



Научно-практический  
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
Том 29. № 2. 2025

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», 2025  
Подписано в печать 28.04.25.  
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.  
Печ. л. 8,75. Тираж 1500 экз. Заказ  
Напечатано в ФГБОУ ВО  
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».  
117997, Москва, Стремянный пер., 36

## СОДЕРЖАНИЕ

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Л.А. Зинченко, Е.В. Резчикова, Е.А. Тарапанова*  
Особенности проверки на плагиат в техническом  
университете с учетом возможностей применения  
обучающимися генеративного искусственного интеллекта.. 4

*С.О. Потапова, Н.Д. Амбросенко, В.Б. Новикова*  
Роль электронных библиотечных систем в развитии  
информационной компетенции обучающихся ..... 14

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

*К. Е. Тимофеева*  
Модель диагностики познавательной активности  
студентов системы среднего профессионального  
образования при обучении информатике ..... 22

### КАЧЕСТВО ЗНАНИЙ

*А.А. Погуда, Танае Хабиб Жан Макс*  
Разработка интеллектуальной системы для обработки  
слабоструктурированных данных: отраслевая  
структуризация и расширенный анализ информации,  
извлеченной из комментариев к видеороликам в  
социальных сетях..... 34

### ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

*В.А. Казаков, Ю.Ф. Тельнов*  
Многоагентная система сетевого предприятия на основе  
цифровой платформы индустрии четвертого поколения ..... 46

*Н.А. Олимов*  
Использование искусственного интеллекта в цифровой  
экономике ..... 55



Scientific and practical reviewed  
journal

OPEN EDUCATION  
Vol. 29. № 2. 2025

**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:  
№ ФС77-65888 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.EI@rea.ru  
Web: www.openedu.ru

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

© Plekhanov Russian University of  
Economics, 2024

Signed to print 28.04.25.  
Format 60x84 1/8. Digital printing.  
Printer's sheet 8.75. 1500 copies.

Order

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

## CONTENTS

### NEW TECHNOLOGIES

*Lyudmila A. Zinchenko, Elena V. Rezhikova, Elena A. Tarapanova*  
Features of Plagiarism Checking in a Technical University  
Considering the Possibilities of Application of Generative  
Artificial Intelligence by Learners ..... 4

*S. Potapova, V. Novikova, N. Ambrosenko*  
The Role of Electronic Library Systems in the Development of  
Students' Information Competence ..... 14

### EDUCATIONAL ENVIRONMENT

*K. Timofeeva*  
A Model for Diagnosing the Cognitive Activity of Students  
of Secondary Vocational Education System in Teaching  
Computer Science ..... 22

### QUALITY OF KNOWLEDGE

*Alexey A. Poguda, Tape Habib Jean Max*  
Development of an Intelligent System for Processing  
Semistructured Data: Industry Structuring and Advanced  
Analysis of Information Extracted from Comments to Video  
Clips in Social Networks ..... 34

### PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

*Vasily A. Kazakov, Yuriy F. Telnov*  
Multi-agent system of a network enterprise based on the  
Industrie 4.0 digital platform ..... 46

*Nasimjon A. Olimov*  
Use of Artificial Intelligence in the Digital Economy ..... 55

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Владимир Львович Усков**, к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, Пеория, США  
**Сергей Александрович Щенников**, д.пед.н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк», Москва, Россия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Vasily 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



# Особенности проверки на плагиат в техническом университете с учетом возможностей применения обучающимися генеративного искусственного интеллекта

**Цель исследования.** Работа посвящена актуальным вопросам проверки на объем заимствованного текста в выпускной квалификационной работе в техническом вузе с учетом вероятности использования обучающимися возможностей искусственного интеллекта. Проблема плагиата, в частности плагиата выпускных квалификационных работ (дипломных работ), всегда была на повестке дня. Некоторые студенты при написании выпускных квалификационных работ склонны заимствовать тексты работ, защищенных в предыдущие годы, что привело к необходимости организации проверки текстов всех работ текущего года выпуска на плагиат. Существуют различные методы, которые дают возможность легко обойти такую проверку. Указанная проблема особенно обострилась в последние годы в связи с развитием информационных технологий. Широкое внедрение генеративного искусственного интеллекта привело к возникновению новой проблемы — необходимости проверки выпускной квалификационной работы научным руководителем и/или назначенным ответственным лицом на наличие текста, сгенерированного искусственным интеллектом.

В данной статье рассматриваются особенности проверки на плагиат текстов выпускных квалификационных работ студентов, обучающихся по направлениям, связанным с информационными технологиями, с учетом потенциальной возможности использования студентами генеративного искусственного интеллекта, в частности программного обеспечения ChatGPT и GitHub Copilot.

**Материалы и методы.** Использован метод компаративного анализа научных публикаций, посвященных проверке на плагиат и вопросам применения искусственного интеллекта в образовательном процессе. Существующие методики проверки на плагиат неактуальны при проверке текстов, сгенерированных искусственным интеллектом. Рассмотрены признаки и примеры таких текстов. Экспериментальным путем выявлены тренды в среде обучающихся в техническом университете по отношению к применению генеративного искусственного интеллекта, в частности программного обеспечения ChatGPT и GitHub Copilot

при написании выпускных квалификационных работ. Проверены возможности применения ряда программ по детектированию текстов, сгенерированных искусственным интеллектом.

**Результаты исследования.** Проведен анализ результатов проверки на плагиат текстов, сгенерированных системой искусственного интеллекта, и подготовленных методистом. Обсуждена проблема однозначного автоматического выявления использования генеративных нейросетей студентами в процессе подготовки выпускной квалификационной работы в силу наличия ложноположительных срабатываний. Представляется целесообразным широкое внедрение систем проверки текста выпускной квалификационной работы на предмет наличия текста, сгенерированного системами искусственного интеллекта. Однако тестовое использование существующих систем проверки показало, что достоверность проверки на наличие текста, сгенерированного системами искусственного интеллекта, является весьма спорной. Процент выявленного заимствования может варьироваться как в сторону понижения, так и повышения с некорректными выводами. Обсуждены проблемы, вызванные особенностями обучения студентов технического вуза. Предложен подход к проверке материалов выпускной работы на наличие ИИ-плагиата.

**Заключение.** Отмечена важность и необходимость проверки оригинальности выпускных квалификационных работ на заимствования как текстов работ прошлых лет, так и использования текстов и программ, сгенерированных системами искусственного интеллекта. Авторами предложены возможные подходы к организации учебного процесса в техническом вузе с учетом накопленного опыта, а также пути решения рассмотренных в работе проблем, в частности, предложено введение обязательной маркировки как текста, так и программного кода, созданного системой искусственного интеллекта. Кроме того, подчеркнута необходимость разработки методик обучения, включающих формирование рефлексивности.

**Ключевые слова:** проверка на плагиат, технический университет, GPT, выпускная квалификационная работа.

Lyudmila A. Zinchenko, Elena V. Rezchikova, Elena A. Tarapanova

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

## Features of Plagiarism Checking in a Technical University Considering the Possibilities of Application of Generative Artificial Intelligence by Learners

**The purpose of the study.** The paper discusses the current issues of checking the volume of borrowed text in the graduation qualification paper in a technical university taking into account the probability of using the capabilities of artificial intelligence by students. The problem of plagiarism, in particular plagiarism of graduation qualification papers (diploma theses), has always been actual. Some students,

when writing their graduation qualification papers, tend to copy texts of papers defended in previous years, which led to the need to organize plagiarism check of texts of all papers of the current year of graduation. There are various methods that make it possible to easily bypass such a check. This problem has become especially actual in recent years due to the development of information technology. The

widespread introduction of generative artificial intelligence has led to the emergence of a new problem - the need for the supervisor and/or designated responsible person to check the graduation qualification paper for the presence of text generated by artificial intelligence.

This paper discusses the features of plagiarism check of texts of graduation qualification papers of students studying in the areas related to information technologies, considering the potential possibility of using generative artificial intelligence by students, in particular ChatGPT and GitHub Copilot software.

**Materials and methods.** The method of comparative analysis of scientific publications for plagiarism checking and the use of artificial intelligence in the educational process was used. Existing plagiarism checking methods are irrelevant when checking texts generated by artificial intelligence. The attributes and examples of such texts are considered. Trends in the environment of students at a technical university in relation to the use of generative artificial intelligence, in particular ChatGPT and GitHub Copilot software when writing graduation qualification papers were experimentally identified. The possibilities of applying a number of programs for detecting texts generated by artificial intelligence have been verified.

**Research results.** The analysis of plagiarism check results for texts generated by an artificial intelligence system and prepared by a methodologist was carried out. The problem of unambiguous automatic detection of the use of generative neural networks by students in the process of preparing a graduation qualification paper due to the

presence of false positives was discussed. It seems advisable to widely implement systems for checking the text of graduation qualification paper for the presence of text generated by artificial intelligence systems. However, the test use of existing verification systems showed that the reliability of checking for the presence of text generated by artificial intelligence systems is highly debatable. The percentage of identified borrowings can vary both downwards and upwards with incorrect conclusions. The problems caused by the peculiarities of teaching students at a technical university are discussed. A path for checking the materials of graduation thesis for AI plagiarism is proposed.

**Conclusion.** The importance and necessity of checking the originality of the graduation qualification papers for borrowings both the texts of the graduation qualification paper of previous years and the use of texts and programs generated by artificial intelligence systems are outlined. The authors propose possible approaches to organizing the educational process at a technical university taking into account the accumulated experience, as well as ways to solve the problems discussed in the paper, in particular, the introduction of mandatory marking of both the text and the program code created by the artificial intelligence system is proposed. In addition, the need to develop relevant teaching methods, including the formation of reflexivity, is emphasized.

**Keywords:** plagiarism check, technical university, GPT, graduation qualification paper.

## Введение

Одним из важнейших этапов подготовки инженеров является выполнение выпускной квалификационной работы (далее – ВКР). ВКР представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности потенциального выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Защита ВКР представляет собой одну из форм государственной итоговой аттестации в высшем учебном заведении (далее – вуз), успешное прохождение которой служит основанием для выдачи диплома. В связи с этим данную работу иногда называют дипломной (ч. 4 ст. 60 Закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ; п. п. 10, 12, 17 Порядка, утв. Приказом Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636).

Развитие информационных технологий, повсеместная доступность информационно-коммуникативной сети «Интернет» позволили использовать некоторым обучающимся при подготовке ВКР тексты уже защищенных в предыдущие годы работ. Это привело к необходимости организации проверки текстов всех ВКР на

объем заимствованного текста. С 2016 года в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 636 от 29 июня 2015 г. «Об утверждении порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» [1] тексты выпускных квалификационных работ проверяются на заимствование. Порядок проверки работ устанавливается вузом («Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры»). В Письме Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.07.2017 № 06-ПГ-МОН-24914 «О защите выпускной квалификационной работы» отмечается, что, если ВКР значительно нарушает требования, предъявляемые к ее оформлению и содержанию, установленные локальными нормативными актами вуза, обучающегося могут не допустить к защите [2]. Мак-

симально допустимый процент объема заимствованного текста устанавливается вузом также самостоятельно, он может варьироваться в рамках одного вуза и даже факультета, так как он зависит от специальности потенциального выпускника. При этом тексты, содержащие государственную тайну или коммерческую тайну, исключаются из стандартного маршрута проверки на заимствования при наличии соответствующих подтверждающих документов.

В настоящее время в Российской Федерации подготовка в вузах осуществляется на трех уровнях: бакалавриат, магистратура и аспирантура [3] или на двух уровнях: специалитет и аспирантура.

Многолетняя практика подготовки обучающихся в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (далее Университет) для выполнения и успешной защиты ВКР позволила накопить опыт прохождения проверки на объем заимствованного текста. Изда-

начально система проверки текстовых документов студентов на объем заимствованного текста в Университете была создана на кафедре МТ5 «Литейные технологии», начиная с 2007 года такую проверку там проходят все студенческие работы, создаваемые в процессе обучения; установленный допустимый объем заимствования теста составляет 20 %. В дальнейшем указанный опыт кафедры МТ5 послужил созданию единой для всего вуза системы проверки загружаемых ВКР объема заимствования текста и для хранения ВКР. Информационная электронно-библиотечная система (ЭБС) «Банк ВКР» доступна всем кафедрам Университета, включая филиалы. Установлен максимально допустимый процент заимствования 40%. Это объясняется тем, что в ВКР Университета присутствует достаточно много типовых расчетов, в которых традиционно используются сравнительно короткие стандартные предложения, сопровождающие вычисления и описывающие различные обозначения в формулах. Кроме того, «Банк ВКР» указывает объем и источник обнаруженных в текстах проверяемых ВКР заимствований [4, 5].

Проблема плагиата выпускных квалификационных работ (дипломных работ) всегда была очень актуальной, в связи с чем она постоянно находится в фокусе внимания. Широкое внедрение технологии искусственного интеллекта (ИИ) привело к возникновению новой проблемы при проверке ВКР научным руководителем и/или назначенным ответственным лицом. Она заключается в потенциальном использовании обучающимися нейросетей для генерации текстов на заданную тему. Необходимо отметить, что такое использование может производиться в том числе с целью скрытия некорректных заимствований. Как результат использования

сервиса ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer – генеративный предварительно обученный трансформер) [6], в тексте появляются отдельные фрагменты с крайне странной терминологией. При этом такой текст успешно проходит проверку на заимствования. Для решения проблемы обнаружения сгенерированных работ потенциально могут быть использованы специализированные программы, например, ZeroGPT [7].

В Гражданском кодексе РФ указано, что автором результата интеллектуальной деятельности признается гражданин, творческим трудом которого создан такой результат [8]. В работе [9] представлены результаты опроса студентов различных специальностей организаций высшего образования. Основное внимание было уделено вопросам соблюдения авторской этики и проблемы ИИ-плагиата. Однако вопросы подготовки инженера требуют более углубленного изучения ряда проблем, сформулированных в [8, 9].

В работе [10] рассмотрены вопросы принципиальных изменений, происходящих в инженерной деятельности, в эпоху широкого внедрения ИИ. В технических вузах традиционно ведется подготовка инженеров, при этом в настоящее время наиболее востребованными как у абитуриентов, так и у работодателей являются специальности в сфере информационных технологий [11]. В связи с этим актуальным представляются вопросы применения студентами ИТ-специальностей генеративного искусственного интеллекта. В работе [12] рассматриваются вопросы о допустимом объеме цитирования произведения, а также о правовой природе произведений, создаваемых в вузах, и принадлежности прав на такие произведения. Необходимость экспертной оценки текста и

обнаруженных фрагментов заимствований рассматривается и подчеркивается в работе [13].

В работе [14] автор рассматривает вопросы, связанные с охраной результатов интеллектуальной деятельности, созданных с использованием ИИ, отмечает пробелы в соответствующем законодательстве, предлагает предоставить права интеллектуальной собственности на объекты, созданные ИИ самостоятельно. Отметим, что концепция создания искусственным интеллектом каких-либо самостоятельных результатов является сомнительной.

В работе [15] высказана схожая дискуссионная позиция, что поскольку в работе человека с системами ИИ есть признаки творчества, то это обуславливает возможность признания пользователей таких систем авторами генерируемых ими объектов в соответствии с закрепленной в законодательстве презумпцией авторства. Однако в настоящее время законодательство не признает авторство за системами ИИ.

Обсуждение актуальных вопросов проверки работ обучающихся на объем заимствованного текста, а также вопросов контроля обхода этой проверки содержится в [4]. В работе исследованы различные методы обхода проверки, проанализированы различные способы реализации этих методов в документах MSWord, рассмотрены варианты ручного и программного контроля наличия этих методов обхода в ВКР Университета [5].

Особенности проверки на плагиат текстов ВКР студентов технического вуза, с учетом специфики их ВКР и более высокой потенциальной возможности использования такими студентами генеративного ИИ, в работах [4-7] не рассматривались.

В данной статье рассматриваются особенности проверки

на плагиат текстов выпускных квалификационных работ студентов, обучающихся по направлениям, связанным с информационными технологиями, с учетом потенциальной возможности использования студентами генеративного ИИ, в частности программного обеспечения ChatGPT и GitHub Copilot.

### Актуальность функций контроля уровня знаний

При подготовке обучающихся по различным направлениям, например, по направлению 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника», 10.00.00 «Информационная безопасность» и частично 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи» при выполнении выпускной квалификационной работы необходима как подготовка расчетно-пояснительной записки (РПЗ), так и разработка программного обеспечения согласно техническому заданию на выполнение ВКР. С 2022 года сервис GitHub Copilot [16] доступен для всех желающих по подписочной системе. В частности, для студентов стоимость подписки составляет 10 долларов в месяц или 100 долларов в год. Этот сервис поддерживает разработку кода в различных операционных системах и на различных языках, включая и наиболее часто используемый при обучении язык Python.

В работе [17] отмечается, что использование сервиса GitHub Copilot приводит к новой форме плагиата. В связи с этим актуальным является проработка методической проблемы, каким образом определить допустимый уровень интеллектуальной поддержки при выполнении ВКР в высшей школе. В [17] предложено для решения этой проблемы усложнить уровень разработки для корректной оценки уровня обучающегося.

Для выявления тенденций среди обучающихся по использованию генеративного искусственного интеллекта была разработана анкета, включающая вопросы как по ChatGPT, так и по GitHub Copilot.

Сбор и обработка данных исследования осуществлялись в весеннем семестре 2023-2024 учебного года в процессе изучения студентами дисциплин учебного плана. В исследовании принимали участие 49 студентов, обучающихся в Университете по специальностям

10.05.01 «Компьютерная безопасность» и 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем». Необходимо отметить, что на указанных специальностях у участников опроса высокие проходные баллы (минимум 288 и 269 баллов ЕГЭ соответственно). Обучающиеся приняли участие в опросе анонимно и на добровольной основе по приглашению преподавателя.

Была выбрана методика сбора данных исследования с использованием российского

Таблица / Table

Выборка исследования  
Study sample

№	Вопрос (Искусственный интеллект, далее ИИ)	Ответ		Мода
		Да	Нет	
1	Вы знаете о возможности использовать ChatGPT для генерации текстов?	100%	0%	Да
2	Можно ли считать применение ИИ творческой деятельностью?	71%	39%	Да
3	Считаете ли вы, что применение ИИ позволяет вам уменьшить количество проблем, избежать трудностей?	86%	14%	Да
4	Является ли автором сгенерированных текстовых работ человек, задавший тему?	55%	45%	Да
5	Можно ли считать автором работы не вас, а человека, создавшего программу ИИ?	15%	85%	Нет
6	Является ли автором сгенерированных текстовых работ человек, обучивший программу?	22%	78%	Нет
7	Вы знаете о возможности использовать GitHub Copilot для генерации программного кода?	57%	43%	Да
8	Уважает ли вас ваше окружение (друзья, семья, коллеги) за ваше владение возможностями ИИ?	63%	37%	Да
9	Можно ли утверждать, что ВКР, подготовленная с использованием ИИ, не отражает уровень инженерной подготовки?	16%	84%	Нет
10	Является ли автором текста программы человек, задавший тему?	63%	33%	Да
11	Правда ли, что вы посоветуете другу использовать ИИ при подготовке текстовых работ, ВКР?	80%	20%	Да
12	Устраивает ли вас уровень работ, сделанных при помощи ИИ?	16%	84%	Нет
13	Правда ли, что вы посоветуете другу использовать ИИ при реализации программы для ВКР?	61%	39%	Да
14	Планируете ли Вы использовать ChatGPT при подготовке выпускной квалификационной работы?	55%	45%	Да
15	Не пострадает ли ваше самолюбие, если работа ИИ окажется лучше сделанной вами?	4%	96%	Нет
16	Допускаете ли вы использование ИИ при подготовке ВКР, отчетных работ?	92%	8%	Да
17	Планируете ли Вы использовать GitHub Copilot при подготовке выпускной квалификационной работы?	22%	78%	Нет
18	Можно ли обнаружить использование при подготовке отчетной работы ИИ?	82%	18%	Да
19	Готовы ли вы к тому, что ваша отчетная работа не будет принята из-за использования ИИ?	22%	78%	Нет

ресурса <https://forms.yandex.ru/admin/>. Выбор этого ресурса был обусловлен тем, что его использование позволяет обеспечить частичную изолированность преподавателя с целью снижения потенциального влияния преподавателя на результаты опроса.

Сбор данных осуществлялся на основе свободно распространяемого и открытого электронного опросника «Яндекс.Формы», что позволило студентам сформулировать свои ответы на заранее подготовленные вопросы. Респондентам предлагалось изучить каждый вопрос и выразить свое отношение по бинарной шкале.

Обработка данных выполнялась с использованием пакета Microsoft Office. Были определены процентные соотношения положительных и отрицательных значений и путем анализа этих данных был определен статистический показатель *мода* для каждого вопроса. Основные результаты исследования представлены в таблице.

Наиболее важные, по нашему мнению, результаты следующие. Полученные данные свидетельствуют о значительном разбросе ответов почти по всем вопросам анкеты, за исключением вопроса № 1 о наличии информации о возможности использовать ChatGPT. При этом при ответе на вопрос № 7 о наличии информации о возможности использования GitHub Copilot ответы практически разделились, что свидетельствует о недостаточной информированности студентов о возможности использования генеративного искусственного интеллекта для генерации программного кода.

По вопросу авторства текста и программного кода по мнению студентов, автором работы является человек, задавший тему, но не разработчик программы генеративного искусственного интеллекта и не человек, обучивший программу.

Необходимо отметить, что большинство студентов указало, что их не устраивает уровень работ, выполненных с использованием искусственного интеллекта. Это группа студентов, стремящаяся получить наивысшие оценки при обучении..

В большинстве опрошенных допускают использование искусственного интеллекта при подготовке ВКР, но при этом планируют использовать ChatGPT при написании текста ВКР, в то время как программное обеспечение планируют разрабатывать самостоятельно. Следует отметить, что в то же время большинство студентов планируют советовать другу использовать как ChatGPT, так и GitHub Copilot.

Интересным фактом является то, что студенты знают, что возможно обнаружение использования искусственного интеллекта при подготовке ВКР, но не готовы к тому, что их работа будет отклонена. Использование искусственного интеллекта не рассматривается студентами как угроза уровню инженерной подготовки. Они считают, что применение искусственного интеллекта является творческой деятельностью. Необходимо отметить, что студенты полагают, что применение искусственного интеллекта позволит им уменьшить количество проблем и избежать трудностей. Такой тип мотивации – избегание – тоже присутствует в деятельности обучающихся. При этом нет опасений конкуренции со стороны искусственного интеллекта: самоуважение, по мнению студентов, не зависит от уровня работы, выполненной искусственным интеллектом. Более того, знание и использование возможностей искусственного интеллекта является важным для высокой оценки индивидуума его окружением. Получается, что программы искусственного интеллекта студенты для себя будут

использовать с некоторыми оговорками, но в целом, владение ИИ важно для них как фактор мотивации одобрения. Такова часть побудительных причин использования ИИ для отчетных и выпускных работ обучающимися технического вуза.

Данные опроса свидетельствуют о том, что студенты владеют информацией о возможностях генеративного искусственного интеллекта и планируют использовать их при выполнении учебного плана. Таким образом, от преподавателей требуется ряд соответствующих мер для устранения или хотя бы уменьшения уровня несанкционированного использования генеративного искусственного интеллекта. При этом опрошенные характеризуются достаточно низким уровнем понимания авторской этики при написании текста ВКР и программного кода. Следует актуализировать традиционные методики оценивания как написания текста ВКР, так и программного кода с целью корректного уровня контроля профессиональных компетенций специалистов. Также представляется необходимым внести соответствующие изменения в локальные нормативные правовые акты высших учебных заведений.

#### **Подходы к повышению качества образовательного процесса**

Ниже рассматриваются возможные подходы для повышения качества образовательного процесса проблемы в системе высшего технического образования в России в эпоху широкого применения генеративных нейронных сетей. Для повышения качества образовательного процесса возможны следующие модификации в методическом обеспечении учебного процесса.

Одним из путей решения проблемы проверки на наличие

ИИ-заимствований является использование специализированных программ. Проиллюстрируем эффективность этого подхода на примерах.

При запросе нейросеть генерирует текст на заданную тему. Ниже приводится текст, сгенерированный ChatGPT при запросе «Анализ по теме «Металлизированные отверстия»».

