribution of final grades received by students with regard to the score for the exam, in %



Примечание: составлено авторами на основании исследования

Note: compiled by the authors based on the study

Рис. 3. Сравнение результатов накопленной оценки и итоговой, чел.

Fig. 3. Comparison of the results of the accumulated assessment and the final one, people.

студентов получили отрицательную оценку.

Управление образовательным процессом заключается в ответе на вопрос «Как улучшить впоследствии?» на этапе корректировки и здесь преподаватель разработает план улучшения для будущих занятий, например, доработка методика заданий, продумать систему мотиваций студентов, используя геймификацию и др. методы. Безусловно, необходимо постоянно стремиться к совершенствованию методов обучения и качества образовательного процесса.

## Заключение

Выдвинутая гипотеза о том, что балльно-рейтинговая система при использовании в процессе обучения способствует повышению внутренней мотивации студента в изучении дисциплины, повышает качество образования подтверждается. Исследование показало высокий процент вовлеченности обучающихся в учебный процесс, что несомненно является сформированной внутренней мотивацией у студентов Финансового университета. При этом, качество изучения

дисциплины Управление бизнес-процессами остается достаточно высоким.

Если рассматривать управление процессом совершенствования учебного процесса с позиции цикла PDCA, то безусловно, это позволит

систематизировать действия преподавателей в области непрерывного улучшения образовательной деятельности. Балльно-рейтинговая система оценки способствует не только объективной оценке знаний студентов, но и эффективному

контролю за учебным процессом. Таким образом, продолжение исследований в данном направлении будет способствовать совершенствованию образовательной среды, повышению эффективности и результативности обучения.

## Литература

1. «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры в Финансовом университете» Приказ от 23.03.2017 №0557/о. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.fa.ru/org/chair/save/Pages/kriterii-bak.aspx>.

2. Мазурицкая М.А. Балльно-рейтинговая система как средство мотивации студентов к обучению (на примере учебной дисциплины «Библиотечная педагогика») // Культура: теория и практика. 2022. № 2(47).

3. Борщенко Г.М. Накопительная балльно-рейтинговая система как фактор, сопровождающий учебный процесс // Педагогический ИМИДЖ. 2022. Т. 16. № 3(56). С. 317–335. DOI: 10.32343/2409-5052-2022-16-3-317-335.

4. Гета А. А., Шаталова Н. П. Балльно-рейтинговая система оценки ЗУН в процессе цифровизации образования // Конструктивные педагогические заметки. 2021. № 9–2(16). С. 228–237.

5. Михтеев С. Ш., Михтеева Е. Ю. Балльно-рейтинговая система – фактор активизации познавательной активности обучаемых // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2021. Т. 1. С. 78–80.

6. Сенецкая Л., Боженова К. Балльно-рейтинговая система, как инструмент управления учебным процессом // Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft. 2021. № 15. С. 42–44. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-15-42-44.

7. Телепова М.В., Кривоножко К.А. Балльно-рейтинговая система оценивания и ее влияние на качество образовательного процесса // Ratio et Natura. 2021. № 2(4).

8. Калайдов А.Н., Рюкина А.А. Балльно-рейтинговая система оценивания знаний в контекс-

те национально-ориентированного подхода в обучении иностранных слушателей инженерных специальностей // Научно-педагогическое обозрение. 2021. № 4(38). С. 99–107. DOI: 10.23951/2307-6127-2021-4-99-107.

9. Бражник М. В. Интерактивное оценивание и балльно-рейтинговая система по дисциплине «Основы бухгалтерского учета» // Человек. Социум. Общество. 2022. № 7. С. 43–50.

10. Дубовикова Е. П. Балльно-рейтинговая система как критерий эффективности самостоятельной работы студентов при дистанционном обучении // НАУКА ЮУрГУ. СЕКЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК: материалы 74-й научной конференции (Челябинск, 19 апреля 2022 г.). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. С. 13–17.

11. Ларионова Н.Б. Балльно-рейтинговая система оценки знаний как эффективная мотивация студентов к успешному обучению // Ученые записки Казанского филиала «Российского государственного университета правосудия». 2022. Т. 18. С. 311–316.

12. Бородин С.А., Евдокимов М.А. Рейтинговая система оценки обучения как условие успешной учебной деятельности студента технического вуза // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2012. № 2(18). С. 32–38.

13. Гродзенский С.Я., Гродзенский Я.С. Цикл PDCA и семь инструментов качества // Методы менеджмента качества. 2013. № 11. С. 20–24.

14. Гребнев Л. С. Общекультурные компетенции и воспитывающие технологии // Высшее образование в России. 2015. № 10. С. 48–51.

## References

1. «Polozheniye o provedenii tekushchego kontrolya uspevayemosti i promezhutochnoy attestatsii obuchayushchikhsya po programmam bakalavriata i magistratury v Finansovom universitete» Prikaz ot 23.03.2017 №0557/o =. «Regulations on the current monitoring of academic performance and midterm assessment of students in bachelor's and master's degree programs at the

Financial University» Order of 23.03.2017 No. 0557 / o [Internet]. Available from: <http://www.fa.ru/org/chair/save/Pages/kriterii-bak.aspx>. (In Russ.)

2. Mazuritskaya M. A. Point-rating system as a means of motivating students to study (on the example of the academic discipline «Library pedagogy»). Kul'tura: teoriya i praktika = Culture: Theory and Practice. 2022: 2(47). (In Russ.)

3. Borshchenko G. M. Cumulative point-rating

system as a factor accompanying the educational process. *Pedagogicheskiy IMIDZH = Pedagogical IMAGE*. 2022; 16; 3(56): 317-335. DOI: 10.32343/2409-5052-2022-16-3-317-335. (In Russ.)

4. Geta A. A., Shatalova N. P. Point-rating system for assessing knowledge, skills and abilities in the process of digitalization of education. *Konstruktivnyye pedagogicheskiye zametki = Constructive pedagogical notes*. 2021; 9-2(16): 228-237. (In Russ.)

5. Mikhteyev S. SH., Mikhteyeva Ye. YU. Point-rating system - a factor in activating the cognitive activity of students. *Sovremennoye obrazovaniye: sodержaniye, tekhnologii, kachestvo = Modern education: content, technology, quality*. 2021; 1: 78-80. (In Russ.)

6. Senetskaya L., Bozhenova K. Point-rating system as a tool for managing the educational process. *Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft*. 2021; 15: 42-44. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-15-42-44.

7. Telepova M. V., Krivonozhko K. A. Point-rating assessment system and its impact on the quality of the educational process. *Ratio et Natura*. 2021; 2(4).

8. Kalaydov A. N., Ryukina A. A. Point-rating system of knowledge assessment in the context of a nationally-oriented approach to teaching foreign students of engineering specialties. *Nauchno-pedagogicheskoye obozreniye = Scientific and pedagogical review*. 2021; 4(38): 99-107. DOI: 10.23951/2307-6127-2021-4-99-107. (In Russ.)

9. Brazhnik M. V. Interactive assessment and point-rating system in the discipline «Fundamentals of Accounting». *Chelovek.*

*Sotsium. Obshchestvo = Man. Society. Society*. 2022; 7: 43-50. (In Russ.)

10. Dubovikova Ye. P. Point-rating system as a criterion for the effectiveness of students' independent work in distance learning. *NAUKA YUUrGU. SEKTSII TEKHNIЧЕСКИХ НАУК: materialy 74-y nauchnoy konferentsii = SCIENCE SUSU. SECTIONS OF TECHNICAL SCIENCES: Proceedings of the 74th Scientific Conference (Chelyabinsk, April 19, 2022)*. Chelyabinsk: Publishing Center of SUSU; 2022: 13-17. (In Russ.)

11. Larionova N. B. Point-rating system of knowledge assessment as an effective motivation of students for successful learning. *Uchenyye zapiski Kazanskogo filiala «Rossiyskogo gosudarstvennogo universiteta pravosudiya» = Scientific notes of the Kazan branch of the «Russian State University of Justice»*. 2022; 18: 311-316. (In Russ.)

12. Borodina S. A., Yevdokimov M. A. Rating system of learning assessment as a condition for successful educational activity of a student of a technical university. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psikhologo-pedagogicheskiye nauki = Bulletin of Samara State Technical University. Series: Psychological and pedagogical sciences*. 2012; 2(18): 32-38. (In Russ.)

13. Grodzenskiy S. YA., Grodzenskiy YA. S. PDCA cycle and seven quality tools. *Metody menedzhmenta kachestva = Quality management methods*. 2013; 11: 20-24. (In Russ.)

14. Grebnev L. S. General cultural competencies and educational technologies. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia*. 2015; 10: 48-51. (In Russ.)

## Сведения об авторах

### **Галина Борисовна Пестунова**

К.э.н., доцент, доцент кафедры отраслевого и операционного менеджмента  
Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации,  
Москва, Россия  
Эл. почта: g\_pestunova@mail.ru

### **Светлана Анатольевна Ульянова**

К.э.н., доцент, доцент кафедры общего и проектного менеджмента  
Финансовый университет при Правительстве  
Российской Федерации,  
Москва, Россия,  
Эл. почта: svetlana\_ashirov@mail.ru

## Information about the authors

### **Galina B. Pestunova**

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Industry  
and Operational Management  
Financial University under the Government of the  
Russian Federation, Moscow, Russia  
E-mail: g\_pestunova@mail.ru

### **Svetlana A. Ulyanova**

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of General  
and Project Management  
Financial University under the Government of the  
Russian Federation, Moscow, Russia,  
E-mail: svetlana\_ashirov@mail.ru



УДК 004.9: 378.14

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-6-13-21>

Т.М. Шамсутдинова

Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

# Цифровой след как источник больших данных (Big Data) в образовании

**Цель данного исследования** — рассмотреть перспективы и проблемы применения больших данных в образовании.

**Материалы и методы.** Методами исследования выступали анализ, систематизация и структурирование информации в области применения больших данных в образовании, а также моделирование и программная реализация тестовой модели обработки больших данных с использованием фреймворка Apache Spark.

**Результаты.** В статье рассмотрены ключевые аспекты использования больших данных в образовании, в частности, их источники в виде цифрового следа обучения, методы анализа и направления применения больших данных.

При этом были выделены следующие источники больших данных в образовании: электронная образовательная среда и электронная библиотека вуза; мобильные приложения для обучения; сайт вуза; социальные сети и форумы; данные обратной связи, обращений и опросов; персональные данные, включая психометрические характеристики обучающихся; данные научных smart лабораторий; данные видеонаблюдений и систем контроля управления доступом; данные о карьерном пути и успешности выпускников.

Направления применения больших данных в образовании включают в себя следующие моменты: персонализация электронного обучения, выдача персонализированных рекомендаций; аналитика данных; оценка и обратная связь; прогнозирование успеха студентов; мониторинг качества образования; создание модели обучаемого; разработка учебных планов на основе запросов работодателей; разработка новых образовательных программ; появление новых моделей обучения; совершенствование процессов управления вузом; совершенствование работы приемной компа-

нии; модернизация программно-технических средств обучения; оптимизация педагогического состава.

В качестве проблем применения больших данных в образовании рассматриваются проблемы защиты личных (персональных) данных, необходимость в новых методологиях и технологиях анализа больших данных, потребность в существенной модернизации имеющихся в системе образования технических средств, необходимость в квалифицированных кадрах. В статье также приведен тестовый пример анализа log-файла (журнала событий) электронного курса с помощью технологий обработки больших данных Spark SQL, показывающий потенциальную возможность и практическую применимость технологий обработки больших данных к задачам анализа цифрового следа обучения.

**Заключение.** Большие данные в образовании способны предоставить уникальные возможности для анализа и оптимизации учебного процесса, помогая выявить тенденции, прогнозировать успехи студентов и адаптировать образовательные программы к индивидуальным потребностям учащихся. Но нельзя также забывать, что использование больших данных в сфере образования также несет с собой определенные риски и вызовы, связанные с этическими аспектами, защитой личных данных и необходимостью кадровой модернизации сложившейся системы образования. Для успешной интеграции аналитики данных в образовательную практику необходимо развивать не только технические ресурсы, но и уровень цифровой безопасности и этики в использовании персональных данных.

**Ключевые слова:** цифровой след, большие данные, образование, электронное обучение, анализ данных, Spark SQL.

Tatiana M. Shamsutdinova

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

## Digital Footprint as a Source of Big Data in Education

**The purpose of this study** is to consider the prospects and problems of using big data in education.

**Materials and methods.** The research methods include analysis, systematization and structuring of information in the field of big data application in education, as well as modeling and software implementation of a test model for processing big data by using the Apache Spark framework.

**Results.** The article considers the key aspects of using big data in education. In particular, the sources of big data in the form of a digital footprint of learning, methods of analysis and areas of application of big data are examined.

At the same time, the following sources of big data in education were identified: electronic educational environment and electronic library of the university; mobile applications for learning; university website; social networks and forums; feedback data, requests and surveys; personal data, including psychometric characteristics of students; data from scientific smart laboratories; data from video surveillance and access control systems; data on the career path and success of graduates.

The use of big data in education includes the following points: personalization of e-learning, issuance of personalized recommendations; data analytics; assessment and feedback; predicting student success; monitoring of education quality; creation of a learner model; development of curricula based on employer requests; development of new educational programs; emergence of new learning models;

improvement of university management processes; improvement of the work of the admission office; modernization of software and hardware teaching aids; optimization of the teaching staff.

The problems of protection of personal data (personal information), the need for new methodologies and technologies for analyzing big data, the need for significant modernization of the technical means available in the education system, the need for qualified personnel are considered as problems of using big data in education. The paper also provides a test example of analyzing a log file (event log) of the e-course using Spark SQL big data processing technologies. The example shows the potential and practical applicability of big data processing technologies to the tasks of analyzing the digital footprint of learning.

**Conclusion.** Big data in education can provide unique opportunities for analyzing and optimizing the educational process, helping to identify trends, predict student success and adapt educational programs to the individual needs of students. However, the use of big data in the educational sphere also implies certain risks and challenges related to ethical aspects, protection of personal data and the need for personnel modernization of the existing education system. For the successful integration of data analytics into educational practice, it is necessary to develop not only technical resources, but also the level of digital security and ethics in the use of personal data.

**Keywords:** digital footprint, big data, education, e-learning, data analysis, Spark SQL.

## Введение

С развитием информационных систем и платформ онлайн-обучения возникает новая эпоха в образовательном пространстве, основанная на принципах персонализации и аналитики. Одним из наиболее значимых аспектов этой трансформации является использование больших данных, которые представляют собой обширные массивы информации, генерируемые в процессе обучения и взаимодействия различных участников образовательного процесса.

Большие данные в образовании способны предоставить уникальные возможности для анализа и оптимизации учебного процесса, помогая выявить тенденции, прогнозировать успехи студентов и адаптировать образовательные программы к индивидуальным потребностям учащихся. Они включают в себя не только традиционные данные об успеваемости, но и информацию о поведении студентов на различных платформах, их предпочтениях, взаимодействиях с учебными материалами и др.

Различные аспекты применения больших данных в образовании России и стран СНГ рассматриваются в работах таких современных авторов как Ю.К. Александрова, Е.Ю. Алексейчева, К.А. Баранников, З.Б. Батчаева, Е.В. Бебенина, О.М. Елкин, В.Л. Гойко, Л.А. Зейналова, А.Б. Кондратенко, С.М. Лесин, Г.А. Мамедова, Р.Т. Меликова, И.Ш. Мухаметзянов, М.А. Назаренко, Е.В. Нехорошева, Е.Ю. Огурцова, Е.М. Сергейчик, И.Б. Тесленко, О.А. Фиофанова, Е.В. Ширинкина и многих других.

Подробный обзор зарубежных исследований в области применения больших данных в образовании приводится в работе M.I. Baig, L. Shuib, E. Yadegaridehkordi [1]. При этом говорится, что текущие

мировые исследования охватывают четыре основные темы: поведение и результативность учащихся, моделирование и хранение образовательных данных, совершенствование образовательной системы, а также интеграцию больших данных в учебную программу.

Но, тем не менее, нельзя считать проблему применения больших данных в образовании полностью исследованной и решенной. Анализ больших данных на основе интеллектуальных информационных технологий представляет собой сложную задачу, включающую целый ряд требований к уровню алгоритмических, программных и технических средств.

Несмотря на множество преимуществ, применение больших данных в образовании также сопряжено с определенными вызовами, включая вопросы этики, защиты персональных данных и необходимости обучения преподавателей использованию аналитических инструментов.

Цель данного исследования – рассмотреть перспективы и проблемы применения больших данных в образовании. В статье рассмотрены ключевые аспекты использования больших данных в образовании, их источники в виде цифрового следа обучения, методы анализа больших данных, направления применения больших данных в образовании, а также приведен тестовый пример анализа log-файла (журнала событий) электронного курса с помощью технологий обработки больших данных Spark SQL.

### 1. Большие данные в образовании: возможности и вызовы

Очевидно, что в последние годы образование претерпевает значительные изменения под влиянием цифровых технологий. Использование больших данных стало важным ин-

струментом, способствующим трансформации учебного процесса. Огромные массивы информации, генерируемые учащимися, преподавателями и образовательными платформами, открывают новые горизонты для анализа и оптимизации технологий образования.

Что же такое большие данные?

Считается, что начало терминологии в области больших данных (Big Data) было положено в 2008 году Клиффордом Линчем (Clifford Lynch) в его известной статье «Big Data: How do your data grow?», опубликованной в журнале «Nature» [2]. Под большими данными при этом будем понимать объемные и сложные массивы информации, которые невозможно эффективно анализировать традиционными методами обработки. Эти данные находятся в концепции 3V (*volume, velocity, variety* – англ., в переводе: объем, скорость, разнообразие), могут включать различные типы информации, такие как числовые значения, текстовые сообщения, видео, аудиофайлы и др.

Источники больших данных в образовании разнообразны и могут включать в себя как традиционные, так и инновационные технологии обучения и взаимодействия обучающихся. Все эти источники данных базируются на так называемом цифровом следе обучения и создают огромный потенциал для анализа и улучшения образовательного процесса. Цифровой след обучения при этом представляет собой разнообразные данные, которые формируются в процессе образовательной деятельности и взаимодействия учащихся с различными образовательными платформами и ресурсами.

В широком понимании этого термина, цифровой след – «это электронная форма представления данных о результатах учебной, профессиональной и социальной деятельности че-

Таблица 1 (Table 1)

Источники больших данных в образовании  
Sources of big data in education

| Источник                                             | Виды больших данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электронная образовательная среда вуза               | log-файлы (журналы событий) отчетов о деятельности в электронных курсах: данные о поведении пользователей, их успеваемости, запись времени входа и выхода, данные о действиях учащихся, включая посещаемость, выполнение заданий, взаимодействие с учебными материалами, прохождение тестов. Результаты промежуточной и итоговой аттестации, в том числе итоговое оценивание, агрегирующее информацию о достижениях студентов, а также информацию о модулях, требующих дополнительного/повторного изучения. |
| Электронная библиотека вуза                          | Данные о посещении электронной библиотеки, скачивании учебных материалов и методических указаний. Данные об эффективности учебных материалов, о частоте работы с библиотекой. Данные о взаимодействии обучающихся с электронными учебными материалами (выбор электронных учебников, показатели скорости просмотра страниц, отказов, возвраты к страницам, количество просмотров страниц и т.д.).                                                                                                            |
| Мобильные приложения для обучения                    | Данные о взаимодействии обучающихся со специальным образовательным контентом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Сайт вуза                                            | Данные о посещении сайта вуза, фиксация участников, совершивших какое-либо действие в пространстве общих коммуникаций.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Социальные сети и форумы                             | Данные об активности в социальных сетях. Данные из образовательных групп, обсуждений и комментариев на платформах, специализированных форумах для последующего анализа вовлеченности и интересов учащихся.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Обратная связь, обращения и опросы                   | Опросы и анкетирование как форма оценки мнений всех участников образовательного процесса (студентов, преподавателей, администрации, представителей работодателей и т.д.) о процессе обучения и его качестве. Данные об обращениях граждан, поступающих в органы образования по информационным системам.                                                                                                                                                                                                     |
| Персональные данные, включая психометрические данные | Анализ познавательных и эмоциональных аспектов обучения, таких как мотивация, стресс и эмоциональное состояние учащихся, формирующее представление об индивидуальных потребностях студента, о его взаимодействиях и предпочтениях.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Данные научных smart лабораторий                     | Данные виртуальных научных smart лабораторий (включая разнообразные датчики, дроны).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Данные видеонаблюдений                               | Показатель вовлеченности в учебный процесс, показывающий заинтересованность и активность студентов в ходе учебных занятий — какие используют ресурсы, насколько активно участвуют в обсуждениях и групповой работе.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Системы контроля управления доступом                 | Автоматическая фиксация посещаемости и пропусков занятий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Данные о карьерном пути и успешности выпускников     | Информация о трудоустройстве и карьере студентов-выпускников как источник данных для оценки практико-ориентированности образовательных программ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

ловека, характеризующей уровень его профессиональной компетентности с точки зрения траектории личностного и профессионального развития» [3].

Е.Ю. Огурцова, Р.Н. Фадеев в работе [4] выделяют следующие виды больших данных в образовании:

- данные, отражающие взаимодействие студентов с электронными системами обучения;
- персональные (личные) данные обучающихся;
- данные об эффективности используемых учебных материалов;
- административные (общесистемные) данные.

В работе [5] говорится о получении больших данных от массовых открытых онлайн-курсов и образовательных платформ. Там же отмечается возможность формирования больших данных в виде сведений о персональных особенностях личности обучающихся, их деятельности в социальных сетях, в виде сведений о статусе и квалификации выпускников и др.

В статье [6] говорится о формировании массивов больших данных по результатам мониторинга обращений граждан в системе образования.

Можем заключить, что источниками больших данных в образовании могут выступать самые разнообразные виды и технологии образовательной и научной деятельности (табл. 1).

2. Направления применения больших данных в образовании

Применение больших данных открывает широкие перспективы в системе образования.

В частности, Г.А. Мамедова, Л.А. Зейналова, Р.Т. Меликова в работе [7] отмечают, что данные технологии помогут «разрабатывать индивидуальные траектории обуче-

ния и адаптировать процесс обучения для удовлетворения потребностей каждого обучающегося». Анализ таких данных позволит улучшить модель обучающегося, получить подробную информацию о характеристиках обучающегося или его состояниях (например, знаниях, мотивации), поможет изучить, какие конкретные факторы

влияют на повышение усвоения учебного материала.

Ю.В. Ермачкова, М.А. Ливенец, И.В. Селиверстова в своей работе [8] отмечают такой важный аспект применения Big Data, как использование больших данных при прогнозировании запроса рынка труда к системе образования.

Направления применения больших данных в образовании  
Areas of application of big data in education

| Направление                                                                   | Характеристики направления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Персонализация электронного обучения, выдача персонализированных рекомендаций | Информация о предпочтениях и моделях обучения студентов может использоваться для создания адаптивных образовательных технологий, которые подстраиваются под индивидуальные потребности каждого учащегося. На основе истории обучения система может предлагать персонализированные траектории и ресурсы для дальнейшего развития, что позволяет каждому учащемуся продвигаться в своем индивидуальном темпе.                                                                                                                                                                                |
| Аналитика данных                                                              | Сопоставление и анализ больших объемов данных позволяют выявлять тенденции, предпочтения и закономерности в обучении, что помогает в разработке более эффективных образовательных программ. В качестве методов анализа могут выступать: построение моделей учащихся, визуализация данных, классификация, кластеризация, регрессия, анализ текстов, ассоциативные правила, анализ социальных сетей, выявление выбросов, прогнозирование, интеллектуальный анализ процессов и взаимосвязей, статистические методы, интеллектуальный анализ данных, поиск паттернов (шаблонов) обучения и др. |
| Оценка и обратная связь                                                       | Автоматизированные системы могут собирать и анализировать информацию о прогрессе в обучении, данные о результатах выполнения заданий, данные о плохо усваиваемых темах, требующих повышенного внимания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Прогнозирование успеха студентов                                              | На основе анализа данных можно предсказать успеваемость учащихся и определить тех, кто нуждается в дополнительной информационной и методической поддержке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Мониторинг качества образования                                               | Системы сбора и анализа данных могут помочь в оценке качества образовательных программ, выявлении сильных и слабых сторон, а также в принятии обоснованных решений на уровне учебных заведений и образовательных политик. Оценка качества учебы в разрезе по курсам, включая качество выпускных квалификационных работ. Оценка структуры контента курса и его эффективности в процессе обучения. Степень удовлетворенности участников процесса образования ходом занятий и своими результатами.                                                                                            |
| Создание модели обучаемого                                                    | Включает анализ поведения и уровня обученности учащихся (прогресс и профиль), а также анализ уровня сформированности их профессиональных компетенций. Позволит получить подробную информацию о характеристиках обучаемого (например, его знаниях, мотивации), изучить факторы, влияющие на повышение/понижение усвоения учебного материала.                                                                                                                                                                                                                                                |
| Разработка учебных планов на основе запросов работодателей                    | Позволит проектировать актуальные для рынка труда образовательные программы, используя для этого опрос специалистов-эйчаров, анализ массива вакансий на карьерных порталах, анализ требований работодателей, а также прогнозирование трендов запроса рынка труда к системе образования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Разработка новых образовательных программ                                     | Модернизация и оптимизация образовательной траектории в трендах вызовов времени. Повышение эффективности спроса образовательных программ и определение эффективности подхода к обучению. Оптимизация образовательных программ, позволяющая адаптировать программы и курсы в соответствии с реальными потребностями студентов.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Появление новых моделей обучения                                              | Разработка специфических инструментов анализа данных для обеспечения образовательных запросов, анализ вовлеченности студентов в учебный процесс. Собранные данные помогут выявить тенденции активности студентов и определить, какие методы обучения оказывают наибольшее влияние на их успехи. Своевременно полученная информация об обучающихся позволит реализовать модели гибкого обучения и оперативно реагировать на любые изменения в учебном процессе, вносить требуемые изменения в календарно-тематический план и учебный контент.                                               |
| Совершенствование процессов управления вузом                                  | Совершенствование процессов принятия управленческих и организационных решений в высших учебных заведениях. Повышение и рационализация эффективности процесса принятия решений. Более эффективное использование имеющихся ресурсов. Повышение эффективности образовательных программ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Совершенствование работы приемной компании                                    | Поиск и привлечение абитуриентов. Отбор наиболее квалифицированных абитуриентов, анализ имеющихся в открытых источниках сведений о школьниках-абитуриентах, поиск в списках победителей олимпиад и т.д.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Модернизация программно-технических средств обучения                          | Разработка системы параметров повышения эффективности веб-сервисов и их адаптации к пользователям (оптимальный размер сервера, распределение сетевого трафика и др.). Развитии и модернизация ИТ-инфраструктуры учреждений образования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Оптимизация педагогического состава                                           | Система оценки преподавателя, включая построение модели профиля преподавателя (тьютора). Формирование у профессорско-преподавательского состава компетенции по анализу больших данных.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

В работе К.А. Баранникова, С.М. Лесина [9] говорится о возможных методах анализа цифрового следа обучения, при этом называются такие инструменты как регрессия, классификация, кластериза-

ции, ассоциативные правила, визуализация данных и др. Е.В. Ширинкина [10] называет такие методы анализа больших данных в образовании как интеллектуальный анализ причинно-следствен-

ных связей, статистические методы, поиск и выявление взаимосвязей при помощи моделей машинного обучения, модели прогнозирования и др. Обобщая сказанное и используя работы современных

авторов [11–12 и др.], можно выделить следующие направления применения больших данных в образовании (табл. 2).

### 3. Проблемы использования больших данных

Говоря о перспективах применения больших данных, нельзя не остановиться на проблемах, связанных с применением больших данных в образовании.

Е.М. Сергейчик в своей работе [13] отмечает, что «у больших данных есть и определенные недостатки, которые касаются прежде всего конфиденциальности и безопасности, поскольку возникает возможность манипуляции персональными данными, использования их для необоснованного надзора, нарушения неприкосновенности частной жизни». Там же говорится, что «создавая ситуацию неопределенности, сложности, нестабильности, неоднозначности, большие данные существенным образом изменяют наши представления о процессе познания и тем самым оказывают влияние на педагогические методы и принципы развития когнитивных способностей».

Разнообразные методологические и технические проблемы сбора и анализа больших данных в условиях цифровой экономики рассматриваются в работе [14]. При этом отмечается, что «анализ больших данных невозможен без технологических инструментов, развития технологических платформ для работы с базами данных, внедрение которых требует немалых средств и ресурсов, времени».

В статье [15] говорится о недостатках человеческого фактора и проблеме с кадрами при использовании больших данных, отмечается, что «использование больших данных требует определенной экспертизы и знаний в области статистики и анализа данных».

Ввиду этого можем заключить, что, несмотря на множество преимуществ, использование больших данных в образовании также сопряжено с рядом вызовов:

- защита личных (персональных) данных. Сбор и анализ больших объемов информации требует строгого соблюдения норм защиты персональных данных и их конфиденциальности. С этим связаны и этические дилеммы, вопросы о том, как этично использовать данные о студентах, что становится особенно актуальными в контексте принятия решений на основе аналитики;

- необходимость в новых методологиях и технологиях анализа больших данных, дальнейшее развитие таких моделей как MapReduce, NoSQL, Spark, платформы Hadoop и др., потребность в появлении новых высокоэффективных моделей распределенной обработки данных;

- потребность в существенной модернизации имеющихся в системе образования технических средств, в развитии ИТ-инфраструктуры на базе отечественных импортозамещающих информационных технологий;

- необходимость в квалифицированных кадрах. Эффективное использование аналитических инструментов требует наличия специалистов, способных интерпретировать данные и делать на их основе обоснованные выводы. На данный момент наблюдается нехватка специалистов в области анализа больших данных (Data Science), а также низкая потенциальная готовность педагогических работников к активному применению аналитики данных в ежедневной педагогической деятельности.

Большие данные имеют потенциал не только изменить подходы к обучению, но и повысить качество образования в целом. Они открывают возможности для персонали-

зации, анализа и оптимизации учебных процессов. Тем не менее, важно помнить о вызовах, связанных с защитой данных и этическими аспектами. Для успешной интеграции больших данных в образовательную практику необходимо не только высокотехнологическое техническое оснащение и создание соответствующей кадровой базы, но и формирование информационной культуры ответственности за использование персональных данных.

### 4. Пример анализа цифрового следа обучения с помощью моделей обработки больших данных Apache Spark

Apache Spark — это фреймворк с открытым исходным кодом для реализации распределенной обработки данных, входящий в систему проектов Hadoop. Он также поддерживает богатый набор высокоуровневых инструментов, включая Spark SQL для обработки SQL и структурированных данных, MLlib для машинного обучения, GraphX для обработки графов и Spark Streaming для потоковой обработки. Spark распределяет данные и вычисления по нескольким узлам в кластере, выполняя разные операции обработки параллельно в режиме реального времени.

Spark SQL поддерживает работу с различными источниками данных через интерфейс DataFrame. DataFrame можно использовать с помощью реляционных преобразований, а также для создания временного представления. Регистрация DataFrame в качестве временного представления позволяет выполнять SQL-запросы к его данным [16].

В ходе данного исследования был реализован тестовый пример анализа log-файла (журнала событий) электронного курса с помощью технологий обработки больших данных Spark SQL.

Лог-файл (log-file) электронного курса – это журнал событий, в который автоматически записываются все события, происходящие в компьютерной системе, включая все действия пользователей по работе с образовательным контентом.

С использованием фреймворка Apache Spark были созданы четыре DataFrame, представляющие фрагменты log-файла данных о взаимодействии студентов с элементами электронного курса. Структура логической модели разработанной базы данных DataFrame приводится на рис. 1.

Описание элементов электронного курса содержится в таблице *course*. Когда студент обращается к элементам курса, создается сеанс (сессия), которая заносится в таблицу *sessions*. Сессия может включать несколько обращений к элементам курса, их перечень содержится в таблице *reference*.

Таблица *course* содержит следующие сведения об элементах электронного курса:

- *id* – идентификатор элемента электронного курса;
- *name* – название элемента;
- *scores* – рейтинговые баллы активности за обращение к элементу;

Таблица *sessions* – данные о сеансах (сессиях) в системе:

- *id* – идентификатор сеанса;
- *session\_date* – дата сеанса;
- *student\_id* – идентификатор студента;

Таблица *reference* – данные об обращениях к элементам электронного курса:

- *course\_id* – идентификатор элемента курса;
- *session\_id* – идентификатор сеанса;
- *quantity* – количество обращений к элементу в ходе сеанса.

Таблица *student* – сведения о студентах:

- *id* – идентификатор студента;

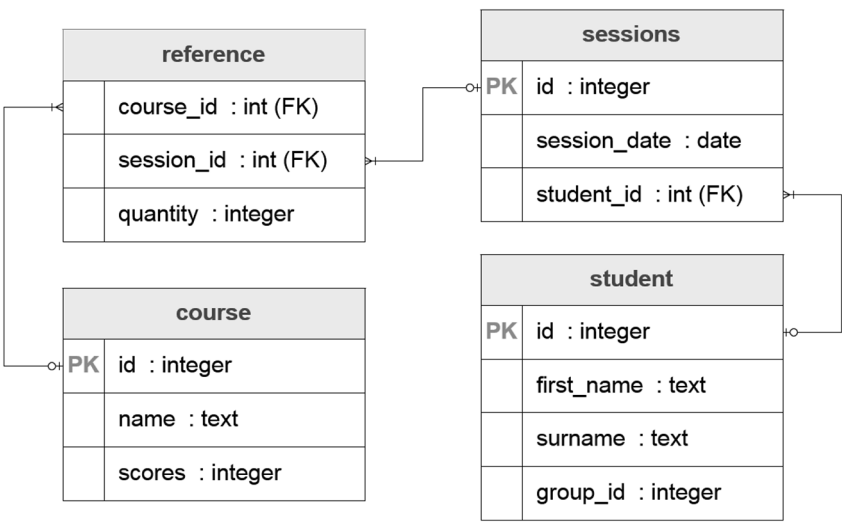


Рис. 1. Логическая схема разработанной на основе log-файла базы данных

Fig. 1. Logical diagram of the database developed on the basis of the log file

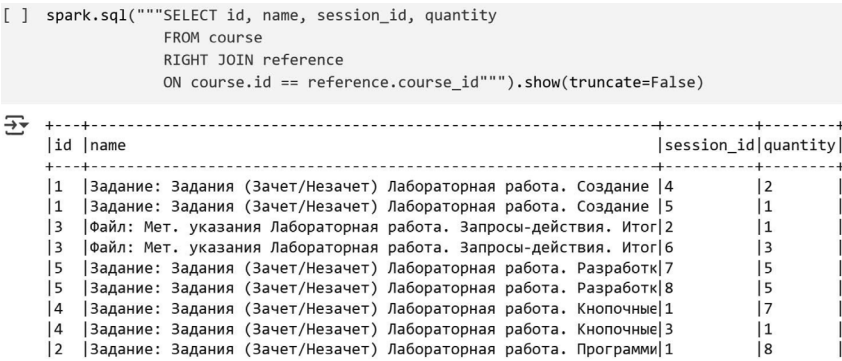


Рис. 2. Вид и результат Spark SQL запроса на поиск количества просмотров элементов курсов за каждую сессию (фрагмент)

Fig. 2. View and result of Spark SQL query to find the number of views of course elements for each session (fragment)

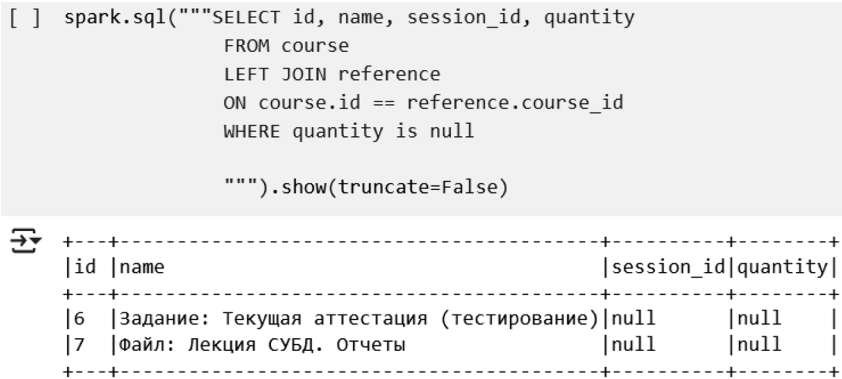


Рис. 3. Вид и результат запроса на поиск элементов курса, не просмотренных ни одного раза

Fig. 3. View and result of the query to search for course elements that have not been viewed even once

– *first\_name* – имя;  
– *surname* – фамилия;  
– *group\_id* – идентификатор группы обучения.