Металлизированные отверстия — это ключевой компонент в производстве печатных плат (ПП). ПП являются сердцем большинства электронных устройств и обеспечивают электрическое соединение между различными компонентами.

В общих чертах процесс металлизации отверстий включает в себя несколько этапов:

1. Создание отверстий в изоляционном материале (обычно это стеклотекстолит).

2. Очистка отверстий для обеспечения надежного контакта между металлом и стенками отверстий.

3. Предварительное покрытие отверстий тонким слоем меди с использованием электролессного осаждения (без использования электрического тока).

4. Увеличение толщины слоя меди с использованием электролитического осаждения.

5. Завершающая обработка и защитное покрытие.

Металлизированные отверстия важны, так как они обеспечивают физическое и электрическое соединение между различными слоями печатной платы. Кроме того, они могут служить точками припаяния для компонентов.

Однако процесс металлизации отверстий также представляет собой определенные трудности и вызовы. Качество металлизации может сильно влиять на надежность и продолжительность службы печатной платы. Недостаточная металлизация может привести к прерыванию соединений, в то время как перекрытие может вызвать короткое замыкание. Важно управлять этим про-

цессом с большой точностью, чтобы обеспечить высокое качество продукции.

При проверке программой ZeroGPT [8] определено, что 87,9% текста сгенерировано системой искусственного интеллекта. При этом на проверку был загружен текст, 100% сгенерированный ChatGPT. При проверке программой Нейродетектор [18] определено, что 100% текста было сгенерировано ИИ. В то же время, при проверке программой ZeroGPT [15] стандартного титульного листа выпускной квалификационной работы бакалавра определено, что текст «РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ:» сгенерирован системой искусственного интеллекта, хотя текст титульного листа был полностью подготовлен (на 100 %) сотрудниками Управления образовательных стандартов и программ Университета. Необходимо отметить, что формат подготовки выпускной квалификационной работы определен нормативными документами и включает ключевые фразы, которые не могут быть изменены в соответствии с этими документами. Однако программное обеспечение не способно выделить такие фразы и определяет их как ИИ-плагиат. Проверить этот же тест с использованием программы Нейродетектор [18] не представляется возможным, т.к. при вводе текста появляется сообщение об ошибке (текст должен быть не короче 275 символов).

Другим возможным подходом является модификация образовательного процесса таким образом, чтобы в ходе обучения рассмотреть достоинства и недостатки текста и программ, которые были сгенерированы с использованием генеративного искусственного интеллекта. В частности, необходимо обратить внимание обучающихся,

что генерируемый текст отличается наличием бессмысленных фраз, а программный код — низким качеством, что не позволяет успешно освоить программу высшего образования.

При оценке знаний студентов при выполнении выпускной квалификационной работы предпочтительным является использование заданий, которые требуют творческого подхода. В Университете много лет успешно применяется проектный метод обучения, который в значительной степени позволяет преодолеть многие вопросы обучения, в том числе, с точки зрения авторов, и использования генеративного искусственного интеллекта.

Традиционно заимствования указывались как цитата с обязательной ссылкой на источник. На основе этого еще одним возможным путем решения этой проблемы является обязательная маркировка как текста, так и программного кода, созданного с использованием генеративного ИИ. Маркировка в этом случае служит аналогом цитирования при традиционном подходе к написанию текста РПЗ. Однако остается открытым вопрос, что делать, если обучающиеся будут игнорировать эту обязанность. Остается надежда на высокий уровень профессионального интеллекта преподавателей и членов государственных экзаменационных комиссий, который позволит выявлять искусственность текстов.

На основе проведенного анализа был разработан подход проверки на ИИ-плагиат, позволяющий снизить уровень негативных последствий (рисунк).

На первом этапе Обнаружения и идентификации ИИ-плагиата проводится проверка маркированного текста (при наличии маркировки) на корректность. Затем проводится анализ с помощью

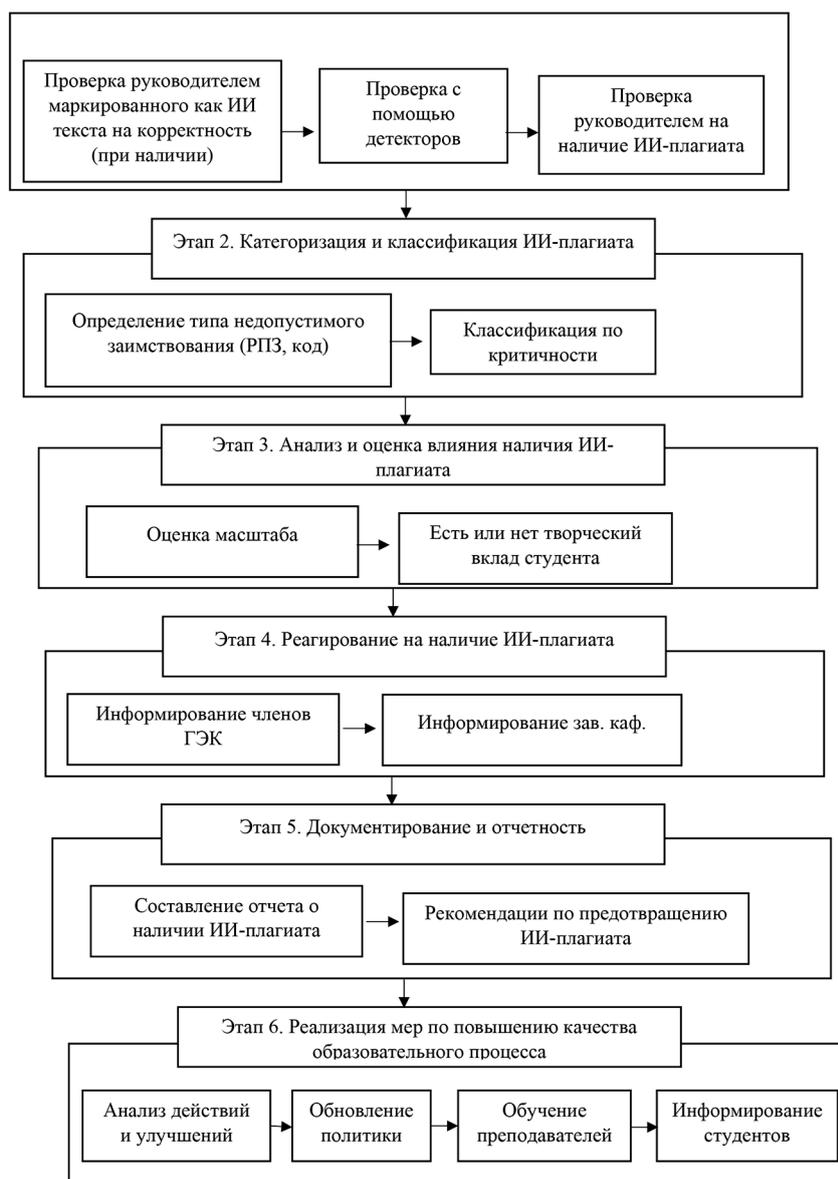


Рис. Подход проверки на ИИ-плагиат  
Fig. AI plagiarism checking approach

специализированного сервиса детекторов. Также руководитель проверяет текст РПЗ и программный код на предмет некорректных заимствований.

На втором этапе Категоризации и классификации ИИ-плагиата осуществляется определение типа недопустимого заимствования (РПЗ, код, РПЗ и код). Далее проводится классификация по критичности (возможны уровни: необходимый уровень компетенций не продемонстрирован/ заимствования имеются, но они не критичны).

Третий этап Анализ и оценка влияния наличия ИИ-пла-

гиата включает оценку процента заимствования и наличие творческого вклада студента.

На четвертом этапе Реагирования на наличие ИИ-плагиата проводится информирование членов государственной экзаменационной комиссии и руководства кафедры.

На пятом этапе Документирование и отчетность составляется отчет о возможном наличии ИИ-плагиата и формируются рекомендации по предотвращению аналогичных ситуаций в будущем.

На заключительном шестом этапе Реализации мер по повышению качества образова-

тельного процесса проводится анализ действий и улучшений, обновление политики, обучение преподавателей на основе имеющихся кейсов и информирование студентов для предотвращения повторного недопустимого ИИ-плагиата. По мнению авторов, вопросы этического характера [19] также важны при модификации учебного процесса с учетом возможности использования студентами генеративного искусственного интеллекта.

### Заключение

Обобщая вышеизложенное, необходимо отметить важность и необходимость проверки оригинальности ВКР на заимствования как текстов ВКР прошлых лет, так и использования текстов и программ, сгенерированных системами искусственного интеллекта. Это позволяет устранить проблему копирования текстов ранее защищенных ВКР и генерации текстов и программ с использованием нейросетей. Использование генеративного ИИ без действенного контроля увеличивает риск появления текстов ВКР, которые были полностью сгенерированы ИИ, включая несуществующие термины и библиографические ссылки. Необходимо отметить, что подготовка энциклопедий и учебников и учебных пособий к изданию включает как важный этап работу редакторов и корректоров. В связи с тем, что этот этап опущен при обучении нейронной сети, по мнению авторов, рассматривать тексты, сгенерированные ИИ, как энциклопедические является некорректным и требуется проверка таких текстов на корректность.

Следует отметить сложность однозначного автоматического выявления использования генеративных нейросетей студентами в процессе подготовки ВКР в силу наличия ложноположительных срабатываний.

Представляется целесообразным широкое внедрение систем проверки текста ВКР на предмет наличия текста, сгенерированного системами искусственного интеллекта. Однако тестовое использование существующих систем проверки показало, что достоверность проверки на наличие текста, сгенерированного системами ИИ, является недостаточной для принятия решения. Процент выявленного заимствования может варьироваться как в сторону понижения, так и повышения с некорректными выводами, когда стандартные фразы из методических документов определяются как сгенерированные системами искусственного интеллекта. Указанные проблемы в работе программ проверки на наличие текста, сгенерированного ИИ, которые могут привести к ошибочным выводам как в одну, так и в другую сторону, могут потребовать интерпретации результатов человеком. Делать однозначные выводы о наличии заимствований или об их объеме в работе исключи-

тельно по результатам проверки компьютерной программой (программами) представляется некорректным. В связи с этим предлагается окончательное решение принимать членам государственной экзаменационной комиссии и руководителю ВКР. Отметим, что по действующему законодательству Российской Федерации признание «факта плагиата» представляется правомерным только в судебном порядке.

Следует отметить, что вопросы автоматизации написания программ исследуются не одно десятилетие [20]. Использование Rational Rose [21] для генерации шаблонов классов по UML диаграмме классов [22] предусматривало, что пользователь самостоятельно разрабатывает диаграмму классов, по которой затем генерируются шаблоны классов. Однако использование генеративного искусственного интеллекта существенно отличается от указанной выше автоматизации написания программ. Роль пользователя сводится к заданию запроса к

программного обеспечению. В этом случае отсутствуют требуемые в [11] квалификационные признаки получения необходимых компетенций в самостоятельном написании кода. Показательно то, что больше половины студентов полагают, что авторство текста программы принадлежит пользователю, задавшему запрос. В связи с этим необходимы регламентирующие документы, определяющие порядок подготовки программного кода для выпускной квалификационной работы и доведение этой информации до сведения студентов.

По мнению авторов, в настоящее время необходима разработка методик обучения на основе триады «преподаватель-генеративный искусственный интеллект-студент», в которой программное обеспечение генеративного искусственного интеллекта будет представлять вспомогательный элемент предназначенный для повышения качества выпускной квалификационной работы.

## Литература

1. Приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 (ред. от 27.03.2020) «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.07.2015 № 38132).
2. Письмо Минобрнауки России от 12.07.2017 № 06-ПГ-МОН-24914 «О защите выпускной квалификационной работы».
3. Шахнов В.А., Власов А.И., Зинченко Л.А. О методическом обеспечении инженерного образования в современных условиях // Высшее образование в России. 2012. № 3. С. 104–108.
4. Куцый О.Я., Цибизова Т.Ю. Опыт использования методики по оценке плагиата в студенческих работах // Литейное производство. 2020. № 11. С. 26–28.
5. Куцый О.Я., Цибизова Т.Ю., Комкова Т.Ю., Шевцова Е.В. О способах проверки выпускных квалификационных работ на плагиат. Технологии разработки и отладки сложных технических систем // 7 Всероссийская науч-

но-техническая конференция (1–2 апреля 2020, г. Москва). М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский ун-т), Центр инженерных технологий и моделирования «Экспонента». 2021. С. 257–262.

6. Chat GPT [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://chat.openai.com/chat>.

7. ZeroGPT [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.zerogpt.com/>.

8. Гурко А.В. О возможности авторско-правовой охраны объектов, генерируемых системами искусственного интеллекта // Журнал российского права. 2024. № 7. С. 64–77.

9. Сысоев П.В. Этика и ИИ-плагиат в академической среде: понимание студентами вопросов соблюдения авторской этики и проблемы плагиата в процессе взаимодействия с генеративным искусственным интеллектом // Высшее образование в России. 2024. № 2. С. 31–53. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-2-31-53.

10. Шейнбаум В.С., Никольский В.С. Инженерная деятельность и инженерное мышление в контексте экспансии искусственного интеллекта // Высшее образование в России. 2024. № 6. С. 9–27. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-6-9-27.

11. Пролетарский А.В., Булдакова Т.И., Ланцберг А.В. Особенности образовательных программ для подготовки кадров цифровой экономики // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика. 2023. № 2. С. 42–51. DOI: 10.24143/2072-9502-2023-2-42-51.
12. Титова Н.С., Ванюков П.Д. Интересы вуза, его преподавателей и учащихся при создании объектов авторского права // ИС. Авторское право и смежные права. 2024. № 1. С. 48–56.
13. Теймуров Э.С. Правовое регулирование противодействия неправомерным заимствованиям в процедурах государственной научной аттестации // Актуальные проблемы российского права. 2022. № 4. С. 182–193.
14. Антонов А.А. Искусственный интеллект: вопросы правосубъектности // Юрист. 2023. № 9. С. 23–28.
15. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 № 230-ФЗ (ред. от 30.01.2024)].

## References

1. Prikaz Minobrnauki Rossii ot 29.06.2015 N 636 (red. ot 27.03.2020) «Ob utverzhdenii Poryadka provedeniya gosudarstvennoy itogovoy attestatsii po obrazovatel'nyim programmam vysshego obrazovaniya - programmam bakalavriata, programmam spetsialiteta i programmam magistratury» = Order of the Ministry of Education and Science of Russia dated 29.06.2015 N 636 (as amended on 27.03.2020) «On approval of the Procedure for conducting state final certification for educational programs of higher education - bachelor's degree programs, specialist degree programs and master's degree programs» (Registered in the Ministry of Justice of Russia on 22.07.2015 N 38132). (In Russ.)
2. Pis'mo Minobrnauki Rossii ot 12.07.2017 N 06-PG-MON-24914 «O zashchite vypusknoy kvalifikatsionnoy raboty» = Letter of the Ministry of Education and Science of Russia dated 12.07.2017 N 06-PG-MON-24914 «On the defense of the final qualification work». (In Russ.)
3. Shakhnov V.A., Vlasov A.I., Zinchenko L.A. On methodological support of engineering education in modern conditions. Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia. 2012; 3: 104-108. (In Russ.)
4. Kutsyy O.Ya., Tsibizova T.Yu. Experience of using a methodology for assessing plagiarism in student papers. Liteynoye proizvodstvo = Foundry production. 2020; 11: 26-28. (In Russ.)
5. Kutsyy O.Ya., Tsibizova T.Yu., Komkova T.Yu., Shevtsova E.V. O sposobakh proverki vypusknnykh kvalifikatsionnykh rabot na plagiat. Tekhnologii

16. GitHub Copilot [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/features/copilot>.
17. Finnie-Ansley J., Denny P., Becker B.A., Luxton-Reilly A., Prather J. The Robots Are Coming: Exploring the Implications of OpenAI Codex on Introductory Programming. Proceedings of the 24th Australasian Computing Education Conference (ACE '22). С. 10–19. DOI: 10.1145/3511861.3511863.
18. Neurotools [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://education.yandex.ru/neurotools>.
19. Шахнов В.А., Пролетарский, А.В., Зинченко Л.А., Казаков В.В., Терехов В.В. К вопросу этики искусственного интеллекта // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2024. Т. 26. № 5. С. 17–29.
20. Manna Z., Waldinger R. J. Toward Automatic Program Synthesis. Commun. ACM 14. 1971. № 3. С. 151–165. DOI: 10.1145/362566.362568.
21. Rational Rose [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.ibm.com/support/pages/ibm-rational-rose-enterprise-7004-ifix001>.
22. Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 1999.

razrabotki i otladki slozhnykh tekhnicheskikh system = On methods for checking final qualification works for plagiarism. Technologies for developing and debugging complex technical systems. 7 Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya = 7th All-Russian scientific and technical conference (April 1-2; 2020, Moscow) Moscow: Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Center for Engineering Technologies and Modeling «Exponenta». 2021: 257-262. (In Russ.)

6. Chat GPT [Internet]. Available from: <https://chat.openai.com/chat>.
7. ZeroGPT [Internet]. Available from: <https://www.zerogpt.com/>.
8. Gurko A.V. On the possibility of copyright protection of objects generated by artificial intelligence systems. Zhurnal rossiyskogo prava = Journal of Russian Law. 2024; 7: 64 - 77. (In Russ.)
9. Sysoyev P.V. Ethics and AI plagiarism in the academic environment: students' understanding of issues of compliance with copyright ethics and the problem of plagiarism in the process of interaction with generative artificial intelligence. Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia. 2024; 2: 31-53. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-2-31-53. (In Russ.)
10. Sheynbaum V. S., Nikol'skiy V: Engineering activity and engineering thinking in the context of the expansion of artificial intelligence. Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia. 2024; 6: 9-27. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-6-9-27 (In Russ.)
11. Proletarskiy A.V., Buldakova T.I., Lantsberg A.V. Features of educational programs for training

personnel for the digital economy. Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: upravleniye, vychislitel'naya tekhnika i informatika = Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Engineering and Informatics. 2023; 2: 42–51. DOI: 10.24143/2072-9502-2023-2-42-51. (In Russ.)

12. Titova N. S., Vanyukov P. D. Interests of the university, its teachers and students in the creation of copyright objects. IS. Avtorskoye pravo i smezhnyye prava = IP. Copyright and Related Rights. 2024; 1: 48–56. (In Russ.)

13. Teymurov E.S. Legal regulation of counteracting illegal borrowings in the procedures of state scientific certification. Aktual'nyye problemy rossiyskogo prava = Actual problems of Russian law. 2022; 4: 182–193.

14. Antonov A. A. Artificial Intelligence: Issues of Legal Capacity. Yurist = Jurist. 2023; 9: 23–28. (In Russ.)

15. Grazhdanskiy kodeks Rossiyskoy Federatsii (chast' chetvertaya)» = Civil Code of the Russian Federation (Part Four)» of 18.12.2006 N 230-FZ (as amended on 30.01.2024)]. (In Russ.)

16. GitHub Copilot [Internet]. Available from: <https://github.com/features/copilot>.

17. Finnie-Ansley J., Denny P., Becker B.A., Luxton-Reilly A., Prather J. The Robots Are Coming: Exploring the Implications of OpenAI Codex on Introductory Programming. Proceedings of the 24th Australasian Computing Education Conference (ACE '22): 10–19. DOI: 10.1145/3511861.3511863.

18. Neurotools [Internet]. Available from: <https://education.yandex.ru/neurotools>.

19. Shakhnov V.A., Proletarskiy, A.V., Zinchenko L.A., Kazakov V.V., Terekhov V.V. On the issue of ethics of artificial intelligence. Neyrokomp'yutery: razrabotka, primeneniye = Neurocomputers: development, application. 2024; 26; 5: 17–29. (In Russ.)

20. Manna Z., Waldinger R. J. Toward Automatic Program Synthesis. Commun. ACM 14. 1971; 3. C. 151–165. DOI: 10.1145/362566.362568.

21. Rational Rose [Internet]. Available from: <https://www.ibm.com/support/pages/ibm-rational-rose-enterprise-7004-ifix001>.

22. Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley. 1999.

#### Сведения об авторах

**Людмила Анатольевна Зинченко**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Москва, Россия  
Эл. почта: [lyudmillaa@mail.ru](mailto:lyudmillaa@mail.ru)

**Елена Викентьевна Резчикова**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Москва, Россия  
Эл. почта: [rezc-elena@yandex.ru](mailto:rezc-elena@yandex.ru)

**Елена Александровна Тарпанова**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Москва, Россия  
Эл. почта: [tarapanova@bmstu.ru](mailto:tarapanova@bmstu.ru)

#### Information about the authors

**Lyudmila A. Zinchenko**

Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia  
E-mail: [lyudmillaa@mail.ru](mailto:lyudmillaa@mail.ru)

**Elena V. Rezchikova**

Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia  
E-mail: [rezc-elena@yandex.ru](mailto:rezc-elena@yandex.ru)

**Elena A. Tarakanova**

Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia  
E-mail: [tarapanova@bmstu.ru](mailto:tarapanova@bmstu.ru)



# Роль электронных библиотечных систем в развитии информационной компетенции обучающихся

**Цель исследования** заключается в теоретическом обосновании значимости внедрения электронных библиотечных систем в образовательный процесс с акцентом на формирование информационной компетентности обучающихся в высшем учебном заведении. В условиях стремительной цифровизации образовательной среды становится необходимым определить ключевые навыки, которые помогут студентам эффективно взаимодействовать с информационными ресурсами. Исследование направлено на выявление преимуществ использования электронных библиотечных систем как инструмента для развития критического мышления и преодоления барьеров на пути к освоению современных информационных технологий.

**Материалы и методы исследования** включают анализ литературных источников и нормативной документации, что позволило сформулировать теоретические основы формирования информационной компетентности у студентов. Применение компетентностного подхода способствовало систематизации знаний о необходимых навыках работы с информацией. Для иллюстрации успешного применения электронных библиотечных систем в образовательном процессе был использован кейс-метод, который демонстрирует практическую значимость исследования. Также применялся сравнительный анализ для выявления соответствия навыков работы с электронными библиотечными системами индикаторам ключевых компетенций обучающихся.

**Результаты** показывают, что в эпоху тотальной цифровизации образовательного процесса компетентностный подход остается эффективной стратегией, обеспечивающей систематический контроль и поддержку развития компетенций студентов на всех этапах обучения, начиная с формирования базовых навыков и заканчивая достижением профессионального мастерства. Отмечается рост интереса к информационной компетенции среди

исследователей и преподавателей, что делает её приоритетной стратегией развития образовательных систем.

Электронные библиотечные системы на законодательном уровне стали неотъемлемыми компонентами электронной информационно-образовательной среды вуза. Однако их внедрение в учебный процесс связано с рядом трудностей, требующих изучения и преодоления для широкого применения. Рассмотрен положительный опыт внедрения модульного обучения студентов работе с ЭБС. Наглядно продемонстрировано соответствие навыков, получаемых студентами при работе с библиотечными системами, индикаторам достижения ключевых компетенций, что подтверждает положительное влияние такого обучения на формирование информационной компетентности как ключевого свойства личности в эпоху цифровизации.

**Заключение** подчеркивает, что формирование информационной компетентности будущих специалистов еще на этапе обучения является необходимым условием для успешной профессиональной деятельности. Это согласуется с идеями опережающего образования и требует трансформации системы образования. Обучение принципам работы информационных систем через информационно-коммуникационные технологии в электронной информационно-образовательной среде вуза играет важную роль в этом процессе, развивая информационную компетентность и подготавливая студентов к профессиональной деятельности в условиях цифрового общества. В конечном итоге, такие изменения будут способствовать созданию более гибкой и конкурентоспособной системы образования, отвечающей вызовам современной эпохи.

**Ключевые слова:** электронные библиотечные системы (ЭБС), информационная компетентность, цифровизация образования, критическое мышление, компетентностный подход, универсальные компетенции.

S. Potapova, V. Novikova, N. Ambrosenko

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

## The Role of Electronic Library Systems in the Development of Students' Information Competence

**The purpose** of the study is to theoretically substantiate the importance of introducing electronic library systems into the educational process with an emphasis on the formation of information competence of students in higher education institutions. With the rapid digitalization of the educational environment, it becomes necessary to identify key skills that will help students effectively interact with information resources. The research aims to identify the advantages of using electronic library systems as a tool for developing critical thinking and overcoming barriers to mastering modern information technologies.

**The materials and research methods** include the analysis of literary sources and normative documentation, which allowed us to formulate the theoretical foundations of the formation of information competence among students. The application of the competence approach contributed to the systematization of knowledge about the necessary skills of working with information. To illustrate the

successful application of electronic library systems in the educational process, a case method was used, which demonstrates the practical significance of the research. A comparative analysis was also used to identify the correspondence of skills of working with electronic library systems to indicators of key competencies of students.

**The results** show that in the era of total digitalization of the educational process, the competence approach remains an effective strategy that provides systematic monitoring and support for the development of students' competencies at all stages of learning, starting with the formation of basic skills and ending with the achievement of professional skills. There is a growing interest in information competence among researchers and lecturers, which makes it a priority strategy for the development of educational systems.

Electronic library systems at the legislative level have become integral components of the electronic information and educational

environment of the university. However, their implementation in the educational process is associated with a number of difficulties that require study and overcoming for widespread use. The positive experience of introducing modular training of students to work with electronic library systems is considered. The correspondence of the skills acquired by students when working with library systems to indicators of achieving key competencies is clearly demonstrated, which confirms the positive impact of such training on the formation of information competence as a key personality trait in the era of digitalization.

**The conclusion emphasizes** that the formation of information competence of future specialists at the training stage is a prerequisite for successful professional activity. This is consistent with the

ideas of advanced education and requires a transformation of the education system. Teaching the principles of information systems through information and communication technologies in the electronic information and educational environment of the university plays an important role in this process, developing information competence and preparing students for professional activity in a digital society. Ultimately, such changes will contribute to the creation of a more flexible and competitive education system that meets the challenges of the modern era.

**Keywords:** electronic library systems, information competence, digitalization of education, critical thinking, competence approach, universal competencies.

## Введение

В последние годы наблюдается существенный рост интереса к информационной компетенции (ИК) среди исследователей и преподавателей, делая её одной из приоритетных стратегий развития образовательных систем и началом построения цифровой педагогики [4].

Известный российский автор теории и методики компетентностного обучения, в которой он разделил компетенции (внешние нормы) и компетентности (внутренние качества человека), Хуторской Андрей Викторович, перечисляя семь групп ключевых образовательных компетенций, имеющих общекультурное значение, характеризует информационные компетенции как «владение способами деятельности по отношению к информации в учебных предметах и образовательных областях, а также в окружающем мире; владение современными средствами информации и информационными технологиями; навыки поиска, анализа и отбора необходимой информации, её преобразования, хранения, передачи, защиты» [5].

Очевидно, что для успешного развития ИК необходимо целенаправленно прикладывать усилия, нацеленные на формирование и совершенствование навыков работы с информацией. Понятие «информация», являясь неотъемлемой частью современной жизни, становится ключевым

основанием, объединяющим все исследования, посвященные вопросу развития информационной компетенции и формированию информационной компетентности [6, 7].

Что такое информация в общем смысле? Это огромные хранилища, содержащие знания о литературе, образовании, достижениях научной мысли в технике, а также видео- и аудио хранилища, которые служат не только источниками информации, но и культурными артефактами, отражающими многогранность человеческого опыта. Информация, как основополагающий элемент нашего существования, пронизывает все сферы жизни и становится неотъемлемой частью нашего восприятия мира. Она обретает форму данных, фактов и идей, которые люди используют для принятия решений, формирования мнений и создания новых знаний, подобно веществу и энергии, становится предметом производства и распространения. Она накапливается в различных форматах и систематизируется для удобства доступа и использования. Информация не просто передается; она трансформируется, обогащается контекстом и значением. Каждая единица информации несет в себе потенциал для инноваций и изменений, способствуя развитию науки, культуры и технологий.

Однако информация, как концепция, претерпела значительные трансформации в последние десятилетия. То, что

ранее существовало в форме книг, архивов и произведений искусства, теперь обретает новую форму. Этот переход от традиционных носителей к цифровым форматам не просто изменяет способ хранения и передачи знаний, но и радикально преобразует саму природу информации. В современном мире цифровая информация становится более доступной и мобильной, что открывает новые горизонты для её использования и восприятия. Цифровизация информации приводит к тому, что знания становятся динамичными и многофункциональными. Они могут быть мгновенно переданы, обработаны и проанализированы с использованием современных технологий. В результате этого процесса информация перестает быть статичным объектом; она превращается в поток данных, который требует от пользователей новых навыков для эффективного взаимодействия.

Это изменение формата накладывает отпечаток на образовательные процессы и профессиональную деятельность, подчеркивая необходимость формирования информационной компетенции у будущих специалистов, которые должны понимать её возможности для повышения эффективности своей деятельности. Умение работать с информацией становится критически важным. Еще совсем недавно это требовало от индивидов развития базовых навыков поиска и

анализа, но в эпоху взрывного развития искусственного интеллекта, требует и способности критически оценивать ее достоверность. Генеративные нейросети способны создавать и распространять контент с высокой степенью правдоподобия, что увеличивает риск распространения ложных данных.

Все эти метаморфозы делают информационную компетентность основой для научных исследований и одной из приоритетных стратегий развития образовательных систем.

### Обсуждение результатов

Переход высшей школы России к реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ ставит перед академическим сообществом вузов задачу формирования и реализации новой системы оценивания результатов образования, сформулированных в виде компетенций выпускника. В стандартах высшего образования по укрупненной группе направлений подготовки (специальностей) (УГСН) 35.00.00 «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» (уровень подготовки – бакалавриат) [2, 3] информационная компетенция растворена в универсальной (УК) и общепрофессиональной (ОПК) компетенциях:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (далее – УК-1);

ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (далее – ОПК-7).

Согласно ФГОС ВО образовательные организации устанавливают в образовательной программе индикаторы достижения компетенций самосто-

ятельно, а также планируют результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам, которые должны быть соотнесены с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. В ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ установлены единые индикаторы достижений универсальных компетенций по всем направлениям подготовки бакалавриата, а также единые ОПК для укрупненных групп направлений (специальностей). Для информационных компетенций по УГСН 35.00.00 «Сельское, лесное и рыбное хозяйство» разработано по три индикатора достижений (таблица 1).

Ранее в публикациях [8, 9] нами уже был подробно описан опыт успешной практической работы по развитию ИК в рамках учебного курса «Пользователь Электронной информационно-образовательной среды», реализуемый в ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ с 2018 года на первом курсе всех направлений подготовки бакалавриата. Помимо знакомства непосредственно с электронной информационно-образовательной средой вуза, методическим новшеством было обучение принципам использования электронных библиотечных систем.

Вузовские научные библиотеки, традиционно выполнявшие роль хранилищ информации, где книги, архивные документы и другие физические носители знаний служили основными ресурсами для обучения и научных исследований, также претерпевают значительные изменения, адаптируясь к новым условиям цифровой эпохи. Ведь с расцветом технологий возникло целое поколение пользователей, для которых бумажные носители становятся все менее актуальными несмотря на сопротивление академической среды и преподавателей «старой школы».

Электронные библиотеки и библиотечные системы становятся неотъемлемыми компонентами ЭИОС образовательных учреждений с 2008 г. Это одно из основных требований Министерства науки и высшего образования РФ. Оно закреплено в ФЗ № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [1], федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО) [2, 3], а также зафиксировано в документах, регламентирующих проведение государственной аккредитации вуза в целях контроля качества образования [10]. Они представляют собой сложные информационные системы, которые, несмотря на свои преимущества, не всегда интуитивно понятны для пользователей. В отличие от традиционных библиотек, где информация была организована в многочисленные, но четко структурированные тематические или алфавитные каталоги, ЭБС предлагают более удобные, гибкие, но и более сложные способы поиска и доступа к информации. Вчерашние школьники, и без того находясь в процессе адаптации к новым условиям, сталкиваются с многообразием функций и возможностей ЭБС неизбежно будут испытывать трудности в освоении интерфейсов и алгоритмов работы с ними. Полагая что обучение работе с ЭБС может быть важным этапом в формировании информационной компетенции студентов, поскольку оно помогает преодолеть барьеры на пути к эффективному использованию современных технологий и ресурсного обеспечения образовательного процесса, в ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ обучение работе с ними было встроено в учебный процесс в составе курса «Пользователь информационной образовательной среды», а потом в виде модульной единицы в курс Информатики

**Соответствие навыков работы с электронными библиотечными системами ключевым компетенциям студентов**  
**Matching the skills of working with electronic library systems to the key competencies of students**

Показатели развития информационной компетенции	ИД-1 УК-1	ИД-2 УК-1	ИД-3 УК-1	ИД-1 ОПК-7	ИД-2 ОПК-7	ИД-3 ОПК-7
Работа в сети Интернет. Умение использовать интернет ресурсы для поиска, получения и обработки информации	+	+	+	+	+	+
Разработка эффективных стратегий поиска информации. Поиск по ключевым словам.	+	+	+	+	+	+
Сортировка информации, навыки организации и классификации информации для упрощения доступа и анализа	+		+	+	+	+
Способность анализировать информацию, формулировать выводы и делать обоснованные суждения	+	+	+	+	+	+
Способность критически оценивать достоверность, надежность информации из различных источников	+	+	+	+	+	+
Способность правильно цитировать источники информации, соблюдать авторские права и этические нормы при использовании информации	+			+		
Умение использовать базы данных, понимание структуры и организации данных, умение использовать запросы для получения необходимых сведений	+	+	+	+	+	+
Способность находить и выбирать именно те источники информации, которые необходимы для решения конкретных задач.	+	+	+		+	+
Работа с метаданными. Понимание того, что метаданные представляют собой структурированную информацию, описывающую содержимое, качество и контекст данных, что позволяет эффективно управлять и находить информацию		+	+		+	+
Использование аналитических инструментов для обработки данных, полученных из электронных библиотечных систем.			+	+	+	+
<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ИД-1 (УК 1) определяет информацию, требуемую для решения поставленных задач;</li> <li>• ИД-2 (УК 1) осуществляет поиск информации, необходимой для решения поставленных задач;</li> <li>• ИД-3 (УК 1) выбирает возможные варианты решения поставленных задач, логически оценивает их.</li> </ul> <p>ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ИД-1 (ОПК 7) Понимает принципы работы информационных технологий;</li> <li>• ИД-2 (ОПК 7) Способен обоснованно выбирать современное программное обеспечение в соответствии с задачами профессиональной деятельности;</li> <li>• ИД-3 (ОПК 7) Применяет информационные технологии при решении профессиональных задач и оценивает результаты их использования.</li> </ul>						

на всех направлениях и формах обучения бакалавриата и специалитета, реализуемых в вузе.

Опираясь на приведенные выше информационные компетенции отметим, на формирование каких индикаторов достижений компетенций оказывает влияние обучение работе в электронных библиотечных системах (таблица).

Как наглядно видно по таблице, показатели развития информационной компетенции студентов коррелируют с индикаторами достижений ключевых компетенций, необходимыми для успешного обучения и профессиональной деятельности. Они демонстрируют, что

навыки поиска информации, критического мышления и работы с электронными библиотечными системами могут быть значимыми и способствовать развитию информационной компетенции у студентов, что является основой для формирования их информационной компетентности как ключевого свойства личности.

Между тем, развитие у студентов ИК не является естественным следствием высшего образования и несмотря на декларации, является реальной задачей только для небольшого числа отдельных вузов [11].

Работодатели отмечают недостаточный уровень развития универсальных компетенций

выпускников, выходящих на рынок труда [12], а, как уже было нами отмечено выше, информационная компетенция не является статичным качеством и для ее формирования необходимо здесь и сейчас производить целенаправленные и систематические усилия, направленные на обучение и практическое применение соответствующих навыков. И, как считают авторы статьи, внедрение в учебный процесс обучения принципов функционирования электронных библиотечных систем будет этому способствовать. Далее попробуем обосновать свою позицию.

Начнем с понятия «*информационная компетентность*».

Оно рассматривается в исследованиях многих ученых. Большинство из них определяет информационную компетентность как способность личности осуществлять информационную деятельность. Объединив уже сформулированные толкования с учетом вышеизложенного, дадим такое определение: информационная компетентность — это интегративная способность личности, которая включает в себя умения и навыки поиска, анализа, обработки и использования информации с целью удовлетворения своих информационных потребностей. Она позволяет индивиду эффективно взаимодействовать с информационными ресурсами и технологиями, осваивать новые инструменты и методы работы с информацией, а также критически оценивать достоверность и актуальность полученных данных. Важным аспектом информационной компетентности является понимание сущности информации как ценности в современном обществе, что включает в себя соблюдение этических норм и требований безопасности при работе с информацией.

Как справедливо было отмечено [13, 14] формирование информационной компетентности осуществляется в процессе информационной деятельности.

Авторов статьи заинтересовал подход, который был рассмотрен в коллективной монографии «Актуальные аспекты многоуровневой подготовки в вузе» [15], где авторы, обращаясь к исследованию Хуторского и Краевского [16], рассматривают четыре типа опыта, которые позволяют сформировать у обучающихся «сложные кросскультурные виды действий, которые в современной педагогической литературе носят название компетентностей» и делают попытку раскрыть содержимое каждого элемента применительно к информационной компетентности бакалавра. Мы же далее в нашем

исследовании попробуем раскрыть каждый из этих компонентов, уже представленных применительно к информационной компетентности в разрезе применения электронных библиотечных систем.

*Первый элемент — имеющие знания о мире и способах деятельности.*

Для эффективного применения технологий необходимы такие компетенции, которые давали бы возможность извлекать нужную информацию посредством ИТ средств. Базовые представления о данных, процессах и технологиях могут развиваться на практическом, даже бытовом уровне.

Так, например, база знаний об использовании ЭБС развивается по следующей спирали: начальные знания о сети интернет, далее знания о возможностях системы — поиск и доступ к ресурсам, работа с каталогами и базами данных. По мере накопления опыта обучающимся придут к пониманию, что помимо базовых функций необходимы знания в области оценки качества источников информации, работы с метаданными, управления доступом к материалам и использования дополнительных инструментов для анализа данных. Приобретая новые навыки, обучающиеся открывают перед собой новые возможности для эффективного использования ЭБС в учебном процессе и научной деятельности.

*Второй элемент — практический опыт «осуществления известных способов деятельности, воплощающийся в умениях и навыках личности действовать по образцу.*

К числу способов деятельности, которые воплощаются в умениях и навыках, приобретенных в процессе обучения информационной деятельности будущего бакалавра, относятся алгоритмы поиска информации, ее переработки, систематизации и структурирования, и обеспечение безопасного доступа к данным. В

контексте работы с электронными библиотечными системами этот процесс приобретает особую значимость. Студенты осваивают не только базовые функции поиска в интернете и поиска по определенной базе данных (коими являются ЭБС по сути) и определения способов доступа к электронным ресурсам, но и развивают более сложные навыки. К ним относится умение критически оценивать достоверность и актуальность информации, а также навыки анализа и синтеза полученных данных. Практический опыт работы с ЭБС позволяет студентам не только находить необходимую информацию, но и эффективно использовать её в учебных проектах и научных исследованиях, а это уже можно охарактеризовать фрагментом из формулировки УК-1 — «применять системный подход для решения поставленных задач».

*Третий элемент — опыт творческой исследовательской деятельности, выражающийся в форме умений принимать нестандартные решения в проблемных ситуациях.*

За короткий период времени в ИТ происходят значительные изменения, и программные средства могут меняться стремительно. Поэтому критически важно подготовить студентов к решению задач, включая непрерывное освоение новых технологий и программных пакетов, а также адаптацию к новым условиям работы с системным пониманием принципов работы сложных электронных систем.

Работа с электронными библиотечными системами предоставляет студентам уникальную возможность развивать этот навык, поскольку они сталкиваются с разнообразием интерфейсов в различных ЭБС и необходимостью адаптироваться к новым инструментам и технологиям. В процессе поиска и анализа данных студенты учатся не только находить нужные ресурсы, но и критически оценивать их достовер-

ность, что требует творческого подхода к решению возникающих проблем. Например, если при отсутствии необходимой информации по определенной теме в одной из популярных ЭБС он не находит достаточного количества релевантных статей, то для решения поставленной задачи, он готов использовать дополнительные источники, такие как специализированные базы данных или платформы для научных публикаций, чтобы затем применить навыки анализа и синтеза информации для объединения полученных данных в единое целое. Такой подход позволяет ему создать более полное и глубокое исследование, соответствующее современным стандартам научного поиска.

*Четвертый элемент — опыт установления «эмоционально-ценностных отношений — в форме личностных ориентации».*

Этот аспект авторы монографии [15] раскрыли как компонент, заключающийся в опыте осознания потребностей и мотивации, которые определяют отношение субъекта к миру и его системе ценностей. Будущий специалист должен обладать определенным уровнем информационного мировоззрения, воспринимая информацию как ценность и

осознавая её значение в современном обществе. Не секрет, что у обучающихся мотивация к деятельности нередко возникает на уровне решения практических задач. Поэтому погружение в ЭИОС для решения учебных задач формирует отношение к информации в целом, и к электронным библиотечным системам в частности, как к инструментам для достижения целей.

Соблюдение норм информационного взаимодействия и морально-этических принципов формирует ценностные ориентиры у студентов. Это способствует развитию адекватного отношения к программным средствам и информационным продуктам, что является ключевым элементом подготовки к будущей профессиональной деятельности и повышает уверенность в использовании современных технологий для решения профессиональных задач.

### Заключение

Формирование информационной компетентности студентов в условиях цифровизации является одним из ключевых аспектов современного образовательного процесса в вузе. Одним из важнейших условий

этого процесса является развитие системы образования по пути расширения доступа и обучения принципам работы информационных систем посредством информационно-коммуникационных технологий в электронной информационно-образовательной среде вуза, что обеспечивает опережающий характер. Идеи опережающего образования, выдвинутые Ващекиным Н.П., и Урсул А.Д. [\*\*\*], подчеркивают необходимость формирования у студентов качеств, позволяющих им не только идти в ногу с современными технологическими и социальными изменениями, но и предвидеть и управлять этими изменениями. Внедрение электронных библиотечных систем в образовательный процесс может сыграть важную роль в этом контексте, предоставляя студентам доступ к широкому спектру информационных ресурсов, развивая информационную компетентность и подготавливая к успешной профессиональной деятельности в условиях цифрового общества. В конечном итоге, это ведет и к созданию более гибкой и конкурентоспособной системы образования, отвечающей вызовам современной эпохи.

### Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Минобрнауки России от 26.07.2017 № 699 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия» (Зарегистрировано в Минюсте России 15.08.2017 № 47775).
3. Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 № 813 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия» (Зарегистрировано в Минюсте России 14.09.2017 № 48186).
4. Беликова Т.П., Сыроватская Т.А. Цифровая образовательная среда вуза — эффективный инструмент формирования универсальных компетенций студентов // Новые технологии оценки качества образования: Сборник материалов XVII

Форума Гильдии экспертов в сфере профессионального образования (11 ноября 2022 г., Йошкар-Ола) / Под общей редакцией Г.Н. Мотовой. Москва: Ассоциация «Гильдия экспертов в сфере профессионального образования», 2022. С. 87–93.

5. Хуторской А. В. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования // Высшее образование в России. 2017. № 12. С. 85–91.

6. Скоробогатова А.С. К вопросу об актуальности формирования информационной компетентности преподавателя вуза // Наука ЮУрГУ: Материалы 65-ой Научной конференции (15–17 апреля 2013г., Челябинск). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. Т. 1. С. 378–382.

7. Андрианов И.А., Полянский А.М., Ржеуцкая С.Ю., Харина М.В. Диагностика результатов освоения компетенций в информационной среде обучения студентов ИТ-направлений // Открытое образование. 2023. Т. 27. № 4. С. 17–28. DOI: 10.21686/1818-4243-2023-4-17-28.

8. Амбросенко Н.Д., Новикова В.Б., Потапова С.О. Опыт внедрения факультативного курса «Пользователи ЭИОС Красноярского ГАУ» для формирования общепрофессиональных компетенций в категории ИКТ // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы VII Международной научной конференции (19–22 сентября 2023 г., Красноярск). Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2023. С. 972–976.

9. Амбросенко Н.Д., Лысак О.А., Потапова С.О. Показатели цифровой активности пользователей ЭБС в Красноярском ГАУ и способы их повышения // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции (16–18 апреля 2024 г., Красноярск). Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. С. 561–564.

10. Гендина Н.И., Косолапова Е.В. Электронные библиотечные системы в фокусе цифровой дидактики и когнитивных особенностей цифрового поколения // Библиосфера. 2024. № 1. С. 7–17. DOI 10.20913/1815-3186-2024-1-7-17.

11. Корешникова Ю.Н., Фрумин И.Д., Пашенко Т.В. Организационные и педагогические условия формирования навыка критическо-

го мышления у студентов российских вузов // Университетское управление: практика и анализ. 2021. Т. 25. № 1. С. 5–17. DOI 10.15826/umpra.2021.01.001.

12. Gruzdev M., Kasakova E., Kuznetsova I., Tarkhanova I. University Graduates' Soft Skills: the Employers' Opinion // European Journal of Contemporary Education. 2018. № 7(4). С. 690–698.

13. Нусипкожа А.С., Курманбек К.Н., Молдакунова Н.К. Вопросы формирования информационной компетентности студентов // Вестник Иссык-Кульского университета. 2016. № 42. С. 93–98.

14. Маланов И.А. К вопросу о формировании информационной компетентности студентов вуза // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. № 15. С. 126–128.

15. Актуальные аспекты многоуровневой подготовки в вузе / под ред. Д. В. Гулякина, Министерство образования и науки Российской Федерации, Георгиевский технологический институт (фил.) ГОУ ВПО «Северо-Кавказский государственный технический университет». Георгиевск: Георгиевский технологический институт, 2010. Т. 2. 191 с.

16. Краевский В.В., Хуторской А.В. Предметное и общепредметное в образовательных стандартах // Педагогика. 2003. № 3. С. 3–10.

## References

1. Federal'nyy zakon ot 29.12.2012 N 273-FZ «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii» = Federal Law of 29.12.2012 N 273-FZ «On Education in the Russian Federation».. (In Russ.)

2. Prikaz Minobrnauki Rossii ot 26.07.2017 N 699 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 35.03.04 Agronomiya» = Order of the Ministry of Education and Science of Russia of 26.07.2017 N 699 «On approval of the federal state educational standard of higher education - bachelor's degree in the field of training 35.03.04 Agronomy» (Registered in the Ministry of Justice of Russia on 15.08.2017 N 47775). (In Russ.)

3. Prikaz Minobrnauki Rossii ot 23.08.2017 N 813 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 35.03.06 Agroinzheneriya» = Order of the Ministry of Education and Science of Russia of 23.08.2017 N 813 «On approval of the federal state educational standard of higher education - bachelor's degree in the field of training 35.03.06 Agricultural engineering» (Registered in the Ministry of Justice of Russia on 14.09.2017 N 48186).

4. Belikova T.P., Syrovatskaya T.A. Tsifrovaya obrazovatel'naya sreda vuza – effektivnyy instrument formirovaniya universal'nykh kompetentsiy studentov = Digital educational environment of the

university is an effective tool for developing universal competencies of students. *Novyye tekhnologii otsenki kachestva obrazovaniya = New technologies for assessing the quality of education* Collection of materials of the XVII Forum of the Guild of Experts in the Field of Professional Education (November 11; 2022, Yoshkar-Ola) Ed. G.N. Motova. Moscow: Association «Guild of Experts in the Field of Professional Education»; 2022: 87–93.: (In Russ.)

5. Khutorskoy A.V. Methodological foundations for applying a competence-based approach to educational design. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia*. 2017; 12: 85–91. (In Russ.)

6. Skorobogatova A.S. K voprosu ob aktual'nosti formirovaniya informatsionnoy kompetentnosti prepodavatelya vuza = On the relevance of developing the information competence of a university teacher. *Nauka YUURGU: Materialy 65-oy Nauchnoy konferentsii = Science SUSU: Materials of the 65th Scientific Conference* (April 15-17; 2013, Chelyabinsk). Chelyabinsk: Publishing center of SUSU; 2013; 1: 378-382. (In Russ.)