Приведем примеры нескольких разработанных за-просов Spark SQL для обработки логов электронного курса (рис. 2–4).

Также были созданы и реализованы Spark SQL запросы, позволяющие вычислять рей-

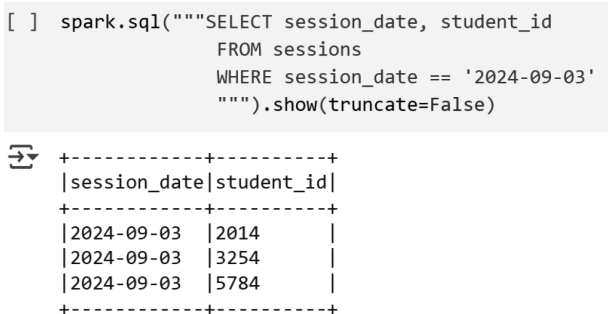


Рис. 4. Вид и результат запроса на поиск активности студентов в указанную дату

Fig. 4. View and result of the query to search for students' activity on the specified date

тинг студентов с учетом рейтинговых баллов активности за обращение к элементам курса, находить элементы, внесшие наибольший вклад в рейтинг активности студентов и др.

Данные примеры показывают потенциальную возможность и практическую применимость технологий обработки больших данных к задачам анализа цифрового следа обучения.

Заключение

В заключение следует отметить, что большие данные в образовании представляют собой инструмент, способный кардинально изменить подходы к обучению и оценке его эффективности. Анализ огромных массивов информации предоставляет уникальные возможности для выявления индивидуальных потребностей учащихся, оптимизации учебных процессов и разработки

адаптивных образовательных программ.

В ходе данной работы были рассмотрены ключевые аспекты использования больших данных в образовании, их источники в виде цифрового следа обучения, методы анализа и направления применения больших данных. Также был реализован тестовый пример анализа log-файла (журнала событий) электронного курса с помощью технологий обработки больших данных Spark SQL.

При этом были выделены следующие источники больших данных в образовании: электронная образовательная среда и электронная библиотека вуза; мобильные приложения для обучения; сайт вуза; социальные сети и форумы; данные обратной связи, обращений и опросов; персональные данные, включая психометрические характеристики обучающихся; данные научных smart лабораторий; данные видеона-

блюдений и систем контроля управления доступом; данные о карьерном пути и успешности выпускников. Направления применения больших данных в образовании включают в себя следующие моменты: персонализация электронного обучения, выдача персонализированных рекомендаций; аналитика данных; оценка и обратная связь; прогнозирование успеха студентов; мониторинг качества образования; создание модели обучаемого; разработка учебных планов на основе запросов работодателей; разработка новых образовательных программ; появление новых моделей обучения; совершенствование процессов управления вузом; совершенствование работы приемной компании; модернизация программно-технических средств обучения; оптимизация педагогического состава.

Но нельзя также забывать, что использование больших данных в образовательной сфере также несет с собой определенные риски и вызовы, связанные с этическими аспектами, защитой личных данных и необходимостью кадровой модернизации сложившейся системы образования. Для успешной интеграции аналитики данных в образовательную практику необходимо развивать не только технические ресурсы, но и уровень цифровой безопасности и этики в использовании персональных данных.

Литература

1. Baig M.I., Shuib L., Yadegaridehkordi E. Big data in education: a state of the art, limitations, and future research directions // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2020. Т. 17. № 1. 44. С. 1–23. DOI: 10.1186/s41239-020-00223-0.

2. Lynch C. Big Data: How do your data grow? // Nature. 2008. Т. 455. № 7209. С. 28–29. DOI: 10.1038/455028a.

3. Шамсутдинова Т.М. Когнитивная модель траектории электронного обучения на основе цифрового следа // Открытое образование.

2020. Т. 24. № 2. С. 47–54. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-2-47-54.

4. Огурцова Е.Ю., Фадеев Р.Н. Большие данные и цифровая аналитика в университетском образовании // Ноосферные исследования. 2021. № 4. С. 37–44. DOI: 10.46724/NOOS.2021.4.37-44.

5. Кондратенко А.Б., Кондратенко Б.А. Возможности применения больших данных в образовании в эпоху цифрового общества // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. 2017. № 4(50). С. 112–115.

6. Аринушкина А.А., Тормосова А.К. Мониторинг обращений граждан в системе общего образования: электронное участие (e-participation) и «Большие данные» в образовании (Big Data in Education) // Человек и образование. 2019. № 4(61). С. 149–155.

7. Мамедова Г.А., Зейналова Л.А., Меликова Р.Т. Технологии больших данных в электронном образовании // Открытое образование. 2017. Т. 21. № 6. С. 41–48. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-6-41-48.

8. Ермачкова Ю.В., Ливенец М.А., Селиверстова И.В. Использование больших данных при прогнозировании запроса рынка труда к системе образования // Труд и социальные отношения. 2021. Т. 32. № 6. С. 52–63.

9. Баранников К.А., Лесин С.М. Методология анализа больших данных в образовании (системно-методологический подход, основанный на анализе образовательных данных, поиска стратегии принятия управленческих и организационно-педагогических решений в образовании) // Народное образование. 2020. № 2(1479). С. 81–90.

10. Ширинкина Е.В. Data Driven как аналитика больших данных в образовании в условиях цифровизации // Качество и жизнь. 2022. № 2(34). С. 57–62.

11. Bai X., Zhang F., Li J., Guo T., Aziz A., Jin A., Xia F. Educational Big Data: Predictions, Applications and Challenges // Big Data Research. 2021. Т. 26. С. 100270. DOI: 10.1016/j.bdr.2021.100270.

12. Lee Y. Using self-organizing map and clustering to investigate problem-solving patterns in the massive open online course: an exploratory study // Journal of Educational Computing Research. 2019. Т. 57. № 2. С. 471–490. DOI: 10.1177/0735633117753364.

13. Сергейчик Е.М. Философско-антропологические аспекты проблемы «Больших данных» в образовании // Непрерывное образование. 2021. № 4(38). С. 4–10.

14. Лобан И.И. Проблемы сбора отчетности и образования больших данных в условиях цифровой экономики // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 14–20.

15. Алиева М.В., Батчаева З.Б., Муцурова З.М., Исаева М.З. Большие данные и их применение в образовании // Журнал прикладных исследований. 2023. № 6. С. 140–146.

16. Spark SQL, DataFrames and Datasets Guide [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://spark.apache.org/docs/3.5.3/sql-programming-guide.html>. (Дата обращения: 12.10.2024).

## References

1. Baig M.I., Shuib L., Yadegaridehkordi E. Big data in education: a state of the art, limitations, and future research directions. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2020; 17; 1; 44: 1-23. DOI: 10.1186/s41239-020-00223-0.

2. Lynch C. Big Data: How do your data grow? Nature. 2008; 455; 7209: 28-29. DOI: 10.1038/455028a.

3. Shamsutdinova T.M. Cognitive model of the e-learning trajectory based on the digital footprint. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2020; 24; 2: 47-54. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-2-47-54. (In Russ.)

4. Ogurtsova Ye.Yu., Fadeyev R.N. Big Data and Digital Analytics in University Education. Noosfernyye issledovaniya = Noospheric Research. 2021; 4: 37-44. DOI: 10.46724/NOOS.2021.4.37-44. (In Russ.)

5. Kondratenko A.B., Kondratenko B.A. Possibilities of Using Big Data in Education in the Era of Digital Society. Vestnik Kaliningradskogo filiala Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii = Bulletin of the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2017; 4(50): 112-115. (In Russ.)

6. Arinushkina A.A., Tormosova A.K. Monitoring citizens' appeals in the general education system: electronic participation (e-participation) and «Big Data» in education. Chelovek i obrazovaniye = Man and education. 2019; 4(61): 149-155. (In Russ.)

7. Mamedova G.A., Zeynalova L.A., Melikova R.T. Big Data technologies in electronic education. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2017; 21; 6: 41-48. DOI: 10.21686/1818-4243-2017-6-41-48. (In Russ.)

8. Yermachkova Yu.V., Livenets M.A., Seliverstova I.V. Using big data in forecasting labor market demand for the education system. Trud i sotsial'nyye otnosheniya = Labor and social relations. 2021; 32; 6: 52-63. (In Russ.)

9. Barannikov K.A., Lesin S.M. Methodology of Big Data Analysis in Education (a systemic and methodological approach based on the analysis of educational data, the search for a strategy for making managerial and organizational-pedagogical decisions in education). Narodnoye obrazovaniye = Public Education. 2020; 2(1479): 81-90. (In Russ.)

10. Shirinkina Ye.V. Data Driven as Big Data Analytics in Education in the Context of Digitalization. Kachestvo i zhizn' = Quality and Life. 2022; 2(34): 57-62. (In Russ.)

11. Bai X., Zhang F., Li J., Guo T., Aziz A., Jin A., Xia F. Educational Big Data: Predictions, Applications and Challenges. Big Data Research. 2021; 26: 100270. DOI: 10.1016/j.bdr.2021.100270.

12. Lee Y. Using self-organizing map and clustering to investigate problem-solving patterns in the massive open online course: an exploratory study. Journal of Educational Computing Research. 2019; 57; 2: 471-490. DOI: 10.1177/0735633117753364.

13. Sergeychik Ye.M. Philosophical and anthropological aspects of the problem of «Big Data» in education. Nepreryvnoye obrazovaniye = Continuous education. 2021; 4(38): 4-10. (In Russ.)

14. Loban I.I. Problems of reporting collection and big data generation in the digital economy. Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2022; 2: 14-20. (In Russ.)

15. Aliyeva M.V., Batchayeva Z.B., Mutsurova Z.M., Isayeva M.Z. Big data and their application in education. Zhurnal prikladnykh issledovaniy = Journal of Applied Research. 2023; 6: 140-146. (In Russ.)

16. Spark SQL, DataFrames and Datasets Guide [Internet]. Available from: <https://spark.apache.org/docs/3.5.3/sql-programming-guide.html>. (cited 12.10.2024).

#### Сведения об авторе

**Татьяна Михайловна Шамсутдинова**

К.ф.-м.н, доцент кафедры цифровых технологий и прикладной информатики

Башкирский государственный аграрный

университет, Уфа, Россия

Эл. почта: [tsham@rambler.ru](mailto:tsham@rambler.ru)

#### Information about the author

**Tatyana M. Shamsutdinova**

Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Associate Professor of the Department of Digital Technologies and Applied Informatics

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

E-mail: [tsham@rambler.ru](mailto:tsham@rambler.ru)



# Особенности развития мышления инженера в ходе подготовки в вузе (на примере изучения дисциплины «Инженерная графика»)

В статье рассматривается процесс развития мышления инженера в ходе изучения инженерной графики в вузе. **Актуальность.** Условия деятельности современного инженера требуют профессиональной подготовки. Одной из дисциплин подготовки инженеров является начертательная геометрия и инженерная графика (НГ и ИГ), которая развивает мышление инженера. **Целью исследования** является процесс развития мышления инженера в ходе изучения начертательной геометрии и инженерной графики. В ходе исследования использовались теоретические методы анализа, синтез структуры модуля, синтеза и обобщений, контроль знаний, практические методы выполнения графических заданий, методы математической статистики оценки учебных достижений, анализ литературных источников и учебной литературы, эксперимент. **Теоретическая значимость и новизна** определяется положениями, достигнутыми в ходе исследования. Мышление имеет формы и виды мышления. Уровень мышления инженера базируется на знаниях, в сочетающий теоретического и практического опыта жизнедеятельности, который определяет его логику мышления. Основой развития мышления являются психические образования. В данном процессе, должно быть важным формирование знаний и качества знаний инженера в ходе подготовки. Качества знаний студента выявляются в результате усвоения и применения знаний человеком в различных видах деятельности. Инженерная графика развивает мышление по средствам формирования знания, навыки, умения (з.н.у.), как основа для умозаключений, соответствующих теоретическому уровню специальности подготовки студента. НГ и ИГ позволяет развивать психические процессы: восприятие, представление, воображение, память, речь и т.д.; качества знаний: полнота, глубина, оперативность, гибкость, осознанность; развивать

мышление: подразумевает развитие качеств мышления, видов мышления, форм мышления, уровней мышления. Практическую значимость характеризуют выводы исследования. НГ и ИГ является важной дисциплиной в успешной подготовке будущего специалиста, так как при ее изучении у студентов появляются знания основ конструкторской документации, умения выполнять различные виды конструкторской деятельности и чтения чертежей, навыки оформления конструкторской документации при изучении других дисциплин направления подготовки, компетенции инженера способного читать и оформлять конструкторские документы для изделий производства. НГ и ИГ развивает мышление по средствам формирования з.н.у., как основы для умозаключений, соответствующих теоретическому уровню специальности подготовки студента. НГ и ИГ позволяет развивать психические процессы: восприятие (в процессе изучения теоретического материала и практического выполнения заданий по ИГ), представление (совокупность знаний о видах проектирования: центральное, ортогональное, аксонометрическое) исходя из вида, выполнить задание, воображение (для построения фигур или деталей на чертеже целесообразно вообразить и построить линии связи в целях правильного построения проекций), память (знание требований ЕСКД позволяет видеть изображенные виды конструкторской документации, чертежи деталей и т.д.), речь (характеризуется терминами характерными для той или иной специальности или дисциплины) и т.д.

**Ключевые слова:** инженер, подготовка инженера, качество знаний, мышление, качество мышления, формы мышления, виды мышления, уровень мышления, формирование компетенций инженера.

Vladimir I. Vaulin<sup>1</sup>, Sergey A. Singeev<sup>1</sup>, Natalia I. Filonchik<sup>1</sup>, Sergey V. Vaulin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samara State Technical University Branch, Syzran, Russia

<sup>2</sup> TYAZHMASH JSC, Syzran, Russia

## Features of the Development of an Engineer's Thinking in the Course of Training at a University (Using the Example of Studying the Discipline "Engineering Graphics")

The article examines the process of developing an engineer's thinking during the study of engineering graphics at a university.

**Relevance.** The working conditions of a modern engineer require professional training. One of the disciplines of engineering training is descriptive geometry and engineering graphics, which develops the thinking of an engineer.

**The purpose of the study** is the process of developing an engineer's thinking during the study of descriptive geometry and engineering graphics. The research used theoretical methods of analysis, synthesis of module structure, synthesis and generalizations, knowledge control, practical methods of performing graphic tasks, methods of mathematical statistics for evaluating educational achievements, analysis of literary sources and educational literature, experiment.

The provisions reached at the beginning of the study determine the

**theoretical significance and novelty.** Thinking has forms and types of thinking. The engineer's level of thinking is based on knowledge, combining theoretical and practical experience of life activity, which determines his thinking logic. The basis for the development of thinking is mental formations. In this process, it should be important to form the knowledge and quality of the engineer's knowledge during training. The qualities of a student's knowledge are revealed as a result of the assimilation and application of knowledge by a person in various types of activities. Engineering graphics develops thinking by means of forming knowledge, skills, and abilities, as a basis for conclusions corresponding to the theoretical level of the student's specialty training. Descriptive geometry and engineering graphics allows you to develop mental processes: perception, representation, imagination, memory, speech, etc.; qualities of knowledge: com-

pleteness, depth, efficiency, flexibility, awareness; develop thinking: implies the development of qualities of thinking, modes of thinking, forms of thinking, levels of thinking.

**The practical significance is characterized by the conclusions of the study.** Descriptive geometry and engineering graphics is an important discipline in the successful training of a future specialist, since as a result of its study, students acquire knowledge of the basics of design documentation, the ability to perform various types of design activities and read drawings, the skills of design documentation when studying other disciplines of the field of training, the competence of an engineer able to read and issue design documents for manufactured products. Descriptive geometry and engineering graphics develop thinking by means of formation of knowledge, skills, and abilities as the basis for conclusions corresponding to the theoretical level of the student's specialty training. Descriptive geometry and engineering graphics

allows you to develop mental processes: perception (in the process of studying theoretical material and practical performance of tasks on engineering graphics), representation (a set of knowledge about the types of projection: central, orthogonal, axonometric) based on the type of task to perform, imagination (to construct figures or details in a drawing, it is advisable to imagine and construct lines of connection in order to correctly construct projections), memory (knowledge of the requirements of the Unified System for Design Documentation allows you to see the depicted types of design documentation, drawings of parts, etc.), speech (characterized by terms specific to a particular specialty or discipline), etc.

**Keywords:** engineer, engineer training, quality of knowledge, thinking, quality of thinking, forms of thinking, types of thinking, level of thinking, formation of engineer competencies.

## Введение

Условия деятельности современного инженера требуют профессиональной подготовки и высокого уровня образования для развития государства [7]. Одной из дисциплин подготовки инженеров является начертательная геометрия и инженерная графика (НГ и ИГ), которая развивает мышление инженера. Мышление имеет формы и виды мышления. НГ и ИГ является составляющей компетенции молодого специалиста в реализации трудовой деятельности [35]. Профмышление инженера — это его потенциал по решению задач в различных условиях и видах деятельности в соответствии с требованиями [30].

## Методология, материалы и методы

В ходе исследования использовались теоретические методы анализа, синтеза и обобщений, контроль знаний, практические методы выполнения графических заданий, методы статистики оценки учебных достижений, анализ литературных источников и учебной литературы, синтез структуры модуля, эксперимент, практический опыт педагогической деятельности.

## Обсуждение

Андрюшина Т. В. предложил структуру образа и его формирование в ходе изуче-

ния инженерной графически, рассматривая понятие образа, как звено между объектом и психпроцессами, сознанием человека [1, С. 14].

Алтухов В.Л. определяет мышление, как процесс познания, порождающий новые знания в форме активного процесса человека [2, С. 667].

Бауэр Н.В., Красовская Н.И., Шушарина И.В., Романова А.А., Сычева А.В. считают пространственное мышление в техническом вузе, формируется у студентов в ходе изучения графики инженерной. При этом пространственное мышление определили, как явление умения видеть предмет в различных видах проектирования. Основой формирования пространственного мышления является решение различного типа графических задач (чертежей) в ходе различных видов занятий и графических заданий [3].

Байкалова С.М., Куткина Н.А. определили важность формирования знаний и навыков выполнения и чтения чертежей студентами, которые являются главной целью в обучении [4].

Горячина А.Ю., Корягина О.М. утверждают, что виртуальные модели и наглядные изображения способов преобразования упрощают и облегчают решение в пространстве метрических и позиционных задач с последующими построениями на плоскости. Рассмотрены возможные способы преобразования чертежа для

решения метрических и позиционных задач, выбран оптимальный план решения для поставленной задачи [14].

Жидкова Е.В., Щербакова О.В. рассматривали процесс активизации учебно-познавательной деятельности студентов технических вузов в ходе графической подготовки [16].

Заикин В.К. систематизировал развитие мышления в ходе реализации дисциплины «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика», где рассматривает виды пространственного, образного, критического, творческого (креативного), логического, математического, инженерного, технического мышления и т.д. в ходе созданных проблемных ситуаций на занятиях и активной мыслительной деятельности при выполнении построений, а также межпредметной интеграции по усвоению знаний [17].

Кострюков А.В., Семагина Ю.В. рассматривают образно-пространственное творческое мышление и креативную деятельность на основе работы студентов самостоятельно в ходе геометро-графической подготовки, как фундаментальной модели методики преподавания, соответствующей производственным требованиям [20].

Мичурова Н.Н., Миросин Д.Г., Мичуров Н.С. провели исследование изучения инженерной графики и делают вывод об эффективности освоения дисциплины, развития

пространственного мышления на основе предметно-деятельностного подхода с применением интерактивных модульных технологий обучения [22].

Назарова Ж.А. обосновывает в исследовании целесообразность изучать графических дисциплин последовательно с применением электронной образовательной среды вуза и компьютерных технологий [24].

Русинова, Л.П. рассмотрела метод системного подхода, как установку в поиске решений и анализе графических задач, развития пространственного и конструктивного мышления [28].

Семенова И.Н., Слепухин А.В. изучили аспекты методологии и методов формирования инженерного мышления в информационно-образовательной среде вуза [32].

Тропин С.Л., Суркова Н.Г., Юренкова Л.Р. изучили уровень подготовки студентов на основе внедрения разработанной ими методики теории графов, карт алгоритма действий, игр и т.д., которую они считают передовой [34].

Шамис А.Л. рассмотрел мышление, его определение, схемы процесса, типы мышления: перцептивный (восприятие), когнитивный (обучение), поведенческий и творческий типы мышления и их модели [36].

Шевченко О.М. изучил вопрос профобразования при реализации элективного курса графических дисциплин. Геометро-графический цикл в элективном виде выступает методом решения развития пространственного мышления, гностического, технологического, организационно-проектировочного компонентов с использованием дидактического материала, который формирует культуру студента [37].

Достижения ученых позволили более детально исследовать особенности развития мышления инженера в ходе подготовки в вузе.

## Результат исследования

Одним из предметов подготовки инженеров в программе вузов входит курс НГ и ИГ. Изучение дисциплины, прежде всего, развивает мышление инженера, осуществляющего отражение в сознании связей системы знаний единой конструкторской документации и ее использование в практике выполнения чертежей, как единый процесс познавательной деятельности отражения объективной действительности инженера [21].

Основываясь на том, что мышление является отражением окружающего мира в сознании человека во взаимосвязях предметов и явлений [31], как процесс работы второй сигнальной системы корковых связей в развитии процессов мышления на основе слов, понятий и образов в головном мозге человека, а далее управления поведением в решении неалгоритмических (творческих) задач [25, 36].

В процессе изучения НГ и ИГ у студентов развиваются конструктивно-геометрическое мышление на основе графических моделей пространственных форм, вырабатываются знания и навыки, воображение и представление выполнения чертежей деталей и сборочных единиц, создания эскизов, составления конструкторской документации [5].

Развивается мышление в ходе решения различных учебных, деловых, производственных и других задач. Выполнение мыслительных операций: анализ, синтез, сравнение, абстракция, конкретизация и обобщение [11], реализуется способами и формами мышления изучения предмета или объекта [25]. Являясь психическим процессом мышление, его развитие проходит на основе комплекса развития психических процессов в целом.

В процессе подготовки инженера используются различ-

ные методы обучения: лекции, практические занятия, самостоятельная подготовка [8], научно-исследовательская деятельность, тестовый и промежуточный контроль з.н.у., зачеты и экзамены. В ходе занятий используются различные средства: плакаты, наглядные пособия, макеты, видео сюжеты, презентации, интернет материалы, пособия, книги, журналы, что значительно развивает формы и виды мышления [11]. Так в процессе изучения теоретического материала лекций, студент развивает психические процессы: восприятия учебного материала в процессе изучения теоретического материала по НГ и ИГ; формируется совокупность знаний представление о видах проецирования: центральное, ортогонально, аксонометрическое в соответствии с темами программы; воображение в ходе наглядного показа фигур и видов их проецирования на плоскости; памяти, как совокупности знаний требований единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и теоретических вопросов проецирования точек, плоскостей, предметов, объектов на чертежах. На основе развития психических процессов развиваются мыслительные операции: сравнение, *анализа, синтеза, абстракции, конкретизации, обобщения*. Происходит развитие типов мышления: словесно-логическое, наглядно-образное; наглядно-действенное [36], при этом анализ и синтез всегда протекают в единстве [15], поочередно выходя на передний план в мыслительной деятельности [19].

В ходе выполнения графических работ студент продолжает развивать психические процессы: восприятие — для выполнения графической работы необходимо осознать лекционный материал теоретических положений и теорию графического задания, а далее выполнить графическую рабо-

ту по примеру ее выполнения; на основе сформированного представления о совокупности знаний о видах проецирования: центральное, ортогонально, аксонометрическое) исходя из вида проецирования, выполнить другие графические задачи. Воображение (для построения фигур или деталей на чертеже целесообразно вообразить и построить линии связи в целях правильного построения проекций). Память (знание требований ЕСКД позволяет видеть изображенные виды конструкторской документации, чертежи деталей и т.д.), Совершая ошибки в выполнении чертежа, студент обращается к памяти теоретических знаний, опыта проделанных работ. Речь (характеризуется терминами характерными для той или иной специальности или дисциплины, способностью читать чертежи различной сложности) и т.д. Имея представления теоретических положений НГ и ИГ и выполненных графических задач, студент учится читать чертежи деталей и сборочных единиц. В ходе ответа на промежуточной аттестации развивается речь, которая соответствует требованиям конструкторской документации. Например, студент, изучая практическое задание, анализируя пример его выполнения, выполняет свое персональное задание. Это развивает его процессы представление по конкретному виду деятельности, воображение при применении видов проецирования точки и прямой на плоскости. Развивает качества глубины знаний, осознанность. Развивает наглядно-образный вид мышления, глубину качества мышления, логику мышления, практический уровень мышления. В тоже время механизмом работы с пособиями — выполнения задания по образцу.

В ходе выполнения графических работ развиваются психические процессы позволяющие развивать мыслительными опе-

рациями [10] являются анализ, синтез, сравнение, абстракция, конкретизация и обобщение. Например, в ходе изучения темы «Изображение плоскости и поверхности», развиваются процессы восприятия, представления, воображения, памяти. широта. При выполнении практического задания «пересечение плоскостей» формируется качества знаний: широта, гибкость, осознанность, конкретность. Происходит развитие наглядно-образного, наглядно-действенного видов мышления. Формируется качество глубины, широты, самостоятельности мышления. Интуитивный уровень мышления переходит в практический и теоретический уровень мышления. Появляется логический уровень мышления.

Систематизацию знаний в ходе выполнения тестовых заданий по разделам НГ и ИГ, позволяет сформировать качества знаний. В данном процессе должно быть важным формирование знаний и качества знаний инженера в ходе подготовки. Основными качествами знаний в системе являются полнота, глубина, оперативность, гибкость, осознанность, конкретность, обобщённость, системность, систематичность, свёрнутость; прочность знаний [18]. Данный процесс проходит при использовании различных форм, технологий, методов, средств обучения формирует качество знаний [18], что является основой для формирования общепрофессиональных компетенций: способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью; оформляет конструкторскую документацию на изделие [17]. Многолетний опыт реализации технологии задачного подхода позволяет считать, что формирование компетенций закономерный процесс развития мышления инженера в ходе изучения инженерной графики [11, 12, 13].

Основой развития процесса мышления являются качества знаний. Развитие мышления носит сложный характер и определяется совокупностью элементов структуры включающей: качества мышления, формы мышления, виды мышления, уровни мышления [25, 36].

Анализ теоретических положений позволяет сделать вывод, что развиваются основные мыслительные операции: анализ, синтез, сравнение, абстракция, конкретизация и обобщение [30]. В результате формируются качества мышления [21]: *глубина мышления*, определяется глубиной знаний, которые развиваются в процессе лекций совокупности осознанных студентом связей и отношении между знаниями проецирования и выполненными практическими заданиями (например, по построения пересечения плоскостей (рис.1), или выполнения разрезов); *гибкость мышления*, развивается на основе развития качества гибкости знаний. При выполнении задания используются знания лекционного материала, а также примера решения конкретного задания у студента появляется умение самостоятельно решать конкретную задачу. Полнота знаний по каждой теме рабочей программы развивает *широту мышления*. *Целеустремленность мышления* — формируется при выполнении практических заданий, тестового контроля знаний, сдаче зачета и экзамена. *Самостоятельность мышления* — определяется развитием конкретности — качества знания, умения разложить теоретические знания на элементы, определить обобщенные знания на конкретные методы и способы решения практических заданий.

Развитие обобщенности — определяется умением выразить конкретные знания при чтении чертежа, выполнении тестового контроля, сдаче зачета и экзамена. *Быстрота мыш-*

В пространстве заданы две плоскости общего положения  $\alpha$  (ABC) и  $\beta$  (DEF). Построить линию пересечения плоскостей, определить видимость сторон.



Рис.1. Построение графического задания пересечения поверхностей [12].

Fig.1. Construction of a graphical assignment of the intersection of surfaces [12].

ления — обеспечивается развитием таких качеств знаний, как осознанность, системность, свернутость и развернутость знаний, прочность. Например, осознанность знаний формируется при решении практических заданий, понимания связей и отношений между знаниями и практическим выполнением задания, путем изучения теоретического материала и примера решения задания и формированием умения при решении своего варианта задания и обоснования правильности его решения [9].

Решение практических заданий, которые усложняются в ходе изучения программного материала, развивают осознанность понимания связей теоретических знаний и решения практических заданий, усвоения иерархии совокупности знаний и способов их применения, развивая системность знаний. Уяснения связей знаний и отношений между знаниями и путей их реализации при формировании умений. Данное развитие невозможно без развития прочности знаний в памяти студента, способов их применения в ходе решения графических заданий.

Процесс развития мышления инженера применительно к дисциплине имеет разделы: начертательная геометрия и инженерная графика [22, 24]. Во время изучения начертательной геометрии (НГ) технический специалист нарабатывает навык пространственного воображения, необходимое инженеру для возможности создания новых технических объектов. Без понимания чертежа, специалисту немисливо никакое творчество. При освоении блока «Изображение геометрических объектов на чертеже» у студентов появляется представления и знания по выполнению чертежей [14].

Назначение и область распространения стандартов ЕСКД (форматы, основные надписи, масштабы, линии, шрифты чертежные, нанесение разметок, графическое обозначение материалов и т.д.). Осуществляется развитие психических процессов восприятия, представления памяти, развитие широты знаний — основы качества знаний, формирования формы понятиного мышления, уровня теоретического мышления.

Анализ теоретических положений и практики реализации

учебных предметов, позволяет считать, что развитие мышления имеет формы, которые характеризуются как: понятия, — формируются в ход изучения теоретического материала, развития качества знаний памяти, осознанности, речи, системности и т.д. [31]; суждение, — развивается при выполнении заданий по теме лекционного материала, их обосновании выполнения чертежа; логика мышления, — развивается, при использовании теоретических знаний в ходе выполнения практических заданий формируется логика мышления, основанная на последовательности применения знаний, понимания примера выполнения задания в пособии и последовательного выполнения операций чертежа своего варианта практического задания. Такой алгоритм развивает логическое мышление; умозаключение (индукция, дедукция, по аналогии) получает свое развитие в ходе выполнения ряда заданий, формирует образ мышления выполнения заданий с применением индукции, аналогии, дедукции.

Развитие мышления проходит при решении графических задач различных видов и подразумевает выполнение этапов мыслительных действий [16]:

1. Изучение теоретического материала.
2. Изучение задания графической работы и примера ее решения.
3. Определение известного (данного) и непонятого.
4. Выполнение практических действий по алгоритму примера задания и ее решения по общей схеме.
5. Выделение частных операций, членение на части, сопоставляя это с условием задачи.
6. Последовательное выполнение графических изображений.
7. Если этап задания не решается, то студент анализирует материал этапа заново.

8. Проверяет решение графической задачи в ходе контроля чертежа.

9. Устраняет недостатки графической работы.

Последовательное сочетание различных видов занятий (лекций, практических занятий и др.), развиваются виды мышления: *Наглядно-образное*, — осуществляется в процессе проведения лекций и практических занятий, развивается в процессе усвоения знаний и применения наглядных средств обучения — видео, презентации, макетов, детали, фигуры; в процессе выполнения практических занятий, конкретных чертежей развиваются процессы представления, воображения памяти. Эта последовательность действий формируют качества знаний, а при выполнении заданий развивается наглядно-образное мышление, которое возможно видеть в чертеже. *Наглядно-действенное*, — применение на лекциях и практических занятиях видео сюжетов, плакатов, макетов, деталей, фигур позволяет развивать наглядное мышление. Выполнение практических заданий развивается действенное мышление, которое развивает наглядно-действенное мышление, которое возможно видеть в чертеже. *Словесно-логическое*, — появляется в ходе изложение лекционного материала и объяснений на практическом занятии, развивают словесное мышление. Применение знаний лекционного материала, примера решения практического занятия, а также последовательное выполнение действий при решении графических задач развивают логическое мышление. Укрепляют данный вид мышления защита выполненного чертежа и ответы в ходе промежуточной аттестации (зачет, экзамен).

*Абстрактное* — использование знаний методов проектирования, при решении заданий развивает абстрактное мышление.

Например: изображение проекций точки на плоскостях; изображение фронтального, горизонтального, профильного видов фигуры или детали и др. [25]. К данным видам, возможно, добавить виды пространственного, образного, критического, творческого (креативного), логического, математического, инженерного, технического мышления и т. д. в ходе созданных проблемных ситуаций на занятиях и активной мыслительной деятельности при выполнении построений, а также межпредметной интеграции по усвоению знаний [17, 21].

Изучение тем «Геометрические построения на плоскости» и «Аксонметрические проекции» формируют знания способов проектирования и закрепления их на практике при выполнении практических заданий. Данный раздел при последовательном выполнении требований позволяет сформировать качества знаний: глубина, осознанность, гибкость, оперативность, конкретность, системность, обобщенность. Что в свою очередь характеризует развитие психических процессов восприятия, представления, воображения, памяти по проектированию предметов на плоскости и в пространстве с применением методов проектирования. В ходе промежуточной аттестации и защиты выполненных чертежей развивается речь инженера [10, 30]. На базе развития знаний и процессов, появляется новый уровень развития мышления основанный на основе теории, использования знаний при выполнении графических работ по темам программы реализуется процесс развития инженерного мышления. Таков подход в развитии уровня мышления характеризуется уровнем усвоения знаний, формирования опыта решения профессиональных задач [25].