7. Andrianov I.A., Polyanskiy A.M., Rzhetskaya S.Yu., Kharina M.V. Diagnostics of the results of mastering competencies in the information environment of teaching students of IT directions. *Otkrytoye obrazovaniye = Open education*. 2023; 27; 4: 17–28. DOI: 10.21686/1818-4243-2023-4-17-28. (In Russ.)

8. Ambrosenko N.D., Novikova V.B., Potapova S.O. Opyt vnedreniya fakul'tativnogo kursa «Pol'zovateli EIOS Krasnoyarskogo GAU» dlya formirovaniya obshcheprofessional'nykh kompetentsiy v kategorii IKT = Experience of implementing the optional course «Users of the EIS of Krasnoyarsk SAU» for the formation of general professional competencies in the ICT category. Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronnoy obucheniya: tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii = Informatization of education and methods of e-learning: digital technologies in education: Proceedings of the VII International Scientific Conference (September 19-22; 2023, Krasnoyarsk). Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev; 2023: 972-976. (In Russ.)

9. Ambrosenko N.D., Lysak O.A., Potapova S.O. Pokazateli tsifrovoy aktivnosti pol'zovateley EBS v Krasnoyarskom GAU i sposoby ikh povysheniya = Indicators of digital activity of users of the EBS in Krasnoyarsk SAU and ways to improve them. Nauka i obrazovaniye: opyt, problemy, perspektivy razvitiya = Science and education: experience, problems, development prospects: Proceedings of the international scientific and practical conference (April 16-18; 2024, Krasnoyarsk). Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University; 2024: 561-564.

10. Gendina N.I., Kosolapova Ye.V. Electronic library systems in the focus of digital didactics and cognitive features of the digital generation. Bibliosfera = Bibliosphere. 2024; 1: 7-17. DOI 10.20913/1815-3186-2024-1-7-17. (In Russ.)

11. Koreshnikova YU.N., Frumin I.D., Pashchenko T.V. Organizational and pedagogical conditions for the formation of critical thinking skills among students of Russian universities. Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz = University management: practice and analysis. 2021; 25; 1: 5-17. DOI 10.15826/umpa.2021.01.001. (In Russ.)

12. Gruzdev M., Kasakova Ye., Kuznetsova I., Tarkhanova I. University Graduates' Soft Skills: the Employers' Opinion. European Journal of Contemporary Education. 2018; 7(4): 690-698.

13. Nusipkozha A.S., Kurmanbek K.N., Moldakunova N.K. Issues of Formation of Students' Information Competence. Vestnik Issyk-Kul'skogo universiteta = Bulletin of Issyk-Kul University. 2016; 42: 93-98. (In Russ.)

14. Malanov I.A. On the Issue of Formation of University Students' Information Competence. Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Buryat State University. 2015; 15: 126-128. (In Russ.)

15. Aktual'nyye aspekty mnogourovnevnoy podgotovki v vuze = Actual Aspects of Multilevel Training at the University. Ed. D. V. Gulyakin, Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Georgievsk Technological Institute (branch) of the State Educational Institution of Higher Professional Education «North Caucasus State Technical University». Georgievsk: Georgievsk Technological Institute; 2010; 2. 191 p. (In Russ.)

16. Krayevskiy V.V., Khutorskoy A.V. Subject and general subject in educational standards. Pedagogika = Pedagogy. 2003; 3: 3-10. (In Russ.)

#### Сведения об авторе

##### **Потапова Светлана Олеговна**

К.б.н., канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры «Психология, педагогика и экология человека»

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
Эл. почта: sveta\_pkgau.ru

##### **Амбросенко Николай Дмитриевич**

К.т.н., доцент, доцент кафедры «Информационные технологии и математическое обеспечение информационных систем»

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
Эл. почта: nikolai.ambrosenko@yandex.rusveta\_pkgau.ru

##### **Новикова Виктория Борисовна**

К.б.н., доцент, доцент кафедры «Экологии и природопользования»

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
Эл. почта: viktoriya\_novikova@mail.ru

#### Information about the author

##### **Svetlana Ol. Potapova**

Cand. Sci. (Biology), Senior Lecturer, Department of psychology, pedagogy and human ecology Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: sveta\_pkgau.ru

##### **Nikolai Dm. Ambrosenko**

Cand. Sci. (Technical), Associate professor, associate professor of the Department of "Information technology and mathematical support of information systems" Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: nikolai.ambrosenko@yandex.ru

##### **Victoria Bor. Novikova**

Cand. Sci. (Biology), associate professor, Associate professor of the Department of "Ecology and Nature Management", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: viktoriya\_novikova@mail.ru



# Модель диагностики познавательной активности студентов системы среднего профессионального образования при обучении информатике

**Цель.** Целью статьи является обоснование применения разработанной модели диагностики познавательной активности в системе среднего профессионального образования при освоении обучающимися учебной дисциплины «Информатика».

**Материал и методы исследования.** Идея исследования связана с применением разработанной модели диагностики познавательной активности в системе среднего профессионального образования при освоении студентами программы общеобразовательной дисциплины «Информатика». Реализация разработанной модели диагностики базируется на синтезе высокоформализованных и низкоформализованных методик в целях получения максимально достоверной картины об уровне познавательной активности контингента на занятиях по информатике. Разработанная модель диагностики познавательной активности позволяет получить педагогически значимую информацию, которая характеризует динамику изменения уровня познавательной активности при выполнении специальных психолого-педагогических тестов, а также учебных заданий и составить достоверную картину о результативности учебного процесса в исследуемых группах студентов системы среднего профессионального образования с учетом когнитивного, педагогического, социального критериев, а также с учетом уровня начальной подготовки по информатике. Модель диагностики уровня усвоения учебного материала по информатике и познавательной активности включает в себя оценивание полученных знаний, выработку профессиональных умений и навыков и стимулирование студентов на постоянное совершенствование и применение профессиональных навыков на регулярной основе. При этом, рубежный контроль является индикатором уровня знаний содержания учебного материала, промежуточный контроль является демонстрацией овладения практическими навыками, а стимулирующие баллы вводят компонент мотивации, что оказывает влияние на уровень

познавательной активности обучающегося.

Познавательная активность в контексте исследования определена, как когнитивно-психолого-социальный отклик на познавательный процесс, определяющий личностно-мотивационный интерес к осознанному усвоению знаний и умений предметной области и является структурным компонентом результативности учебного процесса по информатике.

**Результаты.** На основе выявленной сущности познавательной активности в предметной подготовке составлена, обоснована и апробирована в реальном учебном процессе модель диагностики познавательной активности студентов системы среднего профессионального образования на занятиях по информатике, позволяющая составить достоверную картину о результативности учебного процесса в исследуемых группах учетом когнитивного, психологического и социального критериев, а также уровня начальной подготовки по информатике.

**Заключение.** Применение разработанной модели диагностики познавательной активности при помощи покомпонентной экспертной оценки интеллектуальной инициативы в контексте результативности обучения информатике способствует персонализированной и групповой идентификации студентов системы среднего профессионального образования, а также позволяет проводить сравнительные оценки итоговых рейтинговых показателей в каждой из отдельных групп студентов с целью корректировки и дополнения избранных методов и средств обучения.

Материалы статьи могут быть полезны для преподавателей системы среднего и высшего профессионального образования.

**Ключевые слова:** обучение информатике в СПО, ФГОС СПО, диагностика, познавательная активность, интеллектуальная инициатива.

K. Timofeeva

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia

## A Model for Diagnosing the Cognitive Activity of Students of Secondary Vocational Education System in Teaching Computer Science

**Purpose of research.** The purpose of the article is to substantiate the application of the developed model for the diagnosis of cognitive activity in the secondary vocational education system when students master the academic discipline "Computer science".

**Research materials and methods.** The idea of the research is related to the application of the developed model for the diagnosis of cognitive activity in the secondary vocational education system when students master the program of the general education discipline "Computer science". The implementation of the developed diagnostic model is based on the synthesis of highly formalized and low-formalized

methods in order to obtain the most reliable picture of the level of cognitive activity of the contingent in computer science classes. The developed model of cognitive activity diagnostics allows us to obtain pedagogically significant information that characterizes the dynamics of changes in the level of cognitive activity when performing special psychological and pedagogical tests, as well as educational tasks, and to compile a reliable picture of the effectiveness of the educational process in the studied groups of students of secondary vocational education, taking into account cognitive, pedagogical, social criteria, and also the level of basic computer science training.

The model for diagnosing the level of learning in computer science and cognitive activity includes the assessment of the acquired knowledge, the development of professional skills and encouraging students to continuously improve and apply professional skills on a regular basis. At the same time, boundary control is an indicator of the level of knowledge of the educational material content, intermediate control is a demonstration of mastering practical skills, and stimulating points introduce a component of motivation, which affects the level of cognitive activity of the student.

Cognitive activity in the context of the study is defined as a cognitive, psychological and social response to the cognitive process, which determines the personal and motivational interest in the conscious acquisition of knowledge and skills of the subject area and is a structural component of the effectiveness of the educational process in computer science.

**Results.** Based on the revealed essence of cognitive activity in subject training, a model for diagnosing the cognitive activity of students of secondary vocational education in computer science classes has been

compiled, substantiated and tested in the real educational process, allowing for a reliable picture of the effectiveness of the educational process in the studied groups, taking into account cognitive, psychological and social criteria, as well as the level of initial training in computer science.

**Conclusion.** The application of the developed model for diagnosing cognitive activity using a component-by-component expert assessment of intellectual initiative in the context of the effectiveness of computer science teaching contributes to the personalized and group identification of students in the secondary vocational education system, and also allows for comparative assessments of the final rating indexes in each of the individual groups of students in order to adjust and supplement selected teaching methods and tools. The materials of the paper can be useful for lecturers of secondary and higher professional education.

**Keywords:** computer science education in secondary vocational education, federal state educational standard of secondary vocational education, diagnostics, cognitive activity, intellectual initiative.

## 1. Введение

Внедрение информационных технологий в производственный процесс требует от выпускников системы среднего профессионального образования (далее – СПО) высокого уровня познавательной активности и устойчивого стремления к постоянному совершенствованию профессиональных навыков. Современному специалисту необходимо мыслить системно и стратегически, строить свою деятельность на основе стоящих перед ним целей и задач, регулярно повышая собственный уровень конкурентоспособности на рынке труда. На данном этапе экономического развития остро стоит вопрос о нехватке рабочих и квалифицированных служащих, сокращаются сроки обучения, что в свою очередь, требует обеспечения высокого уровня подготовки в условиях ограниченного времени. Педагогам необходимо успеть заложить прочный фундамент знаний, умений и навыков, которые в перспективе позволят выпускнику самостоятельно добывать и анализировать информацию, оценивать ее достоверность и актуальность.

Система СПО традиционно привлекает менее мотивированных студентов, которые выбирают специализацию по остаточному принципу, что усиливает необходимость де-

тального анализа составляющих познавательной активности (далее – ПА) в контексте результативности учебного процесса по информатике.

На том основании, представляет интерес создание диагностической модели ПА, позволяющей проводить сравнительные оценки итоговых рейтинговых показателей в каждой из отдельных групп студентов.

Целью статьи является обоснование применения разработанной модели диагностики ПА в системе СПО при освоении обучающимися учебной дисциплины «Информатика».

## 2. Современное состояние проблемы

Сущность ПА рассматривается с двух позиций: с позиции связи с предметным содержанием дисциплины «Информатика», и с позиции связи с когнитивными, психологическими и социальными характеристиками контингента студентов СПО.

В исследованиях Н.И. Пака и М.М. Клунниковой отражен кластерный подход к критериальному оцениванию образовательного результата обучающегося, который обладает свойством универсальности и находит свое применение в описываемой диагностической модели [13, 14].

Связь ПА с предметным содержанием раскрывается че-

рез положения ФГОС СПО. Кроме прочих требований к уровню подготовки выпускников по специальностям и профессиям, введены требования по осуществлению поиска информации для выполнения профессиональных задач, использованию ИКТ в профессиональной деятельности, а также к осознанному планированию повышения квалификации, самообразованию и личностному развитию [11]. Выполнение рассматриваемых требований ФГОС СПО является закономерным результатом освоения предметного содержания курса информатики, что в свою очередь приводит к исследованиям О.В. Ситосановой и В.Д. Лагерёва [18]. Рассматриваемые исследователи обобщили научные труды Е.В. Петровой [15], Д.С. Ермакова [10], Н.А. Афанасьевой [2] и др. относительно информационной компетентности, и подчеркнули ее ведущую роль в самостоятельной учебной и профессиональной деятельности. Индикатором уровня подготовки рабочего и квалифицированного служащего является умение поиска и обработки актуальной информации и дальнейшее ее использование. Формирование навыков эффективной работы с информацией является основной целью курса информатики на всех ступенях получения образования. ПА является про-

дуктом формирования информационной компетентности в рамках учебного курса информатики, дает обучающимся необходимый набор знаний, умений и навыков, которые они в дальнейшем могут применять не только для решения задач на учебных занятиях по различным дисциплинам, но и в будущей профессиональной деятельности. Высокий уровень ПА, сформированный в рамках изучения информатики способен не только повысить уровень усвоения учебного материала по конкретному предмету, но и дать обширный набор инструментов для решения задач различного характера с наименьшими физическими и интеллектуальными затратами. Таким образом, сущность ПА активность имеет непосредственную связь с предметным содержанием информатики.

При определении сущности понятия ПА в связи с когнитивными, психологическими и социальными критериями контингента следует обратиться к исследованиям Л.П. Аристовой [1], М.В. Богуславского [7], И.А. Бобровой [5], А.С. Бароненко [3], М.Г. Гизбурга [8], В.С. Данюшенкова [9], Н.В. Мухановой [12] и др. Обобщая определения авторов, можно прийти к выводу, несмотря на различия в контексте исследований ПА, что личностными характеристиками они считают совокупность когнитивных, психологических и социальных критериев. В организации системы СПО

поступает весьма специфический контингент, на результаты усвоения учебного материала и уровень ПА которого влияет множество факторов, и без детального исследования они могут показаться неочевидными. Игнорирование таких факторов может снизить эффективность образовательного процесса. Например, Д.Б. Рогова, С.В. Кучерявенко отметили, что успех в учебной деятельности зависит не от ограничений умственных способностей, а от слабого развития волевых качеств [16]. Студент вынужден обучаться не потому, что ему важно или интересно, а потому, что на него давит педагог, родитель, общество. Отсутствие сформированной ценности знания оказывает прямое влияние на уровень предметной подготовки и ПА, данный факт находит свое подтверждение в исследовании Е.Ю. Рубановой [17] и К.Е. Тимофеевой [19, 20]. Иными словами, сформированная ценность знания способствует проявлению интеллектуальной инициативы в образовательном процессе.

Таким образом, связь ПА с предметным содержанием информатики и когнитивными, психологическими, социальными характеристиками контингента раскрывается через интеллектуальную активность (инициативу). Е.М. Белоручкова [4] и Д.Б. Богоявленская [6] описали интеллектуальную активность (инициативу), как меру взаимодействия

с окружающей средой (субъект-объект) имеющую мотивационный, эмоциональный, операционально-рефлексивный слои и три уровня развития: низкий уровень (ситуационный), характеризующийся ситуативным познавательным интересом, стремлением к занимательности, ориентацией на внешнюю оценку; средний уровень (системный), характеризующийся устойчивым интересом к познавательной деятельности, повышенной реакцией на успех, стремлением к активному поиску дополнительной информации; высокий уровень (творческий), характеризующийся ярко выраженным стремлением к самостоятельной познавательной деятельности, адекватным отношением к ее внешней оценке, стремлением к поиску информации за пределами изучаемого материала.

На основании обозначенных исследований можно констатировать, что ПА является когнитивно-психолого-социальным откликом на познавательный процесс, определяющий личностно-мотивационный интерес к осознанному усвоению знаний и умений предметной области. Сущностными компонентами ПА будем считать: интеллектуальную активность (инициативу); стимулы, внешние и внутренние мотивы; уровень предметной подготовки по информатике и сам познавательный процесс.

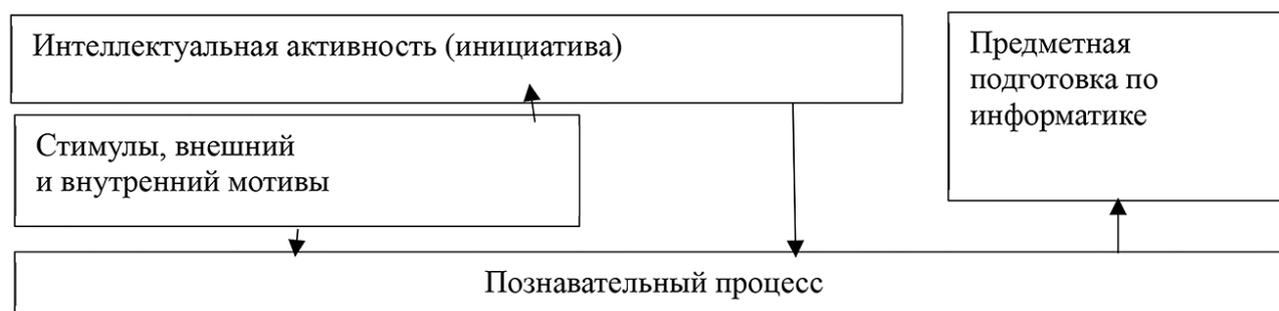


Рис. 1. Сущность познавательной активности в предметном обучении

Fig. 1. The essence of cognitive activity in subject learning

## 3. Методология исследования

Таблица 1 / Table 1

## Связь уровня познавательной активности и интеллектуальной инициативы

## Relationship between the level of cognitive activity and intellectual initiative

Интеллектуальная инициатива	Уровни познавательной активности	Психолого-педагогические особенности учащихся
Ситуативная интеллектуальная инициатива	Низкий уровень	Обучающийся пассивен, слабо реагирует на требования учителя, не проявляет желания к самостоятельной работе. Данный уровень отличается неустойчивостью волевых усилий, отсутствием у обучающегося интереса к углублению знаний, отсутствием вопросов типа: «Почему?».
Системная творческая инициатива	Средний уровень	Обучающийся стремится к выявлению смысла изучаемого материала, стремится познать связи между явлениями и процессами, овладеть способами применения знаний в большей степени в неизменных условиях. Характерный показатель: относительная устойчивость волевых усилий, которая проявляется в том, что обучающийся стремится довести начатое дело до конца, при затруднении не отказывается от выполнения задания, а принимает помощь или ищет пути решения.
Творческая интеллектуальная инициатива	Высокий уровень	Характеризуется интересом и стремлением проникнуть в сущность явлений и их взаимосвязей, овладеть способами применения знаний в измененных условиях, возможно, найти для этой цели новый способ. Характерная особенность – проявление высоких волевых качеств обучающегося, упорство и настойчивость в достижении цели, широкие и стойкие познавательные интересы.

Идея исследования связана с применением разработанной модели диагностики ПА в системе СПО при освоении студентами программы общеобразовательной дисциплины «Информатика».

Модель диагностики основана на сущности ПА в предметной подготовке по информатике (рис. 1).

На основании рассмотренных трудов исследователей установлено, оценка ПА студента в предметной подготовке по информатике может быть осуществлена по уровням интеллектуальной инициативы: ситуативной, системной, творческой (табл. 1).

Уровень ПА студента оценивается экспертным методом с помощью специальной анкеты, включающей покомпонентные реконструированные вопросы и задания. Содержание вопросов базируются на сущностях, свойственных каждому уровню интеллектуальной инициативы.

Для оценки уровня усвоения учебного материала целесообразно использовать балльно-рейтинговую систему и затем конвертировать полученные в процессе учебных занятий баллы в оценку по пятибалльной системе оценивания, либо в уровни: низкий, средний, высокий. Итоговый рейтинг складывается из показателей рубежного контроля по каждому модулю учебной дисциплины, рейтинга текущего контроля по выполнению практических работ и стимулирующего рейтинга.

Итоговая результативность обучения информатике может быть представлена как интегрированная оценка уровня ПА студента на занятиях по информатике и успеваемости (рис. 2).

У каждого студента свой уровень ПА и успеваемости по информатике. Следовательно, интегральное качество (результативность) учебного процесса

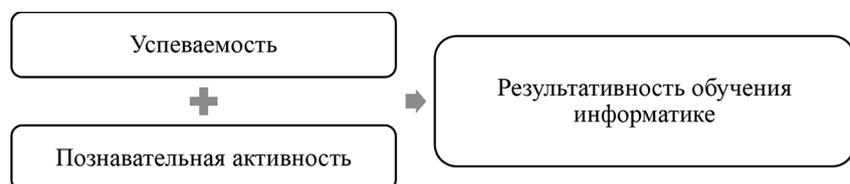


Рис. 2. Схема результативности обучения студентов по информатике с позиций их познавательной активности

Fig. 2. Scheme of students' learning performance in computer science from the point of view of their cognitive activity

каждого студента определяется его двумерным информационным вектором (успеваемость, уровень ПА). Все возможные варианты векторов, отражающих интегральное качество (результативность) учебного процесса по информатике, удобно представить в виде двумерной матрицы с пронумерованными позициями от 1 до 9 (рис. 3).

Если эти позиции отобразить в виде порядковой шкалы результативности учебного процесса по информатике,

то можно экспертно принять показатели: низкий, средний, высокий (табл. 2).

Искомая таблица позволяет определить уровни результативности учебного процесса по информатике для каждого студента в рамках настоящего исследования. Определим эти уровни: низкий – от 1 до 3; средний – от 4 до 6; высокий – от 7 до 9.

Для оценки и визуализации общего состояния группы студентов по рассматриваемым критериям в матрице резуль-

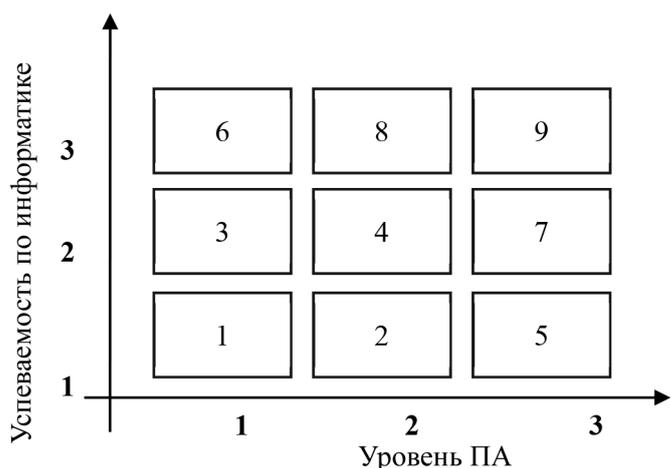


Рис. 3. Интегральный показатель познавательной активности и усвоения учебного материала (матрица результативности)

Fig. 3. Integral index of cognitive activity and learning material assimilation (performance matrix)

Таблица 2 / Table 2

Шкала результативности учебного процесса по информатике  
Performance scale of the educational process in computer science

1	2	3	4	5	6	7	8	9
(1,1)	(1,2)	(2,1)	(2,2)	(1,3)	(3,1)	(2,3)	(3,2)	(3,3)
низкий	низкий	низкий	средний	средний	средний	высокий	высокий	высокий

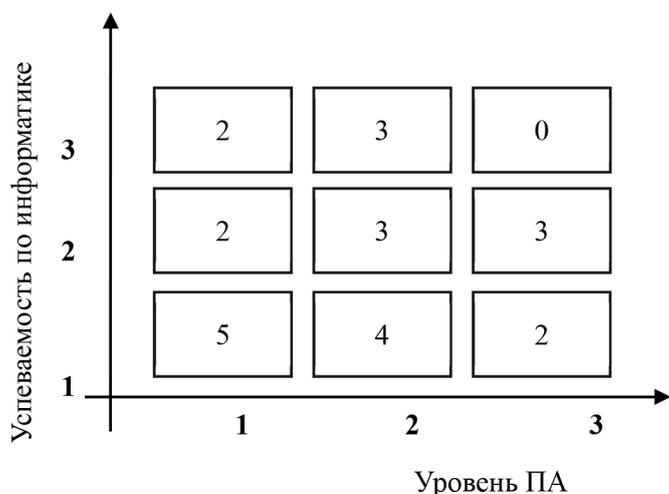


Рис. 4. Количественное состояние результативности обучения в группе студентов

Fig. 4. Quantitative state of learning outcomes in a group of students

тативности вместо позиций будем указывать количество студентов, обладающих признаками этих позиций (рис. 4).

Пример рис. 4 показывает, что количество студентов с низким уровнем  $K_1 = 5 + 2 + 4 = 11$ , со средним  $K_2 = 2 + 3 + 2 = 7$ , с высоким  $K_3 = 3 + 3 + 0 = 6$ .

Итоговый рейтинг всей группы студентов можно вывести по формуле 1:

$$Q = 3 * K_1 + 4 * K_2 + 5 * K_3 (1)$$

где  $K_1, K_2, K_3$  – количество студентов, имеющих низкий, средний и высокий уровни.

Для сравнения результативности обучения между группами

студентов с разным количеством, необходимо формулу нормировать и привести к виду формулы 2:

$$Q_{\text{норм.}} = (3 * K_1 + 4 * K_2 + 5 * K_3) / N (2)$$

где  $Q_{\text{норм}}$  – коэффициент качества учебного процесса в группе,  $N = K_1 + K_2 + K_3$  – общее количество студентов в группе.

Таким образом, представленная модель диагностики позволяет оценить результативность учебного процесса по информатике по двум показателям: познавательной активности студента и его успеваемостью по информатике.

Предложена формула расчета общего рейтинга группы студентов на основании интеграции их индивидуальных показательных данных. Модель диагностики позволяет проводить сравнительные оценки итоговых рейтинговых показателей в каждой из отдельных групп студентов.

4. Организационно-методические решения

Таким образом, уровень ПА студента оценивается экспертным методом с помощью специальной анкеты, включающей покомпонентные реконструированные вопросы и задания. Для достоверности полученных данных целесообразно прибегать к оценке по вопросам 3–5 экспертов. Каждый эксперт по каждому студенту группы отвечает на вопросы анкеты, формируя для себя картину ПА каждого студента, участвующего в эксперименте, затем полученные данные сопоставляются между собой и приводятся к усредненному значению, в целях избежания субъективной оценки.

Для оценки уровня усвоения учебного материала целесообразно использовать балльно-рейтинговую систему и затем конвертировать полученные в процессе учебных занятий баллы в оценку по пяти-

балльной системе оценивания, либо в уровни: низкий, средний, высокий.

Использование балльно-рейтинговой системы предполагает дифференциацию учебного курса по информатике на модули, это дает возможность для получения интегральной оценки путем суммирования баллов, полученных за все результаты учебной деятельности, предусмотренных учебной программой, что дает возможность корректировать в случае необходимости содержание курса и методы оценивания. К преимуществам балльно-рейтинговой системы также можно отнести поддержание общего уровня дисциплины у обучающихся. Студенты привыкают работать систематически, вовремя готовить к сдаче практические работы и быть готовым к контрольным мероприятиям со стороны преподавателя.

Итоговый рейтинг складывается из показателей рубежного контроля по каждому модулю учебной дисциплины, рейтинга текущего контроля по выполнению практических работ и стимулирующего рейтинга.

За основной общий модуль, при успешном освоении тем, студент может получить максимально 26 баллов, по одному баллу за каждую тему.

В соответствии с направлением подготовки из профессионально-ориентированного содержания программы обучающимся предоставляются два модуля. Таких модулей всего 8, два из которых проходят студенты в соответствии с количеством часов, заложенных в учебный план.

За модули «Основы аналитики и визуализации данных» и «Аналитика и визуализация данных на Python» максимально можно получить 5 баллов. За модуль «Основы искусственного интеллекта» максимально можно получить 9 баллов. За модуль «Осно-

вы 3D моделирования» максимально можно получить 4 балла. За модуль «Разработка веб-сайта с использованием конструктора Тильда» максимально можно получить 7 баллов. За модуль «Технологии продвижения веб-сайта в Интернете» максимально можно получить 6 баллов. За модуль «Введение в веб-разработку на языке JavaScript» максимально можно получить 10 баллов. «За модуль Введение в создание графических изображений с помощью GIMP» максимально можно получить 10 баллов.

Для профессии 08.01.25 Мастер отделочных строительных и декоративных работ (группа 1) предполагается освоение основного модуля и двух профессионально-ориентированных («Основы 3D моделирования» и «Разработка веб-сайта с использованием конструктора Тильда»), в таком случае, максимальное количество баллов за курс составляет 37 баллов.

Для профессии 08.01.07 Мастер общестроительных работ (группа 2) предполагается освоение основного модуля и двух профессионально-ориентированных («Основы аналитики и визуализации данных» и «Основы 3D моделирования»), в таком случае, максимальное количество баллов за курс составляет 36 баллов.

Для специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий (группа 3) предполагается освоение основного модуля и двух профессионально-ориентированных («Основы 3D моделирования» и «Введение в создание графических изображений с помощью GIMP»), в таком случае, максимальное количество баллов за курс составляет 40 баллов.

Для специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей (группа 4) предполагается освоение основного модуля и двух про-

фессионально-ориентированных («Основы 3D моделирования» и «Разработка веб-сайта с использованием конструктора Тильда»), в таком случае, максимальное количество баллов за курс составляет 37 баллов.

Для каждого направления подготовки предполагается 10 стимулирующих баллов за деятельность, направленную на наполнение электронного курса по дисциплине.

Таким образом, для группы 1 максимальное количество баллов за курс – 47, для группы 2 – 46 баллов, для группы 3 – 50 баллов, для группы 4 – 47 баллов.

Модель диагностики уровня усвоения учебного материала по информатике и ПА включает в себя оценивание полученных знаний, выработку профессиональных умений и навыков и стимулирование студентов на постоянное совершенствование и применение профессиональных навыков на регулярной основе. При этом, рубежный контроль является индикатором уровня знаний содержания учебного материала, промежуточный контроль является демонстрацией овладения практическими навыками, а стимулирующие баллы вводят компонент мотивации, что оказывает влияние на уровень ПА обучающегося.

Шкала перевода полученных баллов в пятибалльную систему выглядит следующим образом. Для группы 1: 47–39 – «высокий», 38–31 – «средний», 30–23 и менее – «низкий». Для группы 2: 46–38 – «высокий», 37–30 – «средний», 29 – 22 и менее – «низкий». Для группы 3: 50–43 – «высокий», 42–34 – «средний», 33–20 и менее – «низкий». Для группы 4: 47–39 – «высокий», 38–31 – «средний», 30 – 23 и менее – «низкий».

Таким образом, для оценки уровня усвоения учебного материала целесообразно использовать балльно-рейтинговую систему и затем конверти-

ровать полученные в процессе учебных занятий баллы в оценку по пятибалльной системе оценивания, либо в уровни: низкий, средний, высокий. Итоговый рейтинг складывается из показателей рубежного контроля по каждому модулю учебной дисциплины, рейтинга текущего контроля по выполнению практических работ и стимулирующего рейтинга.

Итоговая результативность обучения информатики представляется как интегрированная оценка уровня ПА студента на занятиях по информатике и успеваемости.

### 5. Результаты исследования

К основным задачам исследования были отнесены: выявление уровня ПА и уровня усвоения учебного материала в исследуемых группах; проверка диагностической модели уровня ПА и уровня усвоения учебного материала.

Схема исследования представлена на рис. 5.

Диагностическая модель апробировалась на обучающихся по следующим специальностям и профессиям: 08.01.28 Мастер отделочных строительных и декоративных работ (группа 1: 0921-11, 23 студента), 08.01.27 Мастер общестроительных работ (группа 2: 1821-11, 22 студента), 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий (группа 3: 2821-11, 20 студентов), 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей (группа 4: 2221-11, 21 студент) в количестве 86-ти человек. Исследование проходило на базе ГАПОУ МО «Мурманский строительный колледж им. Н.Е. Момота», г. Мурманск.

Результаты диагностики ПА студентов представлены на рис. 6.

Согласно результатам проведенного исследования, пре-

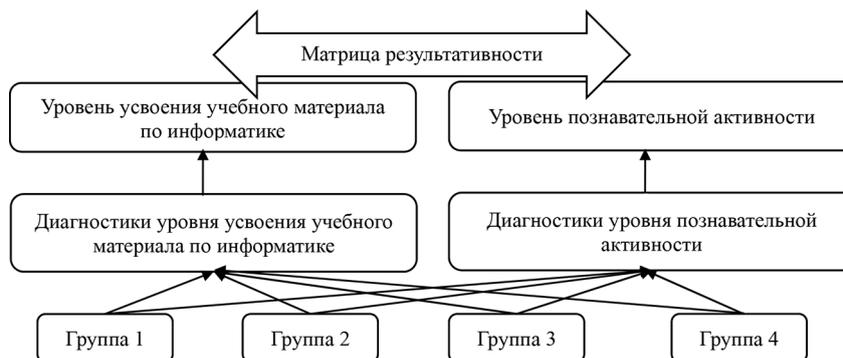


Рис. 5. Схема исследования  
Fig. 5. Scheme of the study

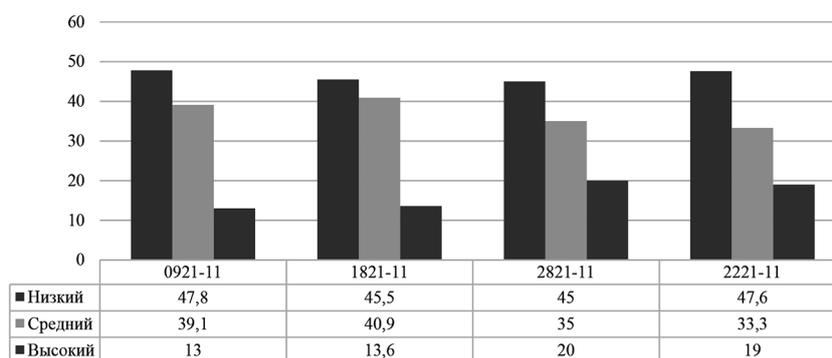


Рис. 6. Результаты диагностики уровня познавательной активности (%)  
Fig. 6. Results of diagnostics of cognitive activity level (%)

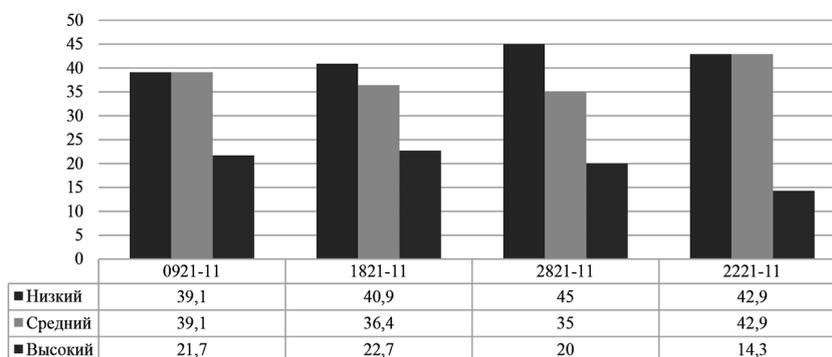


Рис. 7. Результаты диагностики уровня усвоения учебного материала по информатике (%)  
Fig. 7. Results of diagnostics of the level of learning material mastering in computer science (%)

валирует низкий уровень ПА в исследуемых группах, в первой группе 47,8%, во второй 45,5%, в третьей 45% и в четвертой 47,6%. Что соответствует примерно половине в каждой из групп. Средний уровень ПА в первой группе составил 39,1%, во второй 40,9, в третьей 35% и в четвертой 33,3. Высокий уровень ПА в первой группе 13%, во второй 13,6%, в третьей 20% и в четвертой 19%.

Результаты диагностики уровня усвоения учебного материала по информатике представлены на рис. 7.

Согласно результатам диагностики уровня усвоения учебного материала можно сделать вывод, что большинство студентов имеют низкий и средний уровень усвоения учебного материала по информатике. В первой группе низкий уровень усвоения у 39,1%,

во второй группе 40,9%, в третьей группе 45% и в четвертой 42,9%. Средний уровень в первой группе у 39,1%, во второй группе у 36,4%, в третьей группе у 35% и в четвертой группе у 42,9%. Высокий уровень в первой группе у 21,7%, во второй группе у 22,7%, в третьей группе у 20% и в четвертой группе у 14,3%.

На основании проведенных процедур диагностики строилась матрица для каждой экспериментальной группы, где интегральное качество (результативность) учебного процесса определялась двумерным информационным вектором студента по двум характеристикам, уровню ПА и уровню усвоения учебного материала.

Матрица результативности учебного процесса для группы 1 представлена на рис. 8.

Согласно результатам распределения внутри матрицы можно констатировать низкий уровень результативности учебного процесса для группы 1 в виду большего количества студентов, сосредоточенных в секторах 1–3 (11 человек). Средний уровень результативности у 9 человек, что соответствует секторам матрицы 4–6. Высокий уровень результативности у 3 студентов, что соответствует секторам матрицы 7–9.

Матрица результативности учебного процесса для группы 2 представлена на рис. 9.

Согласно результатам распределения внутри матрицы можно констатировать низкий уровень результативности учебного процесса для группы 2 в виду большего количества студентов, сосредоточенных в секторах 1–3 (11 человек). Средний уровень результативности у 8 человек, что соответствует секторам матрицы 4–6. Высокий уровень результативности у 3 студентов, что соответствует секторам матрицы 7–9.

Матрица результативности учебного процесса для группы

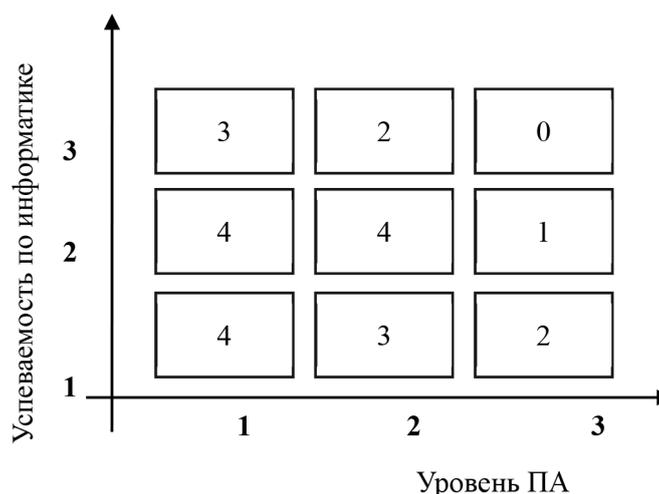


Рис. 8. Матрица результативности учебного процесса для группы 0921-11 (группа 1)

Fig. 8. Performance matrix of the educational process for group 0921-11 (group 1)

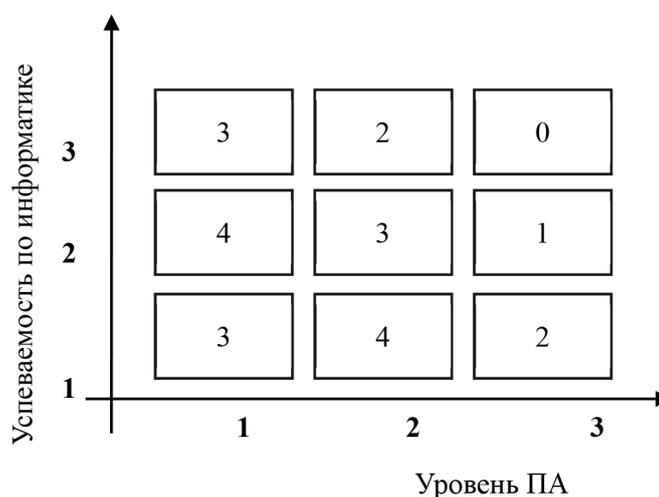


Рис. 9. Матрица результативности учебного процесса для группы 1821-11 (группа 2)

Fig. 9. Performance matrix of the educational process for group 1821-11 (group 2)

3 представлена на рис. 10.

Согласно результатам распределения внутри матрицы можно констатировать низкий уровень результативности учебного процесса для группы 3 в виду большего количества студентов, сосредоточенных в секторах 1–3 (10 человек). Средний уровень результативности у 8 человек, что соответствует секторам матрицы 4–6. Высокий уровень результативности у 2 студентов, что соответствует секторам матрицы 7–9.

Матрица результативности

учебного процесса для группы 4 представлена на рис. 11.

Согласно результатам распределения внутри матрицы можно констатировать низкий уровень результативности учебного процесса для группы 4 в виду большего количества студентов, сосредоточенных в секторах 1–3 (10 человек). Средний уровень результативности у 9 человек, что соответствует секторам матрицы 4–6. Высокий уровень результативности у 2 студентов, что соответствует секторам матрицы 7–9.

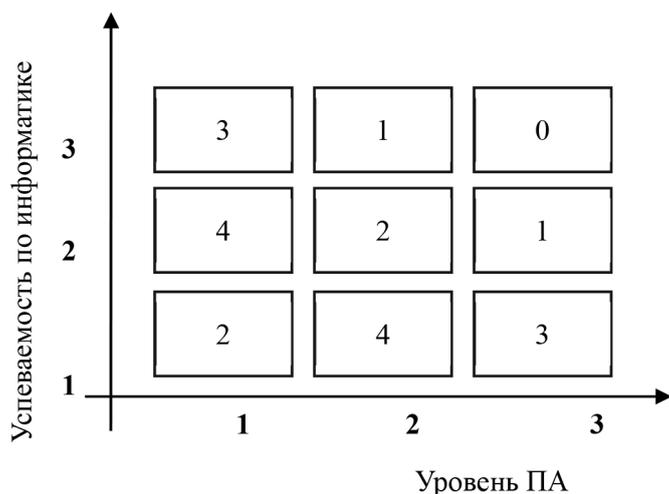


Рис. 10. Матрица результативности учебного процесса для группы 2821-11 (группа 3)

Fig. 10. Performance matrix of the educational process for group 2821-11 (group 3)

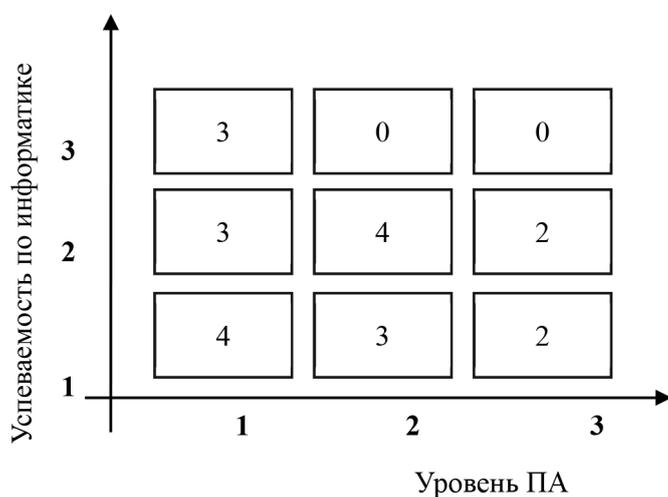


Рис. 11. Матрица результативности учебного процесса для группы 2221-11 (группа 4)

Fig. 11. Performance matrix of the educational process for group 2221-11 (group 4)

Таким образом, результаты построения матрицы результативности учебного процесса по информатике позволили выявить низкий уровень результативности учебного процесса во всех 4 исследуемых группах студентов.

Данные диагностики результативности учебного про-

цесса для каждой группы вычислялись по Формуле 1:

$$Q_{\text{норм.1}} = (3 * 10 + 4 * 9 + 5 * 2) / 21 = 3,62.$$

$$Q_{\text{норм.2}} = (3 * 10 + 4 * 8 + 5 * 2) / 20 = 3,6.$$

$$Q_{\text{норм.3}} = (3 * 11 + 4 * 8 + 5 * 3) / 22 = 3,64.$$

$$Q_{\text{норм.4}} = (3 * 11 + 4 * 9 + 5 * 3) / 23 = 3,66.$$

Диапазон коэффициентов качества учебного процесса в группах варьируется от 3,6 до 3,66. Данные показатели соответствуют низкому уровню результативности учебного процесса и демонстрируют низкий уровень ПА практически у половины исследуемых студентов, а также низкий уровень усвоения учебного материала.

**Заключение**

Обобщая сказанное выше, основные результаты настоящей работы можно выразить следующим образом.

Обозначена сущность ПА и ее связь с когнитивными, психологическими, социальными особенностями контингента, а также уровнем начальной подготовки по информатике. Определен диагностический инструментарий для выявления когнитивных, психологических и социальных особенностей контингента и уровня начальной подготовки, которые позволяют проводить кластеризацию студентов с учетом этих критериев. Проведена опытно-экспериментальная работа по апробации разработанной модели диагностики ПА студентов системы СПО.

Разработанное содержание и модель диагностики ПА студентов системы СПО позволили на основе выявленной сущности познавательной активности в предметной подготовке составить достоверную картину о результативности учебного процесса в исследуемых группах и обозначить дальнейшие перспективы совершенствования методики преподавания информатики.

## Литература

1. Аристова Л.П. Активность учения школьника. М.: Флинта; Наука, 1986. 150 с.
2. Афанасьева Н.А. Модель формирования информационной компетентности будущих педагогов профессионального обучения [Электрон. ресурс] // Вестник БГУ. 2011. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-formirovaniya-informatsionnoy-kompetentnosti-buduschih-pedagogov-professionalnogo-obucheniya>.
3. Бароненко А.С. Педагогические условия развития познавательной активности учащихся выпускных классов средней школы в учебном процессе (на материале изучения основ обществознания): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук: 13.00.01. Челябинск, 1993. 25 с.
4. Белорукова Е.М. Развитие у младших школьников интеллектуальной инициативы: результаты экспериментального исследования // Педагог. 2005. № 1(18). С. 100–106.
5. Боброва И.А. Развитие познавательной активности студентов в системе непрерывного профессионального образования [Электрон. ресурс] // Наука. Инновации. Технологии. 2007. № 51. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-poznavatelnoy-aktivnosti-studentov-v-sisteme-neprepyvnoy-professionalnogo-obrazovaniya>.
6. Богоявленская Д.Б. Интеллектуальная активность как проблема творчества [Электрон. ресурс]. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1983. 176 с. Режим доступа: <http://lib.mgppu.ru/OpacUnicode/app/index.php?url=/notices/index/IdNotice:12385/Source:default>.
7. Гинзбург М.Г. К проблеме мотивационных компонентов интеллектуальной инициативы // Вопросы психологии. 1976. № 4. С. 128–132.
8. Богуславский М.В. Татьяна Ивановна Шамова: метаобраз выдающегося ученого-педагога и деятеля образования [Электрон. ресурс] // Шамовские педагогические чтения научной школы Управления образовательными системами: Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции (23 января 2021 г., Москва). М.: Международная академия наук педагогического образования, 5 за знания. 2021. Т. 1. С. 4–12. Режим доступа: <https://elibrary.ru/WFCXRN>.
9. Данюшенков В.С. Целостный подход к формированию познавательной активности в обучении. Киров: ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. 195 с.
10. Ермаков Д.С. Информационная компетентность: получение знаний из информации // Открытое образование. 2011. № 1. С. 4–8.
11. Концепция Федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования четвертого поколения [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.firo.ru/?p=16910>.
12. Муханова Н.В. Педагогические условия формирования познавательной активности учащихся в процессе общего образования в области физической культуры: дисс. ... канд. пед. наук. Ставрополь, 2018. 218 с. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/pedagogicheskie-usloviya-formirovaniya-poznavatelnoi-aktivnosti-uchashchikhsya-v-protsesse>.
13. Пак Н.И. Ментальный подход к цифровой трансформации образования // Открытое образование. 2021. № 25(5). С. 4–14. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-5-4-14.
14. Пак Н.И., Клуникова М.М. Кластерный подход к критериальному оцениванию качества образовательного результата обучаемого // Вестник Российского университета дружбы народов. 2022. № 19(3). С. 196–207. DOI: 10.22363/2312-8631-2022-19-3-196-207.
15. Петрова Е.В. Человек в информационной среде: социокультурный аспект // М.: ИФРАН, 2014. 137 с.
16. Рогова Д.Б., Кучерявенко С.В. Профессиональная направленность при реализации общеобразовательного цикла как инструмент активизации познавательной деятельности обучающихся первого курса в системе СПО [Электрон. ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 30. С. 1–5. Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2017/770951.htm>.
17. Рубанова Е.Ю. Психологические аспекты профессиональной социализации личности [Электрон. ресурс] // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2015. Т. 6. № 4. С. 189–193. Режим доступа: [http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU\\_6\\_178.pdf](http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU_6_178.pdf).
18. Ситосанова, О.В., Лагерева, В.Д. Понятие «Информационная компетентность» // Вестник Ангарского Государственного Технического Университета. 2022. № 16. С. 258–260. DOI: 10.36629/2686-777X-2022-1-16-258-260.
19. Тимофеева К.Е. Повышение уровня познавательной активности студентов системы среднего профессионального образования на занятиях по информатике на основе коллективного способа обучения // Открытое образование. 2024. № 28(2). С. 24–37. DOI: 10.21686/1818-4243-2024-2-24-37.
20. Тимофеева (Домужнева) К. Е. Моделирование подходов к обучению информатике студентов системы среднего профессионального образования путем их кластеризации на дидактические группы [Электрон. ресурс] // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2022. № 2(60). Режим доступа: <https://vestnik.kspu.ru/index.php/vestnik/article/view/438>.