Анализ теоретических положений позволил предложить

уровни мышления: обыденным или интуитивным (базирующимся на функционировании психических процессов). В начале изучения дисциплины у студента имеется обыденный уровень мышления основанный на начальном образовании, когда студент действует интуитивно применяя знания в выполнении чертежа. Практическим или реалистическим (базирующийся на сформированных знаниях в практике конкретных условий и ситуаций), становится развитым в ходе появления навыков и умений применения теоретических знаний в практике выполнения заданий, создания алгоритма мышления обеспечивающего правильное выполнение чертежа и различных вариантов заданий. Развитие данного подхода в ходе выполнения многоуровневых заданий по программе формируется практическое мышление, связанное с реалистически выполненными чертежами. Эмпирическим (включающий накопленный опыт жизнедеятельности человека). В процессе выполнения чертежей, заданий, тем и разделов программы, появляется личный эмпирический опыт мышления у студента. Аутистическим (связанным с уходом от действительности во внутреннее переживание), продуктивное и не продуктивное [19, 23]. Правильное решение заданий и чертежей по темам программы определяют развитие продуктивного мышления. В случае отсутствия сформированных качеств знания, не правильного выполнения чертежей, нарушение логики мышления формируется не продуктивное и аутистическое мышление. Теоретическим (базирующееся на теории и эмпирической деятельности человека), логическим (аналитическое) и др. Правильное выполнение чертежей, заданий на основе примеров пособий, теоретических положений развивают качества

знаний и теоретический уровень мышления [23].

Анализ теории и практики реализации изучения программы подготовки инженеров, позволяет определить алгоритм развития качества знаний, мышления: восприятие, представление, осознание, усвоение, воспроизведение. Рассмотрим психологический – «совокупность психических процессов, обуславливающих какой-нибудь род деятельности» и механизм «последовательность состояний, процессов, определяющих собою какое-нибудь действие, явление» [29] формирования развития мышления в ходе изучения дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» [17, 21].

Мышление специалиста на производства требует специальных компетенций. В ходе проведения занятий по второму разделу «Инженерная графика» (ИГ), на основе методов проецирования, осуществляется формирование компетенций инженера-конструктора, понимать технические проекты науки и техники, выполнять конструкторскую работу и изучать техническую литературу [21, 27]. Изучение на новом уровне тем: «Основные положения ЕСКД» (виды и состав изделий; виды конструкторских документов; чертеж детали; эскиз; элементы деталей). Изображения (основные виды; дополнительные виды; разрезы и их классификация; сечения; обозначение разрезов и сечений; штриховка в разрезах и сечениях). Резьбы (классификация резьб; основные параметры и элементы резьбы; обозначение резьбы; изображение резьбы). Соединения (классификация соединений; зубчатое; неразъемные соединения и их обозначение на чертеже (соединения сваркой, пайкой, склеиванием, сшиванием)). Сборочный чертеж и чертеж общего вида (назначение и содержание сбороч-

ного чертежа; спецификация; чертеж общего вида; таблица составных частей изделия; условности и упрощения. Детализирование чертежей общего вида (анализ графической и текстовой информации; выбор главного изображения; определение качества изображений, их расположение на поле чертежа; определение и нанесение разметов).

Многолетний опыт проведения экспериментальной работы свидетельствует, что в практике педагогической деятельности целесообразно реализовать технологический подход [11]. Ее основными элементами являются: концептуальная основа, организационная часть, содержательная часть, процессуальная часть, результативная часть [11]. Концептуальный подход базировался на подходе: программа должна быть подготовлена в соответствии с направлением подготовки студента. Разработка программы по «Инженерной графике» была согласована с «Единой системой конструкторской документации (ЕСКД)», темы рабочей программы включали основные положения учебников ведущего вуза по направлению

подготовки [32, 33]. Организация включала различные виды занятий (лекции, практические занятия, зачет, экзамен) с применением современных технологий и лабораторного оборудования. Задания были разработаны в соответствии с лекционным материалом. Процессуальная часть включала подход развития качества знаний, т.е. задания были многоплановыми. Результат развития фиксировался в выполненных чертежах, так в речевых ответах. Промежуточный контроль знаний тестового контроля позволяет систематизировать знания, умения, сформированность качества знаний, уровня мышления. Дополняли уровень качества сформированных знаний задания тестового контроля. Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена – окончательно формировала итоги развития качества знаний и мышления студента.

Изучение НГ и ИГ является основой формирования компетенций межпредметных связей изучения профессиональных дисциплин [34, 35]. Инженерная графика (ИГ) реализуется во взаимодействии дисциплин: технологическая оснастка, основы компьютерной графики,

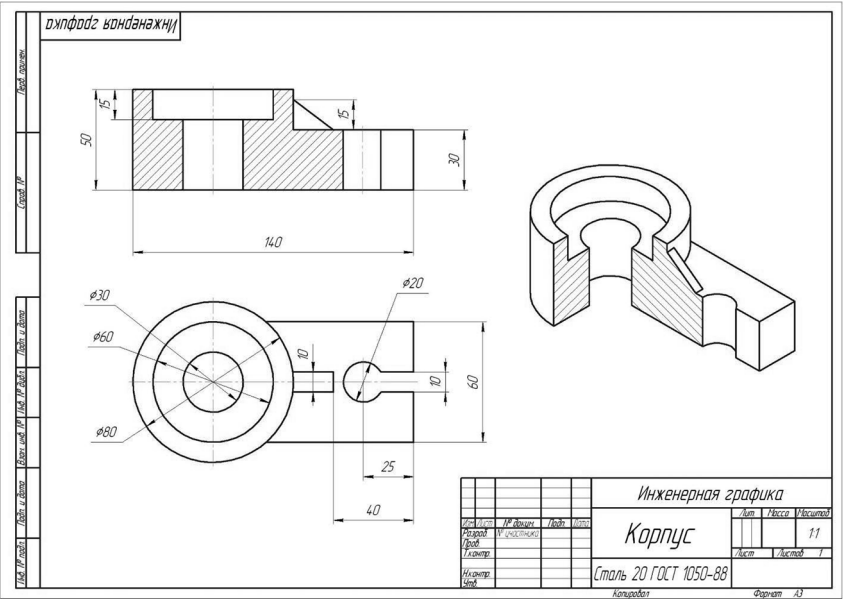


Рис.2. Пример компьютерного выполнения чертежа [13].  
Fig. 2. An example of computer execution of a drawing [13].

метрология, стандартизация и сертификация, Автоматизация технологических процессов в машиностроении, метрология, стандартизация и сертификация, технология заготовительного производства и др. [26]. Для формирования профессиональной компетенции инженера необходимо использование знаний «Инженерной графики» при изучении дисциплин: Основы компьютерной графики (рис.2.), Экономика машиностроительного производства, Государственная итоговая аттестация, Проектная деятельность и др. [35].

При изучении раздела НГ и ИГ «инженерная графика» тесно связана с другими дисциплинами, например «компьютерной графикой» [6, 7], что характеризует межпредметные связи ряда спецдисциплин в подготовке инженеров для их успешного освоения [4, 5,]. Так при изучении дисциплины «Основы компьютерной графики» реализуется выполнение проекций и заданий обеспечивается заданием параметров детали, то снимается основа знаний системы ЕСКД, усвоения положений их на практике. В свою очередь нарушает связи с дисциплиной «Стандартизации, сертификация, метрология». Знания ЕСКД требуются в реализации других дисциплин инженерного профиля [27, 29].

Подход в системе «специальные дисциплины, нормативные основы, практика», которые характеризуют «системный подход» в оргпроцессе обучения, также является основой развития процесса мышления студента. Реализация данного подхода достижения целей обучения НГ и ИГ и развития мышления обеспечивают функционирование мыслительных операций: анализ (разделение на части); абстрагирование (определение цели); сравнение (сопоставление целей и взаимодействия); конкретизация (от общего понятия к частной си-

стеме); обобщение (переход от конкретных объектов к системе); синтез (переход от частей к целому) [32]. Содержание обучения становится эффективней при условии осмысленного усвоения теоретического материала включающего работу студентов по самоконтролю, самоанализу, самооценке выполненных графических работ [33].

Механизм развития мышления в процессе практических занятий проходит ряд этапов. В процессе выполнения задания: чтение пособия и задач выполнения чертежа формирует вербальное мышление и развивает представление о выполнении задания. Наглядный пример выполнения задания, выполненный в чертеже, развивает зрительное мышление, на основе формирования представлений о выполнении чертежа. Выполнение задачи по своему варианту, развивает теоретическое и логическое мышление на основе инвариантного выполнения задачи на основе сформированного мышления вербального и визуального представления о выполнении задачи. Правильное выполнение задачи на чертеже реализует механизм развития мышления в деятельности, закрепляя логическое мышление на основе теоретического мышления. Таким образом, развивается много уровневое мышление специалиста в процессе изучения дисциплины. Если этот алгоритм развития мышления нарушается по причине не качественно разработанной программы, не запланированных практических работ, не самостоятельно выполненных заданий, то качество образования страдает.

Анализ теоретических положений и подходов ученых позволил определить механизмы развития мышления, которые включают [21, 30]:

1. Развитие знаний: восприятие, осознание, усвоение, воспроизведение.

2. Развитие видов мышления: ознакомление, осознание, построение, выполнение задания.

3. Развитие качества мышления: глубина, гибкость, широта, целеустремленность, самостоятельность, быстрота — на основе усвоения знаний, выполнение заданий разделов инженерной графики, формирование инвариантного опыта решения задач различного уровня.

4. Развитие формы мышления включает элементы: понятия, суждение, умозаключение (индукция, дедукция, по аналогии); логику мышления — усвоение теоретических знаний, поэтапное выполнение практических заданий, формирование опыта чтения чертежей, словесное воспроизведение информации изображений сборочных чертежей.

5. Развитие уровней мышления: обыденный или интуитивный (базируются на функционировании психических процессов), практический или реалистичный (базируются на сформированных знаниях в практике конкретных условий и ситуаций), эмпирический (включающий накопленный опыт жизнедеятельности человека), аутентичский (связанным с уходом от действительности во внутреннее переживание), продуктивный и не продуктивный, теоретический (базируется на теории и эмпирической деятельности человека), логический (аналитический) и др.

6. Формирования компетенций — понимания различных видов чертежей, знание и применение ЕСКД. Выполнение научной и проектной деятельности [6].

Таким образом, проведение лекций и практических занятий приводят к развитию психических процессов, которые являются основой формирования качеств знаний. В свою очередь развитые качества знаний и их практическое применение раз-

вивают мышление, его виды и формы, качества и уровни. Однако анализ практики свидетельствует, что уровень формирования мышления различен для студентов. Анализ теоретических положений позволяет выделить уровни развития мышления: низкий, средний, высокий. Статистика преподавания дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» в течении 10 лет свидетельствует, что у 10% студентов формируется высокий уровень развития мышления; 50% достаточный уровень развития мышления; 40% средний уровень мышления; 10% низкий уровень мышления.

### Заключение

Таким образом, целесообразно сделать вывод: НГ и ИГ является важной дисциплиной в успешной подготовке будущего специалиста, так как вследствие ее изучения у студентов появляются знания основ конструкторской документации, умения выполнять различные виды конструкторской деятельности и чтения чертежей, навыки оформления конструкторской документации при изучении других дисциплин направления подготовки, а также компетенции инженера способного читать и оформлять конструкторские документы для изделий производства. Инженерная графика развивает мышление по сред-

ствам формирования з., н., у., как основа для умозаключений, соответствующих теоретическому уровню специальности подготовки студента.

НГ и ИГ позволяет развивать психические процессы: восприятие (в процессе изучения теоретического материала и практического выполнения графического задания), представление (совокупность знаний о видах проецирования: центральное, ортогонально, аксонометрическое) исходя из вида проецирования выполнить задание; воображение (для построения фигур или деталей на чертеже целесообразно вообразить и построить линии связи в целях правильного построения проекций), память (знание требований ЕСКД позволяет видеть изображенные виды конструкторской документации, чертежи деталей и т.д.), речь (характеризуется терминами характерными для той или иной специальности или дисциплины) и т.д.

Качества знаний: полнота, глубина, оперативность, гибкость, осознанность, конкретность, обобщённость, системность знаний, систематичности, свёрнутости, необходимых для формирования компетенций студентов.

Развитие мышления включает: виды мышления (наглядно-образное, наглядно-действенное, словесно-логическое, абстрактное, пространственное, критиче-

ское, творческое (креативное), логическое, математическое, инженерное, техническое мышления; качества мышления (глубина, гибкость, широта, целеустремленность, самостоятельность, быстрота); формы мышления (понятия, суждение, умозаключение: индукция, дедукция, по аналогии; логика мышления); уровни мышления (обыденным или интуитивным (базирующимся на функционировании психических процессов), практическим или реалистическим (базирующийся на сформированных знаниях в практике конкретных условий и ситуаций), эмпирическим (включающий накопленный опыт жизнедеятельности человека), аутистическим (связанным с уходом от действительности во внутреннее переживание), продуктивное и не продуктивное, теоретическим (базирующееся на теории и эмпирической деятельности человека), логическим (аналитическое).

Дисциплина позволяет стать основой для реализации компетенций при использовании программных продуктов, специальных дисциплин подготовки инженера.

Таким образом, в процессе изучения НГ и ИГ развиваются психические процессы, развиваются качества знаний по дисциплинам специальности (перечислить), формируются з., н., у., компетенции инженера.

### Литература

1. Андрияшина Т. В. Структура образа и основы его формирования в графической деятельности. Профессиональное образование: тенденции и перспективы развития: сборник научных трудов /под ред. Н. В. Силкиной. Новосибирск: СГУПС, 2006. (Дата обращения: 7.10.2024).
2. Алтухов В. Л. О перестройке мышления. М.: Знание, 1989.
3. Бауэр Н.В., Красовская Н.И., Шушарина И.В., Романова А.А., Сычева А.В. Интерактивные методы формирования пространственного мышления будущих инженеров // Высшее образование сегодня. 2020. С. 25–29. DOI:

10.25586/RNU.NET.20.08.P.25. (Дата обращения: 7.10.2024).

4. Байкалова С.М., Куткина Н.А. Особенности изучения инженерной графики// Журнал Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. Т. 4. С. 382–391. DOI: 10.24412/2071-6168-2021-4-382-391. (Дата обращения: 27.10.2024).

5. Бахмудкадиев Н.Д. Инновационный подход к изучению инженерной графики // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. 2007. № 1. С. 128–129. (Дата обращения: 27.10.2024).

6. Борисенко И.Г. Инновационные технологии в преподавании начертательной геометрии при формировании профессиональных компетенций // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 12(59). С. 355–357. (Дата обращения: 27.10.2024).
7. Борисенко И.Г., Петровская Н.М. Информационные технологии в преподавании графических дисциплин при формировании профессиональных компетенций // Вестник ВСГУТУ. 2012. № 4(39). С. 38–42. (Дата обращения: 27.10.2024).
8. Борисенко И.Г., Головина Л.Н., Володина Д.Н. Проблемы инженерного образования. Повышение эффективности самостоятельной работы // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 1(84). С. 171–175. (Дата обращения: 7.10.2024).
9. Быстрова Н.В. Проблемное обучение в современном образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 67-1. С. 43–46. (Дата обращения: 2.10.2024).
10. Васильев А.А., Горин Л.Н., Игошин Д.Н. Развитие мышления студентов технических специальностей [Электрон. ресурс] // Интернет-журнал «Мир науки». 2015. № 4. Режим доступа: <http://mir-nauki.com/PDF/10PDMN415.pdf>. (Дата обращения: 27.10.2024).
11. Ваулин В.И. Инновационные подходы повышения качества подготовки выпускников вузов. Самара: Самарский государственный технический университет, 2014. 213 с.
12. Ваулин В.И., Сингеев С.А. Инженерная графика: Практикум. Часть I. Начертательная геометрия. Сызрань: филиал СамГТУ в г. Сызрань, 2021. 124 с.
13. Ваулин В.И., Сингеев С.А. Инженерная графика: Практикум. Часть 2. Сызрань: филиал Самарского государственного технического университета в г. Сызрани, 2021. 200 с.
14. Горячкина А.Ю., Корягина О.М. Определение натуральных величин геометрических фигур и их относительного положения в пространстве способами преобразования ортогональных проекций [Электрон. ресурс] // Журнал Cloud of science. 2020. Т. 7. № 3. С. 451–471. Режим доступа: <http://cloudofscience.ru>. (Дата обращения: 27.10.2024).
15. Джаводян В.Г., Печников Ю.С. Альбом конспектов – схем по «Военной психологии и педагогике». Сызрань: СВВАУЛ, 2001. С. 16.
16. Жидкова Е.В., Щербакова О.В. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов технических вузов в процессе формирования навыков графической подготовки // Профессиональное образование в современном мире. 2017. № 1. Т. 7. С. 897–902. DOI: 10.15372/PEMW20170121. (Дата обращения: 7.10.2024).
17. Заикин В.К. Развитие мышления студентов вуза в процессе освоения дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 2А-3А. С. 353–358. DOI: 10.34670/AR.2023.68.50.046. (Дата обращения: 27.10.2024).
18. Качества знаний. Российская Педагогическая Энциклопедия. Москва, 1993. № 1. С. 424.
19. Краткий психологический словарь. Москва, 1985. С.191–194.
20. Кострюков А.В., Семагина Ю.В. Самостоятельная работа студентов как объект учебно-образовательной методики преподавания геометро-графических дисциплин [Электрон. ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2019. № 8. С. 50–61. Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2019/191056.htm>. DOI: 10.24411/2304-120X-2019-11056. (Дата обращения: 27.10.2024).
21. Колоскова Г.А. Развитие технического мышления будущих инженеров при изучении начертательной геометрии и инженерной графики // Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы. 2020. С. 157–159. (Дата обращения: 2.10.2024).
22. Мичурова Н.Н., Мирошин Д.Г., Мичуров Н.С. Применение модульной технологии при изучении инженерной графики [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 5. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31177> (Дата обращения: 27.10.2024).
23. Мышление и его виды. Понятие предикативного мышления [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://zaochnik.com/spravochnik/psihologija/obschaja-psihologija/myshlenie/>. (Дата обращения: 27.10.2024).
24. Назарова Ж.А. Обоснование последовательного изучения разделов начертательной геометрии и инженерной компьютерной графики [Электрон. ресурс] // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 1. С. 133–137. Режим доступа: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39510>. (Дата обращения: 27.10.2024).
25. Нарциссова С.Ю., Сиротин В.П. Мышление: феноменология процесса. М.: Международный независимый эколого-политологический университет, 2022. 270 с. (Дата обращения: 27.10.2024).
26. Рабочая программа дисциплины «Инженерная графика» по направлению «Технологические машины и оборудование» профилю подготовки «Технология, процессы и оборудование нефтегазопереработки». Сызрань: СамГТУ ФГБОУ ВО, 2023. 55 с.
27. Романкова М.В. Развитие проектно-конструкторских способностей у студентов технических вузов: на примере изучения инженерной графики: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.08. Ставрополь, 2006. (Дата обращения: 27.10.2024).

28. Русинова Л.П. Системный подход в изучении начертательной геометрии [Электрон. ресурс] // Молодой ученый. 2010. № 9(20). С. 268–273. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/20/1994/>. (Дата обращения: 14.09.2023).

29. Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Русский язык, 1990.

30. Очиров М.Н., Гармаева О.А. Развитие профессионального мышления будущих инженеров // Вестник Бурятского государственного университета. Философия. 2013. № 15. С. 57–60. (Дата обращения: 27.10.2024).

31. Пашкин С.Б., Кверевкина Д.Г. Психические познавательные процессы в условиях служебной деятельности. СПб.: ВИИТ, 2013. 59 с. (Дата обращения: 27.10.2024).

32. Семенова И.Н., Слепухин А.В. Методологические аспекты построения системы методов формирования инженерного мышления в условиях использования информационной образовательной среды // Педагогическое образование в России. 2016. № 6. С. 97–101. (Дата обращения: 27.10.2024).

33. Тимофеев В.Н., Демина Ю.Ю. Развитие методики преподавания инженерно-графических дисциплин в техническом вузе // International Journal of Humanities and Natural

Sciences. 2020. № 2–1(41). С. 116–119. DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10120. (Дата обращения: 27.10.2024).

34. Тропин С.Л., Суркова Н.Г., Юренкова Л.Р. Совершенствование методики преподавания дисциплины «Инженерная графика» // Главный механик. 2023. № 1. DOI: 10.33920/pro-2-2301-08. (Дата обращения: 27.10.2024).

35. Черемных Н.Н., Тимофеева Л.Г. Значение и место инженерной графики в системе подготовки современного бакалавра по автотранспортным направлениям [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11763>. (Дата обращения: 15.09.2023).

36. Шамис А.Л. Мышление: определения, типы, схемы процесса // Школьные технологии. 2012. № 2. С. 3–14. (Дата обращения: 27.10.2024).

37. Шевченко О.М. Элективные курсы по геометро-графической подготовке в учреждениях профессионального образования // Вестник Череповецкого государственного университета. 2019. № 2(89). С. 236–246. DOI: 10.23859/1994-0637-2019-2-89-24. (Дата обращения: 27.10.2024).

## References

1. Andryushina T. V. Struktura obraza i osnovy yego formirovaniya v graficheskoy deyatel'nosti. Professional'noye obrazovaniye: tendentsii i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh trudov = The structure of the image and the principles of its formation in graphic activity. Professional education: trends and development prospects: collection of scientific papers – ed/ N. V. Silkina. Novosibirsk: SUSPS; 2006. (cited 7.10.2024). (In Russ.)

2. Altukhov V.L. O perestroyke myshleniya = On the restructuring of thinking. Moscow: Knowledge; 1989. (In Russ.)

3. Bauer N.V., Krasovskaya N.I., Shusharina I.V., Romanova A.A., Sycheva A.V. Interactive methods for developing spatial thinking of future engineers. Vyssheye obrazovaniye segodnya = Higher education today. 2020: 25–29. DOI: 10.25586/RNU.HET.20.08.P.25. (cited 7.10.2024). (In Russ.)

4. Baykalova S.M., Kutkina N.A. Features of the study of engineering graphics. Zhurnal Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki = Journal of Bulletin of Tula State University. Technical sciences. 2021; 4: 382–391. DOI: 10.24412/2071-6168-2021-4-382-391. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

5. Bakhmudkadiyev N.D. Innovative approach to the study of engineering graphics. Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Psikhologo-pedagogicheskiye nauki = Bulletin of the Dagestan State Pedagogical

University. Psychological and pedagogical sciences. 2007; 1: 128–129. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

6. Borisenko I.G. Innovative technologies in teaching descriptive geometry in the formation of professional competencies. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of Irkutsk State Technical University. 2011; 12(59); 355–357. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

7. Borisenko I.G., Petrovskaya N.M. Information technologies in teaching graphic disciplines in the formation of professional competencies. Vestnik VSGUTU = Bulletin of VSGUTU. 2012; 4(39): 38–42. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

8. Borisenko I.G., Golovina L.N., Volodina D.N. Problems of engineering education. Improving the efficiency of independent work. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of Irkutsk State Technical University. 2014; 1(84): 171–175. (cited 7.10.2024). (In Russ.) (In Russ.)

9. Bystrova N.V. Problem-based learning in modern education. Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of modern pedagogical education. 2020; 67-1: 43–46. (cited 2.10.2024). (In Russ.)

10. Vasil'yev A.A., Gorin L.N., Igoshin D.N. Development of thinking of students of technical specialties [Internet]. Internet-zhurnal «Mir nauki» = Internet journal «World of Science». 2015; 4. Available from: <http://mir-nauki.com/PDF/10PDMN415.pdf>. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

11. Vaulin V.I. Innovatsionnyye podkhody povysheniya kachestva podgotovki vypusnikov vuzov = Innovative approaches to improving the quality of training of university graduates. Samara: Samara State Technical University; 2014. 213 p. (In Russ.)
12. Vaulin V.I., Singeyev S.A. Inzhenernaya grafika: Praktikum. Chast' I. Nachertatel'naya geometriya = Engineering graphics: Workshop. Part I. Descriptive Geometry. Syzran: branch of Samara State Technical University in Syzran; 2021. 124 p. (In Russ.)
13. Vaulin V.I., Singeyev S.A. Inzhenernaya grafika: Praktikum. Chast' 2. = Engineering Graphics: Workshop. Part 2 Syzran: branch of Samara State Technical University in Syzran; 2021. 200 p. (In Russ.)
14. Goryachkina A.Yu., Koryagina O.M. Determination of natural quantities of geometric figures and their relative position in space by methods of transforming orthogonal projections [Internet]. Zhurnal Cloud of science = Cloud of science journal. 2020; 7; 3: 451-471. Available from: <http://cloudofscience.ru>. (cited 27.10.2024). (In Russ.)
15. Dzhavodyan V.G., Pechnikov Yu.S. Al'bom konspektov - skhem po «Voyennoy psikhologii i pedagogike» = Album of notes - diagrams on «Military Psychology and Pedagogy». Syzran: SVVAUL; 2001: 16. (In Russ.)
16. Zhidkova Ye.V., Shcherbakova O.V. Activation of educational and cognitive activity of students of technical universities in the process of forming skills of graphic preparation. Professional'noye obrazovaniye v sovremennom mire = Professional education in the modern world. 2017; 1; 7: 897-902. DOI: 10.15372/PEMW20170121. (cited 7.10.2024). (In Russ.)
17. Zaikin V.K. Development of thinking of university students in the process of mastering the disciplines «Descriptive Geometry» and «Engineering Graphics». Pedagogicheskiy zhurnal = Pedagogical Journal. 2023; 13; 2A-3A: 353-358. DOI: 10.34670/AR.2023.68.50.046. (cited 27.10.2024). (In Russ.)
18. Kachestva znaniy. Rossiyskaya Pedagogicheskaya Entsiklopediya = Qualities of knowledge. Russian Pedagogical Encyclopedia. Moscow; 1993; 1: 424. (In Russ.)
19. Kratkiy psikhologicheskiy slovar' = Brief psychological dictionary. Moscow; 1985: 191-194. (In Russ.)
20. Kostryukov A.V., Semagina Yu.V. Independent work of students as an object of educational methods of teaching geometric and graphic disciplines [Internet]. Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept» = Scientific and methodological electronic journal «Concept». 2019; 8: 50-61. Available from: <http://e-koncept.ru/2019/191056.htm>. DOI: 10.24411/2304-120X-2019-11056. (cited 27.10.2024). (In Russ.)
21. Koloskova G.A. Development of technical thinking of future engineers in the study of descriptive geometry and engineering graphics. Professional'noye samoopredeleniye molodezhi innovatsionnogo regiona: problemy i perspektivy = Professional self-determination of youth in an innovative region: problems and prospects. 2020: 157-159. (cited 2.10.2024). (In Russ.)
22. Michurova N.N., Miroshin D.G., Michurov N.S. Application of modular technology in the study of engineering graphics [Internet]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2021: 5. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31177> (cited 27.10.2024). (In Russ.)
23. Myshleniye i yego vidy. Ponyatiye predikativnogo myshleniya = Thinking and its types. The concept of predictive thinking [Internet]. Available from: <https://zachnik.com/spravochnik/psihologija/obschaja-psihologija/myshlenie/>. (cited 27.10.2024). (In Russ.)
24. Nazarova Zh.A. Justification for the consistent study of sections of descriptive geometry and engineering computer graphics [Internet]. Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii = Modern science-intensive technologies. 2023; 1: 133-137. Available from: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39510>. (cited 27.10.2024). (In Russ.)
25. Nartsissova S.Yu., Sirotin V.P. Myshleniye: fenomenologiya protsessa = Thinking: the phenomenology of the process. Moscow: International Independent Ecological and Political Science University; 2022. 270 p. (cited 27.10.2024). (In Russ.)
26. Rabochaya programma distsipliny «Inzhenernaya grafika» po napravleniyu «Tekhnologicheskiye mashiny i oborudovaniye» profilyu podgotovki «Tekhnologiya, protsessy i oborudovaniye neftegazopererabotki» = Work program of the discipline «Engineering graphics» in the direction of «Technological machines and equipment» of the training profile «Technology, processes and equipment for oil and gas refining». Syzran: Samara State Technical University; 2023. 55 p. (In Russ.)
27. Romankova M.V. Razvitiye proyektno-konstruktorskiykh sposobnostey u studentov tekhnicheskikh vuzov: na primere izucheniya inzhenernoy grafiki: dissertatsiya kandidata pedagogicheskikh nauk: 13.00.08 = Development of design and engineering skills of students of technical universities: on the example of studying engineering graphics: dissertation of candidate of pedagogical sciences: 13.00.08. Stavropol; 2006. (cited 27.10.2024). (In Russ.)
28. Rusinova, L.P. Systems approach to the study of descriptive geometry [Internet]. Molodoy uchenyy = Young scientist. 2010; 9(20): 268-273. Available from: <https://moluch.ru/archive/20/1994/>. (cited 14.09.2023). (In Russ.)

29. Ozhegov S.I. Slovar' russkogo yazyka = Dictionary of the Russian language. Moscow: Russian language; 1990. (In Russ.)

30. Ochirov M.N., Garmayeva O.A. Development of professional thinking of future engineers. Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya = Bulletin of the Buryat State University. Philosophy. 2013; 15: 57-60. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

31. Pashkin S.B., Kverevkina D.G. Psikhicheskiye poznavatel'nyye protsessy v usloviyakh sluzhebnoy deyatel'nosti = Mental cognitive processes in the context of service activities. Saint Petersburg: VIIT; 2013. 59 p. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

32. Semenova I.N., Slepukhin A.V. Methodological aspects of constructing a system of methods for the formation of engineering thinking in the context of using the information educational environment. Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia. 2016; 6: 97-101. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

33. Timofeyev V.N., Demina Yu.Yu. Development of methods of teaching engineering and graphic disciplines in a technical university. International Journal of Humanities and Natural Sciences = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2020; 2-1(41): 116-119.

DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10120. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

34. Tropin S.L., Surkova N.G., Yurenkova L.R. Improving the methods of teaching the discipline «Engineering Graphics». Glavnyy mekhanik = Chief Mechanic. 2023; 1. DOI: 10.33920/pro-2-2301-08. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

35. Cheremnykh N.N., Timofeyeva L.G. The Importance and Place of Engineering Graphics in the System of Training a Modern Bachelor in Motor Transport Directions [Internet]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education. 2013; 6. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11763>. (cited 15.09.2023). (In Russ.)

36. Shamis A.L. Thinking: Definitions, Types, Process Schemes. Shkol'nyye tekhnologii = School Technologies. 2012; 2: 3-14. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

37. Shevchenko O.M. Elective Courses in Geometrical and Graphic Training in Vocational Education Institutions. Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Cherepovets State University. 2019; 2(89): 236-246. DOI: 10.23859/1994-0637-2019-2-89-24. (cited 27.10.2024). (In Russ.)

#### Сведения об авторах

##### **Владимир Иванович Ваулин**

К.э.н., доцент кафедры Общетеоретические дисциплины  
Филиал Самарский государственный технический университет, Сызрань, Россия  
Эл. почта: [vaul.vladimir2014@yandex.ru](mailto:vaul.vladimir2014@yandex.ru)

##### **Сергей Александрович Сингеев**

К.т.н., доцент кафедры Общетеоретические дисциплины  
Филиал Самарский государственный технический университет, Сызрань, Россия  
Эл. почта: [singeev\\_sergey@mail.ru](mailto:singeev_sergey@mail.ru)

##### **Наталья Ивановна Филончик**

Доцент кафедры Химические технологии  
Филиал Самарский государственный технический университет,  
Сызрань, Россия

##### **Сергей Владимирович Ваулин**

начальник отдела маркетинга и рекламы  
программного обеспечения АО «ТЯЖМАШ».  
Сызрань, Россия  
Эл. почта: [25164@tyazhmash.com](mailto:25164@tyazhmash.com)

#### Information about the authors

##### **Vladimir I. Vaulin**

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the  
Department of General Theoretical Disciplines  
Samara State Technical University Branch,  
Syzran, Russia  
E-mail: [vaul.vladimir2014@yandex.ru](mailto:vaul.vladimir2014@yandex.ru)

##### **Sergey A. Singeev**

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the  
Department of General Theoretical Disciplines  
Samara State Technical University Branch,  
Syzran, Russia  
E-mail: [singeev\\_sergey@mail.ru](mailto:singeev_sergey@mail.ru)

##### **Natalia I. Filonchik**

Associate Professor of the Department of Chemical  
Technology  
Samara State Technical University Branch,  
Syzran, Russia

##### **Sergey V. Vaulin**

Head of the Software Marketing and Advertising  
Department  
TYAZHMASH JSC, Syzran, Russia  
E-mail: [25164@tyazhmash.com](mailto:25164@tyazhmash.com)



УДК 5.8

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-6-35-52>А.И. Климина<sup>1</sup>, О.В. Крежевских<sup>2</sup><sup>1</sup> Шадринский государственный педагогический университет,  
Шадринск, Россия<sup>2</sup> Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

# Подготовка будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников

**Целью исследования** заключается описание разработки и апробации структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, ее теоретическом обосновании, а также в определении поддерживающих данную модель организационно-педагогических условий. Актуальность исследования на социально-педагогическом уровне связана с потребностью государства и общества в подготовке будущих педагогов к профессиональной деятельности в условиях цифровизации образования дошкольников. На научно-теоретическом уровне актуальность исследования обусловлена необходимостью анализа основных подходов в области подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников и уточнении ключевых понятий: «цифровизация образования дошкольников» и «подготовка будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников». На научно-методическом уровне актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели были использованы следующие методологические подходы: профессионально-деятельностный подход к подготовке будущих педагогов, компетентностный подход в области проектирования результатов образования, личностный подход, теории, концепции и взгляды исследователей на проблему применения цифровых технологий в работе с детьми дошкольного возраста. Для решения поставленных задач был использован комплекс взаимодополняющих исследовательских методов: теоретические (анализ источников по теме исследования; конкретизация данных; обобщение психолого-педагогической литературы; сравнение данных по данной проблематике; дедукция; содержательная интерпретация и анализ результатов) и эмпирические (проведение констатирующего, формирующего и контрольного экспериментов; анкетирование; тестирование; анализ продуктов деятельности (выполнение практических заданий, ЭССЕ); качественный, количественный и статистические методы обработки полученных результатов на основе сравнительного анализа U-критерия Манна-Уитни, t-критерий Стьюдента).

**Результаты.** Нами выделены организационно-педагогические условия, обеспечивающие поддержку в реализации структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников. В рамках опытно-поисковой работы приняли участие 120 студентов, различных

форм обучения: очной, заочной, обучающиеся по профилю «Дошкольное образование» на базах: ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет» г. Шадринск (60 человек) и Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алма-Ата. (60 человек). Результат опытно-поисковой работы показал значительное улучшение в подготовке будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, что свидетельствует об успешности предложенной структурно-функциональной модели. Большая часть студентов в экспериментальных группах показала положительную динамику: в ЭГ-1 прогрессивный уровень вырос с 20% (6 студ.) до 40% (12 студ.), в группе ЭГ-2 также прогрессивный уровень увеличился с 23% (7 студ.) до 40% (12 студ.). При этом наиболее значительные результаты по всем четырем компонентам готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников выявлены в группе ЭГ-3, где были реализованы два педагогических условия: начальный уровень снизился с 13% (4 студ.) до 0% (0 студ.), функциональный уровень уменьшился с 60% (18 студ.) до 47% (14 студ.) и прогрессивный уровень вырос с 27% (8 студ.) до 53% (16 студ.).

**Заключение.** В заключении можно сделать вывод, что подготовка будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников является актуальной задачей современного образования, решение которой завязано на научном обосновании и выявлении комплекса необходимых компетенций, которыми должен обладать современный специалист. В процессе работы нами установлено, что подготовка будущих педагогов к цифровому образованию дошкольников будет эффективнее при разработке и апробации структурно-функциональной модели и поддерживающих ее организационно-педагогических условий. В рамках проведенного исследования была разработана и теоретически обоснована структурно-функциональная модель подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников. Определены структурные компоненты готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников: общепользовательский, общепедагогический, предметно-педагогический, ценностно-мотивационный, разработаны критерии ее сформированности и показатели каждого критерия.

**Ключевые слова:** подготовка будущих педагогов, цифровизация образования дошкольников, информационно-коммуникационные технологии, цифровые технологии, готовность к цифровизации образования дошкольников.

А.И. Klimina<sup>1</sup>, O.V. Krezhevskikh<sup>2</sup><sup>1</sup> Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia<sup>2</sup> Tyumen State University, Tyumen, Russia

## Preparing Future Teachers for the Digitalization of Preschool Education

The purpose of the study is to describe the development and testing of a structural and functional model of preparing future teachers for the digitalization of preschool education, its theoretical justification, as well as to determine the organizational and pedagogical conditions supporting this model. The relevance of the research at the socio-pedagogical level is related to the need of the state and

society in preparing future teachers for professional activity in the context of digitalization of preschool education. At the scientific and theoretical level, the relevance of the study is due to the need to analyze the main approaches in the field of preparing future teachers for the digitalization of preschool education, and clarifying the key concepts of "digitalization of preschool education" and "preparing

future teachers for the digitalization of preschool education". At the scientific and methodological level, the relevance of the study is due to the need to develop a structural and functional model of preparing future teachers for the digitalization of preschool education.

**Materials and methods.** To achieve this goal, the following methodological approaches were used: a professional-activity approach to the training of future teachers, a competence-based approach in the field of designing educational outcomes, a personal approach, theories, concepts and views of researchers on the problem of using digital technologies in working with preschool children. To solve the tasks, a set of complementary research methods was used: theoretical (analysis of sources on the research topic; specification of data; generalization of psychological and pedagogical literature; comparison of data on this issue; deduction; meaningful interpretation and analysis of results) and empirical (conducting ascertaining, formative and control experiments; questionnaires; testing; analysis of products of activity (performing practical tasks, essays); qualitative, quantitative and statistical methods of processing the obtained results based on a comparative analysis of the Mann-Whitney U test, Student's t-test).

**Results.** We have identified organizational and pedagogical conditions that provide support in the implementation of a structural and functional model of training future teachers for the digitalization of preschool education. 120 students of various forms of education took part in the pilot search work: full-time, part-time, studying in the field of "Preschool Education" at the bases of Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk (60 people) and Abai Kazakh National Pedagogical University, Alma-Ata (60 people). The result of the pilot search work showed a significant improvement in the preparation of future teachers for the digitalization of preschool education, which indicates the success of the proposed structural and functional model. Most of the students in the experimental groups

showed positive dynamics: in the Experimental Group 1, the progressive level increased from 20% (6 students) to 40% (12 students), in the Experimental Group 2, the progressive level also increased from 23% (7 students) to 40% (12 students). At the same time, the most significant results for all four components of the readiness of future teachers for the digitalization of preschool education were revealed in the Experimental Group 3, where two pedagogical conditions were implemented: the initial level decreased from 13% (4 students) to 0% (0 students), the functional level decreased from 60% (18 students) to 47% (14 students) and the progressive level increased from 27% (8 students) to 53% (16 students).

**Conclusion.** We can conclude that the preparation of future teachers for the digitalization of preschool education is an urgent task of modern education, the solution of which is tied to the scientific justification and identification of a set of necessary competencies that a modern specialist should possess. In the course of our work, we found that the preparation of future teachers for digital education of preschoolers would be more effective in developing and testing a structural and functional model and supporting its organizational and pedagogical conditions. Within the framework of the conducted research, a structural and functional model of preparing future teachers for the digitalization of preschool education was developed and theoretically substantiated. The structural components of the readiness of future teachers for the digitalization of preschool education are determined: general, pedagogical, subject-pedagogical, value-motivational, criteria for its formation and indexes of each criterion are developed.

**Keywords:** training of future teachers, digitalization of preschool education, information and communication technologies, digital technologies, readiness for digitalization of preschool education.

## Введение

Вследствие стремительного развития цифровых технологий, общество столкнулось с глобальными вызовами. В программе «Информационное общество», принятой Российским правительством (постановление № 356-24 от 29.03.2019), определены цели, задачи и меры, направленные на реализацию внутренней и внешней политики страны в области цифровизации образования. Данная программа устанавливает стратегию развития цифрового общества с акцентом на становление цифровой экономики, защиту национальных интересов и достижение стратегических целей государства. Национальный проект «Образование» предусматривает реализацию федерального проекта «Цифровая образовательная среда», цель которого заключается в создании современной и безопасной цифровой инфраструктуры организации, обеспечивающей реализацию качественного и доступного образования всех уровней. В рамках феде-

рального проекта разработана специализированная модель цифровой образовательной среды, предполагающая создание профиля «цифровые компетенции», предназначенного для педагогов.

В контексте непрерывного технологического развития профессиональная подготовка будущих педагогов должна обеспечивать эффективное использование цифровых технологий в дошкольном образовании, это обусловлено тем, что осуществляется стремительное внедрение технологий, а цифровизация образования трансформируется в фундаментальный элемент образования.

Цель исследования заключается в разработке, теоретическом обосновании и апробации структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, а также в определении поддерживающих ее организационно-педагогических условий.

В рамках стратегического плана, определенного приказом Министерства цифрово-

го развития связи и массовых коммуникаций № 644, ключевой задачей на период с 2021 по 2027 год является повышение эффективности применения цифровых технологий в сфере дошкольного образования. Данная стратегия направлена на оптимизацию процессов обучения и воспитания с помощью цифровых технологий, а также на формирование конкурентных преимуществ у будущих педагогов через непрерывное обогащение их знаний и практических навыков в контексте цифровизации образования [1]. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» способствует цифровой трансформации всех аспектов профессиональной деятельности. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы подчеркивает значимость развития цифрового обучения студентов вузов, поэтому необходимо создавать условия для образовательной деятельности с применением цифровых технологий [2].

Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» утверждённый Минтрудом РФ от 18.10.2013 №544н (с изм. от 25.12.2014), выделяет три ключевые профессиональные компетенции в области цифровизации образования: общепользовательская, общепедагогическая, предметно-педагогическая (отражающая профессиональную ИКТ-компетентность соответствующей области человеческой деятельности). В стандарте отмечено, что педагоги дошкольных учреждений должны обладать следующими профессиональными умениями: «применять современные образовательные технологии, включая информационные, а также цифровые образовательные ресурсы» (п. 3.2.3) [3].

#### Основная часть

В текущих социально-экономических условиях система высшего образования сталкивается с необходимостью решения глобальных задач, которые включают в себя развитие у будущих педагогов комплекса надпрофессиональных навыков. Научные исследования позволяют выделить проблематику недостаточности квалифицированных специалистов в области дошкольного образования, обладающих способностью самообразовываться в сфере профессиональных интересов, а также готовых к эффективному применению цифровых технологий в образовательном процессе. В связи с этим о цифровом образовании говорится в форсайт-проектах: «Дорожная карта АСИ Будущее глобального образования», «Образование-2030» [4], «Образование для сложного мира» [5], «Форсайт компетенции» и «Атлас новых профессий» [6]. АСИ сообщает, что постепенно формируется

новый тип культуры — сетевой (информационный), он характеризуется большим количеством цифровой информации. В Атласе профессий 3.0. выделены требования к специалистам в сфере образования и описаны в качестве наиболее востребованных надпрофессиональных навыка и умения [6]. В области профессиональной деятельности педагога, ключевую ценность представляют сформированные технологические компетенции, которые необходимы для интеграции цифровых технологий в образовательный процесс ДОО. Помимо этого, для эффективной цифровизации образования педагогу необходимо обладать цифровой грамотностью, которая включает в себя понимание цифровой этики и способность к её применению при выстраивании образовательного процесса.

В контексте нашего исследования уточнены ключевые понятия:

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) — это широкий спектр технологий, предназначенный для работы с информацией, включающий в себя следующие элементы: телекоммуникационные системы, сетевые технологии, цифровые устройства, мобильные устройства, радио, телевиденье, спутниковые системы. Ключевой задачей ИКТ является интеграция телекоммуникационных систем, программного обеспечения и компьютерных технологий для осуществления поиска, хранения, обработки и манипулирования информацией.

Цифровые технологии входят в структуру ИКТ и включают в себя следующие элементы: компьютерные средства, мобильные устройства, цифровые медиа, игровые и интерактивные платформы, работающие на основе цифровой обработки данных. ЦТ предназначены для создания, редактирования и распространения

цифрового контента.

Готовность к цифровизации образования дошкольников — это сформированность ИКТ-компетенций, таких как общепользовательские, общепедагогические и предметно-педагогические, что позволяет будущему специалисту выстраивать свою деятельность профессионально в условиях цифровизации образования.

Проблема профессиональной готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников раскрывается в работах современных авторов в соответствии с областью их научных интересов. Е. Ю. Елисеева описывает следующие компоненты готовности: мотивационный, праксиологический, эмоционально-волевой, когнитивно-креативный [7]. Е.А. Крюкова в своем исследовании акцентирует внимание на определенных аспектах готовности: мотивационно-ориентированный, когнитивно-личностный, волевой, рефлексивный, личностный компоненты [8]. Г. А. Бокарева определяет следующие компоненты готовности: мотивационный, когнитивный и рефлексивно-деятельностный [9].

Анализ источников (R. Vuorikari, Y. Punie, S. Carretero Gomez, G. Van den Brande, Г. П.Сорокина, Т.А. Першина, Е.А. Долгих и др.) показал, что подготовка будущих педагогов к цифровизации образования рассматривается с опорой на систему DigComp 2.1., она описывает набор цифровых компетенций, включающих в себя использование цифровых устройств, работу с данными и информацией, коммуникацию и совместную работу в цифровой среде, безопасность в цифровой среде, решение организационных, медико-педагогических, психологических и технических проблем, которые связаны с использованием цифровых технологий [10].

Исследователь Y. Punie поясняет, что целевая Модель компетенций-2025 (Target Skill Model-2025) определяет ключевые компетенции, необходимые для успешной работы в современном обществе и рынке труда к 2025 году. Эта модель включает в себя навыки и знания, которые необходимы для работы в таких сферах, как ИТ, наука и технологии, бизнес и финансы, маркетинг и реклама, здравоохранение и многое другое. Она также уделяет особое внимание развитию навыков работы в команде, лидерству, инновациям и умениям принимать решения [11].

В научном исследовании S. Carretero Gomez, R. Vuorikari и Y. Punie для подготовки педагогов к цифровизации образования предлагается набор стандартов, Европейская модель DigCompEdu, которая создана для определения базовых компетенций и умений, необходимых педагогам для цифровизации образования. Рамка включает в себя 6 основных подходов: информационная и медиаграмотность, коммуникационная и совместная работа, создание и использование цифрового контента, безопасность, проблемное мышление и решение задач, использование цифровых технологий для обеспечения инноваций в образовании [12].

В настоящем исследовании профессиональная готовность будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников подразумевает формирование общепользовательского компонента, представляющего собой сформированные универсальные знания и навыки, необходимые для использования цифровых технологий в профессиональной детально (например, специалисту необходимо уметь организовывать работу с компьютером, программным обеспечением и интернет-ресурсами, необходимы знания основ информационной безопасности, а также

умения в области коммуникации и сотрудничества в виртуальном пространстве); общепедагогического компонента, предполагающего овладение не только специализированными знаниями в области цифровизации образования, но и сформированные умения адаптировать цифровые технологии для создания обогащенной, развивающей среды, способствующей развитию и обучению детей дошкольного возраста. Данный компонент включает в себя понимание педагогических принципов и методов цифровизации образования, развитие коммуникативных умений, а также способность критически оценивать и интегрировать цифровые технологии в образовательный процесс для организации всестороннего развития детей. Предметно-педагогический компонент включает в себя специализированные знания, умения и навыки, связанные с конкретными областями в соответствии с ФГОС ДОО. Выделенный компонент предполагает сформированные умения эффективного внедрения цифровых технологий для достижения образовательных целей, глубокое понимание сущности и роли интерактивных и мультимедийных материалов с учетом образовательных областей ФГОС ДО, методики обучения и воспитания, а также умения и навыки выбирать подходящие технологии для обучения детей дошкольного возраста. Ценностно-мотивационный компонент в контексте профессиональной подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников рассматривается как совокупность внешних и внутренних мотивов, характеризующихся стремлением к внедрению цифровых технологий в ДОО, желанием совершенствоваться в данной области. Показателями сформированности описанного компонента являются: прояв-

ление интереса к цифровизации образования; стремление к осуществлению разработки геймифицированных ресурсов; желание самообразовываться в области цифровизации образования дошкольников.

Выделенные компоненты необходимы для успешной интеграции цифровых технологий в образовательный процесс для детей дошкольного возраста. Этот процесс включает в себя ознакомление с современными образовательными технологиями, формирование навыков использования цифровых инструментов и ресурсов, а также адаптацию обучающих материалов к потребностям дошкольников. Он также охватывает аспекты безопасности и этичности в использовании цифровых средств в образовании.

Структурно-функциональная модель подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников включает в себя: факторный, целевой, содержательно-технологический, фасилитационный, оценочный компоненты (рис.1).

В основе факторного компонента лежит теоретико-методологическая основа, предполагающая:

1. Профессионально-деятельностный подход к подготовке будущих педагогов, который рассматривался в трудах Ю.К. Бабанского, В.М. Блиновой, Г.А. Бокаревой, М.А. Данилова, В.И. Загвязинского, В.В. Краевского, Э.Ф. Зеера, И.Я. Лернера, Г.А. Петровой, Н.Н. Ржецкого, М.Н. Скаткина, Г.И. Щукиной и др.

Профессионально-деятельностный подход к конструированию содержания подготовки будущих педагогов к цифровизации образования позволяет: совместить учебные, учебно-методические, учебно-практические задания в рамках междисциплинарного курса «Цифровизация образования дошкольников»; помочь студентам получить практиче-

ский опыт разработки и реализации учебных сценариев с использованием цифровых технологий; определить содержательно-технологический компонент, выделить технологии обучения будущих педагогов.

2. Компетентностный подход в высшем образовании, отраженный в исследованиях В.И. Байденко, И.А. Зимней, Н.В. Кузьминой, А.К. Марковой, Л.М. Митиной и др.

Подготовка будущих педагогов к цифровизации образования с позиций компетентностного подхода ориентирована на достижение результата реализации структурно-функциональной модели, заключающегося в готовности к цифровизации образования дошкольников, что соответствует требованиям ФГОС ВО: общепользовательский, общепедагогический, предметно-педагогический, ценностно-мотивационный компоненты готовности в контексте профессиональной подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников.

3. Личностный подход к профессиональной подготовке обучающихся, раскрытый в трудах Г.А. Афанасьевой, А.А. Зябкова, Е.Ю. Зотовой, О.В. Калимуллиной, М. Лебешева, Б.Т. Лихачева, М.М. Поташикова, др.

Личностный подход нацеливает на учет того, что каждый человек имеет свой уникальный стиль обучения и предпочитает разные методы обучения. Поэтому для повышения эффективности обучения следует использовать разнообразные методы и подходы, которые ориентированы на индивидуальные потребности и запросы каждого студента. Важной составляющей личностного подхода является активное участие будущих педагогов в процессе обучения, а также повышение их мотивации.

Целевой компонент включает в себя интегративную цель: формирование готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников на основе социального заказа: в соответствии с ФГОС ВО 44.00.00 УГСН, требованиями ФОП ДОО, «Профессиональным стандартом педагога»; выделенными надпрофессиональными навыками в проанализированных форсайт-проектах.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. разработка критериев и показателей для оценки динамики уровня готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников;

2. определение диагностического инструментария и начального уровня готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников;

3. внедрение структурно-функциональной модели и поддерживающих ее двух организационно-педагогических условий в ЭК-1, ЭГ-2, ЭГ-3;

4. изучение динамики изменений в уровнях готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в контрольной и экспериментальных группах;

5. оценка влияния реализованной структурно-функциональной модели и поддерживающих ее двух организационно-педагогических условий на результативность работы на основе сравнения данных констатирующего и контрольного этапов эксперимента.

Содержательно-технологический компонент предполагает реализацию этапов педагогической технологии, которая направлена на формирование готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в рамках отдельных дисциплин профессиональной образовательной программы по подготовке пе-

дагогов дошкольного образования, в частности в рамках предметно-методического модуля, что предполагают следующие этапы: I этап — подготовительный направлен на формирование общепользовательского компонента готовности. В ходе реализации II этапа, промежуточного, организуется формирование общепедагогического компонента готовности. На III этапе — систематизирующем, осуществляется работа по формированию предметно-педагогического компонента готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников. Формирование ценностно-мотивационного компонента готовности осуществляется в рамках всех выделенных компонентов, он включает в себя стимулирование интереса и мотивации будущих педагогов к формированию компонентов готовности.

Фасилитационный компонент включает в себя организационно-педагогические условия, поддерживающие структурно-функциональную модель подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников. Первое условие подразумевает улучшение цифровой инфраструктуры организации, оно предполагает не только оснащение современной техникой и программным обеспечением, доступ к Интернету, использование электронных учебников, электронной библиотеки, но и обучение новым технологиям и методикам, что требует от студентов регулярного самообразования и освоения инновационных подходов в профессиональной области.

Второе условие предполагает внедрение междисциплинарного курса «Цифровизация образования дошкольников» в процесс обучения. В программе МДК «Цифровизация образования дошкольников» представлено три раздела: 1) «Цифровая информационная и техническая готовность»;

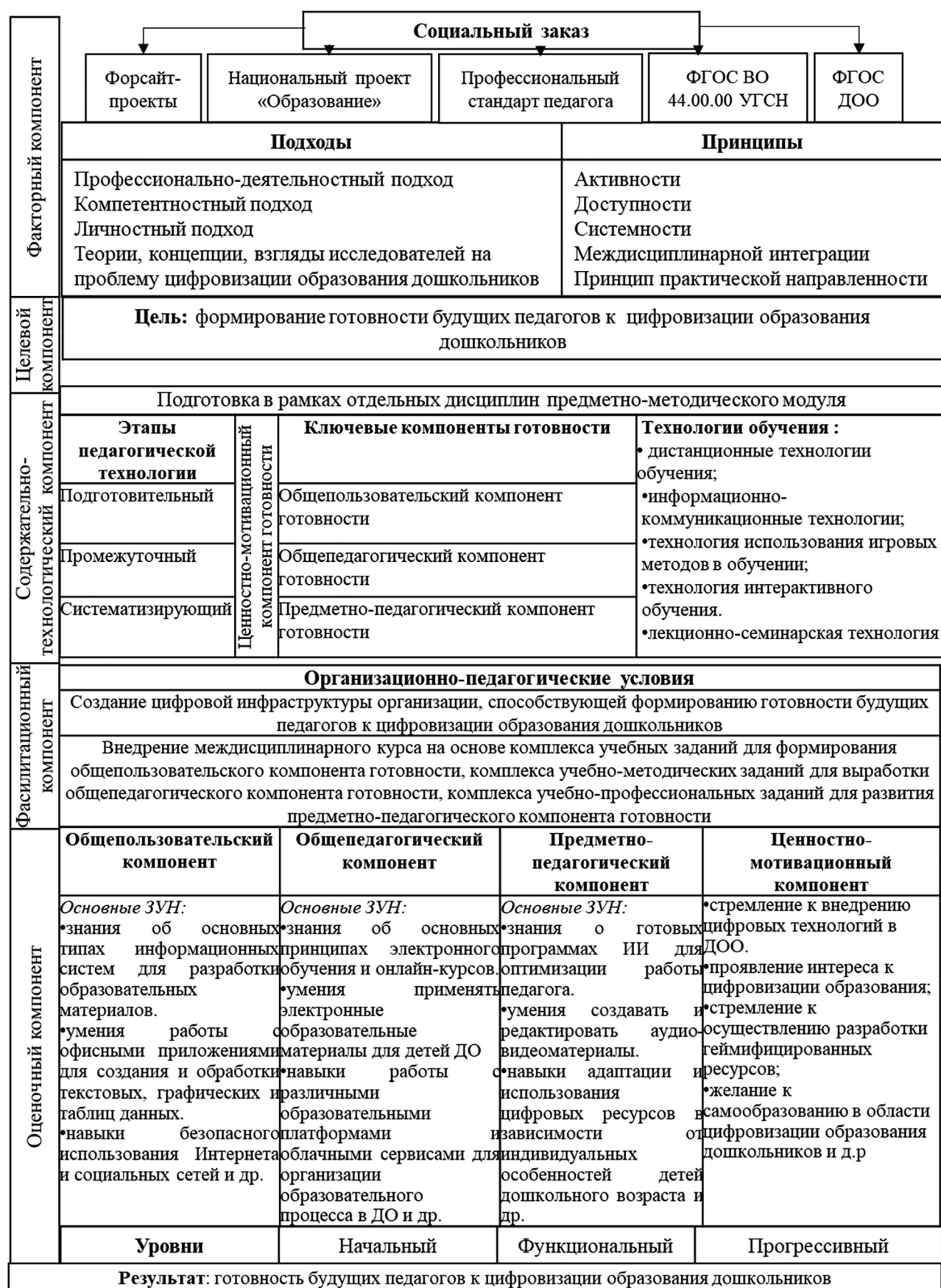


Рис. 1. Структурно-функциональная модель подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников

Fig. 1. A structural and functional model of preparing future teachers for the digitalization of preschool education

2) «Нормативно-правовые аспекты цифровых ресурсов в дошкольном образовании»; 3) «Цифровая медиаграмотность». В рамках ядра высшего педагогического образования авторами соответствующего проекта предложена дисциплина «Технологии цифрового образования», которая направлена на формирование готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников.

Оценочный компонент предполагает оценку уровня готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников на основе следующей шкалы: начальный, функциональный, прогрессивный уровни.

Исследователи M.D.Granito, E. Chernobilsky считают, что для подготовки будущих педагогов к цифровизации образования необходимо применять цифровые образовательные ресурсы в образовательном пространстве со студентами. Авторы поясняют, что процесс обучения с ИКТ помогает студентам идентифицировать себя с учебным материалом, они активно включаются в процесс работы, ощущают ситуацию успеха и подкрепляют мотивацию своего поведения [13].

Зарубежные исследования Ming-Hung Lin, Huang-Cheng Chen, Kuang-Sheng Liu показывают, что процесс подготовки будущих педагогов может осуществляться путем интеграции в процесс обучения геймификации [13]. Интерактивные и мультимедийные игры способствуют привлечению внимания студентов, побуждают их самостоятельно искать информацию и усваивать новые факты, а также содействуют обмену опытом между учащимися и проведению дебатов по актуальным вопросам. Подготовка будущих педагогов к цифровизации образования напрямую зависит от того, насколько часто и как качественно в образовательном

пространстве использовались ИКТ в процессе обучения студентов. Ключевыми факторами являются доступность и качество применяемых ресурсов, научно-обоснованные принципы, подходы, технологии, организационно-педагогические условия, поэтому на сегодняшний момент актуальной является проблема разработки структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников.

### Результаты исследования

Опытно-поисковая работа была направлена на проверку результативности структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников и осуществлялась на базах ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет» г. Шадринск и Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алма-Ата.

При планировании экспериментальной работы было определено четыре группы: одна контрольная (КГ) и три экспериментальных (ЭГ-1, ЭГ-2, ЭГ-3). В ЭГ-1 (30 человек) был организован образовательный процесс, направленный на формирование готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в соответствии с разработанной структурно-функциональной моделью без внедрения организационно-педагогических условий. В ЭГ-2 (30 человек) образовательный процесс строился в соответствии с разработанной структурно-функциональной моделью и поддерживающим ее первым организационно-педагогическим условием. С ЭГ-3 (30 человек) образовательный процесс строился в соответствии с разработанной структурно-функциональной моделью и поддерживающих ее организационно-педагогиче-

ских условий. В контрольной группе (30 человек) образовательный процесс осуществлялся естественным образом, без внедрения разработанной структурно-функциональной модели и применения поддерживающих ее организационно-педагогических условий.

Для выявления уровня готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников нами был разработан диагностический инструментарий двух блоков, для диагностики по каждому критерию готовности применялись задания теоретической и практической направленности, соответствующие четырем структурным компонентам готовности к цифровизации образования (общепользовательский общепедагогический, предметно-педагогический и ценностно-мотивационный). Использовались следующие методы диагностики: анкетирование, тестирование, анализ продуктов деятельности (выполнение практических заданий, ЭССЕ), наблюдение за решением профессиональных задач и решение педагогических ситуаций (таблица 1).

Анализ констатирующего этапа опытно-поисковой работы позволяет сделать вывод о том, что исходный уровень готовности будущих педагогов цифровизации образования дошкольников в выделенных группах практически одинаковый (с незначительными различиями) и соответствует начальному уровню готовности.

Рассмотрим уровень готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников по четырем компонентам. Анализ показал следующие результаты (см. таблицу 2. и рис. 2).

Из данных таблицы и рисунка можно увидеть, что никто из будущих педагогов не обладает прогрессивным уровнем готовности к цифровиза-

Таблица 1 (Table 1)

Критерии и показатели готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников  
Criteria and indexes of future teachers' readiness for digitalization of preschool education

| Компоненты                         | Критерии                                                                                                 | Показатели                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Диагностические задания                                          |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Ценностно-мотивационный компонент  | Понимание значимости применения цифровых технологий в дошкольном образовательном пространстве            | <ul style="list-style-type: none"><li>– стремление к внедрению цифровых технологий в ДОО;</li><li>– проявление интереса к цифровизации образования;</li><li>– стремление к осуществлению разработки геймифицированных ресурсов;</li><li>– желание самообразовываться в области цифровизации образования дошкольников.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Наблюдение<br>Анкетирование                                      |
| Общепользовательский компонент     | Потребность в цифровой информационной готовности.                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>– сформированные знания об основных типах информационных систем для разработки образовательных материалов;</li><li>– сформированные умения работы с электронной почтой и интернет-браузером;</li><li>– сформированные навыки поиска и оценки качества информации в Интернете;</li><li>– сформированные навыки безопасного использования Интернета и социальных сетей;</li><li>– сформированные навыки работы с компьютером и программным обеспечением.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Тестирование<br>Практическая работа в офисных приложениях        |
| Общепедагогический компонент       | Сформированность умений и навыков в области технической готовности                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>– сформированные знания об основных принципах работы с файловыми системами и базами данных;</li><li>– сформированные умения создавать веб-сайты;</li><li>– сформированные умения работы с офисными приложениями для создания и обработки текстовых, графических и таблиц данных.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Анкетирование<br>Решение педагогических ситуаций)                |
|                                    | Понимание значимости учета цифровой безопасности                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>– сформированные знания о нормативно-правовой базе интерактивного обучения в цифровой педагогике;</li><li>– сформированные знания о готовых программах искусственного интеллекта для оптимизации работы педагога;</li><li>– сформированные знания об основах цифровой грамотности и безопасности в Интернете;</li><li>– сформированные знания об основных принципах электронного обучения и онлайн-курсов;</li><li>– развитые умения эффективного использования облачных хранилищ для хранения образовательных материалов.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                            | Тестирование<br>Написание ЭССЕ и генерация картинок с помощью ИИ |
|                                    | Сформированность практических умений и навыков в области цифровой коммуникации                           | <ul style="list-style-type: none"><li>– развитые умения применять электронные образовательные материалы для детей дошкольного возраста;</li><li>– развитые навыки использования социальных сетей, блогов и других онлайн-средств для создания образовательных сообществ и сотрудничества между воспитателями и родителями;</li><li>– сформированные компетенции в области использования интерактивных и мультимедийных технологий для создания более результативной и образовательной деятельности.</li><li>– сформированные навыки работы с различными образовательными платформами и облачными сервисами для организации образовательной и воспитательной деятельности в дошкольных учреждениях.</li></ul>                                                                                                          | Анкетирование<br>Решение педагогических ситуаций                 |
| Предметно-педагогический компонент | Цифровая медиаграмотность. Наличие практических умений и навыков для создания интерактивных материалов.  | <ul style="list-style-type: none"><li>– развитые умения создавать и редактировать графические изображения и дизайн, используя различные инструменты и программы;</li><li>– развитые умения создавать и редактировать аудио- и видеоматериалы, а также публиковать их в интернете.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Тестирование<br>Практические задания                             |
|                                    | Цифровая медиаграмотность. Наличие практических умений и навыков для создания мультимедийных материалов. | <ul style="list-style-type: none"><li>– развитые умения создавать мультимедийные видеоролики в различных программном обеспечении: «Киностудия», «Microsoft PowerPoint», «123apps», «AnimaShooter» и др.;</li><li>– развитые умения создавать геймифицированные ресурсы в различных программном обеспечении: «Microsoft PowerPoint», LearningApps, ThingLink и др.;</li><li>– развитые умения создавать геймифицированной иммерсивные книги в различных программном обеспечении (Microsoft PowerPoint, WriteRead);</li><li>– сформированные навыки планирования и внедрения цифровых инструментов в воспитательно-образовательный процесс ДОО для достижения образовательных целей.</li><li>– сформированные навыки адаптации и использования цифровых ресурсов в зависимости от индивидуальных особенностей</li></ul> | Анкетирование<br>Практические задания                            |

Таблица 2 (Table 2)

Уровни готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников на констатирующем этапе опытно-поисковой работы  
The levels of readiness of future teachers for the digitalization of preschool education at the ascertaining stage of pilot search work

| Группы | Кол-во | Уровни готовности |                |               |
|--------|--------|-------------------|----------------|---------------|
|        |        | Начальный         | Функциональный | Прогрессивный |
| ЭГ-1   | 30     | 57% (17 студ.)    | 43% (13 студ.) | 0% (0 студ.)  |
| ЭГ-2   | 30     | 54% (16 студ.)    | 46% (14 студ.) | 0% (0 студ.)  |
| ЭГ-3   | 30     | 70% (21 студ.)    | 30% (9 студ.)  | 0% (0 студ.)  |
| КГ     | 30     | 64% (19 студ.)    | 36% (11 студ.) | 0% (0 студ.)  |

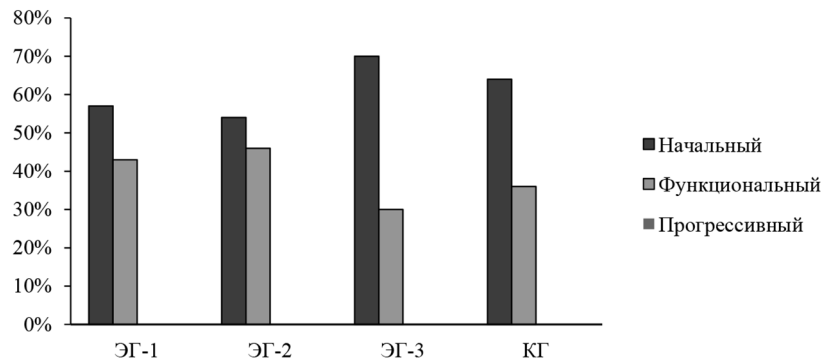


Рис. 2. Уровни готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников на констатирующем этапе опытно-поисковой работы

Fig. 2. Levels of readiness of future teachers for digitalization of preschool education at the ascertaining stage of pilot search work

ции образования дошкольников.

Прежде чем приступить к формирующему эксперименту, необходимо доказать однородность всех выделенных групп с точки зрения готовности к цифровизации образования дошкольников. Для этого мы применим статистический критерий *U*-критерий Манна-Уитни [14]. Данный критерий позволяет определить имеются ли различия в сформированности уровня готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников между группами ЭК-1, ЭГ-2, ЭГ-3, КГ.

Выдвигаем гипотезу:

нулевая гипотеза (H0) – нет статистически значимых различий в сформированности уровней готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников между группами;

альтернативная гипотеза (H1) – существуют статисти-

чески значимые различия в сформированности уровней готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников между группами.

Для сравнения двух выбранных групп, будем использовать расчетную формулу *U*-критерия Манна-Уитни:

$$U_{\text{экс}} = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_{m(n_m+1)}}{2} - R$$

В данной формуле:

$n_1$  – количество участников первой группы;

$n_2$  – количество участников второй группы;

$R_1$  – сумма ранга первой экспериментальной группы;

$R_2$  – сумма ранга второй экспериментальной группы;

$R_{(\text{max})}$  выбирается максимальное значение из  $R_1$  и  $R_2$ ;

$n_{(\text{max})}$  – данное число зависит от значения  $R_{\text{max}}$  (при изменении данного значения  $n_{(\text{max})}$  тоже меняется).

$U_{\text{кр}}$  – критических значений статистики Манна-Уитни (уровень значимости)  $p \leq 0,05$ , если,  $U_{\text{экс}} > U_{\text{кр}}$  – принимается H0.

Данные о показателях *U*-критерия Манна-Уитни в контрольной группе и экспериментальных группах на констатирующем этапе, относительно всех четырех критериев готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников описаны в таблице 3.

Из представленных данных таблиц видно, что  $U_{\text{эмпи}}.$  выше, чем  $U_{\text{кр}}$ , тем самым это указывает на подтверждение нулевой гипотезы о сходстве начального уровня готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в контрольной и экспериментальных группах, а также свидетельствует об отсутствии статистических значимых различий между группами. Таким образом, проведенный анализ результатов доказывает возможность дальнейшего сравнения групп по окончании формирующего эксперимента.