## References

1. Aristova L. P. Aktivnost' ucheniya shkol'nika = Activity of schoolchildren's learning. Moscow: Flinta; Science; 1986. 150 p. (In Russ.)
2. Afanas'yeva N.A. Model of formation of information competence of future teachers of vocational education [Internet]. Vestnik BGU = Bulletin of BSU. 2011; 1. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-formirovaniya-informatsionnoy-kompetentnosti-buduschih-pedagogov-professionalnogo-obucheniya>. (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)
3. Baronenko A: Pedagogicheski usloviya razvitiya poznavatel'noy aktivnosti uchashchikhsya vypusknykh klassov sredney shkoly v uchebnom protsesse (na materiale izucheniya osnov obshchestvoznaniya) = Pedagogical conditions for the development of cognitive activity of students in the graduating classes of secondary school in the educational process (based on the study of the fundamentals of social science): abstract of a dissertation for the degree of candidate of pedagogical sciences: 13.00.01. Chelyabinsk; 1993. 25 p. (In Russ.)
4. Belorukova Ye.M. Razvitiye u mladshikh shkol'nikov intellektual'noy initsiativy: rezul'taty eksperimental'nogo issledovaniya = Development of intellectual initiative in primary school students: results of an experimental study [Internet]. Pedagog. Barnaul; 2005; 1 (18): 100-106. Available from: <https://www.dissercat.com/content/pedagogicheskie-usloviya-razvitiya-intellektualnoi-initsiativy-mladshikh-shkolnikov>. (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)
5. Bobrova I.A. Razvitiye poznavatel'noy aktivnosti studentov v sisteme nepreryvnogo professional'nogo obrazovaniya = Development of students' cognitive activity in the system of continuous professional education [Internet]. Nauka. Innovatsii. Tekhnologii = Science. Innovations. Technologies. 2007; 51. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-poznavatelnoy-aktivnosti-studentov-v-sisteme-npreryvnogo-professionalnogo-obrazovaniya>. (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)
6. Bogoyavlenskaya D.B. Intellektual'naya aktivnost' kak problema tvorchestva = Intellectual activity as a problem of creativity [Internet]. Rostov-on-Don: Rostov University Publishing House; 1983. 176 p. Available from: <http://lib.mgppu.ru/OpacUnicode/app/index.php?url=/notices/index/IdNotice:12385/Source:default> (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)
7. Ginzburg M.G. On the Problem of Motivational Components of Intellectual Initiative. Voprosy psikhologii = Questions of Psychology. 1976; 4: 128-132. (In Russ.)
8. Boguslavskiy M.V. Tat'yana Ivanovna Shamova: metaobraz vydayushchegosya uchenogo-pedagoga i deyatelya obrazovaniya = Tatyana Ivanovna Shamova: Meta-image of an Outstanding Scientist-Teacher and Education Figure [Internet]. Shamovskie pedagogicheskiye chteniya nauchnoy shkoly Upravleniya obrazovatel'nymi sistemami = Shamovskie Pedagogical Readings of the Scientific School of Educational Systems Management: Collection of Articles from the XIII International Scientific and Practical Conference (January 23; 2021, Moscow). IANPO: International Academy of Sciences of Pedagogical Education, 5 for Knowledge; 2021; 1: 4-12. Available from: <https://elibrary.ru/WFCXRN>. (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)
9. Danyushenkov V.S. Tselostnyy podkhod k formirovaniyu poznavatel'noy aktivnosti v obuchenii = A Holistic Approach to the Formation of Cognitive Activity in Learning. Kirov: Raduga-PRESS; 2016. 195 p. (In Russ.)
10. Ermakov D.S. Information competence: obtaining knowledge from information. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2011; 1: 4-8. (In Russ.)
11. Kontseptsiya Federal'nykh gosudarstvennykh obrazovatel'nykh standartov srednego professional'nogo obrazovaniya chetvortogo pokoleniya = The concept of Federal state educational standards of secondary vocational education of the fourth generation [Internet]. Available from: <http://www.firo.ru/?p=16910>. (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)
12. Mukhanova N.V. Pedagogicheskiye usloviya formirovaniya poznavatel'noy aktivnosti uchashchikhsya v protsesse obshchego obrazovaniya v oblasti fizicheskoy kul'tury = Pedagogical conditions for the formation of cognitive activity of students in the process of general education in the field of physical education: diss. ... Cand. Ped. Sciences.. Stavropol'; 2018. 218 p. [Internet]. Available from: <https://www.dissercat.com/content/pedagogicheskie-usloviya-formirovaniya-poznavatelnoi-aktivnosti-uchashchikhsya-v-protsesse>. (In Russ.)
13. Pak N.I. Mental approach to the digital transformation of education. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2021; 25(5): 4-14. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-5-4-14. (In Russ.)
14. Pak N.I., Klunnikova M.M. Cluster approach to criteria-based assessment of the quality of a student's educational result. Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. 2022; 19(3): 196-207. DOI: 10.22363/2312-8631-2022-19-3-196-207. (In Russ.)
15. Petrova Ye.V. Chelovek v informatsionnoy srede: sotsiokul'turnyy aspekt = Man in the information environment: socio-cultural aspect. Moscow: IFRAS; 2014. 137 p. (In Russ.)
16. Rogova D.B., Kucheryavenko S.V. Professional focus in the implementation of the general educational cycle as a tool for activating the cognitive activity of first-year students in the

SPO system [Internet]. Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept» = Scientific and methodological electronic journal «Concept». 2017; 30: 1–5. Available from: <http://e-koncept.ru/2017/770951.htm>. (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)

17. Rubanova E.Yu. Psychological aspects of professional socialization of the individual [Internet]. Elektronnoye nauchnoye izdaniye «Uchenyye zametki TOGU» = Electronic scientific publication “Scientific notes of TGU” 2015; 6; 4: 189-193. Available from: [http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU\\_6\\_178.pdf](http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2015/TGU_6_178.pdf). (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)

18. Sitosanova O.V., Lagerev V.D. The concept of “Information competence”. Vestnik Angarskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta = Bulletin of Angarsk State Technical University.

2022; 16: 258-260. DOI: 10.36629/2686-777X-2022-1-16-258-260. (Cited: 24.01.2025). (In Russ.)

19. Timofeyeva K.Ye. Increasing the level of cognitive activity of students of the secondary vocational education system in computer science classes based on a collective learning method. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2024; 28(2): 24-37. DOI: 10.21686/1818-4243-2024-2-24-37. (In Russ.)

20. Timofeyeva (Domuzhneva) K .Ye. Modeling approaches to teaching computer science to students of the secondary vocational education system by clustering them into didactic groups [Internet]. Vestnik KGPU im. V.P. Astaf'yeva = Bulletin of KSPU named after V.P. Astafiev. 2022; 2(60). Available from: <https://vestnik.kspu.ru/index.php/vestnik/article/view/438>. (In Russ.)

#### Сведения об авторе

##### ***Ксения Евгеньевна Тимофеева***

*Аспирант Кафедры информатики и информационных технологий в образовании Института математики, физики и информатики Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия  
Эл. почта: domuzhneva@gmail.com*

#### Information about the author

##### ***Ksenia Evgenievna Timofeeva***

*Postgraduate student of the Department of Informatics and Information Technologies in Education at the Institute of Mathematics, Physics and Informatics Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia  
E-mail: domuzhneva@gmail.com*



# Многоагентная система сетевого предприятия на основе цифровой платформы индустрии четвертого поколения\*

**Целью исследования** является разработка методов реализации многоагентной системы сетевого предприятия в рамках микросервисной архитектуры цифровой платформы. В этой связи предлагаются методы реализации агентов с помощью сервисов, автоматизирующих функции производственных и бизнес-процессов, и сервисов, исполняющих функции цифровой платформы. В основе построения программных агентов положена структура административных оболочек активов, используемых в активном и проактивном режимах.

**Материалы и методы исследования.** В качестве метода исследования предлагается использовать усовершенствованный метод функционального проектирования на основе архитектурных фреймворков консорциума промышленного интернета (IIIA) и платформы индустрии четвертого поколения (RAMI), российских государственных стандартов («Цифровые двойники», «Цифровая фабрика», «Умное производство»), а также метода анализа возможностей предприятия.

**Результаты.** Основными результатами исследования являются построение схемы компонентного состава концептуальной модели цифровой платформы, алгоритмы формирования запроса на производство компонентов продукта и его оценки программными агентами цифровой платформы в форме диаграмм последовательности,

**Заключение.** Полученные результаты позволяют повысить interoperability и гибкость конфигурации цепочек создания стоимости на основе сервисной реализации многоагентной системы.

**Ключевые слова:** сетевое предприятие, многоагентная система, микросервисная архитектура, цифровая платформа, административная оболочка актива, сервисы административных оболочек активов, инфраструктурные сервисы платформы

Vasily A. Kazakov, Yuriy F. Telnov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

## Multi-agent system of a network enterprise based on the Industrie 4.0 digital platform

**The purpose of the study** is to develop methods for implementing a multi-agent system of a network enterprise within the framework of a microservice architecture of the Industrie 4.0 digital platform. In this regard, methods for implementing agents using services that automate the functions of manufacturing and business processes, and services that perform the functions of a digital platform are proposed. The development of software agents is based on the structure of Asset administrative shells used in active and proactive modes.

**Materials and methods.** As a research method, it is proposed to use an improved method of functional design based on the architectural frameworks of the Industrial Internet Consortium (IIIA) and the Platform Industrie 4.0 (RAMI), Russian state standards ("Digital twins", "Digital factory", "Smart production"), as well as a method for analyzing enterprise capabilities.

**The results of the study.** The main results of the article are the construction of the component composition diagram of the digital platform conceptual model, algorithms for generating a request to produce product components and its assessment by software agents of the digital platform in the form of UML sequence diagrams.

**Conclusion.** The results of the article allow to increase interoperability and flexibility in the configuration of value chains based on the service implementation of a multi-agent system.

**Keywords:** network enterprise, multi-agent system, microservice architecture, digital platform, asset administrative shell, asset administrative shell services, platform infrastructure services.

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

## Введение

Высокая динамичность сетевых предприятий во многом определяет выбор многоагентных технологий, которые находят применение в автоматизации управления производственными и бизнес-процессами. Вместе с тем архитектурная сложность многоагентных систем (МАС), отмеченная в работах [1, 2], вызывают необходимость поиска новых средств их реализации, прежде всего на основе соединения преимуществ многоагентной технологии и построения цифровых платформ, обеспечивающих функционирование административных оболочек активов [3–6]. В качестве средств реализации предлагается применять современные микросервисные архитектуры на основе общности таких принципов, как автономность агентов и микросервисов, их способность к динамическому взаимодействию в синхронном и асинхронном режимах и как следствие способность динамического формирования цепочек операций в зависимости от конкретных запросов. В случае реализации программных агентов с помощью сервисов возрастают способности гибкой конфигурации производственных и бизнес-процессов. Вместе с тем, возможности реализации проактивного режима взаимодействия между агентами с помощью сервисов дают преимущества по интеллектуализации решения задач принятия решений в ходе выполнения производственных и бизнес-процессов.

Наряду с очевидными достоинствами микросервисной реализации МАС следует отметить проблемы и нерешенные задачи, связанные с выбором наилучшей структуры представления административной оболочки активов, эффективного механизма реализации интерфейсов административных оболочек, по-

строения схем развертывания компонентов микросервисной реализации МАС. В этой связи целью исследования, представленного в настоящей статье, является разработка методов реализации агентов с помощью сервисов, автоматизирующих функции производственных и бизнес-процессов, и сервисов, исполняющих функции цифровой платформы.

### Компонентный состав и концептуальная модель многоагентной цифровой платформы

В работах [7, 8] в качестве функционального представления программного агента в системах индустрии четвертого поколения было обосновано использование административной оболочки актива (Asset Administrative Shell, AAS) [4].

Термин «Сервис», используемый здесь в самом общем смысле, как он определен в глоссарии «Индустрия 4.0», означает «ограниченный объем функциональности, который предлагается предприятием или организацией через интерфейсы» [9].

В соответствии с [9] сервисы цифровой платформы предлагается классифицировать следующим образом:

- «Программные сервисы, соответствующие активу» (Asset Related Services) характеризуются тем, что они используют инфраструктурные сервисы и используют их для собственных функций в конкретном приложении (Компонентов Приложения). Будем такие сервисы называть прикладными.

- «Системно-релевантные программные сервисы» характеризуются тем, что они одинаково используются прикладными сервисами унифицированно. Это означает, что они должны иметь единый синтаксис и единую семантику для всех сервисов, связанных с приложением. Они называются «Инфраструктурные сервисы».

В части реализации прикладных сервисов (функций агентов участников сетевого предприятия) будем рассматривать сервисы сбора данных о функционировании активов, мониторинга и диагностики состояний, принятия решений и их исполнения. Данные сервисы используются для процессов конфигурирования цепочки создания стоимости и выбора участника сетевого предприятия, а также мониторинга выполнения и оценки эффективности цепочки создания стоимости.

В части реализации инфраструктурных сервисов цифровой платформы рассматриваются методы идентификации и регистрации участников цифровой платформы, предоставления им прав доступа, защиты данных от несанкционированного доступа [8]. Для проверки репутационных характеристик предполагаемых участников сетевого предприятия предлагаются методы реализации проверки добросовестности на основе статистики выполнения соглашений об уровне обслуживания и благонадежности, оценки угроз и рисков участия в совместной деятельности [10]. Также предполагается разработать метод реализации защиты виртуального периметра безопасности компонентов производственных цепочки сетевого предприятия от несанкционированного доступа [11]. Для организации взаимодействия агентов участников сетевых предприятий предполагается применять методы реализации информационного обеспечения агентов: нормативно-справочной информации, референсных онтологий предметной области и поддержки других информационных ресурсов.

Сервисы инфраструктуры административных оболочек предназначены для создания AAS, внесение в реестры AAS, а также поиска AAS. При соз-

дании AAS обеспечивается их уникальная идентификация в цифровой системе. Эти сервисы не входят в состав административных оболочек, а принадлежат цифровой платформе. В результате поиска AAS получается уникальный идентификатор, постоянный в течение всего жизненного цикла AAS, по которому можно обращаться непосредственно к AAS. Для доступа к сервисам инфраструктуры AAS из приложений используется специальный интерфейс, реализуемый платформой (агентом платформы).

Сервисы административной оболочки обеспечивают доступ к подмоделям AAS и сервисам, связанным с активами. Эти сервисы имеют отношение к экземпляру AAS и входят в профиль административной оболочки. К сервисам AAS относятся: сервисы регистрации подмоделей экземпляра AAS; сервисы работы с ограничениями, контекстом и классификациями экземпляра административной оболочки, её подмоделей и сервисов, связанных с активами; сервисы поиска подмоделей и сервисов, связанных с активами, которые относятся к подмодели.

Сервисы AAS позволяют управлять (добавлять, модифицировать и удалять) следующей метаинформацией:

- Блок «Классификация», в котором устанавливается соответствие интерфейса компонента приложения (AAS, подмодель, сервис, относящийся к активу) задаваемым спецификациям, определяемым используемыми стандартами для технической совместимости компонентов. Обычно указывается документ, удостоверяющий проверку компонента на соответствие определенному стандарту;

- Блок «Контекстуализация», в котором определяется совместимость совместно используемых компонентов,

которая задает отношение контекстуализации между компонентами (административными оболочками) и описание требований к совместимости, например, совместимости деталей и узлов по отношению к изделию (вертикальная контекстуализация). В качестве семантических отношений контекста выступают: «Есть часть» — функциональный контекст, «Принадлежит» — иерархический контекст, «Подчиняется» — организационный контекст и т.д.;

- Блок «Ограничения на использование», в котором определяются права доступа и использования компонента приложения (AAS, подмодели, сервисы, относящегося к активу).

С помощью цифровой платформы организуется активное и проактивное взаимодействие программных агентов — административных оболочек активов. С этой точки зрения цифровая платформа включает несколько важных компонентов (см. рис. 1), к которым могут обращаться как приложения пользователя, так и активные административные оболочки (программные агенты): реестры, содержащие метаданные (дескрипторы) AAS и подмоделей; репозитории, содержащие шаблоны AAS и подмоделей; сервис для быстрого обнаружения, содержащий БД с парами ключ-значение для ID активов и соответствующих им ID AAS.

В зависимости от типа актива и AAS могут быть выбраны различные варианты организации взаимодействия элементов внутри платформы:

- Оборудование может содержать свою административную оболочку и/или часть подмоделей в защищенной от записи области памяти (firmware), доступной извне через определенные интерфейсы, описанные, например, в AAS типа оборудования;

- AAS типа актива (про-

дукта, оборудования, компонента) может представлять собой репозиторий проектной документации, оформленной в виде набора подмоделей и соответствующих файлов, поддерживаться компанией-разработчиком и содержать необходимые для всех участников цепочки создания ценности сведения, документы, схемы;

- Шаблоны AAS могут храниться в особом репозитории в виде образов контейнеров, выгружаться оттуда при создании нового экземпляра AAS с использованием API данного репозитория;

- AAS актива, реализующая проактивное поведение и взаимодействие с другими элементами, может быть развернута как программный агент в отдельном контейнере и иметь собственные программные интерфейсы, самостоятельно обращаться к другим AAS и их подмоделям, компонентам платформы.

Организация доступа к данным AAS и запуск отдельных сервисов активов (сервисов, связанных с активами) может реализовываться различными способами, в том числе с использованием программных интерфейсов соответствующих компонентов, реализуемых платформой (агентом платформы). Для обеспечения распределенной разработки приложений и обеспечения взаимодействия разнородных компонентов стандартный набор интерфейсов [9] может быть регламентирован. Его, в частности, представила Ассоциация промышленных цифровых двойников (Industrial Digital Twin Association) [12]. Обзор интерфейсов представлен в таблицах 1–3.

В общем виде концептуальная модель цифровой платформы представлена на рис. 2.

Для обеспечения реализации основных функциональных требований к многоагентной системе сетевого

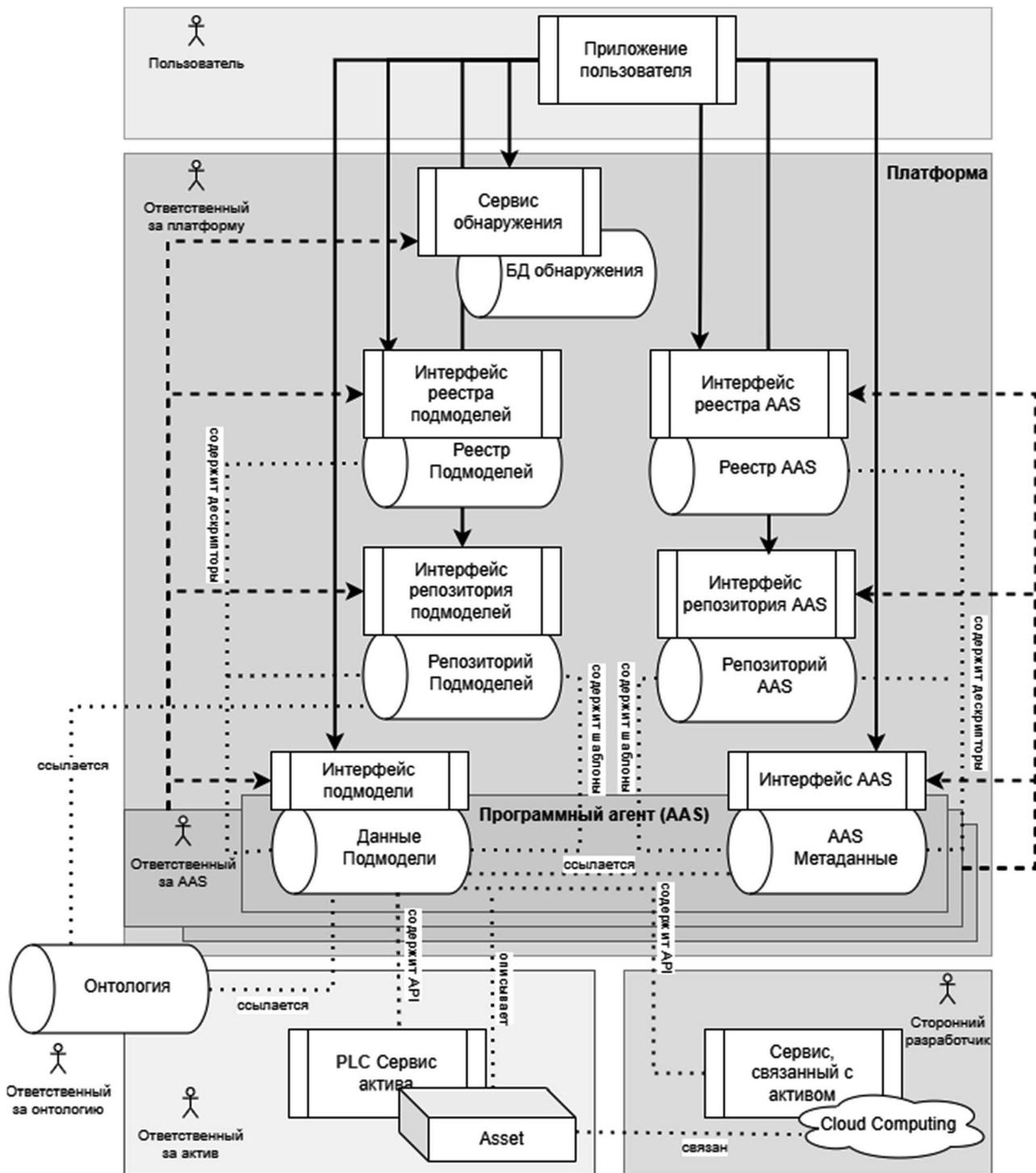


Рис. 1. Компонентный состав цифровой платформы  
 Fig. 1. Component composition of the digital platform

предприятия среди основных видов подмоделей выделены конструкторской спецификации изделия (BOM, Bill of Material) и производственного процесса (BOP, Bill of Process), описание цепочки добавленной ценности (Value Chain), описание способностей (Capability Description),

спецификация параметров заказа (Purchase Order) и подмодель поступившего заказа (Placed Order), шаблоны соглашения об уровне обслуживания (SLA-T, Service-Level Agreement templates) и действующая модель SLA, описание интерфейсов актива (Asset Interface Description).