Анализ опытно-поисковой работы констатирующего этапа позволяет сделать вывод о том, что исходный уровень готовности будущих педагогов цифровизации образования дошкольников выделенных группах практически одина-

Таблица 3 (Table 3)

Значение  $U_{\text{экс}}$  на констатирующем этапе опытно-поисковой работы  
The value of  $U_{\text{exp}}$  at the ascertaining stage of pilot search work

| Сравниваемые группы                       | КГ и ЭГ-1 | КГ и ЭГ-2 | КГ и ЭГ-3 | ЭГ-1 и ЭГ-2 | ЭГ-1 и ЭГ-3 | ЭГ-2 и ЭГ-3 |
|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| $U$ экспериментальное значение            | 403       | 377,5     | 392,5     | 433,5       | 363         | 334,5       |
| $U_{\text{кр}}$ (уровень значимости 0,05) | 338       |           |           |             |             |             |

ковый. Оценка готовности у будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников будет осуществляться на контрольном этапе после апробации структурно-функциональной модели и поддерживающих ее организационно-педагогических условиях: создание цифровой инфраструктуры организации, способствующей формированию готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников; внедрение междисциплинарного курса на основе комплекса учебных заданий для формирования общепользовательского компонента готовности, комплекса учебно-методических заданий для выработки общепедагогического компонента готовности, комплекса учебно-профессиональных заданий для развития предметно-педагогического компонента готовности.

Формирующий этап эксперимента основан на ранее описанном анализе проблемы готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в рамках исследовательской деятельности.

При подготовке будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников был учтен социальный заказ: «Форсайт-проекты» [4; 5; 6], что позволило выделить ключевые тенденции в образовании, которые были учтены при формировании готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в рамках отдельных дисциплин предметно-методического модуля образовательной программы «Дошкольное образование» [15]. Выделенные ключевые компоненты готовности будущих педагогов к цифровизации образования определены на основе социального заказа, отраженного в «Профессиональном стандарте «Педагог» [3], в котором подробно дана характеристика ключевых компетенций в области ИКТ. «Федеральный государственный

образовательный стандарт ДО» позволил учесть требования к образованию и воспитанию детей дошкольного возраста, включая положения в области цифровизации образования дошкольников. Одно из организационно-педагогических условий, поддерживающих структурно-функциональную модель, было разработано в соответствии с национальным проектом «Образование», которое предусматривает реализацию федерального проекта «Цифровая образовательная среда».

Методологическая основа структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования включала следующие подходы: профессионально-деятельностный подход к конструированию содержания подготовки будущих педагогов к цифровизации образования, который сориентировал на совмещение учебных, учебно-методических, учебно-практических заданий в рамках междисциплинарного курса «Цифровизация образования дошкольников». Применение этого подхода нацелило на разработку практических заданий для студентов, позволяющих им получить опыт разработки и реализации учебных сценариев с использованием цифровых технологий; определить технологии обучения будущих педагогов. Компетентностный подход позволил определить результат реализации структурно-функциональной модели, заключающийся в сформированной готовности к цифровизации образования дошкольников, что соответствует требованиям ФГОС ВО. Личностный подход позволил учесть индивидуально-психологические особенности будущих педагогов, их интересы и способности.

Содержательно-технологический компонент модели определяет содержание образования, направленного на

формирование готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, включая элементы цифровизации образования в рамках отдельных дисциплин предметно-методического модуля образовательной программы «Дошкольное образование». Нами были выделены основные этапы подготовки будущих педагогов к цифровизации образования (рис.8, параграф 1.4). В ходе реализации каждого этапа содержательно-технологического компонента модели были использованы следующие технологии обучения: дистанционные технологии обучения; информационно-коммуникационные технологии; технология использования игровых методов в обучении; технология интерактивного обучения; лекционно-семинарская технология.

В рамках первого этапа — **подготовительного**, целью которого было формирование общепользовательского, и ценностно-мотивационного компонента готовности, были использованы цифровые технологии в учебном процессе для привлечения внимания студентов к проблеме цифровизации образования. На каждой дисциплине в рамках данного этапа уделялось внимание формированию заинтересованности студентов в сфере применения цифровых технологий в образовательном процессе для детей дошкольного возраста. Например, на практических занятиях была организована дискуссионная площадка «Мир цифровизации», на которой студенты, разделившись на две группы, обсуждали положительное и отрицательное влияние цифровых технологий на художественно-эстетическую культуру детей. Обучающиеся могли делиться своим мнением и опасениями относительно влияния цифровых технологий на художественную активность дошкольников.

С целью формирования умений взаимодействовать с веб-сайтами был организован мастер-класс «Творческая галерея», в ходе которого совместно со студентами был разработан веб-сайт для коллекции детских рисунков, это позволило будущим педагогам увидеть конкретные примеры успешной интеграции цифровых технологий в творческий образовательный процесс педагога.

В процессе реализации первого этапа структурно-функциональной модели у студентов была возможность познакомиться с искусственным интеллектом, его дополнительными приложениями, разработчиками, функциями и преимуществами в образовательной деятельности. Например, студенты сочиняли сказку с применением технологий искусственного интеллекта Яндекса «Алиса», они поочередно вносили свой вклад в сюжет и развивали его в различных направлениях, после создания сказки была разработана электронная книга и нарисованы иллюстрации к сюжету. В дальнейшем было организовано обсуждение этических принципов использования цифровых технологий в образовании через следующие вопросы: «Как грамотно внедрять цифровые технологии в процесс дошкольного образования?», «Какие приложения помогут для создания иммерсивных книг?», «Что лучше: аудио-сказки или чтение педагогом?», «Как грамотно организовать смену деятельности и включить детей в процесс работы с цифровыми технологиями, а также аккуратно вернуть в реальный мир?».

Следующий этап педагогической технологии подготовки будущих педагогов к цифровизации образования — *промежуточный*, направлен на формирование общепедагогического компонента готовности будущих педагогов к цифровизации

образования дошкольников.

В ходе реализации данного этапа были рассмотрены разделы федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования (ФГОС ДО), а также профессионального стандарта педагога, основные требования федеральной образовательной программы (ФОП) и санитарно-гигиенические нормы (СанПиН) в рамках организации цифровой образовательной среды в ДОО.

Студенты активно взаимодействовали с интерактивными столами и планшетами, использовали технологии виртуального рисования, разрабатывали различные цифровые образовательные игры, направленные на развитие творческих способностей и воображения детей. Были рассмотрены методы оценки прогресса детей при использовании интерактивных столов (планшетов) в образовательном процессе, и возможность применения данной технологии в рамках в ФГОС ДО.

В рамках темы «Работа с видеоэффектами» осуществлялось знакомство студентов со спецификой и применением видеомонтажа для создания мультипликационных видеороликов для детей. Были продемонстрированы простые методы редактирования видеофайлов, такие как изменение яркости, добавление движений герою, изменение громкости файла, работа с зеленым экраном. Далее проводилась практическая работа по редактированию цифровых видеоматериалов с использованием различных эффектов в программном обеспечении: 123apps, Киностудия, Microsoft Clipchamp. Затем были проведены лекции и семинары, направленные на освоение студентами фундаментальных аспектов цифровой эстетики. Обучающиеся провели самостоятельный анализ научных исследований, описывающих

влияние цифровых технологий на современное художественное творчество, после изучения они защитили разработанные ими инфографики на семинаре.

Будущие педагоги приняли активное участие в практических воркшопах, где изучали создание изображений с помощью инструментов, таких как НейроПлод и Russian DALL-E, освоили технологии работы с моделями искусственного интеллекта для генерации видеоконтента на основе текстовых описаний, включая Video-Kandinsky, Sora AI.

Последний, третий этап педагогической технологии подготовки будущих педагогов к цифровизации образования — это систематизирующий, цель которого заключалась в формировании предметно-педагогического и ценностно-мотивационного компонентов соответствующей готовности.

На данном этапе студенты участвовали в мероприятиях и мастер-классах, где закрепляли навык создания цифровых ресурсов для художественной деятельности. Например, были рассмотрены различные проблемы: «Будущее за нами: организация цифровой среды для опережающего развития», в процессе изучения данной темы был проведен обзор основных графических программ для работы с изображениями (например: Paint 3D, Blush, Яндекс Плюс). На мастер-классе осуществлялась демонстрация базовых инструментов и функций графических программ, студенты учились создавать простое цифровое изображение, логотипы детских садов, ретушировать фотографии, иллюстрации и композиции.

Ключевым показателем сформированности предметно-педагогического компонента готовности к цифровизации образования является умение разрабатывать конспекты занятия и реализовывать образовательную деятельность с

элементами цифровизации, поэтому большое внимание уделялось следующим вопросам: использование цифровых технологий в ДОО с соблюдением всех санитарно-эпидемиологических и медицинских требований, основные принципы использования интерактивных приложений и игр. Напоминались этапы создания цифровых конспектов и учебных материалов, а также последовательность применения онлайн ресурсов в ходе обучения. Кроме того, демонстрировались практические примеры внедрения цифровых технологий и видеороликов из сети-интернет. После повторения теоретического материала была организована активная деятельность по разработке конспектов с внедрением цифровых учебных материалов по различным областям, таким как математика/ речевое развитие/ экология для дошкольников, используя различные инструменты и приложения.

Таким образом, интеграция цифровых технологий в рамках отдельных дисциплин профессиональной образовательной программы по подготовке педагогов дошкольного образования, в частности в рамках предметно-методического модуля, способствовала развитию ценностно-мотивационного, общепользовательского, общепедагогического, предметно-педагогического компонентов готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников. Наше исследование включало в себя внедрение структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в образовательный процесс, а также апробацию поддерживающих ее организационно-педагогических условий. Перейдем к рассмотрению реализации данных условий в образовательной организации.

Первое организационно-педагогическое условие предполагало создание цифровой инфраструктуры организации, способствующей формированию готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, что предполагает разработку интерактивных образовательных ресурсов с элементами геймификации для обучения студентов. В целях реализации данного условия студенты посещали технопарки, такие как педагогический технопарк «Кванториум» им. А.П. Рымкевича и технопарк универсальных педагогических компетенций имени Ефима Львовича Талалая.

Педагогический технопарк в кванториуме и Технопарк универсальных педагогических компетенций имени Ефима Львовича Талалая представляют собой инновационное образовательное пространство, где студенты могут развивать свои профессиональные навыки, обмениваться опытом и получать обратную связь от опытных педагогов.

В рамках реализации первого организационно-педагогического условия для поддержки структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, нами было разработано:

- инновационное приложение, например, приложение ITиша, по дисциплине «Теория и методика математического развития детей дошкольного возраста». Ресурс разработан с опорой на учебное пособие Л.С. Метлиной «Математика в детском саду» [16];

- социальные сообщества для обсуждения передовых методик обучения, последних новостей в области образования, а также научно-педагогических статей, материалов и игровых пособий, например, сообщество «Лаборатория раннего развития детей дошкольного возраста» в социальной сети ВКонтакте;

- виртуальные комнаты для приобретения практических знаний в области применения цифровых технологий в дошкольном образовании. В ходе прохождения испытаний, будущие педагоги тренировались в использовании различных цифровых инструментов для решения задач и головоломок, что позволило им освоить практические навыки работы с технологиями. Например, комната ED-Escape «Математический код», «Виртуальный лабиринт», «Спасение экологии», и др. разработанные в программном обеспечении Thinglink и Яндекс форме. Игровая мотивация состоит в том, что студентам необходимо пройти игровые испытания и выйти из замка, в то же время задания в игре разбиты на уровни сложности, а сами комнаты сконструированы в виде лабиринта;

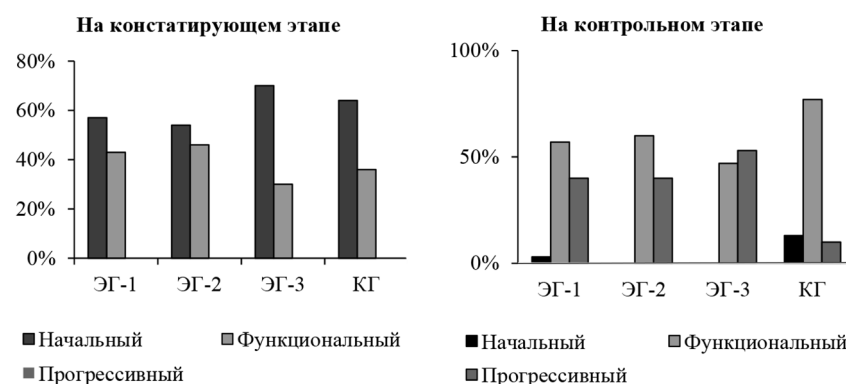
- интерактивные игры для освоения навыков интеграции цифровых технологий в дошкольное образование и для развития умений создания цифровых материалов для детей дошкольного возраста. Например, интерактивная игра «Путешествие по истории педагогики» основана на учебном пособии «Развивающая предметно-пространственная среда дошкольной образовательной организации» Крежевских О.В. [17]. Данная игра представляет собой логическую цепочку слайдов, включающих в себя текстовые, графические объекты с применением команд анимации, триггеров. Передвижение по игре осуществляется с помощью управляющих кнопок или гиперссылок, а также возможно автоматическое переключение;

- методическая копилка, предназначена для получения практического навыка работы с цифровыми инструментами и создания цифровой образовательной среды.

Второе педагогическое условие заключается во внедре-

нии междисциплинарного курса. Первый раздел этого курса «Цифровая информационная и техническая готовность» предполагает обеспечение студентов необходимыми знаниями и навыками для формирования общепользовательского компонента готовности к цифровизации образования дошкольников. Практические работы первого раздела основаны на комплексе учебных заданий, например, студенты работали с офисными программами и информационными системами. В процессе семинара «Навыки работы с компьютером и программным обеспечением» был проведен обзор современных цифровых технологий, используемых в ДОО, а также рассмотрены основные аспекты использования программного обеспечения в деятельности педагога. На семинарском занятии «Цифровые технологии в работе воспитателя ДОО» было организовано обсуждение рефератов, которые сопровождалось мультимедийными материалами, такими как презентации, видеофрагменты, инфографика по выбранным темам и т.д.

Второй раздел «Практикум по цифровым образовательным ресурсам для дошкольников» направлен на формирование общепедагогического компонента готовности. В данном разделе предполагалось проведение 10 практических работ, и были рассмотрены следующие темы: «Нормативно-правовая база цифрового обучения в дошкольном образовании», «Применение программ искусственного интеллекта для оптимизации деятельности воспитателя», «Практические аспекты эффективного использования электронных образовательных материалов для дошкольников» и т.д. Практическая работа в ходе семинарского занятия предполагала выполнение заданий среднего (С) и повышенного (П) уровней сложности. Например, в



**Рис. 3. Сравнение уровней готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников на констатирующем и контрольном этапах эксперимента**

**Fig. 3. Comparison of readiness levels of future teachers for digitalization of preschool education at the ascertaining and control stages of the experiment**

качестве учебно-методического задания среднего уровня сложности было предложено следующее: «Анализ образовательных компьютерных программ», где необходимо было выбрать компьютерную игру, предназначенную для познавательного развития дошкольников. В качестве повышенного уровня сложности, предполагалось составление интерактивного образовательного сценария, направленного на познавательное развитие с использованием мультимедийных технологий.

При реализации раздела «Цифровая медиаграмотность» обучение было направлено на развитие предметно-педагогического компонента готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников. В этом разделе студенты учились создавать геймифицированные ресурсы для дошкольников, разрабатывать мультфильмы и иммерсивные книги, а также проектировать и использовать цифровые инструменты в образовательном процессе. На практическом этапе семинарского занятия студентам необходимо было выполнить учебно-профессиональные задания, связанные с разработкой проекта цифровых игр для детей дошкольного возраста, которые охватывали различ-

ные образовательные области. К примеру, практическая работа по теме «Разработка интерактивных игр для детей старшего дошкольного возраста» основана на учебно-профессиональных заданиях, цель которых заключалась в отработке практических навыков создания геймифицированных ресурсов для детей старшего дошкольного возраста по различным образовательным областям, соответствующих общеобразовательной программе ДОО.

В ходе контрольного этапа исследования была проведена диагностическая оценка, которая статистически подтвердила результативность и обоснованность выделенных положений исследования (рис.3).

Статистическая обработка количественных данных производилась с помощью *U*-критерия Манна-Уитни [14]. Расчёт *U*-критерия применяется для определения вероятности различий между выборками контрольной и экспериментальных групп сформированности уровня готовности к цифровизации образования дошкольников. Применение данного критерия позволяет оценить объективность, научную обоснованность и достоверность полученных данных. На основе результатов применения *U*-критерия

Манна-Уитни проводилась оценка целесообразности и результативности реализации структурно-функциональной модели и организационно-педагогических условий в контексте формирования готовности к цифровизации образования дошкольников. Результаты статистического анализа представлены в таблице 4.

Анализируя данные, представленные в табличных формах, можно констатировать, что  $U_{\text{эсп.}}$  значительно больше  $U_{\text{кр.}}$  только при сравнении контрольной группы с экспериментальными группами, где была реализована структурно-функциональная модель и выделенные поддерживающие организационно-педагогические условия. Это даёт основание утверждать с 95% уровнем достоверности, что изменения в уровне готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в экспериментальных группах не являются случайными или произвольными, а представляют собой результат целенаправленной опытно-поисковой деятельности.

Исходя из статистически значимых различий в уровнях готовности к цифровизации образования дошкольников между контрольной экспериментальными группами, можно говорить об эффективности разработанной структурно-функциональной модели и поддерживающих ее организационно-педагогических условий. Эти данные свидетельствуют о том, что выбранный подход к подготовке будущих педагогов способствует формированию необходимых компетенций для успешного внедрения цифровых технологий в сферу дошкольного образования.

Количественные результаты, полученные в ходе контрольного этапа исследования, свидетельствует о прогрессивной тенденции в уровне го-

Таблица 4 (Table 4)

Значение  $U_{\text{эсп}}$  на контрольном этапе эксперимента  
The value of  $U_{\text{exp}}$  at the control stage of the experiment

| Сравниваемые группы                       | КГ и ЭГ-1 | КГ и ЭГ-2 | КГ и ЭГ-3 | ЭГ-1 и ЭГ-2 | ЭГ-1 и ЭГ-3 | ЭГ-2 и ЭГ-3 |
|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| $U_{\text{экспериментальное значение}}$   | 229       | 180       | 225,5     | 407         | 442,5       | 413         |
| $U_{\text{кр}}$ (уровень значимости 0,05) | 338       |           |           |             |             |             |

Таблица 5 (Table 5)

Сравнительные данные четырех уровней готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников на констатирующем и контрольном этапах опытно-поисковой работы  
Comparative data of four levels of future teachers' readiness for digitalization of preschool education at the ascertaining and control stages of pilot search work

| Группа | Уровни              |    |                |    |               |   |                  |    |                |    |               |    |
|--------|---------------------|----|----------------|----|---------------|---|------------------|----|----------------|----|---------------|----|
|        | Констатирующий этап |    |                |    |               |   | Контрольный этап |    |                |    |               |    |
|        | Начальный           |    | Функциональный |    | Прогрессивный |   | Начальный        |    | Функциональный |    | Прогрессивный |    |
|        | К-во                | %  | К-во           | %  | К-во          | % | К-во             | %  | К-во           | %  | К-во          | %  |
| ЭГ-1   | 17                  | 57 | 13             | 43 | 0             | 0 | 1                | 3  | 17             | 57 | 12            | 40 |
| ЭГ-2   | 16                  | 54 | 14             | 46 | 0             | 0 | 0                | 0  | 18             | 60 | 12            | 40 |
| ЭГ-3   | 21                  | 70 | 9              | 30 | 0             | 0 | 0                | 0  | 14             | 47 | 16            | 53 |
| КГ     | 19                  | 64 | 11             | 36 | 0             | 0 | 4                | 13 | 23             | 77 | 3             | 10 |

товности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников. Наиболее выраженное увеличение показателей зафиксировано в ЭГ-3, где помимо включения структурно-функциональной модели были внедрены поддерживающие организационно-педагогические условия, такие как создание и оснащение цифровой инфраструктуры организации и внедрение междисциплинарного курса на основе комплекса учебных заданий для формирования общепользовательских умений, комплекса учебно-методических заданий для выработки общепедагогических умений, комплекса учебно-профессиональных заданий для развития предметно-педагогических умений.

В таблице 5 приведены сравнительные данные четырех уровней готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников контрольной и экспериментальных групп на констатирующем

и контрольном этапах опытно-поисковой работы.

Для обеспечения статистической проверки результатов эксперимента будем использовать t-критерий Стьюдента для зависимых выборок [14]. В рамках подготовки к анализу данных формулируются следующие исследовательские гипотезы:

– нулевая гипотеза ( $H_0$ ) – нет статистически значимых различий в сформированности уровней готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в контрольной и экспериментальных группах;

– альтернативная гипотеза ( $H_1$ ) – существуют статистически значимые различия в сформированности уровней готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников в контрольной и экспериментальных группах.

Для проведения статистической проверки результатов эксперимента, будем использовать расчетную формулу t-критерия Стьюдента:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

$t_{кр}$  — критических значений статистики Стьюдента (уровень значимости) 2,65, для  $p \leq 0,01$ , если,  $t_{эксп} > t_{кр}$  — принимается Н1.

Применение указанного статистического метода позволило провести комплексный анализ результатов опытно-поисковой работы, осуществляя сравнения интегрированных показателей по четырем компонентам, во всех трех экспериментальных группах (таблица 6).

Анализ данных опытно-поисковой работы показывает, что  $t$  эмпир. для каждой из экспериментальных групп превышают  $t$  критич. значение. В связи с этим можно говорить о том, что наблюдаемые различия являются статистически значимыми, т.к. попадают в зону значимости. Таким образом, альтернативная гипотеза Н1 подтверждается, указывая на статистическую значимость произошедших изменений в ходе опытно-поисковой работы.

После контрольного этапа исследования, заметно, что процесс формирования готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников оказался более эффективным в тех группах, где была внедрена структурно-функциональная модель и созданы определённые организационно-педагогические условия, особенно это заметно в ЭГ-2 и ЭГ-3. В частности, наибольший прирост показателей готовности к цифровиза-

ции образования наблюдается в ЭГ-3, где были реализованы два ключевых организационно-педагогических условия.

Большинство студентов ЭГ-3 продемонстрировали углублённые знания в области ключевых информационных систем, применяемых для разработки образовательных ресурсов. Они обладают развитыми умениями поиска и критической оценки информации в сети интернет, кроме того, у студентов сформированы умения безопасного взаимодействия с интернетом и социальными сетями.

Студенты экспериментальных групп, обладают практическими навыками работы с компьютерной техникой и программным обеспечением, они осведомлены о принципах функционирования файловых систем и имеют опыт создания веб-сайтов и использования офисных приложений для обработки текстовой, графической и табличной информации. Вместе с этим, будущие педагоги знакомы с нормативно-правовыми аспектами интерактивного обучения в сфере цифровой педагогики, существующими программными решениями в области искусственного интеллекта для оптимизации педагогической деятельности, владеют основами цифровой грамотности и безопасности в сети, а также принципами дистанционного обучения и онлайн-курсов.

В процессе практики студенты продемонстрировали умение использовать электронные образовательные материа-

лы для дошкольного возраста, применяя социальные сети, блоги и другие онлайн инструменты для создания образовательных сообществ. Было отмечено, что у них сформированы навыки использования интерактивных и мультимедийных технологий для повышения привлекательности и эффективности образовательного процесса, обучающиеся умеют работать с разнообразными образовательными платформами и облачными сервисами для организации образовательной и воспитательной работы в дошкольных учреждениях. Студенты продемонстрировали свои способности по созданию графических изображений и дизайна с использованием различных инструментов, а также по редактированию аудио и видеоматериалов, анимационных роликов, разработке геймифицированных ресурсов и иммерсивных книг.

Заключение

Таким образом, мы провели теоретический обзор и обобщение психолого-педагогической литературы по проблеме исследования, осуществили анализ основных подходов в области проблемы исследования, в процессе чего сформулировали авторское определение понятия «подготовка будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников».

Цифровизация образования дошкольников представляет собой комплексный процесс модернизации дидактического материала, педагогических методик и усовершенствование форм воспитательно-образовательной деятельности с детьми дошкольного возраста. Данный процесс осуществляется посредством активного применения информационно-коммуникационных технологий: электронных образовательных ресурсов, геймифицированных устройств и широкого спектра цифровых технологий.

Таблица 6 (Table 6)

Значение  $t$ -критерия Стьюдента на контрольном этапе опытно-поисковой работы в трех экспериментальных группах  
The value of the Student's  $t$ -test at the control stage of pilot search work in three experimental groups

| Критерии               | Общепользовательский к. | Общепедагогический к. | Предмет.-пед. к. | Ценностно-мотив. к | По 4 компонентам |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|------------------|
| $t_{эксп.}$            | 10,7                    | 15,9                  | 14,2             | 7,6                | 16,9             |
| $t_{кр}$ (ур.зн. 0,01) | 2,65                    |                       |                  |                    |                  |

Нами разработана, теоретически обоснована структурно-функциональная модель подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, определены структурные компоненты готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников: общепользовательский общепедагогический, предметно-педагогический, ценностно-мотивационный, разработаны критерии сформированности и показатели каждого критерия.

Были выделены организационно-педагогические условия, обеспечивающие поддержку в реализации структурно-функциональной модели подготовки будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников:

- создание цифровой инфраструктуры организации, способствующей формированию готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников;
- внедрение междисциплинарного курса на основе комплекса учебных заданий для формирования общепользовательского компонента готовности, комплекса учеб-

но-методических заданий для выработки общепедагогического компонента готовности, комплекса учебно-профессиональных заданий для развития предметно-педагогического компонента готовности.

Результаты констатирующего этапа свидетельствовали о том, что перед началом формирующего эксперимента ни у кого из будущих педагогов не прослеживается прогрессивный уровень подготовки к цифровизации образования дошкольников. На констатирующем этапе можно заметить, что преобладает начальный уровень готовности среди студентов, это может быть интерпретировано как результат того, что уделяется недостаточно внимания данной проблеме, тем самым актуализируется задача в области целенаправленного педагогического воздействия для улучшения данного аспекта подготовки.

Анализ контрольного этапа исследования выявил значительное улучшение в подготовке будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников, что свидетельствует об успешности разра-

ботанной структурно-функциональной модели. Большая часть студентов в экспериментальных группах показала положительную динамику: в ЭГ-1 начальный уровень снизился с 10% (3 студ.) до 3% (1 студ.), функциональный уровень уменьшился с 70% (21 студ.) до 57% (17 студ.), и прогрессивный уровень вырос с 20% (6 студ.) до 40% (12 студ.). В группе ЭГ-2 также начальный уровень понизился с 17% (5 студ.) до 0% (0 студ.), функциональный уровень остался прежним на 60% (18 студ.), прогрессивный уровень увеличился с 23% (7 студ.) до 40% (12 студ.). При этом наиболее значительные результаты по всем четырем компонентам готовности будущих педагогов к цифровизации образования дошкольников выявлены в группе ЭГ-3, где были реализованы два педагогических условия: начальный уровень снизился с 13% (4 студ.) до 0% (0 студ.), функциональный уровень уменьшился с 60% (18 студ.) до 47% (14 студ.) и прогрессивный уровень вырос с 27% (8 студ.) до 53% (16 студ.).

## Литература

1. Приказ «О плане мероприятий, направленных на обеспечение информационной безопасности детей, на 2021–2027 годы» // Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ от 1 декабря 2020 г. № 644. [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/documents/7382/>.
2. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7. [Электрон. ресурс]. 2019. Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/>.
3. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» // Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 06.12.2013 № 30550. [Электрон. ресурс]. 2016. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_155553/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/).

4. Образование 2030. Дорожная карта: Сборник статей международной научно-практической конференции [Электрон. ресурс]. (Москва, 15–16 июня 2021 г.) / Под ред. Е.Н. Дзятковской, В.В. Пустоваловой. М.: Перо, 2021. 287 с. Режим доступа: <http://partner-unitwin.net/wp-content/uploads/2022/04/Моргун-Д.В.pdf>.
5. Лукша П. Образование для сложного мира [Электрон. ресурс] // Форсайт. 2018. С. 213. Режим доступа: [https://vbudushee.ru/upload/documents/obr\\_sloj\\_obsh.pdf](https://vbudushee.ru/upload/documents/obr_sloj_obsh.pdf).
6. Варламовой Д., Судакова Д. Атлас новых профессий 3.0. [Электрон. ресурс]. М.: Альпина ПРО, 2021. 472 с. Режим доступа: [https://atlas100.ru/upload/pdf\\_files/atlas\\_30.pdf](https://atlas100.ru/upload/pdf_files/atlas_30.pdf).
7. Елисеева Е.Ю. Формирование готовности студентов технических вузов к конструкторско-графической деятельности: автореферат диссертации кандидата педагогических наук: 13.00.08. Нижний Новгород, 2007.
8. Крюкова, Е.М. Теоретические аспекты изучения психологической готовности педагогов к инновационной деятельности // Педа-

гогическое образование в России. 2015. № 2. С. 4447.

9. Поваренков Ю. П. Системогенетический анализ профессионального развития личности [Электрон. ресурс] // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2017. Т. 2. № 4. С. 4–39. Режим доступа: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document267.pdf>.

10. Riina Vuorikari DigComp 2.1. The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use // Joint Research Centre, European Commission [Электрон. ресурс]. 2020. 49 с. Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/317013679\\_DigComp\\_21\\_The\\_digital\\_competence\\_framework\\_for\\_citizens\\_with\\_eight\\_proficiency\\_levels\\_and\\_examples\\_of\\_use](https://www.researchgate.net/publication/317013679_DigComp_21_The_digital_competence_framework_for_citizens_with_eight_proficiency_levels_and_examples_of_use).

11. Россия 2025: от кадров к талантам // The Boston Consulting Group. [Электрон. ресурс]. 2017. 70 с. Режим доступа: [https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills\\_Outline\\_web\\_tcm26-175469.pdf](https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills_Outline_web_tcm26-175469.pdf).

12. Carretero Gomez. Digicomp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use // Publications Office of the European Union, Luxembourg. [Электрон. ресурс]. 2017. Режим доступа: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106281>.

13. Ming-Hung Lin, Huang-Cheng Chen, Kuang-Sheng Liu A Study of the Effects of Digital Learning on Learning Motivation and Learning Outcome // EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education. 2023. Т. 13. № 7. С. 3553–3564.

14. Будрейка Н.Н. Непараметрические методы исследования в психологии [Электрон. ресурс] // Журнал Психологическая наука и образование. 2007. № 1. С. 40–48. Режим доступа: <https://elibrary.ru/hzznvd>.

15. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования // Приказ Министерства образования и науки РФ от 22 февраля 2018 г. № 121 – редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020. [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440301\\_B\\_3\\_15062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440301_B_3_15062021.pdf).

16. Крежевских О.В. Развивающая предметно-пространственная среда дошкольной образовательной организации: учебное пособие для вузов [Электрон. ресурс]. М.: Юрайт, 2020. 165 с. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/453978>.

17. Метлина Л. С. Математика в детском саду. Пособие для воспитателя детского сада. М.: Просвещение, 1984. 256 с.

## References

1. Order «On the action plan aimed at ensuring the information security of children for 2021-2027». Prikaz Ministerstva tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsiy RF ot 1 dekabrya 2020 g. N 644 = Order of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation dated December 1, 2020 № 644. [Internet]. 2020. Available from: <https://digital.gov.ru/ru/documents/7382/>. (In Russ.)

2 Passport of the national project «National Program «Digital Economy of the Russian Federation». utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskemu razvitiyu i natsional'nym proyektam, protokol ot 04.06.2019 № 7 = approved. by the Presidium of the Presidential Council for Strategic Development and National Projects, minutes of 04.06.2019 No. 7. [Internet]. 2019. Available from: <https://www.tadviser.ru/index.php/>. (In Russ.)

3. On approval of the professional standard «Teacher (teaching activity in the field of preschool, primary general, basic general, secondary general education) (educator, teacher). Prikaz Ministerstva truda i sotsial'noy zashchity RF ot 06.12.2013 № 30550 = Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation dated 06.12.2013 No. 30550. [Internet]. 2016. Available from: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_155553/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/). (In Russ.)

4. Obrazovaniye 2030. Dorozhnaya karta: Sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Education 2030. Roadmap: Collection of articles from the international scientific and practical conference [Internet]. (Moscow, June 15-16, 2021) / Ed. E.N. Dzyatkovskaya, V.V. Pustovalova. Moscow: Pero; 2021. 287 p. Available from: <http://partner-unitwin.net/wp-content/uploads/2022/04/Morgun-D.V.pdf>. (In Russ.)

5. Luksha P. Education for a complex world [Internet]. Forsayt = Foresight. 2018: 213. Available from: [https://vbudushee.ru/upload/documents/obr\\_sloj\\_obsh.pdf](https://vbudushee.ru/upload/documents/obr_sloj_obsh.pdf). (In Russ.)

6. Varlamovoy D., Sudakova D. Atlas novykh professiy 3.0. = Atlas of new professions 3.0. [Internet]. Moscow: Alpina PRO; 2021. 472 p. Available from: [https://atlas100.ru/upload/pdf\\_files/atlas\\_30.pdf](https://atlas100.ru/upload/pdf_files/atlas_30.pdf). (In Russ.)

7. Yelisseyeva Ye.Yu. Formirovaniye gotovnosti studentov tekhnicheskikh vuzov k konstruktorskograficheskoy deyatel'nosti: avtoreferat dissertatsii kandidata pedagogicheskikh nauk: 13.00.08 = Formation of readiness of students of technical universities for design and graphic activities: abstract of the dissertation of the candidate of pedagogical sciences: 13.00.08. Nizhniy Novgorod; 2007. (In Russ.)

8. Kryukova, Ye.M. Theoretical aspects of the study of psychological readiness of teachers for innovative activities. Pedagogicheskoye obrazovaniye

v Rossii = Pedagogical education in Russia. 2015; 2: 4447.

9. Povarenkov Yu.P. Systemogenetic analysis of professional development of the individual [Internet]. Institut psikhologii Rossiyskoy akademii nauk. Organizatsionnaya psikhologiya i psikhologiya Truda = Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational Psychology and Labor Psychology. 2017; 2; 4: 4-39. Available from: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document267.pdf>. (In Russ.)

10. Riina Vuorikari DigComp 2.1. The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use. Joint Research Centre, European Commission [Internet]. 2020. 49 s. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/317013679\\_DigComp\\_21\\_The\\_digital\\_competence\\_framework\\_for\\_citizens\\_with\\_eight\\_proficiency\\_levels\\_and\\_examples\\_of\\_use](https://www.researchgate.net/publication/317013679_DigComp_21_The_digital_competence_framework_for_citizens_with_eight_proficiency_levels_and_examples_of_use).

11. Rossiya 2025: ot kadrov k talantam = Russia 2025: from personnel to talents. The Boston Consulting Group. [Internet]. 2017; 70 p. Available from: [https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills\\_Outline\\_web\\_tcm26-175469.pdf](https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2017/11/Skills_Outline_web_tcm26-175469.pdf). (In Russ.)

12. Carretero Gomez. Digicomp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use. Publications Office of the European Union, Luxembourg. [Internet]. 2017. Available from: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106281>.

13. Ming-Hung Lin, Huang-Cheng Chen, Kuang-Sheng Liu A Study of the Effects of Digital

Learning on Learning Motivation and Learning Outcome. EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education. 2023; 13; 7: 3553-3564.

14. Budreyka N.N. Nonparametric research methods in psychology [Internet]. Zhurnal Psikhologicheskaya nauka i obrazovaniye = Journal of Psychological Science and Education. 2007; 1: 40–48. Available from: <https://elibrary.ru/hzznvd>.

15. On approval of the federal state educational standard of higher education. Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki RF ot 22 fevralya 2018 g. № 121- redaktsiya s izmeneniyami № 1456 ot 26.11.2020 = Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of February 22, 2018 No. 121 - as amended by No. 1456 of November 26, 2020. [Internet]. 2020. Available from: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440301\\_B\\_3\\_15062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440301_B_3_15062021.pdf). (In Russ.)

16. Krezhevskikh O.V. Razvivayushchaya predmetno-prostranstvennaya sreda doskol'noy obrazovatel'noy organizatsii: uchebnoye posobiye dlya vuzov = Developing subject-spatial environment of a preschool educational organization: a teaching aid for universities [Internet]. Moscow: Yurayt; 2020. 165 p. Available from: <https://urait.ru/bcode/453978>. (In Russ.)

17. Metlina L. S. Matematika v detskom sadu. Posobiye dlya vospitatelya detskogo sada = Mathematics in kindergarten. Manual for kindergarten teacher. Moscow: Education; 1984. 256 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Александра Игоревна Климина**

Ассистент, аспирант

Шадринский государственный педагогический университет», Шадринск, Россия

Эл. почта: [alexsandra9898@bk.ru](mailto:alexsandra9898@bk.ru)

**Ольга Валерьевна Крежевских**

К.п.н., доцент,

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

Эл. почта: [mailolga84@mail.ru](mailto:mailolga84@mail.ru)

#### Information about the authors

**Alexandra I. Klimina**

Assistant, graduate student

Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia

E-mail: [alexsandra9898@bk.ru](mailto:alexsandra9898@bk.ru)

**Olga V. Krezhevskikh**

Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor

Tyumen State University, Tyumen, Russia

E-mail: [mailolga84@mail.ru](mailto:mailolga84@mail.ru)



УДК 004.896

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-6-53-66>

А.А. Брызгалов

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
Москва, Россия

# Микросервисная реализация многоагентных систем сетевых предприятий\*

**Цель.** Целью данной статьи является разработка методов и алгоритмов микросервисной реализации многоагентных систем, поддерживающих функции цифровых двойников сетевого предприятия. Особое внимание уделяется реализации функций сбора данных, мониторинга, диагностики, защиты информации и принятия решений, обеспечивающих эффективное взаимодействие между агентами продуктов и агентами ресурсов на основе соглашений об уровне сервиса (SLA).

**Методы исследования.** Исследование использует методы построения микросервисной архитектуры для разделения и автономного выполнения функций с целью повышения уровня обслуживания SLA и надежности системы. Для усиления устойчивости системы к угрозам безопасности в алгоритмы добавлены этапы контроля доступа, шифрования данных и анализа аномалий, составляющие виртуальный периметр безопасности. Методология включает адаптивное управление параметрами SLA, использование распределенной обработки данных и применение аналитических алгоритмов для принятия решений, а также механизмы для выявления потенциальных угроз и несанкционированного доступа.

**Результаты.** Предложенные методы и алгоритмы позволяют создавать гибкую и масштабируемую многоагентную систему,

способную адаптироваться к изменяющимся условиям и обеспечивать устойчивую и безопасную работу цифровых двойников. Использование SLA для регулирования взаимодействия агентов улучшает согласованность их действий, повышает точность мониторинга и защищает данные, поддерживая высокую надежность и безопасность системы.

**Заключение.** Результаты показывают, что микросервисный подход, использование SLA и интеграция мер безопасности значительно повышают эффективность и надежность многоагентных систем, позволяя агентам адаптироваться к изменениям, оперативно реагировать на отклонения и предотвращать возможные угрозы. Применение данных методов может существенно улучшить управление активами в сетевых предприятиях, поддерживая их конкурентоспособность, устойчивость и безопасность в условиях цифровой трансформации.

**Ключевые слова:** многоагентная система, микросервисы, цифровой двойник, SLA, сбор данных, мониторинг, диагностика, принятие решений, сетевое предприятие, архитектура системы.

А.А. Bryzgalov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

## Microservice Implementation of Multi-Agent Enterprise Networking Systems

**Purpose.** The purpose of this article is to develop methods and algorithms for microservice implementation of multi-agent systems that support the functions of digital twins of a networked enterprise. Particular attention is paid to the implementation of data collection, monitoring, diagnostics, information protection and decision-making functions that ensure effective interaction between product agents and resource agents based on service level agreements (SLAs).

**Research methods.** The research uses methods of creating a microservice architecture to separate and autonomously perform functions in order to optimize SLA and increase system reliability. To strengthen the system's resilience to security threats, access control, data encryption and anomaly analysis stages that form a virtual security perimeter have been added to the algorithms. The methodology includes adaptive management of SLA parameters, the use of distributed data processing and the application of analytical algorithms for decision-making, as well as mechanisms to identify potential threats and unauthorized access.

**Results.** The proposed methods and algorithms make it possible to create a flexible and scalable multi-agent system capable of adapting to changing conditions and ensuring stable and safe operation of digital counterparts. Using SLA to regulate the interaction of agents improves the consistency of their actions, increases the accuracy of monitoring and protects data, maintaining high reliability and security of the system.

**Conclusion.** The results show that the microservice approach, the use of SLA and the integration of security measures significantly increase the efficiency and reliability of multi-agent systems, allowing agents to adapt to changes, respond promptly to deviations and prevent possible threats. The use of these methods can significantly improve asset management in network enterprises, maintaining their competitiveness, sustainability and security in the context of digital transformation.

**Keywords:** multi-agent system, microservices, digital twin, SLA, data collection, monitoring, diagnostics, decision-making, networked enterprise, system architecture.

\* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-11-002821) <https://rscf.ru/project/22-11-00282/>

## Введение

Современные предприятия сталкиваются с необходимостью адаптации к постоянно меняющимся условиям рынка, что вызывает необходимость эффективного управления и быстрого принятия решений на основе актуальных данных о состоянии производственных систем. В этой связи большое внимание уделяется многоагентным системам, способным поддерживать сложные процессы в динамичных условиях, в которых каждый актив с помощью многоагентной технологии представляется цифровым двойником [1]. Такие цифровые двойники играют ключевую роль, поскольку позволяют моделировать и оптимизировать операции, обеспечивая согласованное взаимодействие между различными активами и бизнес-процессами. Центральное взаимодействие в многоагентной системе происходит между агентом продукта и агентом ресурса, которые обмениваются данными посредством соглашений об уровне сервиса (SLA), что помогает обеспечить выполнение требований и достигать заданных бизнес-целей [2].

Соглашение об уровне сервиса SLA (Service Level Agreement) в рамках многоагентных систем не только регулирует качество предоставляемого сервиса, но и определяет параметры для эффективного сбора и обмена данными, что является основой для мониторинга состояния агентов и принятия решений. Использование SLA позволяет агентам продукта и ресурса взаимодействовать в режиме реального времени, настраивая обмен информацией в зависимости от состояния и потребностей системы. Однако для масштабируемой реализации таких процессов необходима архитектура, обеспечивающая гибкость и автономность каждого

агента, что достигается с помощью микросервисного подхода. Микросервисы позволяют разрабатывать и внедрять независимые функции для каждого агента, предоставляя тем самым структурированное решение, поддерживающее эффективное взаимодействие агентов на всех уровнях [3].

Применение микросервисов в многоагентных системах находит широкую поддержку в исследованиях [4],[5],[6], поскольку такая архитектура предоставляет возможность гибкого масштабирования и адаптации агентов к изменяющимся условиям. В отличие от монолитных систем, микросервисный подход позволяет каждому агенту действовать как независимый сервис, что повышает общую отказоустойчивость и снижает риски сбоев при взаимодействии между агентами. Это особенно важно для реализации SLA, так как каждый агент может функционировать независимо и в случае отказа перезапускаться отдельно, не нарушая работу других. Многочисленные исследования [7],[8],[9] показывают, что микросервисы способствуют распределению нагрузки и позволяют интегрировать новые компоненты и функции без необходимости изменения всей системы, что делает их идеальными для многоагентных систем, требующих высокой гибкости и адаптивности.

Исследования в области многоагентных систем [10],[11] подтверждают, что микросервисы обеспечивают высокую масштабируемость и модульность, что критически важно для систем, работающих в условиях постоянных изменений и необходимости быстрого принятия решений. Работы, посвященные цифровым двойникам [12],[13], показывают, что их успешное применение позволяет улучшить управление процессами, сократить издержки и минимизировать

влияние человеческого фактора на качество данных. В многоагентных системах основная роль цифровых двойников заключается в том, чтобы поддерживать функциональность агентов, выполняющих задачи, такие как сбор данных о состоянии активов, мониторинг их параметров и принятие решений по управлению. Разработка методов для микросервисной реализации функций агентов позволяет каждому агенту не только эффективно взаимодействовать с другими агентами, но и своевременно адаптироваться к изменениям в системе.

Существует несколько подходов к управлению и реализации функций сбора данных, мониторинга и диагностики в многоагентных системах, и каждый из них подчеркивает важность использования микросервисной архитектуры для достижения оптимального взаимодействия агентов. Одним из таких подходов является применение методов распределенного мониторинга, где каждый агент контролирует определенные параметры и передает данные другим агентам согласно SLA [14]. Это позволяет минимизировать избыточность данных и обеспечить высокую производительность, что особенно полезно в условиях высокой нагрузки. Современные алгоритмы также предлагают использование адаптивных SLA, которые могут изменяться в зависимости от условий работы системы, что позволяет агентам оперативно реагировать на изменения состояния активов и внешних факторов, таких как увеличение нагрузки или изменение параметров производительности [15].

Актуальные исследования [16],[17],[18] также подчеркивают важность внедрения методов и алгоритмов для принятия решений на основе данных, полученных в процессе мониторинга и диагностики. В многоагентных системах циф-

ровые двойники, действуя в рамках SLA, анализируют данные мониторинга и принимают решения, направленные на оптимизацию использования ресурсов и предотвращение возможных сбоев. Применение микросервисного подхода здесь позволяет каждому агенту использовать специальные алгоритмы принятия решений, что упрощает процесс управления и повышает гибкость системы. Разработка алгоритмов для микросервисной реализации таких функций позволяет создать систему, способную адаптироваться к новым условиям и эффективно использовать данные для принятия своевременных решений, поддерживающих работу всех агентов.

Применение SLA позволяет стандартизировать обмен данными и управление ресурсами между агентом продукта и агентом ресурса, обеспечивая согласованность действий и оперативное реагирование на изменения состояния активов. Таким образом, SLA выступает основным связующим элементом, который обеспечивает надежное взаимодействие и определяет границы ответственности агентов, минимизируя риски некорректного выполнения операций. Научные работы [19],[20], посвященные SLA в многоагентных системах, подчеркивают важность использования соглашений для стандартизации и обеспечения качества обмена информацией. SLA определяют структуру и протоколы взаимодействия между агентами, что помогает избежать потерь данных и минимизировать риски сбоев. Актуальные исследования [21],[22] подчеркивают, что SLA позволяет достичь высокого уровня надежности в многоагентных системах, так как каждое нарушение параметров SLA может быть оперативно зафиксировано, а сбои — минимизированы благодаря быстрому реагирова-

нию. Тем не менее, существует необходимость в разработке более эффективных алгоритмов, которые позволят улучшить взаимодействие агентов в микросервисной архитектуре, особенно в условиях работы с большими данными.

Современные подходы к разработке и реализации SLA в многоагентных системах включают использование автоматизированных средств мониторинга и диагностики, которые дают возможность отслеживать соответствие установленным параметрам в режиме реального времени [23]. Такие методы позволяют системам быстро реагировать на отклонения от нормативных показателей и принимать корректирующие меры, повышая стабильность работы системы. Интеграция SLA в микросервисную архитектуру дополнительно улучшает способность системы к адаптации, так как каждый агент может быть перепрограммирован или обновлен без необходимости прерывать общую работу системы. Это особенно актуально для цифровых двойников, где SLA задает критерии, по которым агент продукта и агент ресурса координируют свои действия, гарантируя, что данные, необходимые для принятия решений, передаются своевременно и корректно.

Настоящее исследование направлено на разработку методов микросервисной реализации функций сбора, мониторинга, диагностики, защиты информации и принятия решений для многоагентных систем, отражающих поведение цифровых двойников. Основная цель работы заключается в создании микросервисных алгоритмов, которые обеспечат стабильное выполнение SLA между агентом продукта и агентом ресурса, а также поддержку непрерывного мониторинга и принятия решений. Автором предлагаются методы, которые позволяют осущест-

влять адаптацию агентов в режиме реального времени к изменениям состояния активов и гибко реагировать на потребности производственной системы, поддерживая высокое качество сервиса.

### **Микросервисная реализация многоагентной системы и структура SLA**

Микросервисная архитектура в многоагентных системах предоставляет гибкие и масштабируемые инструменты для реализации функций сбора данных, которые становятся основой для принятия решений и мониторинга состояния активов. В многоагентной системе, реализующей функции цифровых двойников, сбор данных играет ключевую роль в обеспечении согласованности и непрерывности процессов на уровне взаимодействия агентов. Эти агенты, представляющие цифровых двойников, которые соответствуют реальным активам предприятия, выполняют автономные функции, координируя взаимодействие друг с другом через установленные соглашения об уровне сервиса (SLA). Для успешного взаимодействия агентов в многоагентной системе и обеспечения эффективного выполнения функций цифровых двойников важную роль играет структурированное управление соглашениями об уровне сервиса. SLA выступает не только механизмом для регулирования параметров обмена данными между агентами продукта и агентами ресурса, но и задает ключевые условия для сбора данных, мониторинга и принятия решений. Блоковая структура SLA помогает согласовать действия агентов, обеспечивая необходимый уровень надежности, адаптивности и устойчивости системы. Ниже представлена блоковая структура SLA (табл.1), которая регулирует взаимодействие агентов и способствует опти-

Блоковая структура SLA  
Block structure of SLA

| Блоки структуры SLA                    | Параметры блоков                                                                                                                                                                             | Описание параметров                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Блок параметров сервиса                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Цель и задачи</li><li>• Объекты взаимодействия</li><li>• Период действия</li></ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Описание основной цели и ключевых задач взаимодействия, таких как сбор данных, мониторинг состояния активов и принятие решений.</li><li>• Указание агентов, между которыми устанавливается соглашение (например, агент продукта и агент ресурса).</li><li>• Определение сроков действия SLA, например, длительность, приоритеты выполнения, частота пересмотра.</li></ul>                                                                                                                                                                                         |
| Блок параметров сбора данных           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Частота сбора данных</li><li>• Тип и объем данных</li><li>• Фильтрация и обработка данных</li><li>• Допустимые задержки</li></ul>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Указание частоты, с которой агенты должны собирать данные, в зависимости от текущих условий системы и ее нагрузки.</li><li>• Определение параметров данных, подлежащих сбору (например, производственные параметры, состояние ресурсов).</li><li>• Указание условий, при которых данные фильтруются и преобразуются на уровне агента до передачи в систему.</li><li>• Максимально допустимые временные задержки при сборе и передаче данных для предотвращения избыточной нагрузки.</li></ul>                                                                     |
| Блок параметров мониторинга            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Мониторинговые метрики</li><li>• Частота обновления метрик</li><li>• Пороговые значения и допуски</li><li>• Автоматическое уведомление</li></ul>     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Список метрик для мониторинга, таких как производительность, температура, состояние актива и другие критичные параметры.</li><li>• Частота мониторинга для каждой метрики, обеспечивающая своевременное обновление данных в системе.</li><li>• Определение пороговых значений и допустимых пределов для метрик, при достижении которых активируется диагностика.</li><li>• Настройка условий для автоматического уведомления агентов при отклонениях от нормы и необходимости корректирующих действий.</li></ul>                                                  |
| Блок параметров диагностики            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Критерии запуска диагностики</li><li>• Методы диагностики</li><li>• Классификация отклонений</li><li>• Прогнозирование последствий</li></ul>         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Указание условий, при которых запускается процесс диагностики, например, при достижении критических уровней метрик.</li><li>• Способы анализа состояния системы, такие как временные ряды, машинное обучение, прогнозирование.</li><li>• Разделение отклонений по уровню критичности (например, высокая, средняя, низкая) и их возможные причины.</li><li>• Определение возможных последствий отклонений для других агентов и системы в целом.</li></ul>                                                                                                          |
| Блок параметров принятия решения       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Сценарии адаптивных действий</li><li>• Пороговые условия для принятия решений</li><li>• Эскалация и приоритеты</li><li>• Автономия агентов</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Определение стандартных сценариев действий, которые агент должен предпринять в зависимости от состояния системы и условий SLA.</li><li>• Пороговые значения, при достижении которых агент должен принять определенное решение, включая инструкции для выполнения.</li><li>• Процедуры и правила эскалации для критических ситуаций, требующих немедленных действий, и установление приоритетов действий.</li><li>• Уровень автономности агентов при принятии решений, включая допустимые пределы для действий, принимаемых без дополнительных запросов.</li></ul> |
| Блок параметров отчетности и контроля  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Частота отчетности</li><li>• Критерии выполнения SLA</li><li>• Аудит и проверка соответствия</li><li>• Изменение SLA</li></ul>                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Периодичность отчетов о результатах взаимодействия и текущем статусе выполнения SLA.</li><li>• Определение критериев для измерения успешности выполнения SLA, включая ключевые показатели эффективности (KPI).</li><li>• Возможность регулярного аудита для оценки выполнения SLA и корректировки параметров при необходимости.</li><li>• Правила изменения условий SLA в зависимости от изменений условий в системе или после анализа результатов работы.</li></ul>                                                                                              |
| Блок параметров управления нарушениями | <ul style="list-style-type: none"><li>• Определение нарушений</li><li>• Процедуры реагирования</li><li>• Меры восстановления</li><li>• Штрафные санкции или корректирующие меры</li></ul>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Критерии и условия, которые рассматриваются как нарушение SLA.</li><li>• Описание действий агентов и системы в случае нарушений, включая активацию резервных сценариев или временные решения.</li><li>• Процедуры для восстановления стабильности системы после нарушения и предотвращения повторных нарушений.</li><li>• Определение санкций или корректирующих мер для агентов при повторных нарушениях SLA.</li></ul>                                                                                                                                          |

мальной работе алгоритмов сбора данных, мониторинга и принятия решений в рамках микросервисной архитектуры. Эффективное функционирование многоагентных систем, основанных на цифровых двойниках предприятий,

зависит от надежных механизмов мониторинга и диагностики, которые обеспечивают своевременное выявление отклонений и поддержание работоспособности активов на основе SLA. В многоагентной системе каждый агент выпол-

няет уникальную функцию, а мониторинг состояния активов позволяет реагировать на изменения в их состоянии и предотвращать возможные сбои. Принятие решений в многоагентных системах, представленных цифровыми двой-

никами, требует применения специализированных микросервисных алгоритмов, способных оперативно реагировать на изменяющиеся условия и координировать действия между агентами продукта и ресурса. В таких системах SLA определяет допустимые условия для принятия и исполнения решений. Систематизация процессов принятия решений позволяет каждому агенту выполнять свои задачи автономно, но с учетом требований и ограничений, установленных SLA. Это создает надежную основу для скоординированного управления в условиях высокой неопределенности и динамичности среды, что является критически важным для современных сетевых предприятий.

Таким образом, для эффективного выполнения задач сбора данных, мониторинга, диагностики, защиты информации и принятия решения и их исполнения требуются специализированные микросервисные алгоритмы, поддерживающие гибкость и адаптируемость системы к изменяющимся условиям.

#### **Метод и алгоритм микросервисной реализации для сбора данных**

Один из ключевых моментов микросервисной реализации для сбора данных заключается в модульности подхода, который позволяет каждому агенту отвечать за определенный аспект процесса [24]. Реализация происходит путем выделения отдельных микросервисов для сбора данных о конкретных характеристиках активов, таких как состояние, производительность и возможные отклонения от нормы. Подход обеспечивает независимость и автономность каждого микросервиса, что особенно полезно в случаях, когда требования к агентам варьируются в зависимости от особенностей активов и условий их

эксплуатации. При этом каждый микросервис интегрируется в общую систему через SLA, что позволяет гарантировать точность и своевременность данных, необходимых для принятия решений.

Основным преимуществом использования микросервисов для сбора данных является их способность обеспечивать асинхронный и распределенный обмен данными, позволяя каждому агенту собирать и передавать данные в зависимости от текущих условий [25]. В микросервисной архитектуре для этого реализуются брокеры сообщений и очереди, позволяющие организовать надежный обмен между агентами без необходимости постоянного подключения к централизованному серверу. Такое решение не только сокращает задержки, но и снижает нагрузку на систему, позволяя каждому агенту функционировать в автономном режиме. Взаимодействие между агентом продукта и агентом ресурса через SLA дополнительно оптимизирует процесс сбора данных, так как каждый агент может контролировать частоту и объем передаваемых данных в зависимости от текущего состояния системы.

В условиях повышенной нагрузки или изменения требований к данным SLA могут автоматически регулировать частоту сбора и объем данных, что позволяет оптимизировать производительность системы. Этот метод особенно полезен в случаях, когда необходимо сократить избыточность данных и обеспечить только актуальную информацию для анализа и принятия решений. При этом гибкость микросервисной архитектуры позволяет интегрировать адаптивные SLA без необходимости изменения основных компонентов системы, что обеспечивает стабильность работы всех агентов.

Для реализации высококачественного сбора данных

используются фильтрация и предобработка, которые позволяют снизить объем передаваемой информации и минимизировать ошибочные данные. Фильтрация проверяет данные на соответствие критериям, установленным SLA, и передает только значимые данные, что позволяет снизить нагрузку на каналы связи и серверы обработки. На этапе предобработки данные могут нормализоваться и агрегироваться, что обеспечивает их готовность к последующим этапам анализа и принятия решений. Применение фильтрации и предобработки в микросервисах агентов позволяет повысить точность и оперативность принимаемых решений, что особенно важно в условиях работы с большими объемами данных и высоких требований к скорости обработки.

Использование распределенной обработки данных в микросервисах позволяет улучшить масштабируемость системы и упростить интеграцию новых агентов и компонентов. В этом подходе каждый агент может выполнять задачи по сбору данных параллельно с другими, что сокращает время отклика системы и повышает общую производительность. Распределенные микросервисы могут работать на различных серверах и обеспечивать непрерывный поток данных, независимо от состояния других компонентов системы. Взаимодействие через SLA позволяет координировать задачи по сбору данных, что обеспечивает устойчивую и высокопроизводительную работу системы даже в условиях повышенной нагрузки.

Метод распределенного сбора данных с использованием SLA и событийного взаимодействия основан на организации взаимодействия агентов цифровых двойников (агента продукта и агента ресурса) в сети предприятия через сервис агента цифровой платформы

[2]. Этот метод фокусируется на обеспечении гибкости, масштабируемости и высокой надежности сбора данных. В основе метода лежит использование SLA (соглашения о предоставлении сервиса), формируемого сервисом агента цифровой платформы, что позволяет задавать конкретные параметры и частоту сбора данных для каждого взаимодействия между агентами.

Цель метода заключается в том, чтобы агенты могли самостоятельно собирать, фильтровать и обрабатывать данные в зависимости от текущих условий и требуемого качества сервиса, определенного SLA. Сервис агента цифровой платформы управляет SLA и отслеживает выполнение параметров по сбору данных, передавая их в микросервисную архитектуру, что повышает согласованность действий агентов, распределенных по сети..

Алгоритм микросервисной реализации сбора данных представлен на рис. 1. Перед началом работы алгоритма сервис агента цифровой платформы должен инициализировать SLA для взаимодействия агента продукта и агента ресурса, определяя частоту сбора данных, объем, допустимые задержки, формат и критерии фильтрации данных. SLA хранится и управляется центральным компонентом платформенного сервиса, который периодически передает обновленные параметры сбора данных агентам. Агенты продукта и ресурса определяют ключевые события, которые требуют сбора данных, например, изменения состояния актива или параметры, влияющие на производство. Каждый агент подписывается на события, значимые для его роли, и получает требования по частоте и точности данных от SLA. Эти события могут быть как внешними (например, запрос пользователя), так и внутренними



Рис. 1. Алгоритм микросервисной реализации сбора данных  
Fig. 1. Algorithm of microservice implementation of data collection

(например, выход показателя за установленные пороги).

Рассмотрим алгоритм микросервисной реализации сбора данных более детально. Когда зафиксировано значимое событие, инициируется процесс сбора данных, агент ресурса производит локальную фильтрацию данных, оставляя только значимые для SLA параметры, тем самым снижая нагрузку на сеть. Данные обрабатываются и структурируются агентом с учетом требований SLA, после чего отправляются агенту продукта или на центральную платформу для дальнейшей обработки.

Собранные и отфильтрованные данные передаются в микросервисы платформы, где каждый микросервис отвечает за свой аспект обработки: один отвечает за валидацию, другой — за агрегацию, третий — за предобработку для дальнейшего анализа. SLA регулирует взаимодействие микросервисов, задавая допустимые пределы задержек и частоты обмена данными. Это позволяет добиться гибкости и согласо-

ванности процессов при росте нагрузки. После обработки микросервисы проверяют данные на соответствие SLA. Данные, удовлетворяющие всем критериям, сохраняются в хранилища данных. При наличии отклонений агент уведомляется о необходимости корректировки параметров или частоты сбора. Сервис агента цифровой платформы мониторит исполнение SLA и обновляет параметры или частоту сбора данных в реальном времени. Например, при увеличении нагрузки частота сбора может быть снижена, или наоборот, повышена в критический момент. Обновленные параметры передаются агентам продукта и ресурса, после чего процесс повторяется в соответствии с новыми условиями.

Рассмотренный метод и алгоритм микросервисной реализации для сбора данных в многоагентных системах с использованием цифровых двойников обеспечивают адаптивность, автономность и масштабируемость. Этот метод будет поддерживать эффек-

тивное взаимодействие между агентами продукта и ресурса через SLA, что позволит достичь высокой согласованности и точности обмена данными.

### **Метод и алгоритм микросервисной реализации мониторинга и диагностики**

Микросервисы, ответственные за мониторинг, предоставляют возможность автономного отслеживания показателей состояния каждого цифрового двойника, что позволяет выявлять изменения в режиме реального времени и передавать эти данные в соответствующие агентам.

Алгоритм мониторинга, реализуемый в микросервисах, может адаптироваться к изменяющимся условиям и быстро анализировать большие объемы данных, позволяя агентам продукта и ресурса получать обновленную информацию и корректировать действия. Этот подход особенно важен при мониторинге критичных показателей, где даже минимальные отклонения могут указывать на необходимость немедленного вмешательства. Использование SLA позволяет каждому агенту контролировать параметры, устанавливая допустимые пределы для различных условий эксплуатации. В случае выявления отклонений, микросервисы мгновенно передают данные соответствующим агентам, инициируя процесс диагностики и предотвращая возможные сбои в системе.

Диагностика состояния активов осуществляется с помощью независимых микросервисов, которые позволяют агентам автоматически проводить анализ и выявлять причины отклонений, тем самым минимизируя время простоя. Это позволяет системе не только реагировать на текущие проблемы, но и предвидеть потенциальные сбои [26]. Совместное использование мониторинга и диагностики через

SLA дает возможность агентам продукта и ресурса корректировать свои действия, что повышает эффективность взаимодействия и снижает риски нарушений.

Одним из важных аспектов микросервисного мониторинга является возможность интеграции распределенных систем наблюдения, которые позволяют агентам вести диагностику в режиме реального времени, независимо от их местоположения в системе [27]. При этом микросервисы могут быть распределены на нескольких серверах и взаимодействовать через облачные платформы, что повышает надежность системы. В рамках распределенного мониторинга каждый агент может проводить локальные проверки и анализировать состояние актива, обеспечивая мгновенный доступ к данным о состоянии системы.

Микросервис мониторинга может автоматически инициировать процессы диагностики, если обнаружены отклонения от установленных параметров, что минимизирует риски сбоев и гарантирует быстрое восстановление системы. Это позволяет агентам продукта и ресурса поддерживать оптимальные параметры функционирования и обеспечивает устойчивую работу в условиях различных факторов нагрузки.

Одновременно с этим, микросервисы для мониторинга и диагностики могут быть дополнены инструментами визуализации данных, которые помогают операторам и аналитикам отслеживать состояние активов в реальном времени [28]. Визуализация позволяет не только получить мгновенное представление о состоянии системы, но и анализировать тренды для долгосрочного планирования и улучшения процесса принятия решений. Использование наглядных инструментов особенно важно для крупных предприятий, где цифровые двойники множе-

ства активов требуют постоянного контроля и оптимизации. Визуализация данных помогает лучше понять состояние системы и позволяет агентам продукта и ресурса совместно работать на достижение оптимальных условий.

Для обеспечения защиты данных и предотвращения несанкционированного доступа в алгоритмы мониторинга и диагностики внедрены функции проверки информационной безопасности. Передача данных между агентами и микросервисами выполняется по защищенным каналам с использованием методов шифрования и аутентификации, что позволяет минимизировать риски утечек данных. В процессе анализа метрик микросервис мониторинга проверяет наличие подозрительных активностей, таких как резкие изменения объемов данных или попытки доступа к защищенным метрикам, которые могут свидетельствовать о потенциальных угрозах безопасности. При обнаружении таких аномалий инициируется сигнал об инциденте, который передается на диагностику для дальнейшего анализа. На этапе диагностики система также проверяет данные на наличие несанкционированных изменений или необычных моделей поведения. Эти меры безопасности помогают повысить надежность системы, обеспечивая непрерывную защиту данных и стабильное выполнение соглашений об уровне сервиса.

Метод адаптивного мониторинга и диагностики с использованием микросервисной архитектуры направлен на автоматизацию и оперативность наблюдения за состоянием агентов в многоагентной системе. В основе метода лежит использование соглашений об уровне сервиса (SLA), формируемых сервисом агента цифровой платформы, что позволяет задавать гибкие па-

параметры мониторинга и диагностики для каждого агента в зависимости от задач и условий.

Цель метода — обеспечить своевременную диагностику потенциальных проблем между агентом продукта и агентом ресурса, используя SLA для настройки периодичности и детальности мониторинга. В рамках системы каждый агент (цифровой двойник) непрерывно передает ключевые метрики своему микросервису мониторинга, который анализирует и передает данные на диагностику в случае выявления отклонений. Метод реализован в виде алгоритма мониторинга и диагностики и представлен на рис.2.

Алгоритм микросервисной реализации для мониторинга и диагностики включает в себя следующие действия. Каждый агент собирает установленные SLA метрики в реальном времени и отправляет их в микросервис мониторинга, отвечающий за сбор данных для каждого конкретного агента. Параметры мониторинга, такие как частота отправки и объем данных, задаются согласно SLA, что снижает избыточность передаваемых данных. Данные передаются по защищенному каналу с использованием методов шифрования и аутентификации для предотвращения несанкционированного доступа. Микросервис мониторинга сверяет метрики с установленными пороговыми значениями соглашения на наличие отклонений и записывает их в базу мониторинга. После сверки микросервис проводит контроль аномалий безопасности т.е. проверяет данные на наличие необычной активности, которая может указывать на потенциальные угрозы (например, резкие изменения в объемах данных, попытки доступа к закрытым метрикам и др.). Если обнаружены подозрительные активности - аномалии, иницииру-

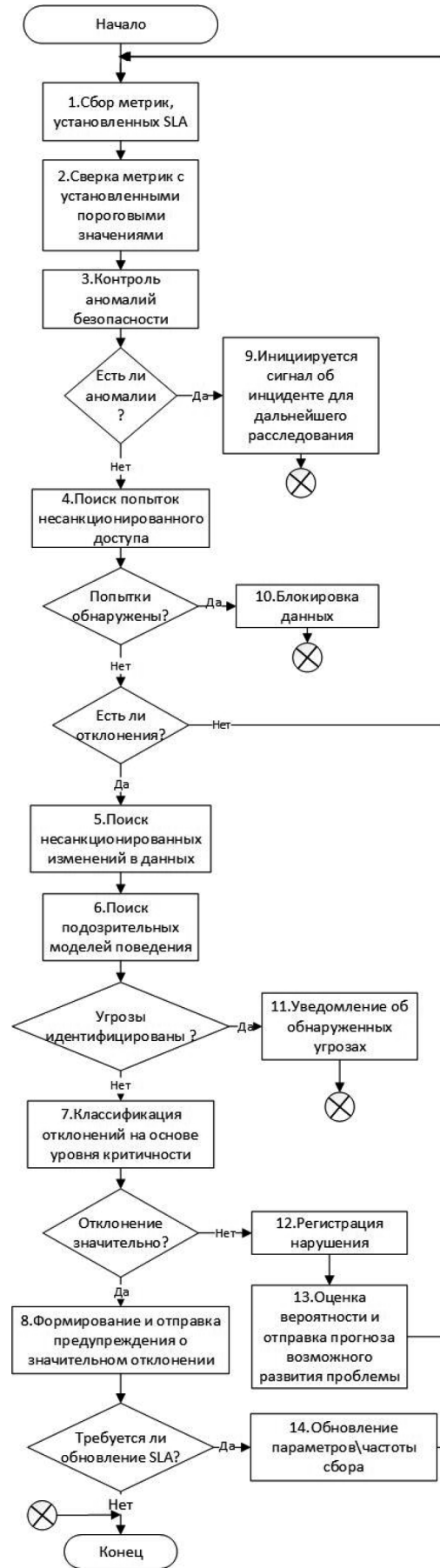


Рис. 2. Алгоритм микросервисной реализации для мониторинга и диагностики  
Fig. 2. Microservice implementation algorithm for monitoring and diagnostics

ется сигнал об инциденте для дальнейшего расследования. Перед передачей данных на этап диагностики микросервис мониторинга проводит поиск несанкционированного доступа и подтверждает, что передаваемые данные предназначены только для авторизованных микросервисов и агентов. В случае обнаружения попыток несанкционированного доступа данные блокируются, а агент или микросервис уведомляется о нарушении. При наличии отклонений от заданных параметров SLA, микросервис инициирует обращение к сервису диагностики.