### Алгоритмы использования прикладных и инфраструктурных сервисов

Рассмотрим алгоритмы использования прикладных и инфраструктурных сервисов на примере процесса формирования цепочки создания стоимости с выбором и подключени-

**Способы организации вызова прикладных сервисов AAS**  
**Ways of organizing the call of asset administration shell application services**

Имя сервиса	Назначение интерфейсов	Обмен данными	Операции, реализуемые интерфейсом
Сервис актива	Сервисы, к которым осуществляется обращение из AAS для выполнения операций (процедур) с активами, например, установить уровень энергопотребления (сервис актива) или собрать данные об уровне энергопотребления (сервис, связанный с активом)	ID операции	<i>Набор операций определяется создателем актива и/или автором сервиса. Публикуются в подмодели Asset Interface Description, могут иметь отображение (mapping) на описание операций в других подмоделях.</i>
Сервисы, относящиеся к активу		Точка входа	
Сервисы интеграции AAS с сервисами актива	Сервисы, которые интегрируют сервисы подмодели и сервисы актива. Могут быть как за пределами AAS, так и принадлежать AAS. Необходимы для вызова из подмодели операций оборудования, например, конвейера, станка или останова.	Описание входных и выходных параметров	

Таблица 2 / Table 2

**Способы организации вызова инфраструктурных сервисов платформы**  
**Ways of organizing the call of platform infrastructure services**

Имя сервиса	Назначение интерфейсов	Обмен данными	Операции, реализуемые интерфейсом
Сервисы реестра AAS	Внесение, изменение и поиск метаданных в реестре AAS	ID AAS Дескриптор (метаданные AAS, актива, точки и параметры доступа, [дескрипторы подмоделей]) Статус выполнения	GetAllAASDescriptors <sup>1</sup> GetAASDescriptorById PostAASDescriptor PutAASDescriptorById DeleteAASDescriptorById
Сервисы репозитория AAS	Взаимодействие с репозиториум (размещение, замена, поиск, удаление) данных AAS	ID AAS ID актива Данные AAS Статус выполнения	GetAllAAS GetAASById GetAllAASByAssetId GetAllAASByIdShort PostAAS PutAASById DeleteAASById
Сервисы обнаружения AAS	Размещение, удаление и поиск информации для обнаружения AAS по ID актива (или актива по ID AAS)	Глобальные или локальные ID активов и AAS Статус выполнения	GetAllAASIdsByAssetLink GetAllAssetLinksById PostAllAssetLinksById DeleteAllAssetLinksById
Сервисы реестра подмоделей	Занесение, изменение и поиск по метаданным подмоделей AAS	ID подмодели Дескриптор (метаданные подмодели, актива, точки и параметров доступа, Семантический ID) Статус выполнения	GetAllSMDescriptors GetSMDescriptorById PostSMDescriptor PutSMDescriptorById DeleteSMDescriptorById
Сервисы репозитория подмоделей	Взаимодействие с репозиториум (размещение, замена, поиск, удаление) данных подмоделей AAS	ID подмодели Семантические ID Данные подмодели Статус выполнения	GetAllSM GetSMById GetAllSMBySID GetAllSMBySSID GetAllSMByIdShort PostSM PutSMById PatchSMById DeleteSMById
Сервисы репозитория описаний понятий	Взаимодействие с репозиториум (размещение, замена, поиск, удаление) описаний понятий	ID Описание понятия Статус выполнения	GetAllCDs GetCDBById PostCD PutCDBById DeleteCDBById
Сервис поиска по онтологиям	Поиск фрагментов онтологии в виде набора RDF-триплетов	SPARQL-запрос Данные онтологии	<i>Возможности поиска обеспечиваются применением языка SPARQL</i>

<sup>1</sup> Здесь и далее в названия операций внесены сокращения (Asset Administration Shell заменено на AAS, Sub-model заменено на SM, Concept Description – на CD, Supplementary Semantic ID заменено на SSID, Semantic ID – на SID). Операции типа Post связаны с размещением новых информационных объектов, Put и Patch – заменой и обновлением, Get – получением, Delete – удалением.

Способы организации вызова инфраструктурных сервисов AAS (AAS infrastructure services)  
 Ways of organizing the call of asset administration shell infrastructure services

Имя сервиса	Назначение интерфейсов	Обмен данными	Операции, реализуемые интерфейсом
Сервисы управления оболочкой актива	Получение и замена данных AAS	ID AAS Данные оболочки актива Статус выполнения	GetAAS PutAAS
Сервисы управления ссылками на подмодели	Получение, замена и удаление ссылок на подмодели	ID AAS ID подмоделей Статус выполнения	GetAllSMReferences PostSMReference DeleteSMReference
Сервисы управления информацией об активе	Получение и замена информации об активе	ID AAS Информация об активе (вид и тип актива, ID актива) Статус выполнения	GetAssetInformation PutAssetInformation
Сервисы управления подмоделью	Получение, замена и обновление данных подмодели	ID подмодели Данные подмодели Статус выполнения	GetSM PutSM PatchSM
Сервисы управления файлами подмодели	Получение, загрузка и удаление файлов	ID элемента Файл Статус выполнения	GetFileByPath PutFileByPath DeleteFileByPath
Сервисы управления элементами подмодели	Получение, обновление, замена и удаление элементов подмодели	ID элемента Данные элемента подмодели Статус выполнения	GetAllSMElements GetSMElementByPath PostSMElement PostSMElementByPath PutSMElementByPath PatchSMElementByPath GetSMElementValueByPath DeleteSMElementByPath
Сервисы запуска операций	Синхронный и асинхронный вызов внешних сервисов, получение результатов и статусов работы	ID элемента Входные параметры Выходные параметры Величина таймаута Статус выполнения	InvokeOperationSync InvokeOperationAsync GetOperationAsyncStatus GetOperationAsyncResult

ем предприятий-партнеров на основе имеющейся конструкторской спецификации изделия (ВОМ).

Действия, связанные с формированием цепочки добавленной стоимости, включают следующий набор системных прецедентов использования (см. рис. 3).

Формирование запроса на поставку и/или производство организации-подрядчику головной организацией выполняется посредством программного агента ресурса головной организации и агента платформы. При этом осуществляется обращение к подмодели ВОМ (Bill of Materials, Спецификация изделия) и онтологии, содержащей формальное стандартизованное описание изделий и их параметров. Используя полученные данные, пользователь может определить поставку или производ-

ство какого из компонентов продукта следует выполнить с использованием привлеченных ресурсов. Последовательно обработав с помощью агента платформы имеющиеся метаданные, агент ресурса головной организации формирует запрос на выпуск релевантных компонентов. Важной частью процедуры является проверка семантического соответствия описания изделия и его компонент у головной организации и формы заказа (Purchase Order) потенциального поставщика. Особенности совместного использования онтологии на этапах формулирования заказа представлены в работе [7].

Алгоритм формирования запроса, описывающий взаимодействие агентов ресурса головной организации и агента платформы, обеспечивающего доступ к компонентам платформы (сервису обнаружения,

реестрам AAS и подмоделей, онтологии), представлен в виде UML диаграммы последовательностей на рис. 4.

Набор действий, выполняемых при формировании запроса, имеет следующую детализацию:

На первом этапе приложение пользователя направляет агенту ресурса (головной организации сетевого предприятия) запрос на поиск ВОМ интересующего продукта – GetBOM(ID продукта);

Агент ресурса с помощью сервиса обнаружения получает и отбирает AAS ID интересующего продукта – GetAllAASIdsByAssetLink(ID продукта);

Затем агент ресурса головной организации обращается в реестр AAS для получения метаданных (дескрипторов), содержащих общую информацию об агенте продукта – GetAASDescriptorById(AAS ID);

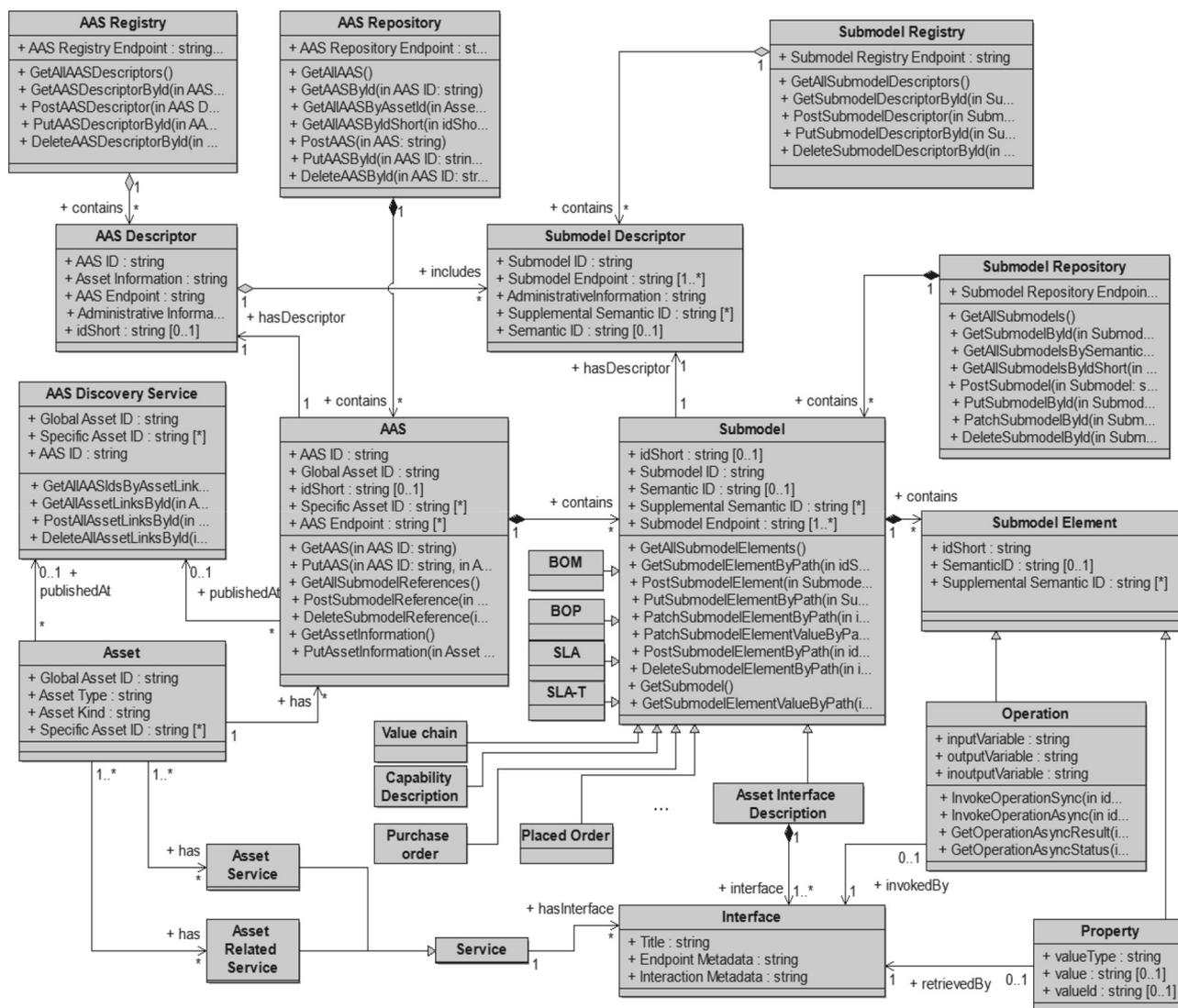


Рис. 2. Концептуальная модель  
Fig. 2. Conceptual model

Ссылки на подмодели могут содержаться как в дескрипторе (например, публичные «Контактная информация», «Заказ товара»), так и быть доступны через агента продукта (например, приватные «Конструкторская спецификация», «Производственный план»). Агент ресурса может получить список подмоделей у агента продукта после обращения через соответствующий интерфейс – GetAllSMReferences( );

Агенту ресурса для доступа к элементам данных подмоделей необходимо получить метаданные (дескрипторы) соответствующих подмоделей из реестра – GetSMDDescriptorById(ID подмодели);

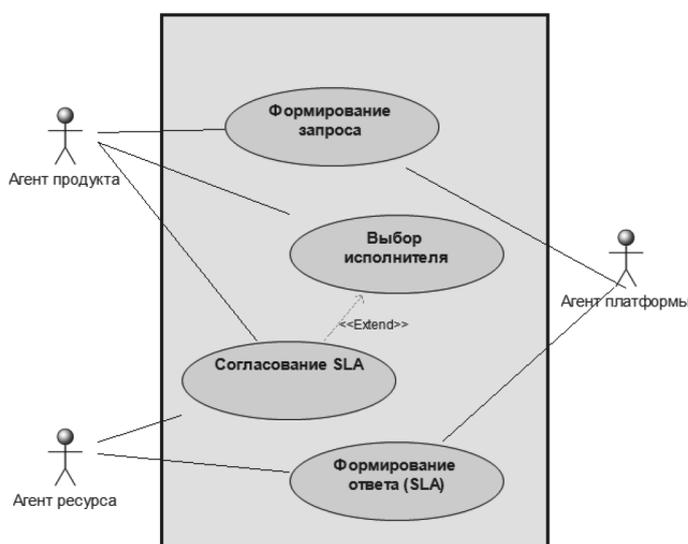


Рис. 3. Прецеденты использования для формирования цепочки добавленной стоимости  
Fig. 3. Use cases for value chain formation

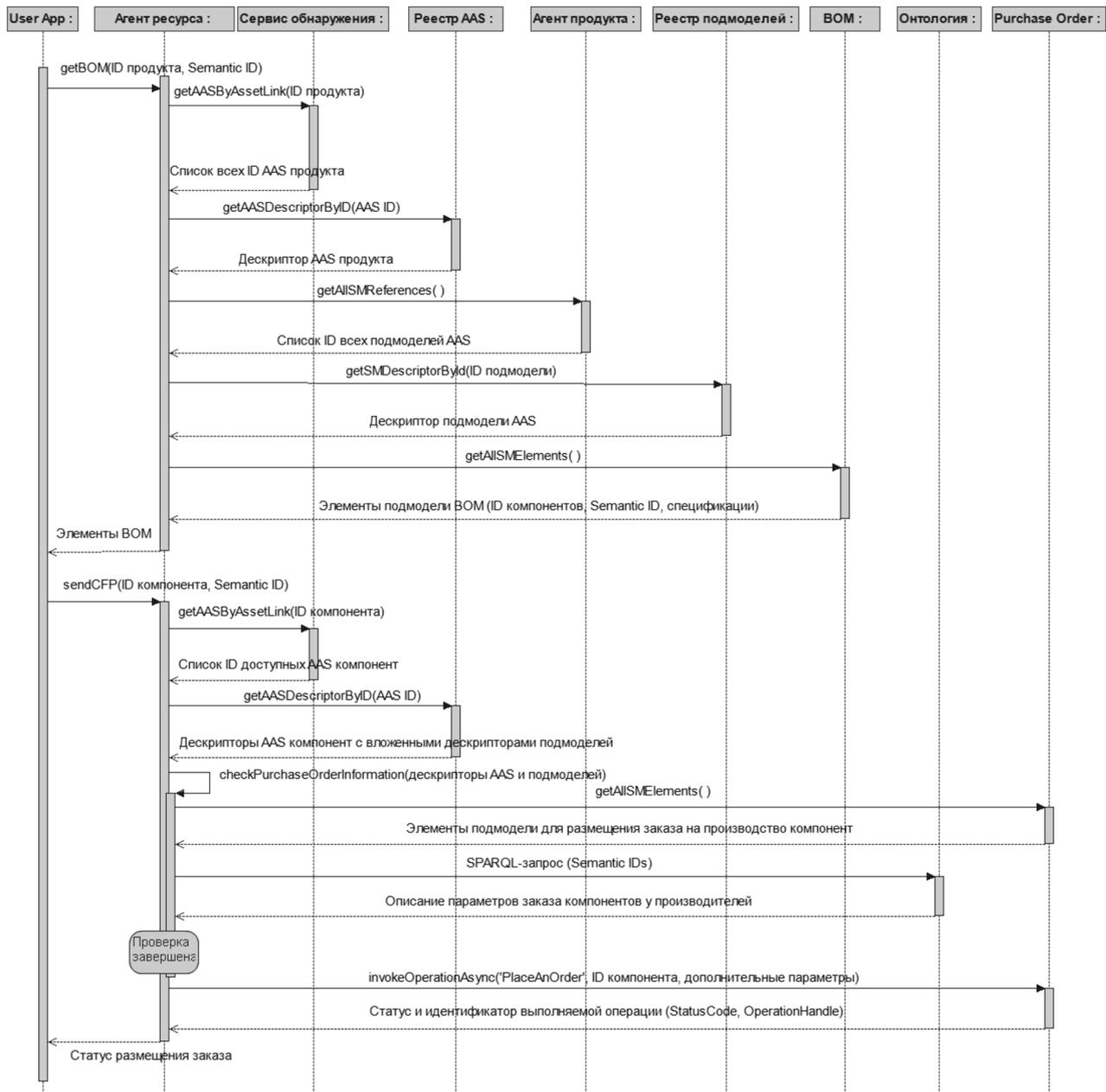


Рис. 4. Формирование запроса на производство компонентов продукта

Fig. 4. Formation of a request for production of product components

Для передачи пользователю информации о конструкторской спецификации изделия агенту ресурса головной организации необходимо запросить элементы подмодели BOM агента продукта – `GetAllSMElements()`;

Полученные данные передаются в пользовательское приложение для оценки необходимости и формирования запроса на приобретение (производство) компонента – `SendCFP(ID компонента, Semantic ID)`;

Затем, аналогично предыдущим шагам, Агент ресурса головной организации отбирает AAS ID и метаданные (дескрипторы), содержащие общую информацию об Агентах компонентов изделия – `GetAllAASIdsByAssetLink (ID компонента)`, `GetAASDescriptorById (AAS ID)`;

Для проверки возможности заказа и отбора поставщиков выполняется агентом ресурса головной организации операция `CheckPurchaseOrderInformation`

(дескрипторы AAS и подмоделей). При этом отбираются элементы подмодели `PurchaseOrder`, включающие различные параметры размещения заказа (контактная информация поставщика, требования к оформлению заказа, объемы, условия поставки и т.д.), которые проверяются на релевантность контексту с использованием онтологии;

Затем агентом ресурса головной организации оформляется заказ на приобретение (производство) отобранных

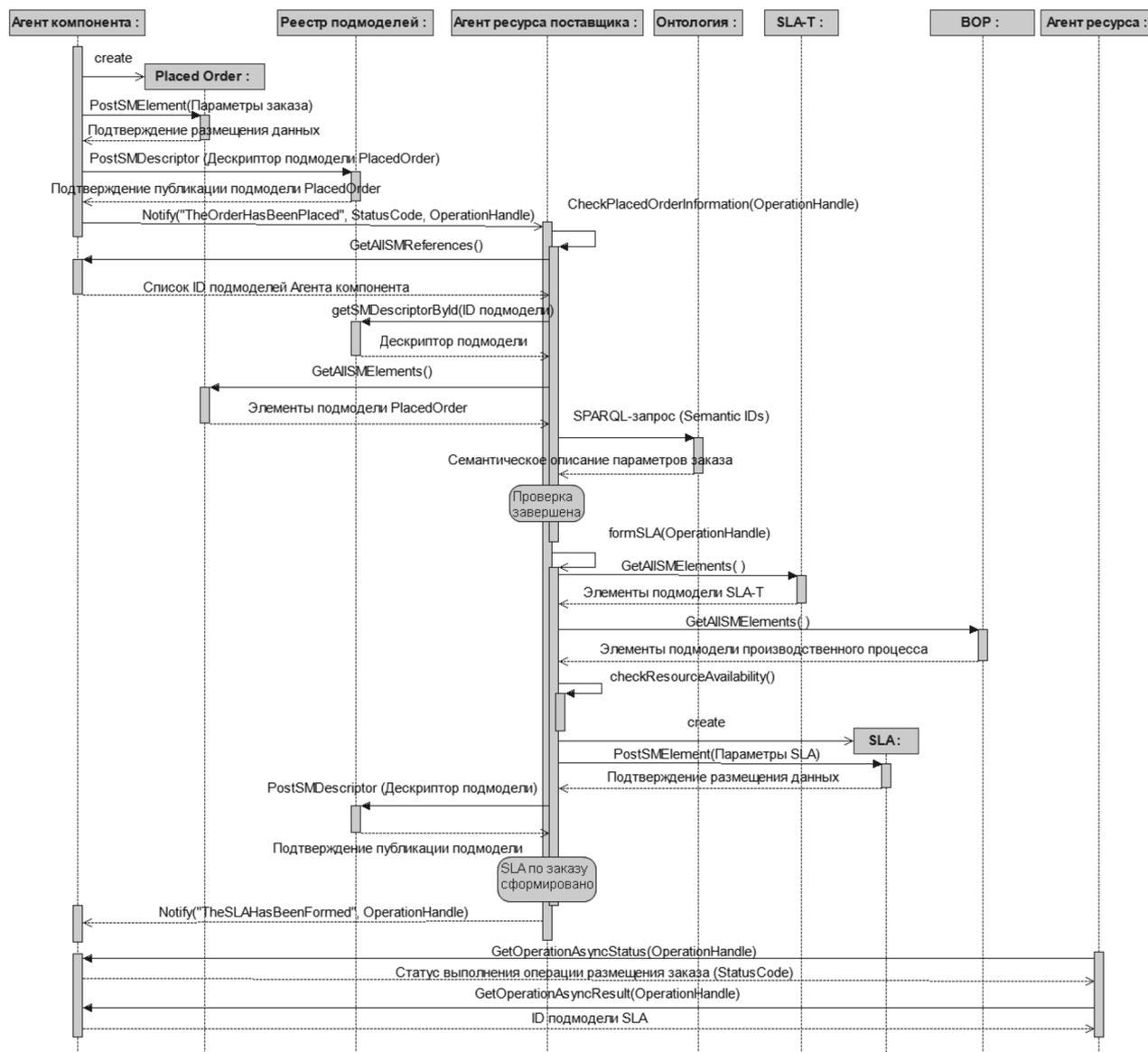


Рис. 5. Формирование и отправка предложения по производству компонента продукта  
 Fig. 5. Forming and sending a proposal for the production of a product component

компонентов изделия – Invoke OperationAsync(‘PlaceAnOrder’, ID компонента, дополнительные параметры). В результате обращения к агенту компонента изделия инициируется выполнение операции, а агенту ресурса головной организации направляется текущий статус и идентификатор операции, с помощью которого можно будет отслеживать ход размещения заказа и идентифицировать связанные входящие уведомления.

После получения заказа агент компонента изделия и агент производителя компонента изделия осуществляют

проверку запроса с помощью агента платформы, обеспечивающего доступ к соответствующим компонентам (реестру подмоделей и онтологии). Формой коммерческого предложения и представления плановых показателей производственного процесса (выполнения сервиса в рамках платформы) определено соглашение об уровне обслуживания, особенности формирования и использования которого представлены в работе [8]. После завершения процедуры определения плановых показателей на основе шаблона агент компонента изделия возвращает

агенту ресурса головной организации подмодель, содержащую SLA для производства данного компонента.

Алгоритм формирования коммерческого предложения в виде SLA представлен в виде UML диаграммы последовательностей на рисунке 5.

Набор действий, выполняемых при формировании ответа на запрос, имеет следующую детализацию:

Агент компонента изделия в ответ на размещение заказа создает новую подмодель с описанием заказанной продукции и размещает там данные заказа, переданные в запросе Агентом

ресурса головной организации – PostSMElement(параметры заказа);

Затем данная подмодель вносится в реестр подмоделей для обеспечения доступа к ней другими Агентами – PostSMDescriptor(Дескриптор подмодели Placed Order);

Агент компонента изделия направляет уведомление о событии «Заказ размещен», включающее текущий статус и идентификатор операции, Агенту ресурса поставщика, который будет выполнять дальнейшее формирование ответа на запрос – Notify (“TheOrderHasBeenPlaced”, StatusCode, OperationHandle);

Получив уведомление, Агент ресурса поставщика проверяет полученный заказ с точки зрения корректности используемой онтологии – CheckPlacedOrderInformation(OperationHandle). При этом отбираются элементы подмодели Placed Order, включающие различные параметры заказа (контактная информация, объемы, условия поставки и т.д.), которые проверяются на релевантность контексту Агентом ресурса поставщика с использованием онтологии. Взаимодействие в рамках согласования онтологии проекта изделия было описано [наша публикация];

После завершения проверки заказа Агент ресурса поставщика выполняет формирование соглашения об уровне обслуживания (SLA) для последующего согласования с Агентом ресурса головной организации

– formSLA(OperationHandle). При этом собираются элементы подмодели шаблона соглашения об уровне обслуживания (SLA-T) и элементы описания производственного процесса (BOP), в соответствии с которыми проверяется доступность ресурсов – checkResourceAvailability();

Затем Агент ресурса поставщика адаптирует параметры шаблона SLA-T к поступившему заказу и создает подмодель SLA, в которой размещает значения этих параметров – PostSMElement(параметры SLA);

Затем данная подмодель вносится в реестр подмоделей для обеспечения доступа к ней другими Агентами – PostSMDescriptor(Дескриптор подмодели SLA);

После размещения подмодели SLA Агент ресурса поставщика уведомляет об этом Агента компонента изделия – Notify (“TheSLAHasBeenFormed”, OperationHandle);

Агент ресурса головной организации с заданной периодичностью может опрашивать Агента компонента изделия на предмет обработки запроса на поставку (производство) продукции – GetOperationAsyncStatus(OperationHandle);

После получения от Агента компонента изделия нужного статуса Агент ресурса головной организации направляет запрос на получение результата – GetOperationAsyncResult(OperationHandle). В результате обращения к Агенту компонента изделия Агент ресурса

получает текущий результат в виде идентификатора подмодели SLA, с помощью которого можно получить предлагаемые технические, временные и стоимостные параметры исполнения заказа.