Микросервис диагностики получает от микросервиса мониторинга данные о метриках и проверяет их по диагностическим правилам и шаблонам, заданным в SLA. В рамках диагностики проводится поиск потенциальных угроз безопасности, таких как несанкционированные изменения в данных или подозрительные модели поведения. Если идентифицированы угрозы, микросервис диагностики отправляет уведомление об обнаруженных угрозах в платформенный сервис. В процессе диагностики производится классификация отклонений на основе уровня критичности по типу (например, высокое потребление ресурсов или снижение производительности) и их влияние на дальнейшую работу агентов. Незначительные нарушения регистрируются и диагностический сервис оценивает вероятность дальнейшего развития отклонений, включая угрозы безопасности, и отправляет прогноз агенту продукта или агенту ресурса в зависимости от уровня критичности. Если прогноз указывает на серьезную проблему, предупреждение о значительном отклонении отправляется также платформенному сервису для обновления SLA и принятия немедленных мер по усилению защиты. Платформенный сервис на основе уведомлений

от диагностического сервиса может обновить параметры SLA для оптимизации мониторинга и предотвращения аналогичных отклонений, а также анализирует полученные отчеты о нарушениях безопасности и корректирует SLA для повышения безопасности данных и предотвращения повторных угроз. Агенту может быть передан обновленный SLA, чтобы адаптировать параметры мониторинга и диагностики под изменившиеся условия или уровень загрузки.

Метод и алгоритм реализации микросервисов мониторинга и диагностики в многоагентных системах создают условия для своевременного сбора информации о состоянии активов, анализа данных и принятия решений. Благодаря применению SLA система получает возможность следить за состоянием и возможными сбоями. Такой подход повышает устойчивость и гибкость системы, делая возможным быстрое и эффективное взаимодействие агентов через SLA, что способствует оптимизации процессов и снижению затрат на обслуживание.

#### **Методы и алгоритмы принятия решений и их исполнения**

Первым шагом в реализации механизма принятия решений является формализация данных, полученных на этапе мониторинга и диагностики, для последующего анализа. Микросервисы, отвечающие за сбор и обработку данных, передают их в специализированные компоненты, которые выполняют оценку состояния системы на основе установленных правил и SLA. Эти правила могут включать как фиксированные пороговые значения, так и адаптивные критерии, изменяющиеся в зависимости от текущих условий.

Основной задачей алгоритма исполнения решений яв-

ляется обеспечение согласованности между агентами, что достигается благодаря SLA, которые определяют, какие действия должен предпринять каждый агент в случае возникновения определенных условий. Эти соглашения формируют своеобразные «сценарии действий» для каждого агента, позволяя им предугадывать, как изменятся их задачи в зависимости от состояния всей системы.

Еще одним значимым аспектом является использование алгоритма для контроля результатов принятых решений, что позволяет агентам корректировать свои действия на основе обратной связи [29]. Микросервис с функцией мониторинга анализирует, насколько успешно выполнены действия, и передает данные в компоненты принятия решений, которые могут адаптировать алгоритмы для будущих ситуаций. SLA в этом процессе играют важную роль, поскольку они помогают определить, какие критерии успешности должны соблюдаться, и обеспечивают возможность корректировки параметров взаимодействия между агентами продукта и ресурса. Такой подход обеспечивает циклическое совершенствование системы, повышая ее адаптивность и устойчивость.

Для повышения скорости исполнения решений и минимизации задержек используется метод асинхронного обмена данными, позволяющий агентам действовать параллельно [25]. Микросервисная архитектура поддерживает такой подход, создавая независимые процессы, которые могут выполнять задачи одновременно, снижая время реакции системы на изменение условий. SLA регулируют объем и частоту обмена данными, поддерживая баланс между скоростью исполнения и точностью принимаемых решений. Это особенно важно для многоа-

гентных систем, работающих в реальном времени, где задержки могут привести к накоплению ошибок и нарушению согласованности между агентами [10].

Главная задача метода — обеспечить, чтобы каждый агент (в особенности агенты продукта и ресурса) мог самостоятельно принимать решения, исходя из SLA и текущего состояния системы, а также корректировать действия для выполнения заданных условий и требований. Метод реализован в виде алгоритма, блок-схема представлена на рис.3.

Описать данный алгоритм принятия решений и их исполнения можно следующей последовательностью действий. SLA инициализирует условия, при которых агент должен принимать решения: пороговые значения метрик, критические условия и параметры, указывающие на необходимость адаптации. Платформенный сервис обновляет SLA, если необходимо, а агенты получают текущее состояние условий и триггеров. Агент продукта и агент ресурса непрерывно передают обновленные данные и текущие метрики микросервису мониторинга, который проверяет достижение пороговых условий, заданных в SLA. При достижении пороговых условий SLA микросервис мониторинга инициирует процесс принятия решений.

Микросервис принятия решений анализирует текущие данные агентов в контексте установленных SLA и выбирает подходящий сценарий действия. Доступные сценарии зависят от принятого решения, текущего состояния ресурсов и производственных процессов; микросервис может определить действие (например, изменение распределения ресурсов, задержку или ускорение производственных этапов) для оптимизации вы-



Рис. 3. Алгоритм микросервисной реализации для принятия решений и их исполнения

Fig. 3. Microservice implementation algorithm for decision-making and execution

полнения SLA. В случае возникновения критических условий микросервис может рекомендовать корректировку задач агента или активацию альтернативного сценария, предусмотренного SLA. Микросервис принятия решений отправляет инструкции соответствующему агенту для исполнения (например, агенту продукта для корректировки плана производства или агенту ресурса для перераспределения нагрузки). Агент получает инструкции и исполняет команды из нее, изменяет свои действия для соответствия обновленным условиям. Если агент сталкивается с повторяющейся проблемой или требуемым сценарием адаптации, сервис агента цифровой может пересмотреть и обновить параметры SLA, чтобы улучшить адаптацию и автономность системы. Обновленный SLA затем отправляется агентам для дальнейшего выполнения с учетом новых условий.

Микросервисный метод и алгоритм для принятия решений и их исполнения в многоагентных системах обеспечивают высокую гибкость, надежность и согласованность взаимодействия между цифровыми двойниками предприятия. Взаимодействие агентов через SLA позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям и действовать с учетом потребностей друг друга, что улучшает эффективность всей системы. Применение современных методов аналитики и отказоустойчивости в микросервисах способствует созданию адаптивной системы, которая поддерживает оптимальную работу активов в условиях повышенной динамики и сложности.

## Заключение

Предложенные методы и алгоритмы микросервисной реализации для сбора данных, мониторинга, диагностики, защиты информации и принятия решений в многоагентных системах направлены на обеспечение гибкости, автономности и масштабируемости МАС для эффективного взаимодействия агентов, реализующих функции цифровых двойников. В многоагентной системе, где основное взаимодействие происходит между агентом продукта и агентом ресурса, применение соглашений об уровне сервиса (SLA) позволяет обеспечить согласованность действий агентов и адаптацию к изменениям, что критически важно для современных сетевых предприятий.

Микросервисная архитектура доказала свою эффективность в создании автономных компонентов, что позволяет каждому агенту самостоятельно выполнять свои функции по сбору данных, мониторингу, диагностике, защите информации и принятию решений в рамках SLA. Поддержка такого уровня независимости и взаимодействия между агентами обеспечивает устойчивую работу системы даже в условиях высокой нагрузки и повышенной изменчивости внешних условий. Это позволяет цифровым двойникам реагировать на отклонения от нормативных показателей и автоматически корректировать свои действия для выполнения бизнес-целей.

Применение методов мониторинга и диагностики через микросервисы обеспечивает своевременное выявление и классификацию отклонений, что способствует предот-

вращению сбоев и повышает надежность всей системы. Благодаря распределенной обработке данных и адаптивному мониторингу, система может оперативно реагировать на изменения состояния активов, что особенно важно для поддержки стабильности и эффективности работы цифровых двойников. SLA в этой архитектуре играют ключевую роль, определяя параметры для каждого процесса, и способствует оптимизации работы МАС.

Методы принятия решений, реализуемые микросервисами, позволяют агентам гибко адаптировать свои действия, основываясь на SLA и анализе текущих данных. Использование аналитических алгоритмов, прогнозирования и автономного исполнения решений улучшает качество управления ресурсами и снижает риск возможных ошибок. Этот подход не только поддерживает эффективность работы агентов в реальном времени, но и способствует циклическому улучшению системы на основе полученной обратной связи.

Таким образом, предложенные методы и алгоритмы микросервисной реализации делают возможным создание адаптивной и надежной многоагентной системы, способной к быстрому масштабированию и гибкой адаптации к изменениям. Современные сетевые предприятия, внедряя микросервисную архитектуру для поддержки цифровых двойников, получают преимущества в управлении активами и процессами, что позволяет повысить конкурентоспособность и эффективность бизнеса в условиях цифровой трансформации.

## Литература

1. Звягин Л.С. Изучение многоагентных систем и решение проблем их математической алгоритмизации // Мягкие измерения и вычисления. 2021. Т. 46. № 9. С. 62–73. DOI: 10.36871/2618-9976.2021.09.003.

2. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В., Брызгалов А.А. Разработка моделей производственных и бизнес-процессов сетевых предприятий на основе многоагентных систем // Программные продукты и системы. 2023. № 4. С. 632–643. DOI: 10.15827/0236-235X.144.632-643.

3. Коновалов Н.С., Побойкина А.О., Чернов А.В. Построение микросервисной архитектуры // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: Сборник научных трудов XVI Международной научно-практической конференции (Курск, 18–19 марта 2021 г.) Отв. ред. М.С. Разумов. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 139–142.
4. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В. Проектирование многоагентной системы для сетевого предприятия // Бизнес-информатика. 2024. Т. 18. № 3. С. 70–86.
5. Jagutis M., Russell S., Collier R. W. Using Multi-Agent MicroServices (MAMS) for Agent-Based Modelling // International Workshop on Engineering Multi-Agent Systems. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. С. 85–92.
6. Melnyk A.O., Zimchenko B. Microservices Infrastructure Architecture for the Cloud-Based Multi-Agent Group Decision Support Systems for Autonomous Cyberphysical Systems // IntSol. 2023. С. 337–345.
7. Луценко Д.Ю., Полякова Л.П. Разбиение монолитного приложения на микросервисы с использованием паттерна Strangler // Информационные технологии в управлении и экономике. 2021. № 3(24). С. 82–87.
8. Комилиен Ф.С., Рахимов М.Ф. Микросервисная архитектура: от монолита к гибким распределенным системам // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. 2023. Т. 66. № 11–12. С. 659–667.
9. Ирбитский И.С., Романенков А.М., Стульников К.Т., Удалов Н.Н. Подходы к формированию безопасности в микросервисной архитектуре // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 3. С. 91–99. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.03.
10. Liu Z. et al. Reliability modelling and optimization for microservice-based cloud application using multi-agent system // IET Communications. 2022. Т. 16. № 10. С. 1182–1199.
11. Bondarenko A.S., Korolev D.V., Zaytsev K.S. Study the efficiency of using multi-agent models in modern microservice architectures // International Journal of Open Information Technologies. 2024. Т. 12. № 8. С. 48–55.
12. Кораблев А.В. Ключевые функциональность и преимущества использования цифровых двойников в промышленности // Цифровая экономика. 2019. № 2(6). С. 5–11.
13. Денисов С.Г. Технологии сбора и обработки данных для создания цифровых двойников // Бюллетень инновационных технологий. 2023. Т. 7. № 2(26). С. 12–17.
14. Li L. et al. Agent-based multi-tier SLA negotiation for intercloud // Journal of Cloud Computing. 2022. Т. 11. № 1. С. 16.
15. Pozdniakova O., Cholomskis A., Mažeika D. Self-adaptive autoscaling algorithm for SLA-sensitive applications running on the Kubernetes clusters // Cluster Computing. 2024. Т. 27. № 3. С. 2399–2426.
16. Nouredine S., Meriem B. ML-SLA-IoT: An SLA Specification and Monitoring Framework for IoT applications // Proceedings — 2021 International Conference on Information Systems and Advanced Technologies. 2021. DOI: 10.1109/ICISAT54145.2021.9678460.
17. Lazaroiu G. et al. Artificial intelligence-based decision-making algorithms, Internet of Things sensing networks, and sustainable cyber-physical management systems in big data-driven cognitive manufacturing // Oeconomia Copernicana. 2022. Т. 13. № 4. С. 1047–1080.
18. Брызгалов А.А. Разработка метода адаптации производственных и бизнес-процессов к динамическим условиям функционирования на основе накопления и анализа массивов данных // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2023): Сборник научных трудов XXVI Российской научной конференции: в 2-х томах (Москва, 29–30 ноября 2023 г.). М.: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 2023. С. 65–72.
19. Kumar R., Hassan M.F., Adnan M.H. M. A Principled Design of Intelligent Agent for the SLA negotiation process in cloud computing // 2022 2nd International Conference on Computing and Information Technology (ICCIT). IEEE, 2022. С. 383–387.
20. Swain A.K., Garza V.R. Key Factors in Achieving Service Level Agreements (SLA) for Information Technology (IT) Incident Resolution. 2022. DOI: 10.1007/s10796-022-10266-5.
21. Singh J., Goraya M.S. An Autonomous Multi-Agent Framework using Quality of Service to prevent Service Level Agreement Violations in Cloud Environment // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2023. Т. 14. № 3.
22. Hioal O. et al. A method based on multi-agent systems and passive replication technique for predicting failures in cloud computing // Recent Advances in Computer Science and Communications (Formerly: Recent Patents on Computer Science). 2023. Т. 16. № 1. С. 18–32.
23. Сидоров Ю.Ю. Использование технологии мультиагентных систем для решения задачи диагностики состояния технического объекта // Современные информационные технологии: сборник трудов по материалам 5-й Всероссийской научно-технической конференции (Москва, 27 сентября 2019 г.). М.: ООО «Научный консультант», 2019. С. 101–106.
24. Архипов К.А., Скляр А.Я. Способы обмена данными в микросервисной архитектуре // Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков: Сборник

материалов XXII Международной научно-практической конференции (Москва, 25 октября 2023 г.). М.: ООО «Издательство АЛЕФ», 2023. С. 141–145.

25. Sakurada L., Leitaio P., De la Prieta F. Agent-based asset administration shell approach for digitizing industrial assets // *Ifac-Papersonline*. 2022. Т. 55. № 2. С. 193–198.

26. Hioual O. et al. A method based on multi-agent systems and passive replication technique for predicting failures in cloud computing // *Recent Advances in Computer Science and Communications (Formerly: Recent Patents on Computer Science)*. 2023. Т. 16. № 1. С. 18–32.

27. Usman M. et al. A survey on observability of distributed edge & container-based microservices // *IEEE Access*. 2022. Т. 10. С. 86904–86919.

## References

1. Zvyagin L.S. Study of multi-agent systems and solution of problems of their mathematical algorithmization. *Myagkiye izmereniya i vychisleniya = Soft measurements and calculations*. 2021; 46; 9: 62–73. DOI: 10.36871/2618-9976.2021.09.003. (In Russ.)

2. Tel'nov Yu.F., Kazakov V.A., Danilov A.V., Bryzgalov A.A. Development of models of production and business processes of network enterprises based on multi-agent systems. *Programmnyye produkty i sistemy = Software products and systems*. 2023; 4: 632–643. DOI: 10.15827/0236-235X.144.632–643. (In Russ.)

3. Konovalov N.S., Poboykina A.O., Chernov A.V. Building a microservice architecture. *Sovremennyye instrumental'nyye sistemy, informatsionnyye tekhnologii i innovatsii: Sbornik nauchnykh trudov XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Modern instrumental systems, information technologies and innovations: Collection of scientific papers of the XVI International scientific and practical conference (Kursk, March 18–19, 2021)* Ed. M. S. Razumov. Kursk: South-West State University, 2021: 139–142. (In Russ.)

4. Tel'nov Yu.F., Kazakov V.A., Danilov A.V. Designing a multi-agent system for a network enterprise. *Biznes-informatika = Business informatics*. 2024; 18; 3: 70–86. (In Russ.)

5. Jagutis M., Russell S., Collier R. W. Using Multi-Agent MicroServices (MAMS) for Agent-Based Modelling. *International Workshop on Engineering Multi-Agent Systems*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2023: 85–92.

6. Melnyk A. O., Zimchenko B. Microservices Infrastructure Architecture for the Cloud-Based Multi-Agent Group Decision Support Systems for Autonomous Cyberphysical Systems. *IntSol*. 2023: 337–345.

7. Lutsenko D.Yu., Polyakova L.P. Splitting a Monolithic Application into Microservices Using the Strangler Pattern. *Informatsionnyye tekhnologii v*

28. Miranda R. P. M. Real-time information processing [i. é processing]. 2024.

29. Кучина Т. Н., Якушева Е. А. Алгоритм для проведения сбора обратной связи от пользователей в задачах контроля сложных информационных систем // *Научные исследования и современное образование: сборник материалов X Международной научно-практической конференции ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»; Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова; Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова; ЦНС «Интерактив плюс»*. (Чебоксары, 13 марта 2020 г.) Чебоксары: ООО «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2020. С. 82–87.

*upravlennii i ekonomike = Information Technologies in Management and Economics*. 2021; 3(24): 82–87. (In Russ.)

8. Komiliyen F.S., Rakhimov M.F. Microservice Architecture: From Monolith to Flexible Distributed Systems. *Doklady Natsional'noy akademii nauk Tadzhikistana = Reports of the National Academy of Sciences of Tajikistan*. 2023; 66; 11–12: 659–667.

9. Irbitskiy I.S., Romanenkov A.M., Stul'nikov K.T., Udalov N.N. Approaches to the formation of security in microservice architecture. *Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki = Modern science: current problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences*. 2022; 3: 91–99. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.03. (In Russ.)

10. Liu Z. et al. Reliability modelling and optimization for microservice-based cloud application using multi-agent system. *IET Communications*. 2022; 16; 10: 1182–1199.

11. Bondarenko A.S., Korolev D.V., Zaytsev K.S. Study the efficiency of using multi-agent models in modern microservice architectures. *International Journal of Open Information Technologies*. 2024; 12; 8: 48–55.

12. Korablev A.V. Key functionality and advantages of using digital twins in industry. *Tsifrovaya ekonomika = Digital Economy*. 2019; 2(6): 5–11.

13. Denisov S.G. Data collection and processing technologies for creating digital twins. *Byulleten' innovatsionnykh tekhnologiy = Bulletin of innovative technologies*. 2023; 7; 2(26): 12–17. (In Russ.)

14. Li L. et al. Agent-based multi-tier SLA negotiation for intercloud. *Journal of Cloud Computing*. 2022; 11; 1: 16.

15. Pozdniakova O., Cholomskis A., Mažeika D. Self-adaptive autoscaling algorithm for SLA-sensitive applications running on the Kubernetes clusters. *Cluster Computing*. 2024; 27; 3: 2399–2426.

16. Nouredine S., Meriem B. ML-SLA-IoT: An SLA Specification and Monitoring Framework

for IoT applications. Proceedings - 2021 International Conference on Information Systems and Advanced Technologies. 2021. DOI: 10.1109/ICISAT54145.2021.9678460.

17. Lazaroiu G. et al. Artificial intelligence-based decision-making algorithms, Internet of Things sensing networks, and sustainable cyber-physical management systems in big data-driven cognitive manufacturing. *Oeconomia Copernicana*. 2022; 13; 4: 1047-1080.

18. Bryzgalov A.A. Development of a method for adapting production and business processes to dynamic operating conditions based on the accumulation and analysis of data arrays. *Inzhiniring predpriyatiy i upravleniye znaniyami (IP&UZ-2023): Sbornik nauchnykh trudov XXVI Rossiyskoy nauchnoy konferentsii: v 2-kh tomakh = Enterprise Engineering and Knowledge Management (IP&UZ-2023): Collection of scientific papers of the XXVI Russian Scientific Conference: in 2 volumes* (Moscow, November 29-30, 2023). Moscow: Plekhanov Russian University of Economics; 2023: 65-72. (In Russ.)

19. Kumar R., Hassan M.F., Adnan M.H.M. A Principled Design of Intelligent Agent for the SLA negotiation process in cloud computing. 2022 2nd International Conference on Computing and Information Technology (ICCIIT). IEEE; 2022: 383-387.

20. Swain A.K., Garza V.R. Key Factors in Achieving Service Level Agreements (SLA) for Information Technology (IT) Incident Resolution. 2022. DOI: 10.1007/s10796-022-10266-5.

21. Singh J., Goraya M.S. An Autonomous Multi-Agent Framework using Quality of Service to prevent Service Level Agreement Violations in Cloud Environment. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2023; 14: 3.

22. Hioual O. et al. A method based on multi-agent systems and passive replication technique for predicting failures in cloud computing. *Recent Advances in Computer Science and Communications (Formerly: Recent Patents on Computer Science)*. 2023; 16; 1: 18-32.

23. Sidorov Yu.Yu. Using multi-agent systems technology to solve the problem of diagnosing the state of a technical object. *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii: sbornik trudov po materialam 5-y Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii = Modern information technologies: collection of papers based on the materials of the 5th All-Russian scientific and*

*technical conference* (Moscow, September 27, 2019). Moscow: Scientific Consultant LLC; 2019: 101-106. (In Russ.)

24. Arkhipov K.A., Sklyar A.Ya. Data exchange methods in microservice architecture. *Razvitiye nauki i praktiki v global'no menyayushchemsya mire v usloviyakh riskov: Sbornik materialov XXII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Development of science and practice in a globally changing world under risks: Collection of materials of the XXII International scientific and practical conference* (Moscow, October 25, 2023). Moscow: Alef Publishing House LLC; 2023: 141-145. (In Russ.)

25. Sakurada L., Leitao P., De la Prieta F. Agent-based asset administration shell approach for digitizing industrial assets. *Ifac-Papersonline*. 2022; 55; 2: 193-198.

26. Hioual O. et al. A method based on multi-agent systems and passive replication technique for predicting failures in cloud computing. *Recent Advances in Computer Science and Communications (Formerly: Recent Patents on Computer Science)*. 2023; 16; 1: 18-32.

27. Usman M. et al. A survey on observability of distributed edge & container-based microservices. *IEEE Access*. 2022; 10: 86904-86919.

28. Miranda R. P. M. Real-time information processing [i. é processing]. 2024.

29. Kuchina T.N., Yakusheva Ye.A. Algorithm for collecting feedback from users in problems of monitoring complex information systems. *Nauchnyye issledovaniya i sovremennoye obrazovaniye: sbornik materialov X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii FGBOU VO «Chuvashskiy gosudarstvennyy universitet im. I.N. Ul'yanova»; Aktyubinskiy regional'nyy gosudarstvennyy universitet im. K. Zhubanova; Kyrgyzskiy ekonomicheskiy universitet im. M. Ryskulbekova; TSNS «Interaktiv plus» = Scientific research and modern education: collection of materials of the X International scientific and practical conference FSBEI HE «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov»; Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov; Kyrgyz Economic University named after M. Ryskulbekov; CNS «Interactive Plus». (Cheboksary, March 13, 2020). Cheboksary: LLC «Center for Scientific Cooperation» Interactive Plus «; 2020: 82-87. (In Russ.)*

## Сведения об авторе

**Алексей Алексеевич Брызгалов**

*Ассистент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности*

*Российский экономический университет*

*им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия*

*Эл. почта: Bryzgalov.AA@rea.ru*

## Information about the author

**Alexey A. Bryzgalov**

*Assistant of the Department of Applied Informatics and Information Security*

*Plekhanov Russian University of Economics,*

*Moscow, Russia*

*E-mail: Bryzgalov.AA@rea.ru*



УДК 004.65

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-6-67-21>С.М. Щербakov, К.Х. Калугян, А.В. Абрамова,  
В.Ю. ГречкинаРостовский государственный экономический университет (РИНХ),  
г. Ростов-на-Дону, Россия

# Антипаттерны в проектировании баз данных

**Цель работы** является адаптация метода антипаттернов для повышения эффективности обучения студентов направлений «Прикладная информатика», «Информационные системы и технологии», «Программная инженерия» принципам и техникам проектирования реляционных баз данных в рамках соответствующих дисциплин и практик.

Обучение проектированию баз данных является важной составляющей формирования специалиста-разработчика программного обеспечения. Совокупность принимаемых при проектировании решений должна опираться на общепринятые правила, принципы и рекомендации, а также на имеющийся опыт создания и эксплуатации информационных систем, трудновоспроизводимый в условиях аудитории вуза.

**Материалы и методы.** Повысить эффективность обучения студентов проектированию баз данных позволит подход, ориентированный на концепцию антипаттернов — неудачных распространенных проектных решений. Понятие антипаттерна получило широкое распространение вслед за широким использованием понятия паттерна, то есть распространенного типового решения, вписанного в контекст решаемой проблемы. Как понятие паттерна, так и понятие антипаттерна первоначально были ориентированы на объектно-ориентированное программное обеспечение, но в дальнейшем получили признание во всех областях информационных технологий.

В работе предложена схема описания антипаттерна, включающая название, краткую характеристику, возможные причины появления, список недостатков применения при построении реляционных баз данных, концептуальная модель в виде ER-диаграммы (диаграмма сущность-связь), пример соответствующей структуры базы данных, способы ухода от антипаттерна, а также возможные исключения, когда применение именно такого проектного решения при создании базы данных может быть оправдано.

**Результаты исследования.** На основании учебной, научной и технической литературы и периодики, а также на основе

анализа имеющейся практики проектирования информационных систем составлен и описан каталог распространенных антипаттернов проектирования реляционных баз данных. Примеры антипаттернов: «Винегрет» имен, «Таблицы-дубли», «Ложная абстракция», «Неатомарные реквизиты», «Столбцы-дубли», «Изменение данных в рабочем порядке (временные поля)», «Параллельные связи», ««Божественная» таблица», «Спекулятивное изменение метаданных» и др.

При этом часть паттернов позволила проиллюстрировать общие принципы проектирования реляционных баз данных, например, такой как «Никакое изолированное программирование не способно исправить фатальные недостатки архитектуры». Показано, что имеющиеся неудачные решения зачастую обусловлены определенными предпосылками, например, необходимостью выполнить *hotfix*, то есть «временное» решение, или преждевременной попыткой повысить производительность системы, либо желанием получить некоторый отчет одним запросом, избежав лишних соединений и т.д. Помимо технических аспектов показана актуальность корректной и единообразной системы наименований, отсутствие которой затрудняет сопровождение и развитие системы и ведет к лишним затратам.

Предложенный подход был апробирован при обучении студентов дисциплинам «Базы данных», «Проектирование баз данных», «Архитектура информационных систем». Прошедшие обучение студенты улучшили понимание принципов и практик проектирования структуры баз данных.

**Заключение.** Применение предложенного каталога антипаттернов в учебном процессе вуза позволяет ускорить обучение молодых специалистов приемам проектирования структуры реляционных баз данных, избежать распространенных ошибок при создании информационных систем, а также повысить общую культуру проектирования.

**Ключевые слова:** база данных, СУБД, SQL, проектирование, антипаттерн, учебный процесс.

Sergey M. Shcherbakov, Karine K. Kalugyan, Anna V. Abramova, Vera Y. Grechkina

Rostov State University of Economics (RINH), Rostov-on-Don, Russia

## Antipatterns in Database Design

**The purpose of the study** is to adapt the antipattern method to improve the effectiveness of teaching students in the fields of “Applied Informatics”, “Information Systems and Technologies”, “Software Engineering” to the principles and techniques of relational database design within the framework of relevant disciplines and practices. Training in database design is an important component of the formation of a specialist software developer. The totality of decisions taken in the design process should be based on generally accepted rules, principles and recommendations, as well as on the existing experience in creating and operating information systems, which is difficult to reproduce in the conditions of the university audience.

**Materials and methods.** An approach focused on the concept of antipatterns — unsuccessful common design solutions — will allow increasing the effectiveness of students’ training in database design. The antipattern concept has become widespread following the widespread use of the concept of a pattern, that is, a common standard solution inscribed in the context of the problem being solved. Both the

concept of a pattern and the concept of an antipattern were initially focused on object-oriented software, but later gained recognition in all areas of information technology.

The paper proposes a scheme for describing the antipattern, including the name, a brief description, possible causes of occurrence, a list of disadvantages of application in the construction of relational databases, a conceptual model in the form of an ER-diagram (entity-relationship diagram), an example of the appropriate database structure, ways to avoid antipatterns, as well as possible exceptions when using just such a design decision when creating a database may be justified.

**Research results.** Based on educational, scientific and technical literature and periodicals, as well as on the basis of an analysis of the existing practice of designing information systems, a catalog of common antipatterns for designing relational databases has been compiled and described. Examples of antipatterns: “Jumble of names”, “Duplicate tables”, “False abstraction”, “Non-atomic attributes”, “Duplicate columns”, “Changing data in due course (temporary

fields)”, “Parallel connections”, ““Divine” table”, “Speculative metadata modification”, etc.

At the same time, some of the patterns made it possible to illustrate the general principles of relational database design, for example, such as “No sophisticated programming is capable of correcting fatal architectural flaws”. It is shown that the existing unsuccessful solutions are often due to certain prerequisites, for example, the need to perform a hotfix that is, a “temporary” solution, or a premature attempt to improve system performance, or the desire to get some report with one request, avoiding unnecessary connections, etc. In addition to the technical aspects, the relevance of a correct and uniform naming system is shown, the absence of which makes it difficult to maintain and develop the system and leads to unnecessary costs.

The proposed approach was tested when teaching students the disciplines “Databases”, “Database design”, “Architecture of information systems”. The students who completed the training improved their understanding of the principles and practices of database structure design.

**Conclusion.** The use of the proposed catalog of antipatterns in the educational process of the university makes it possible to accelerate the training of young specialists in the techniques of designing the structure of relational databases, avoid common mistakes when creating information systems, and improve the overall design culture.

**Keywords:** database, DBMS, SQL, design, antipattern, learning process.

## Введение

База данных является ядром любой информационной системы. В настоящее время, несмотря на прогресс NoSQL баз данных, таких как MongoDB или Cassandra, реляционные базы данных по-прежнему доминируют в задачах создания информационных систем. Развитие ORM-фреймворков создает дополнительный слой объектов программного обеспечения, но никак не отменяет необходимости проектирования структуры базы данных, которую эти объекты представляют.

Задача проектирования базы данных не является простой и предполагает комбинирование теоретических знаний, практических навыков и профессионального опыта [1]. При этом ошибки проектирования, будучи совершаемыми на ранних этапах построения информационной системы, могут вести к значительным техническим сложностям и расходам в дальнейшем.

В отечественной [2-3] и зарубежной [4] литературе значительное внимание уделяется проблемам обучения проектированию баз данных. При этом выделяется необходимость комбинировать теоретическое обучение и практические задания, разбор примеров, выполнение самостоятельных заданий, применение приближенных к практике кейсов. Одним из важных элементов учебного процесса (наряду с теорией и

самостоятельным «набиванием шишек») является и ознакомление с зафиксированным опытом индустрии.

В сфере информационных технологий широко распространены концепции паттерна и антипаттерна. Идея паттерна (типового проверенного решения, вписанного в контекст решаемой проблемы) была выдвинута в сфере архитектуры и дизайна [5]. Далее усилиями «Банды четырех» [6] концепция паттернов была перенесена в сферу информационных технологий, точнее в область проектирования объектно-ориентированного программного обеспечения.

Антипаттерн — это также распространенное решение, но решение неудачное, влекущее некоторый негативный эффект [7]. Не стоит путать антипаттерн с ошибкой, разработанная с применением антипаттерна система будет работать, но будет иметь проблемы с обслуживанием, развитием, масштабированием.

Хорошим примером антипаттерна может служить выключатель, расположенный позади открывающегося дверного полотна. В конечном счете при должной сноровке можно добраться до выключателя и включить свет.

В дальнейшем успех концепций паттерна и антипаттерна обусловил их перенос и на смежные области, включая управление проектами, дизайн интерфейсов и т.д. [8–10].

## Материалы и методы

Антипаттерны проектирования в базах данных (БД) — проблемные шаблоны, которые могут возникать в процессе разработки БД и приводить к негативным последствиям для их функциональности, производительности и обслуживания. В отличие от паттернов проектирования, которые представляют собой устоявшиеся решения для типичных проблем при проектировании, антипаттерны выступают как распространенные неудачные решения, которые могут возникнуть в процессе разработки БД.

Суть антипаттернов в проектировании состоит в возможности их определения и предотвращения, а также в улучшении понимания проблем, которые могут возникнуть в процессе создания БД. Осознание и применение таких проблемных шаблонов позволяет разработчикам и администраторам избежать типичных ошибок, повысить производительность и обеспечить более надежное функционирование БД.

Обратим внимание, что цель составления каталога антипаттернов не заключается исключительно в недопущении применения неудачных практик, но также в внедрении в учебный процесс и общих принципов проектирования архитектуры, а также формирования культуры проектирования.

В работе мы проведем обзор известных антипаттернов в проектировании баз данных, а также рассмотрим предложенные

ния по их предотвращению и устранению. Источниками антипаттернов выступали [11-14]: техническая литература (отметим прежде всего книги Б. Карвина [15] и М. Блаха [16]), научная и профессиональная периодика, профессиональные форумы, а также личный опыт авторов в участии в проектах разработки баз данных, их экспертизы и оценивания.

Еще один аспект, над которым молодому инженеру стоит задуматься — распространенность антипаттернов. Если их часто применяют в реальных проектах, значит есть некоторая причина, толкающая разработчиков к этим решениям. Это может быть кажущаяся простота реализации или желание получить быстрое решение, которое в дальнейшем возможно будет улучшено. Иногда антипаттерны выступают в качестве временного hot-фикса, позволяющего сохранить работоспособность системы. В ряде случаев имеется стремление обеспечить выполнение какого-то распространенного запроса, а иногда — желание «сэкономить» число таблиц и т.д. Также возможна еще одна причина — устоявшиеся неудачная культура проектирования в той или иной фирме или подразделении.

При описании антипаттернов будем использовать следующую структуру (некоторые компоненты могут отсутствовать):

- названия антипаттерна (если антипаттерн ранее был описан в литературе, сохраняется оригинальное название);
- общая схема;
- пример антипаттерна;
- возможная причина появления;
- негативные последствия;
- способы решения, ухода от антипаттерна;
- возможные исключения, когда применение антипаттерна оправдано.

Обратим внимание, что описанные нами и другими ав-

торами антипаттерны не стоит воспринимать догматично. Так, Б. Карвин относит решение Entity-Attribute-Value к антипаттернам [15], в то время как М. Блаха — к паттернам [16]. Конечное слово остается за инженером, осуществляющим проектирование.

Результаты исследования

1. Антипаттерны, связанные с недостатками структуры БД и проектирования таблиц

1.1. Неатомарные реквизиты.

Когда реквизит одной сущности разбит на несколько отдельных значений, это затрудняет выполнение запросов, обновление и поддержание целостности данных (рис. 1). Представим себе, что нам потребуется выбрать сотрудников, владеющих английским языком. Во-первых, мы получим неэффективный sql-запрос с полнотекстовым поиском, во-вторых, при заполнении таблиц мы не можем проконтролировать единообразие написания названий.

| person      | languages                  |
|-------------|----------------------------|
| Иванов И.И. | Англ., испанский, немецкий |
| Петров П.П. | Английский                 |

Рис. 1. Антипаттерн «Неатомарные реквизиты»  
Fig. 1. “Non-atomic attributes” antipattern

| person      | language   | language2  |
|-------------|------------|------------|
| Иванов И.И. | испанский  | английский |
| Петров П.П. | английский |            |

Рис. 2. Антипаттерн «Столбцы-дубли»  
Fig. 2. “Duplicate columns” antipattern

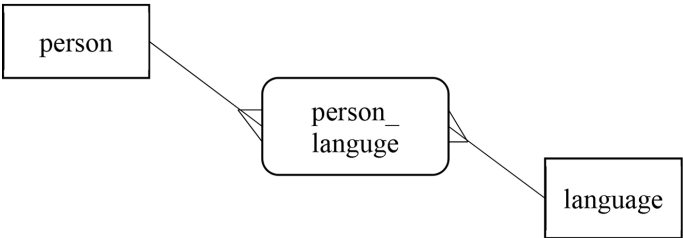


Рис. 3. Решение антипаттернов «Неатомарные реквизиты» и «Столбцы-дубли»  
Fig. 3. Solution of the antipatterns “Non-atomic attributes” and “Duplicate columns”

В этой ситуации следует пересмотреть структуру данных и объединить такие атрибуты в одно поле для обеспечения атомарности (рис. 3).

В целом, антипаттерн подводит нас к важному принципу: *все, что помещается в поле таблицы выводится из-под действия механизмов реляционной СУБД, что и лишает преимуществ ее использования.*

1.2. Столбцы-дубли.

Дублирование данных в разных столбцах приводит к избыточности и риску противоречий, затрудняет выполнение сложных запросов (рис. 2). SQL-запрос будет изобиловать связками OR. Также мы не сможем помешать пользователю внести два одинаковых значения в одну запись. Наконец, вполне вероятно появление необходимости очередного значения, которое не поместится в существующие столбцы таблицы.

Часто такое решение возникает как ответ на необходимость создать срочную «заплатку», «hotfix», которые, как

| клиент      | город  | товар | цена | количество |
|-------------|--------|-------|------|------------|
| Иванов И.И. | Ростов | Стол  | 1000 | 12         |
| Петров П.П. | Азов   | Стол  | 1000 | 1          |
| Петров П.П. | Азов   | Стул  | 600  | 6          |

Рис. 4. Антипаттерн «Нарушение нормализации»  
Fig. 4. “Violation of normalization” antipattern

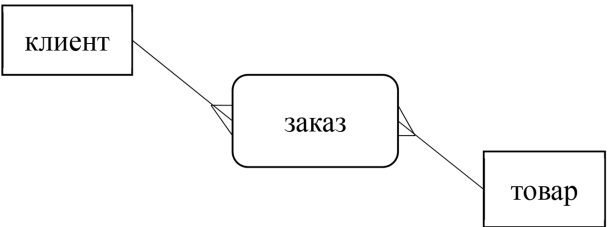


Рис. 5. Решение антипаттерна «Нарушение нормализации»  
Fig. 5. Solution of the antipattern “Violation of normalization”

предполагаются, когда-нибудь в дальнейшем будут исправлены на более адекватное решение.

В таких случаях лучше пересмотреть структуру данных и создать связи между таблицами (рис. 3).

1.3.Нарушение нормализации.

Может привести к избыточности и потере целостности данных, трудностям при поддержке и изменении структуры таблиц [17] (рис. 4). Необходимо проанализировать структуру данных и привести ее к нормализованным формам (например, до третьей нормальной формы или нормальной форме Бойса – Кодда) (рис. 5).

Исключением является осознанная денормализация для задач OLAP (Online Analytical Processing). Необходимость многократного объединения таблиц может сделать запросы OLAP сложными и медленными. Осознанная денормализация позволяет хранить суммарные данные, предварительно вычисленные доли и другие агрегированные значения в одной таблице или структуре [18].

1.4. Таблицы-дубли [17].

Появление в базе данных нескольких таблиц с одинаковой структурой — это как лабиринт запутанных коридоров,

где данные блуждают, теряются и дублируются без конца. Избыточность данных — это бомбы замедленного действия, которые рано или поздно разрушат целостность и согласованность базы данных (рис. 6).

Orders\_2021  
Orders\_2022  
Orders\_2023

Рис. 6. Антипаттерн «Таблицы-дубли»  
Fig. 6. “Duplicate tables” antipattern

Представим возможные последствия:

сложность ответа на вопрос, сколько заказов, например, поступило за последние 3 года; возможные изменения структуры, которые потребуются дублировать и в старых таблицах;

сложность обработки граничных ситуаций, например, мы получили заказ в конце декабря, а выполнили в начале января.

В некоторых случаях создание таблиц-дублей используется как средство повышения производительности. В иных случаях целью может стать желание начинать каждый год «с чистого листа».

Чтобы избежать появления таблиц-дублей и связанных с ними проблем следует правильно определить сущности и

атрибуты, соблюдать принципы проектирования и при необходимости применять встроенные средства повышения производительности.

Современные СУБД позволяют решать проблему производительности путем настройки, не затрагивая логический уровень. Можно настроить партиции (области физического хранения данных) так, чтобы старые данные располагались на отдельном жестком диске или на отдельном сервере. При этом прикладной программист будет видеть единую таблицу базы данных. Также для разных временных периодов может быть выбран разный способ хранения, часто более старые данные предпочитают хранить в колоночном виде (такую опцию предлагают отдельные современные СУБД, например, GreenPlum).

В целом, антипаттерн подводит нас к важнейшему принципу проектированию — к ориентации на правило Парето 80 / 20. Согласно этому принципу необходимо избегать преждевременной оптимизации производительности и не пытаться ускорить выполнение всех запросов, а сначала выявить с помощью профилирования системы «узкие места» (которые и дают львиную долю задержек), и лишь потом сосредоточить усилия по оптимизации этих критических запросов.

Также применение принципа Парето в контексте баз данных позволит:

- сосредоточить усилия на оптимизации тех запросов, которые формируют 80 % нагрузки на базу данных или выполняются 80 % времени, что поможет сделать работу с БД более эффективной;
- сконцентрироваться на индексировании тех столбцов, которые приводят к ускорению выполнения 80 % наиболее часто выполняемых запросов;
- сконцентрировать внимание на тех частях системы, которые являются «узким ме-

стом» и оказывают значительное влияние на общую производительность;

- кэшировать 20 % наиболее часто используемых данных, что может привести к улучшению производительности в 80 % случаев.

1.5. Бессодержательные имена. Такое решение затрудняет понимание структуры и смысла таблиц и столбцов в них, создает сложности при сопровождении БД (рис. 7). Пример взят из реально существовавшего проекта.

| table0045   |          |
|-------------|----------|
| field005    | field006 |
| Иванов И.И. | Ростов   |
| Петров П.П. | Азов     |

Рис. 7. Антипаттерн «Бессодержательные имена»  
Fig. 7. “Meaningless names” antipattern

Более информативные имена улучшают читаемость, понимание и поддержку кода, поэтому следует уделить этому аспекту достаточное внимание при создании программного обеспечения – разработать систему имен и придерживаться её.

При этом сама система может быть любой, но ее важно строго придерживаться.

1.6. «Винегрет» имен.

Смешанные или несогласованные способы именования элементов базы данных (рис. 8). Так же, как и антипаттерн «бессодержательные имена», может привести к путанице, увеличению сложности понимания кода и затруднению его сопровождения, что может подорвать продуктивность всей команды разработчиков. Если в базе уже существуют подобные нарушения, необходимо организовать рефакторинг.

Перечисленные нами два антипаттерна приводят к следующему принципу: *разработка является, в том числе, социально-экономической де-*

*ятельностью.* А значит корректный выбор описательных имен, которые раскрывают истинный смысл таблиц и столбцов столь же важен, как и правильная структура базы данных. Необходимо внимание к затратам труда и понимание сложностей взаимодействия участников разработки [19].

| clients     |          |
|-------------|----------|
| Client_name | idclient |
| Иванов И.И. | 1        |
| Петров П.П. | 2        |
|             |          |
| Spr_tovar   |          |
| Goodname    | Kod_tov  |
| Стол        | 1        |
| Стул        | 2        |

Рис.8. Антипаттерн «“Винегрет” имен»  
Fig. 8. “Jumble of names” antipattern

2. Антипаттерны, связанные с жесткими и неподдающимися изменениям структурами данных.

2.1. ENUM hardcoding (жестко закодированные справочные значения).

Жесткое кодирование значений переменных (ENUM) делает программный код менее гибким и поддерживаемым при необходимости изменений [16] (рис. 9).

Недостатки данного антипаттерна включают в себя:

- сложность поддержки: жёстко закодированные перечисления усложняют сопровождение кода, поскольку любые изменения в перечислении потребуют обновления кода вручную;
- неочевидность: использование зашифрованных перечислений скрывает информацию о различных значениях, что делает код менее читаемым и понятным для других разработчиков;
- ограниченность возможностей: жесткое кодирование перечислений затрудняет добавление новых значений или модификацию существующих.

| клиент        | статус |                                |
|---------------|--------|--------------------------------|
| Иванов И.И.   | 4      | 1 – новый<br>2 – потенциальный |
| Петров П.П.   | 1      | ...                            |
| Елизаров Е.Е. | 4      |                                |

Рис. 9. Антипаттерн «ENUM hardcoding»  
Fig. 9. “ENUM hardcoding” antipattern

Если перечисления могут изменяться динамически, их значения можно хранить в базе данных в справочнике, обеспечивая гибкость и удобство в обновлении (рис. 10).

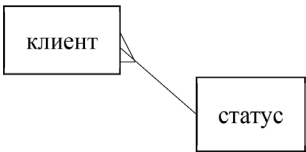


Рис. 10. Решение антипаттерна «ENUM hardcoding»  
Fig. 10. Solution of the antipattern “ENUM hardcoding”

2.2. Ложная абстракция

Ситуация, когда в одной таблице размещены строки, относящиеся к двум или более различным понятиям, произвольно объединенных в одно целое (рис. 11). Как видим из рисунка, общего между «Категорией водителя» и «Категорией товара» лишь слово «Категория». А значит мы не сможем проконтролировать, чтобы в путевом листе вместо категории водителя не оказалась категория груза и наоборот. Либо такой контроль потребует лишних усилий программиста.

| Код | Категория            |
|-----|----------------------|
| 1   | Категория водителя А |
| 2   | Категория водителя Б |
| 3   | Категория водителя В |
| 4   | Категория груза 1    |
| 5   | Категория груза 2    |

Рис. 11. Антипаттерн «Ложная абстракция»  
Fig. 11. “False abstraction” antipattern

Вместо стабильной и надежной базы данных, ложная абстракция создает иллюзию устойчивости, которая может легко рухнуть под натиском изменений. Это может привести к катастрофическим сбоям и наводнениям данных, угрожая даже самому существованию системы.

Разнородные понятия следует разделять на отдельные таблицы-справочники, каждая из которых будет описывать конкретный тип данных.

2.3. Level Hardcoding [16]

(жесткое кодирование уровней иерархии в таблице).

Жесткое привязывание логики или данных к определенному уровню или слою делает систему менее гибкой и расширяемой (рис. 12). Целесообразно разделение разнородных типов данных по разным таблицам в соответствии с их природой, чтобы каждая таблица содержала данные только определенного уровня или типа (рис. 13).

При использовании этого антипаттерна, база данных становится фрагментированной, как разбитое зеркало - каждый кусочек отражает что-то, но ни один не дает полной картины. Эта фрагментация приводит к потере целостности и недоступности полного контекста.

Обратим внимание, решение, представленное на рисунке 13 – это не единственный способ представления иерархий. Например, У. Карвин [15] критикует такой подход вводя для него антипаттерн «Наивная иерархия» и предлагает ряд альтернативных решений.

2.4. Полиморфная ассоциация.

Ситуация, когда одно поле внешнего ключа используется для ссылок на разные таблицы [15], это усложняет структуру БД и создает проблемы при запросах и поддержке данных (рис. 14). Главный недостаток – невозможность обеспечения ссылочной целостности данных [20].

| товар   | категория  | Подкатегория 1 | Подкатегория 2 |
|---------|------------|----------------|----------------|
| сумочка | аксессуары |                |                |
| брюки   | одежда     | мужская        | летняя         |
| майка   | одежда     | женская        |                |

Рис. 12. Антипаттерн «Level Hardcoding»

Fig. 12. “Level Hardcoding” antipattern

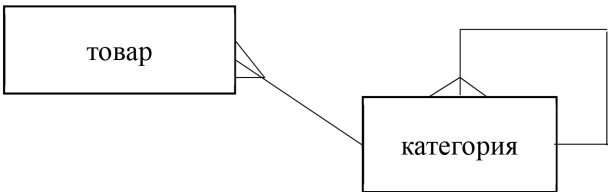


Рис. 13. Решение антипаттерна «Level Hardcoding»

Fig. 13. Solution of the antipattern “Level Hardcoding”

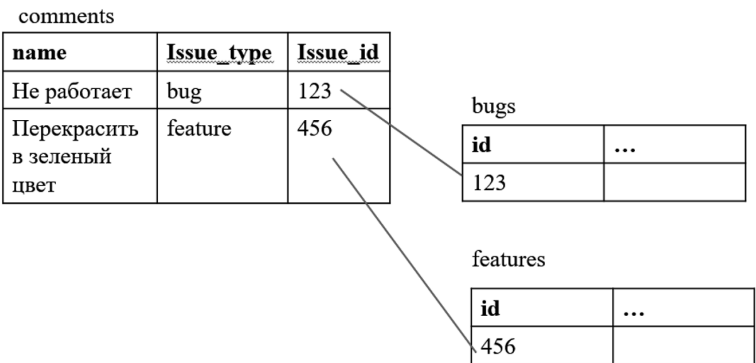


Рис. 14. Антипаттерн «Полиморфная ассоциация» [17]

Fig. 14. “Polymorphic association” antipattern

| id | № счета | Сумма счета | № платежа | Сумма платежа |
|----|---------|-------------|-----------|---------------|
| 1  | 1       | 1000        | 12        | 600           |
| 2  | 1       |             | 1         | 400           |
| 3  | 2       | 500         | 6         | 500           |

Рис. 15. Антипаттерн «Божественная» таблица»

Fig. 15. “‘Divine’ table” antipattern

Можно применить следующие способы, чтобы избежать использования полиморфных ассоциаций при создании базы данных:

- создание отдельных полей внешних ключей для каждой ассоциации, чтобы явно указать, к какой таблице относится ссылка (два ключа и LEFT JOIN):  
SELECT \* FROM Comments c  
LEFT JOIN Bugs b USING (bug\_id)  
LEFT JOIN Features f USING (feature\_id);
- применение паттерна «наследование в базе данных» (Table Inheritance): разделение общих и специфических атрибутов в несколько таблиц.

2.5. «Божественная» таблица (или Монолитная таблица).

Одна большая таблица, в которой сосредоточены данные из разных сфер или смыслов, снижает читаемость и поддерживаемость кода (рис. 15).

Причина применения антипаттерна – в легкости (кажущейся!) проведения, например, подсчета стоимости и задолженности одним запросом. Однако такое преимущество не стоит потери контроля целостности данных, аномалий удаления и сложностей с поддержкой операций модификации.

Избежать избыточности и улучшить структуру базы данных позволит разделение

монолитной таблицы на отдельные таблицы, каждая из которых будет содержать данные только для конкретной сущности (рис. 16).

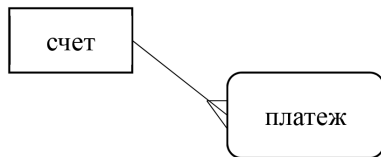


Рис. 16. Решение антипаттерна «Божественная» таблица»

Fig. 16. Solution of the antipattern “‘Divine’ table”

## 2.6. Параллельные атрибуты и их группы [16].

Использование различных групп атрибутов для одной и той же сущности указывает на возможное отсутствие отдельной таблицы для этой сущности, что приводит к дублированию кода и снижению гибкости (рис. 17).

| client      |
|-------------|
| id          |
| work_adress |
| work_phone  |
| home_adress |
| home_phone  |

Рис. 17. Антипаттерн «Параллельные атрибуты и их группы»

Fig. 17. “Parallel attributes and their groups” antipattern

Аудит структуры данных поможет выявить повторяющиеся группы атрибутов и пропущенные сущности, которые требуют выделения в отдельные таблицы (рис. 18).

## 2.7. Параллельные связи.

Установление нескольких независимых отношений между одними и теми же таблицами усложняет обработку запросов и поддержку базы данных (рис. 19).

Если мы обратим внимание на приведенный пример, то увидим, что для его реализации потребуется 5 отдельных таблиц – включая 3 промежуточных. А ведь список вариан-

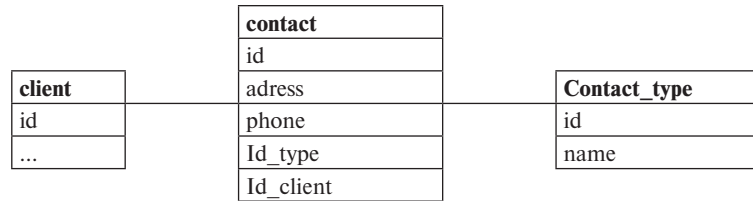


Рис. 18. Решение антипаттерна «Параллельные атрибуты и их группы»

Fig. 18. Solution of the antipattern “Parallel attributes and their groups”

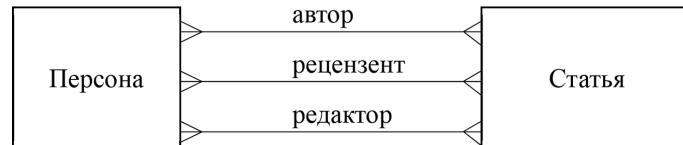


Рис. 19. Антипаттерн «Параллельные связи»

Fig. 19. “Parallel connections” antipattern

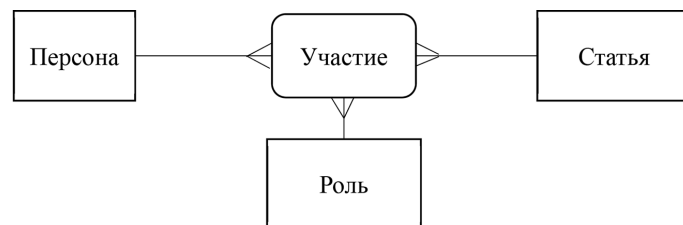


Рис. 20. Решение антипаттерна «Параллельные связи» [14, 20]

Fig. 20. Solution of the antipattern “Parallel connections”

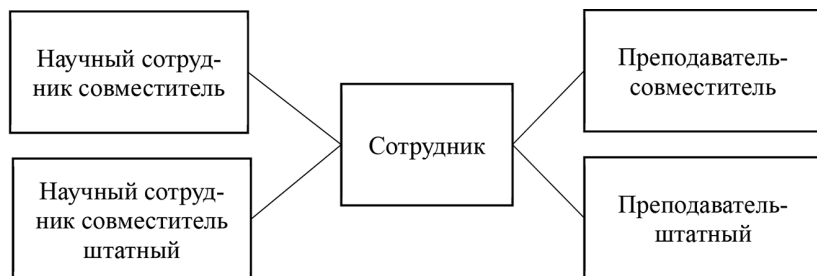


Рис. 21. Антипаттерн «Мозаичное наследование»

Fig. 21. “Mosaic inheritance” antipattern

тов связей может быть расширен, например, у статьи может быть еще переводчик, иллюстратор и т.д.

Пересмотр структуры данных и возможное выделение дополнительных сущностей или атрибутов поможет упростить связи между данными и сделать структуру более понятной (рис. 20). В качестве решения применяется паттерн, также предложенный в книге М. Блаха [16].

## 2.8. Мозаичное наследование [15].

Использование фрагментированных или разрозненных методов наследования среди

сущностей затрудняет анализ и поддержку кода. Также использование наследования по двум и более признакам усложняет написание запросов и накладывает дополнительные условия для выборки нужных данных (рис. 21).

Избежать мозаичного наследования и улучшить структуру данных можно с помощью разделения общих и специфических атрибутов в несколько таблиц, использование внешних ключей для связи между таблицами и явное объявление связей между родительскими и дочерними сущностями (рис. 22).

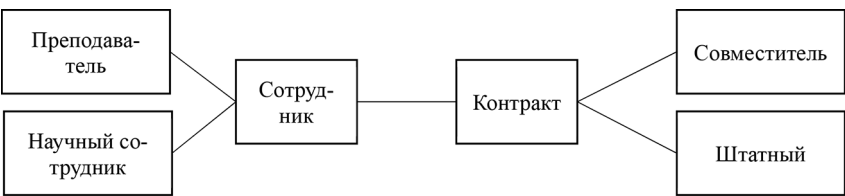


Рис. 22. Решение антипаттерна «Мозаичное наследование»  
Fig. 22. Solution of the antipattern “Mosaic inheritance”

3. Антипаттерны, связанные с обходом стандартных возможностей баз данных и оптимизацией.

3.1. Изменение данных в рабочем порядке.

Внесение изменений в данные для реализации сложных запросов с целью хранения промежуточных результатов или пометки обработанных строк. Непредсказуемые изменения данных или состояния объектов приводят к лишней нагрузке, нестабильности и ошибкам в системе, в том числе при выполнении таких запросов параллельно (рис. 23).

| клиент        | статус | tmp  |
|---------------|--------|------|
| Иванов И.И.   | 4      | 1244 |
| Петров П.П.   | 1      | 156  |
| Елизаров Е.Е. | 4      | 356  |

Рис. 23. Антипаттерн «Изменение данных в рабочем порядке»  
Fig. 23. “Changing data in due course” antipattern

Использовать подобное решение — все равно что разобрать стену для того, чтобы наклеить обои.

Здесь необходимо вспомнить очередной принцип: *именно база данных является ядром информационной системы.*

Для сохранения промежуточных результатов и обеспечения целостности данных можно использовать временные таблицы, которые автоматически удаляются после завершения сессии.

3.2. Спекулятивное изменение метаданных.

Изменение метаданных (структуры или поведения) программы во время испол-

нения. Использование такого антипаттерна может привести к сложностям при отладке и поддержке (рис. 24).

|               | Добавляем для экзаменационной сессии |       |       |
|---------------|--------------------------------------|-------|-------|
| студент       | subj1                                | subj2 | subj3 |
| Иванов И.И.   | 4                                    | 5     | 3     |
| Петров П.П.   | 2                                    | 4     | 5     |
| Елизаров Е.Е. | 3                                    | 4     | 3     |

Рис. 24. Антипаттерн «Спекулятивное изменение метаданных»  
Fig. 24. “Speculative metadata modification” antipattern

Важно спроектировать адекватную структуру базы и изменять метаданные лишь при изменении задач. Любые изменения метаданных должны проходить через процесс тестирования для оценки влияния на существующие данные и приложения.

Отметим здесь еще один принцип проектирования: *никакое изолированное программирование не исправит фатальных недостатков архитектуры.*

3.3 Отказ от SQL в пользу программного обхода.

Использование альтернативных методов доступа к данным вместо SQL часто приводит к увеличению сложности и загрязнению кода (рис. 25).

Отказ от SQL означает, что вы отказываетесь от всех преимуществ, которые предлагают современные системы управления базами данных, таких как транзакционная целостность, репликация данных и механизмы восстановления после сбоев. Вместо

этого вам придется реализовывать все эти функции самостоятельно, что грозит увеличением ошибок и уязвимостей.

```
clients.first;  
while not clients.eof  
do  
    begin  
        ...  
        clients.next;  
    end;
```

Рис. 25. Антипаттерн «Отказ от SQL в пользу программного обхода»  
Fig. 25. “Abandoning SQL in favor of software bypass” antipattern

3.4. Злоупотребление индексами и их некорректное использование.

Каждая часть системы должна выполнять только ту задачу, за которую она отвечает, и операции над данными должны выполняться только в том слое, где они находятся. Применение ORM-фреймворков позволит представить данные из базы в виде объектов и работать с ними, не покидая среду языка программирования. Использование хранимых процедур для выполнения сложных операций над данными может упростить логику приложения и повысить производительность.

Исключением может служить использование курсоров при сложных запросах. Например, если требуется выполнить итерацию по набору данных с выполнением определенных действий для каждой строки, то использование курсоров в рамках программного кода может оказаться более удобным и эффективным, чем написание сложного и запутанного SQL-запроса.

3.4. Злоупотребление индексами и их некорректное использование.

Неправильное использование индексов, например, создание избыточных или ненужных индексов может снижать производительность базы данных (рис. 26). Так запросы в левой части рисунка не будут задействовать существующие

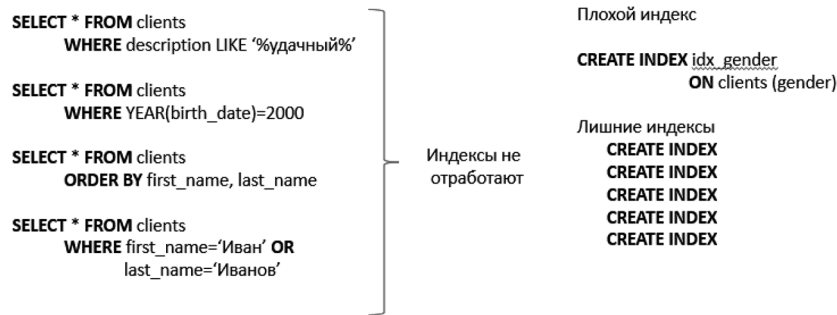


Рис. 26. Антипаттерн «Злоупотребление индексами и их некорректное использование»

Fig. 26. "Abuse of indexes and their incorrect use" antipattern

индексы. Индекс по полю с ограниченным набором значений обладает низкой селективностью и бесполезен. Лишние индексы замедляют операции обновления данных.

В таких случаях необходимо провести анализ производительности базы данных и запросов для определения неиспользуемых или избыточных индексов и для идентификации отсутствующих индексов, которые могут улучшить производительность запросов. Использование специализированных инструментов для мониторинга производительности

базы данных может помочь выявить проблемные запросы и индексы.

### Результаты

В результате проведенного анализа были рассмотрены разнообразные антипаттерны в проектировании баз данных и их негативное влияние на производительность, безопасность и масштабируемость системы. Был проведен обзор существующих антипаттернов, проанализированы их возможные последствия, предложены методы и стратегии по предот-

вращению и устранению антипаттернов в базах данных.

Важные направления для дальнейших исследований в данной области:

- более глубокий анализ конкретных случаев применения антипаттернов в реальных проектах;
- разработка инструментов и методик для автоматического выявления и устранения антипаттернов;
- исследование влияния антипаттернов на общую архитектуру информационных систем.

Для того, чтобы избежать подобных ошибок специалистам в области проектирования баз данных необходимо:

- систематически анализировать используемые шаблоны и методы при проектировании баз данных;
- уделять внимание современным требованиям к проектированию и администрированию баз данных;
- развивать навыки в области устранения антипаттернов для обеспечения качества и эффективности баз данных.

### Литература

1. Харрингтон Джен Л. Проектирование реляционных баз данных. М.: Лори, 2006. 230 с.
2. Титовская Н.В., Титовский С.Н. Методика обучения будущих ИТ-специалистов проектированию и разработке баз данных на основе интерактивного подхода // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2019. № 4(50). С. 75–87. DOI: 10.25146/1995-0861-2019-50-4-164.
3. Яхина З.Т., Осипова А.Л., Ризаев И.С. Методология проектирования баз данных в процессе обучения // Образовательные технологии и общество. 2012. № 15(1). С. 525–536.
4. Ahmad R., Chyi W. A., Sarlan A., Kasbon R. Guiding novice database developers in database schema creation // IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services. 2015. № (9). С. 708–715. DOI: 10.1109/IC3e.2014.7081243.
5. Александер К. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство. Пер. с англ. М.: Студия Артемия Лебедева, 2014. 1096 с.
6. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Паттерны объектно-ориентированного проектирования. Пер. с англ. А. Слинкин. СПб.: Питер, 202. 448 с.

7. Аллен Э. Типичные ошибки проектирования. СПб.: Питер, 2003. 224 с.

8. Аручиди Н.А., Калугян К.Х., Щербаков С.М. Типичные ошибки (антипаттерны) учебно-методической деятельности в вузе // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 2(104). С. 13–18. DOI: 10.23670/IRJ.2021.103.2.033.

9. Калугян К. Х., Щербаков С. М. Типичные ошибки представления результатов выпускных квалификационных работ по направлению «Прикладная информатика» // Информатика и образование. 2016. № 5(274). С. 20–28.

10. William J. Brown, Hays W. «Skip» McCormick, Scott W. Thomas. AntiPatterns in Project Management. Wiley, 2000.

11. Кучерова К.Н. Анализ масштабируемости баз данных и их приложений на этапе проектирования. Системный анализ в проектировании и управлении // Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции: в 2-х томах (Санкт-Петербург, 29–30 июня 2017 г.). СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. С. 287–292.

12. Ржавин В.В., Обломов И.А., Фадеева К.Н. Использование шаблонов проектирования

ния реляционных баз данных в практике высшей школы // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 10-1. С. 84–88. DOI: 10.17513/snt.39351.

13. Davidson L. Ten common database design mistakes. RedGate Hub, 2007.

14. Vitacolonna N. Conceptual Design Patterns for Relational Databases. 17th International Conference on Information and Software Technologies (IT 2011), 2011.

15. Karwin B. SQL Antipatterns: Avoiding the Pitfalls of Database. Pragmatic Bookshelf, 2010. 333 с.

16. Blaha M. Patterns of Data Modeling. CRC Press, 2010. 266 с.

17. Кириллов В., Громов Г. Введение в реляционные базы данных. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 464 с.

18. Kimball R., Ross M. The Data Warehouse Toolkit The Complete Guide to Dimensional Modeling. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 2002. 464 с.

19. Брукс Ф. Мифический человеко-месяц, или как создаются программные системы. СПб.: Питер, 2021. 368 с.

20. Blaha M. Referential Integrity Is Important For Databases. Modelsoft Consulting Corp, 2005.

## References

1. Kharrington Dzhenn L. *Proyektirovaniye relyatsionnykh baz dannykh* = Designing Relational Databases. Moscow: Laurie; 2006. 230 p. (In Russ.)

2. Titovskaya N.V., Titovskiy S.N. Methodology for teaching future IT specialists database design and development based on an interactive approach. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'yeva* = Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafiev. 2019; 4(50): 75-87. DOI: 10.25146/1995-0861-2019-50-4-164. (In Russ.)

3. Yakhina Z.T., Osipova A.L., Rizayev I.S. Methodology for designing databases in the learning process. *Obrazovatel'nyye tekhnologii i obshchestvo* = Educational technologies and society. 2012; 15(1): 525-536. (In Russ.)

4. Ahmad R., Chyi W.A., Sarlan A., Kasbon R. Guiding novice database developers in database schema creation. *IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services*. 2015; (9): 708-715. DOI: 10.1109/IC3e.2014.7081243.

5. Aleksander K. *Yazyk shablonov. Goroda. Zdaniya. Stroitel'stvo. Per. s angl* = Pattern Language. Cities. Buildings. Construction. Tr. from Eng. Moscow: Art. Lebedev Studio; 2014. 1096 p. (In Russ.)

6. Gamma E., Khelm R., Dzhonson R., Vlissides Dzh. *Patterny ob'yektno-oriyentirovannogo proyektirovaniya. Per. s angl. A. Slinkin* = Patterns of Object-Oriented Design. Tr. from Eng. A. Slinkin. Saint Petersburg: Piter; 202. 448 p. (In Russ.)

7. Allen E. *Tipichnyye oshibki proyektirovaniya* = Typical Design Mistakes. Saint Petersburg: Piter; 2003. 224 p. (In Russ.)

8. Aruchidi N.A., Kalugyan K.Kh., Shcherbakov S.M. Typical mistakes (antipatterns) of educational and methodological activities at the university. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2021; 2(104): 13-18. DOI: 10.23670/IRJ.2021.103.2.033. (In Russ.)

9. Kalugyan K.Kh., Shcherbakov S.M. Typical mistakes in presenting the results of final qualification works in the direction of «Applied Informatics».

*Informatika i obrazovaniye* = Informatics and Education. 2016; 5(274): 20-28. (In Russ.)

10. William J. Brown, Hays W. «Skip» McCormick, Scott W. Thomas. *AntiPatterns in Project Management*. Wiley; 2000.

11. Kucheroва K.N. Analysis of scalability of databases and their applications at the design stage. *Systems analysis in design and management. Sbornik nauchnykh trudov XXI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 2-kh tomakh* = Collection of scientific papers of the XXI International scientific and practical conference: in 2 volumes (St. Petersburg, June 29-30, 2017). Saint Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 2017: 287-292. (In Russ.)

12. Rzhavin V.V., Oblomov I.A., Fadeyeva K.N. Using relational database design patterns in higher education practice. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii* = Modern science-intensive technologies. 2022; 10-1: 84–88. DOI: 10.17513/snt.39351. (In Russ.)

13. Davidson L. Ten common database design mistakes. RedGate Hub; 2007.

14. Vitacolonna N. Conceptual Design Patterns for Relational Databases. 17th International Conference on Information and Software Technologies (IT 2011); 2011.

15. Karwin B. SQL Antipatterns: Avoiding the Pitfalls of Database. Pragmatic Bookshelf; 2010. 333 p.

16. Blaha M. Patterns of Data Modeling. CRC Press; 2010. 266 p.

17. Kirillov V., Gromov G. *Vvedeniye v relyatsionnyye bazy dannykh* = Introduction to relational databases. Saint Petersburg: BHV-Petersburg; 2012. 464 p. (In Russ.)

18. Kimball R., Ross M. The Data Warehouse Toolkit The Complete Guide to Dimensional Modeling. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York; 2002. 464 p.

19. Bruks F. *Mificheskiy cheloveko-mesyats, ili kak sozdayutsya programmnyye sistemy* = The Mythical Man-Month, or How Software Systems Are Created. Saint Petersburg: Piter; 2021. 368 p. (In Russ.)

20. Blaha M. Referential Integrity Is Important For Databases. Modelsoft Consulting Corp; 2005.

**Сведения об авторах**

***Сергей Михайлович Щербаков***

*Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Ростов-на-Дону, Россия  
Эл. почта: sergwood@mail.ru*

***Каринэ Хачересовна Калугян***

*Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Ростов-на-Дону, Россия  
Эл. почта: kalugyan@yandex.ru*

***Анна Вадимовна Абрамова***

*Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Ростов-на-Дону, Россия  
Эл. почта: ag-anna-92@yandex.ru*

***Вера Юрьевна Гречкина***

*Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), Ростов-на-Дону, Россия  
Эл. почта: wwwera@list.ru*

**Information about the authors**

***Sergey M. Shcherbakov***

*Rostov State University of Economics (RINH),  
Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: sergwood@mail.ru*

***Karine K. Kalugyan***

*Rostov State University of Economics (RINH),  
Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: kalugyan@yandex.ru*

***Anna V. Abramova***

*Rostov State University of Economics (RINH),  
Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: ag-anna-92@yandex.ru*

***Vera Y. Grechkina***

*Rostov State University of Economics (RINH),  
Rostov-on-Don, Russia  
E-mail: wwwera@list.ru*