Дальнейшие шаги, связанные с согласованием и выбором поставщика компонента изделия в большей степени удовлетворяющего требованиям покупателя (головной организации), осуществляются в рамках процедуры оценки и сравнения параметров SLA, описанной в работе [8].

### Заключение

В статье представлено развитие компонентного состава концептуальной модели цифровой платформы, уточнены интерфейсы основных компонентов, а также представлены модели алгоритмов формирования запроса на производство (поставку) компонентов продукта и ответ на него со стороны поставщика, реализованных на основе набора стандартных интерфейсов и инфраструктурных сервисов.

Реализация цифровой платформы на основе синтеза многоагентных технологий и микросервисных архитектур позволит обеспечить создание AAS, реализующих свое поведение и взаимодействие с другими компонентами платформы в активном и проактивном режимах, а также повысит интероперабельность и обеспечит гибкость формирования цепочек добавленной ценности.

### Литература

1. Городецкий В.И., Бухвалов О.Л., Скобелев П.О., Майоров И.В. Современное состояние и перспективы индустриальных применений многоагентных систем // УБС. 2017. № 66. С. 94–157.

2. Чернышев С.А. Проблемы мультиагентных систем и возможные пути их решения // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2023. № 3. С. 231–241.

3. Vogel-Heuser B., Ocker F., Scheuer T. An approach for leveraging Digital Twins in agent-based production systems // Automatisierungstechnik. 2021. Т. 69. № 12. С. 1026–1039. DOI: 10.1515/auto-2021-0081.

4. Sakurada L., Leitao P., De la Prieta F. Agent-based asset administration shell approach for digitizing industrial assets // IFAC PapersOnLine. 2022. Т. 55. № 2. С. 193–198. DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.04.192.

5. Karnouskos S., Leitao P., Ribeiro L., Colombo A.W. Industrial agents as a key enabler

for realizing industrial cyber-physical systems: Multiagent systems entering Industry 4.0. // IEEE Industrial Electronics Magazine. 2020. Т. 14. № 3. С. 18–32. DOI: 10.1109/MIE.2019.2962225.

6. Seitz Matthias, Gehlhoff Felix, Cruz Salazar, Luis Fay, Alexander Vogel-Heuser, Birgit. Automation platform independent multi-agent system for robust networks of production resources in industry 4.0. // Journal of Intelligent Manufacturing. 2021. № 32. С. 1–19.

7. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В., Денисов А.А. Требования к программной реализации системы Индустрии 4.0 для создания сетевых предприятий // Программные продукты и системы. 2022. Т. 35. № 4. С. 557–571. DOI: 10.15827/0236-235X.140.557-571.

8. 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. Т. 36. № 4. С. 632–643. DOI: 10.15827/0236-235X.142.632-643.

9. Plattform Industrie 4.0. Functional View of the Asset Administration Shell in an Industrie 4.0 System Environment [Электрон. ресурс]. Discussion paper. April 2021. Режим доступа:

<https://www.plattform40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Functional-View.pdf>.

10. Королева Д.С., Денисов А.А. Методы сбора, анализа и мониторинга информации с целью выбора благонадежных участников сетевого предприятия в рамках контура конкурентной разведки // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2023): сборник научных трудов XXVI Российской научной конференции (29–30 ноября 2023, Москва.). М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2023. Т.1. С. 166 – 177.

11. Козырев П.А. Методы обеспечения информационной безопасности производственных и бизнес-процессов сетевого предприятия // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2023): сборник научных трудов XXVI Российской научной конференции (Москва, 29–30 ноября 2023 г.). М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2023. Т. 1. С. 150–155

12. Industrial Digital Twin Association. Specification of the Asset Administration Shell. Part 2: Application Programming Interfaces. V3.0.2. June 2024. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [https://industrialdigitaltwin.org/en/wp-content/uploads/sites/2/2024/06/IDTA-01002-3-0-2\\_SpecificationAssetAdministrationShell\\_Part2\\_API.pdf](https://industrialdigitaltwin.org/en/wp-content/uploads/sites/2/2024/06/IDTA-01002-3-0-2_SpecificationAssetAdministrationShell_Part2_API.pdf).

## References

1. Gorodetskiy V.I., Bukhvalov O.L., Skobelev P.O., Mayorov I.V. Current state and prospects for industrial applications of multi-agent systems. UBS. 2017; 66: 94–157. (In Russ.)

2. Chernyshev S.A. Problems of multi-agent systems and possible solutions. Vestnik Rossiyskogo novogo universiteta. Seriya: Slozhnyye sistemy: modeli, analiz i upravleniye = Bulletin of the Russian New University. Series: Complex systems: models, analysis and management. 2023; 3: 231–241. (In Russ.)

3. Vogel-Heuser B., Ocker F., Scheuer T. An approach for leveraging Digital Twins in agent-based production systems. Automatisierungstechnik. 2021; 69; 12: 1026–1039. DOI: 10.1515/auto-2021-0081.

4. 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. DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.04.192.

5. Karnouskos S., Leitão P., Ribeiro L., Colombo A.W. Industrial agents as a key enabler for realizing industrial cyber-physical systems: Multiagent systems entering Industry 4.0.. IEEE Industrial Electronics Magazine. 2020; 14; 3: 18–32. DOI: 10.1109/MIE.2019.2962225.

6. Seitz Matthias, Gehlhoff Felix, Cruz Salazar, Luis Fay, Alexander Vogel-Heuser, Birgit. Automation platform independent multi-agent system for robust networks of production resources in industry 4.0. Journal of Intelligent Manufacturing. 2021; 32: 1–19.

7. Tel'nov Yu.F., Kazakov V.A., Danilov A.V., Denisov A.A. Trebovaniya k programmnoy realizatsii sistemy Industrii 4.0 dlya sozdaniya setevykh predpriyatiy = Requirements for the software implementation of the Industry 4.0 system for creating networked enterprises. Programmnyye produkty i sistemy = Software products and systems. 2022; 35; 4: 557–571. DOI: 10.15827/0236-235X.140.557-571. (In Russ.)

8. 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; 36; 4: 632–643. DOI: 10.15827/0236-235X.142.632-643. (In Russ.)

9. Plattform Industrie 4.0. Functional View of the Asset Administration Shell in an Industrie 4.0 System Environment [Internet]. Discussion paper. April 2021. Available from: <https://www.plattform40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Functional-View.pdf>.

10. Koroleva D.S., Denisov A.A. Metody sbora, analiza i monitoringa informatsii s tsel'yu vybora blagonadezhnykh uchastnikov setevogo predpriyatiya v ramkakh kontura konkurentnoy razvedki = Methods of collecting, analyzing and monitoring information in order to select reliable participants in a network enterprise within the framework of competitive intelligence. Inzhiniring predpriyatiy i upravleniye znaniyami (IP&UZ-2023) = Enterprise Engineering

and Knowledge Management (IP&KM-2023): collection of scientific papers of the XXVI Russian Scientific Conference (November 29-30; 2023, Moscow). Moscow: Plekhanov Russian University of Economics; 2023; 1: 166–177. (In Russ.)

11. Kozyrev P.A. *Metody obespecheniya informatsionnoy bezopasnosti proizvodstvennykh i biznes-protsessov setevogo predpriyatiya* = Methods of ensuring information security of production and business processes of a network enterprise. *Inzhiniring predpriyatij i upravleniye znaniyami* (IP&UZ-2023) = Enterprise Engineering

and Knowledge Management (IP&KM-2023): collection of scientific papers of the XXVI Russian Scientific Conference (Moscow, November 29–30; 2023). Moscow: Plekhanov Russian University of Economics; 2023; 1: 150 – 155. (In Russ.)

12. Industrial Digital Twin Association. *Specification of the Asset Administration Shell. Part 2: Application Programming Interfaces. V3.0.2.* June 2024. [Internet]. Available from: [https://industrialdigitaltwin.org/en/wp-content/uploads/sites/2/2024/06/IDTA-01002-3-0-2\\_SpecificationAssetAdministrationShell\\_Part2\\_API.pdf](https://industrialdigitaltwin.org/en/wp-content/uploads/sites/2/2024/06/IDTA-01002-3-0-2_SpecificationAssetAdministrationShell_Part2_API.pdf)

#### **Сведения об авторах**

##### ***Василий Александрович Казаков***

*К.э.н., доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия  
Эл. почта: Kazakov.IB@rea.ru*

##### ***Юрий Филиппович Тельнов***

*Д.э.н., зав. кафедрой Прикладной информатики и информационной безопасности Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия  
Эл. почта: Telnov.YUF@rea.ru*

#### **Information about the authors**

##### ***Vasily A. Kazakov***

*Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia  
E-mail: Kazakov.IB@rea.ru*

##### ***Yuri F. Telnov***

*Dr. Sci. (Economics), Head of the Department of Applied Informatics and Information Security Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia  
E-mail: Telnov.YUF@rea.ru*



# Использование искусственного интеллекта в цифровой экономике

В данной работе рассматривается роль искусственного интеллекта (ИИ) в развитии цифровой экономики. Проанализированы ключевые направления использования ИИ в различных отраслях: от прогнозирования рыночных тенденций и оптимизации производственных процессов до повышения эффективности логистики и финансовых операций. Особое внимание уделено моделям машинного обучения, позволяющим анализировать большие объемы данных для принятия стратегических решений. Также затронуты вызовы, связанные с внедрением ИИ, включая вопросы кибербезопасности, утраты рабочих мест и этических аспектов. В работе представлены практические примеры использования ИИ для анализа рынка и оценки влияния автоматизации на занятость. Итогом исследования стало обобщение, что грамотное внедрение ИИ способствует повышению конкурентоспособности стран, ускорению инноваций и устойчивому экономическому росту в условиях глобальной цифровизации.

**Материалы и методы.** Для анализа рынка с использованием искусственного интеллекта можно применить несколько простых методов на Python, включая анализ данных с помощью библиотек, таких как pandas для обработки данных и scikit-learn для машинного обучения. Один из самых простых вариантов — это анализ трендов с использованием метода регрессии. Вот

пример простого кода для анализа рынка с использованием линейной регрессии.

**Результаты.** В конечном итоге мы создаем модель, которая прогнозирует объем продаж на основе цены товара. Мы используем простую линейную регрессию для анализа зависимости между ценой и количеством проданных единиц товара. Код также визуализирует зависимость между ценой и объемом продаж, а также выводит коэффициенты модели.

**Заключение.** Применение методов искусственного интеллекта, таких как линейная регрессия, позволяет эффективно анализировать рыночные тенденции и выявлять зависимости между ключевыми показателями, например, ценой и объемом продаж. Использование библиотек Python, таких как pandas и scikit-learn, упрощает обработку данных и построение прогнозных моделей. Визуализация результатов помогает лучше интерпретировать полученные зависимости, что может быть полезным инструментом для принятия обоснованных управленческих решений и оптимизации маркетинговых стратегий.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, цифровая экономика, машинное обучение, автоматизация, большие данные, инновации, кибербезопасность, цифровая трансформация.

Nasimjon A. Olimov

Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Khujand, Republic of Tajikistan

# Use of Artificial Intelligence in the Digital Economy

This paper examines the role of artificial intelligence (AI) in the development of the digital economy. It analyzes key areas of AI use in various industries: from forecasting market trends and optimizing production processes to improving the efficiency of logistics and financial transactions. Particular attention is paid to machine learning models that allow analyzing large volumes of data for strategic decision-making. It also touches on the challenges associated with the implementation of AI, including cybersecurity, job losses, and ethical aspects. The paper presents practical examples of using AI to analyze the market and assess the impact of automation on employment. The result of the study was the generalization that the competent implementation of AI contributes to increasing the competitiveness of countries, accelerating innovation, and sustainable economic growth in the context of global digitalization.

**Materials and methods.** There are several simple methods that can be used in Python to perform market analysis using artificial intelligence, including data analysis using libraries such as pandas for data processing and scikit-learn for machine learning. One of the

simplest options is trend analysis using the regression method. Here is an example of simple code for market analysis using linear regression.

**Results.** Finally, we create a model that predicts sales volume based on the price of a product. We use simple linear regression to analyze the relationship between price and the number of units sold. The code also visualizes the relationship between price and sales volume, and outputs the model coefficients.

**Conclusion.** Using artificial intelligence methods such as linear regression allows us to effectively analyze market trends and identify relationships between key indexes such as price and sales volume. Using Python libraries such as pandas and scikit-learn simplifies data processing and construction of predictive models. Visualization of results helps to better interpret the obtained dependencies, which can be a useful tool for making informed management decisions and optimizing marketing strategies.

**Keywords:** artificial intelligence, digital economy, machine learning, automation, big data, innovation, cybersecurity, digital transformation.

## Введение

В современную эпоху развитие информационных технологий и цифровизации преобразило мировую экономику, создав новые возможности для бизнеса, управления ресурсами и принятия решений. Одним из ключевых процессов этой цифровой революции является использование искусственного интеллекта (ИИ), который способствует устойчивому экономическому развитию за счет анализа и автоматизации сложных процессов.

Искусственный интеллект как набор систем и алгоритмов, обеспечивающих возможность обучения и принятия решений на основе данных, вносит вклад в значительные экономические преобразования. Эти технологии позволяют анализировать большие объемы данных за короткое время, упрощать сложные процессы и помогать предприятиям принимать правильные решения. Например, крупные компании используют модели искусственного интеллекта для анализа поведения потребителей, выявления рыночных тенденций и разработки маркетинговых стратегий.

Использование искусственного интеллекта не только способствует повышению эффективности работы предприятий, но и позволяет добиться большей экономии времени и ресурсов. В финансовой отрасли алгоритмы искусственного интеллекта способны прогнозировать риски и принимать инвестиционные решения с высокой точностью. В сфере логистики интеллектуальные системы позволяют выбирать оптимальные маршруты доставки, что способствует снижению затрат и повышению эффективности цепочек поставок.

В целом искусственный интеллект считается ключевым фактором развития цифровой экономики. Правильно используя эту технологию, страны могут повысить свою конкурентоспособность на мировом рынке, улучшить уровень жизни своих граждан и создать инновационные возможности. В данной статье предпринята попытка проанализировать роль искусственного интеллекта в цифровой экономике и обсудить возможности и проблемы, связанные с использованием этой технологии.

## Понятие и определение искусственного интеллекта

Искусственный интеллект (ИИ) — это совокупность методов, алгоритмов и технологий, позволяющих компьютерным системам имитировать поведение и интеллектуальные способности человека. Используя статистические модели, нейронные сети и машинное обучение, эти технологии позволяют приложениям накапливать опыт, анализировать данные и принимать на его основе разумные решения.

Определение искусственного интеллекта впервые было предложено Джоном Маккарти в 1956 году, который определил его как «науку о создании машин, способных выполнять задачи, обычно требующие человеческого интеллекта». С тех пор ИИ превратился в сложную и разнообразную область, охватывающую такие подобласти, как машинное обучение, обработка естественного языка, компьютерное зрение и робототехника.

Сегодня искусственный интеллект используется в различных секторах, включая здравоохранение, финансы, транспорт и производство. Например, в здравоохранении системы ИИ могут ставить точные диагнозы и помогать разрабатывать планы лечения. В сфере финансов алгоритмы ИИ используются для анализа рынка, прогнозирования изменений цен и управления рисками.

Кроме того, искусственный интеллект позволяет с высокой точностью моделировать сложные экономические процессы. Например, в сельском хозяйстве системы ИИ помогают прогнозировать погодные условия и оптимизировать использование воды и удобрений. В транспортном секторе интеллектуальные алгоритмы могут управлять дорожным движением, выбирать лучшие маршруты и повышать безопасность дорожного движения.

С ростом возможностей искусственного интеллекта появляются новые отрасли, которые могут полностью изменить работу экономики. Например, платформенная экономика, основанная на технологиях искусственного интеллекта, позволяет глобальным рынкам функционировать более эффективно, а небольшим компаниям получать доступ к глобальной аудитории.

Несмотря на значительные достижения, развитие искусственного интеллекта также поднимает этические и социальные вопросы, такие как конфиденциальность данных, рабочие места и ответственность алгоритмов. Решение этих проблем имеет решающее значение для устойчивого и безопасного использования СИЗ в обществе.

## Основы цифровой экономики

Основы цифровой экономики относятся к базовым принципам и процессам, которые необходимы в наше время для создания устойчивой и эффективной цифровой экономики. Эти принципы в первую очередь применяются к экономике и обществу посредством использования передовых и инновационных технологий, включая Интернет, данные и аналитику больших данных. Ниже приведены некоторые основные принципы цифровой экономики.

Цифровая экономика — это экономическая среда, в которой цифровые технологии исполь-

зуются для упрощения, автоматизации и повышения эффективности бизнес- и производственных процессов. Эта отрасль стремительно развивается благодаря достижениям в области информационных технологий и искусственного интеллекта.

Одной из ключевых особенностей цифровой экономики является обработка больших данных, которая позволяет компаниям анализировать огромные объемы информации и принимать на ее основе стратегические решения. Например, компании электронной коммерции, такие как Amazon и Alibaba, используют модели искусственного интеллекта для прогнозирования спроса, оптимизации запасов и персонализации клиентского опыта.

Цифровизация бизнес- и производственных процессов приводит к повышению эффективности производства. Например, используя интеллектуальные системы, предприятия могут оптимизировать поставки материалов, внедрить предиктивное обслуживание и сократить количество производственных ошибок. Это не только снижает затраты, но и повышает качество и скорость производства.

Цифровая экономика также способствует развитию рыночных отношений. Цифровые платформы, такие как Uber, Airbnb и Etsy, позволяют предпринимателям предлагать свои услуги и товары клиентам без необходимости участия посредников. Эти платформы используют алгоритмы искусственного интеллекта для согласования спроса и предложения, повышая эффективность рынка.

Одним из важных аспектов цифровой экономики является развитие финтеха. Цифровые финансовые сервисы, использующие алгоритмы искусственного интеллекта, могут анализировать риски, автоматизировать кредитование и страхование, а также предлагать персонализированные услуги клиентам. Например, интеллектуальные системы могут оценивать уровень доверия клиентов и осуществлять кредитование с меньшим риском.

Кроме того, цифровая экономика позволяет повысить эффективность процессов государственного управления. Системы искусственного интеллекта могут использоваться для анализа социальной статистики, прогнозирования потребностей общества и разработки стратегий экономического развития. Эти процессы помогают правительствам более эффективно распределять ресурсы и повышать качество услуг.

Однако при всех преимуществах цифровой экономики у нее есть и свои проблемы. Например, вопросы кибербезопасности и конфиденциальности данных становятся все более важными с развитием цифровых платформ. В то же время цифровизация процессов может привести к сокращению рабочих мест, что требует от пра-

вительств и компаний разработки программ переподготовки и адаптации персонала.

---

## **Технологии и Интернет**

---

Цифровые технологии и Интернет делают возможной цифровую экономику, которую организации и учреждения используют для осуществления своей деятельности в цифровой среде. Интернет, с его высоким уровнем влияния, необходим для экспериментов и обработки данных, и если организации не желают менять свой цифровой ландшафт, все равно существует вероятность того, что их производительность и эффективность снизятся.

---

## **Данные и анализ**

---

Каждое экономическое действие в цифровой экономике осуществляется с использованием подробных данных и аналитики. Компании и правительства используют аналитику больших данных для получения точной информации и принятия обоснованных решений. Данные анализируются с помощью машинного обучения и искусственного интеллекта, что позволяет оптимизировать процессы и создавать новые продукты.

---

## **Инновации и конкуренция**

---

Цифровая экономика характеризуется постоянным спросом на инновации и вывод на рынок новых продуктов и услуг. Благодаря цифровизации всех производственных процессов компании могут создать новую конкурентную среду, в которой идеи, продукты и услуги могут быть предложены рынку с целью завоевания новых точек интереса.

---

## **Новые бизнес-модели**

---

Цифровая экономика подразумевает создание новых бизнес-моделей и бизнес-процессов. Мобильные приложения, онлайн-платформы и цифровые торговые площадки могут оказывать влияние на то, как люди покупают и продают в своей повседневной жизни. Новые бизнес-модели и монетизация через Интернет имеют наилучшие возможности для обработки и завершения бизнеса.

---

## **Глобализм и международное сотрудничество**

---

Цифровая экономика — это процесс, объединяющий не только разные страны, но и разные географические регионы. Интернет и цифровые сети позволяют странам одновременно изучать новые возможности и работать вместе над их поиском в цифровой экономике. С развитием цифровой экономики усиливается гло-

бальное сотрудничество, которое имеет важное значение для определения расширения рынков и ведения бизнеса.

### Программирование и разработка продуктов

В связи с растущим спросом на программирование для разработчиков и цифровые среды компании стремятся предлагать новые решения для улучшения продуктов и услуг в цифровых компаниях. Для успешной работы компании в цифровой среде первостепенное значение имеет роль разработчиков программного обеспечения, исследователей и инженеров.

В целом цифровая экономика, использующая искусственный интеллект, способна обеспечить устойчивый и инклюзивный рост. Правильно используя эти технологии, страны могут усилить свою конкурентоспособность на мировом рынке, повысить уровень жизни своих граждан и создать инновационную экономику. Эти события показывают, что цифровая экономика — это не просто временная тенденция, а формирует будущее мирового экономического и социального развития.

В целом основы цифровой экономики зависят не только от использования технологий и Интернета, но и от правильного руководства и стратегии по интеграции развития цифровых технологий с новыми глобальными и региональными бизнес-моделями.

### Роль искусственного интеллекта в анализе рынка

Используя искусственный интеллект, компании могут точно анализировать рыночные данные и прогнозировать спрос и поведение потребителей. Это помогает компаниям принимать стратегические решения, эффективнее распределять ресурсы и улучшать обслуживание.

Для анализа рынка с использованием искусственного интеллекта можно применить несколько простых методов на Python, включая анализ данных с помощью библиотек, таких как pandas для обработки данных и scikit-learn для машинного обучения. Один из самых простых вариантов — это анализ трендов с использованием метода регрессии. Вот пример простого кода для анализа рынка с использованием линейной регрессии.

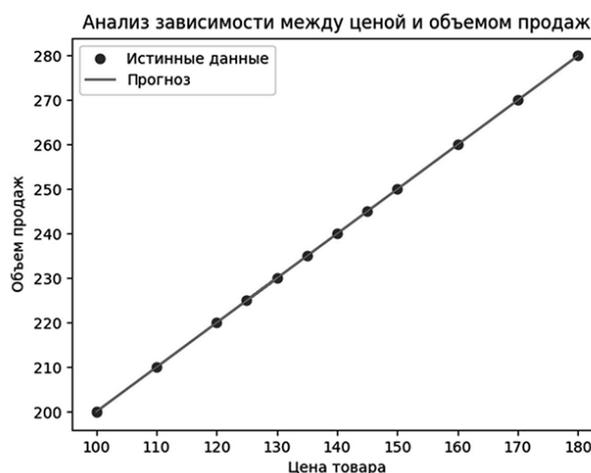
Предположим, у нас есть данные о ценах на товары и объеме продаж за несколько периодов времени, и мы хотим спрогнозировать будущее поведение цен.

```
Код:
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.linear_model import LinearRegression
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
# Пример данных: период времени (месяц) и цена товара, объем продаж
data = {
    'month': [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12],
    'price': [100, 110, 120, 130, 125, 135, 140, 145, 150, 160, 170, 180],
    'sales': [200, 210, 220, 230, 225, 235, 240, 245, 250, 260, 270, 280]
}
# Создаем DataFrame
df = pd.DataFrame(data)
# Моделирование взаимосвязи между ценой и продажами
X = df[['price']] # Независимая переменная (цена)
y = df['sales'] # Зависимая переменная (продажи)
# Обучаем модель линейной регрессии
model = LinearRegression()
model.fit(X, y)
# Прогнозируем продажи на основе цены
df['predicted_sales'] = model.predict(X)
# Визуализация данных и прогноза
plt.scatter(df['price'], df['sales'], color='blue', label='Истинные данные')
plt.plot(df['price'], df['predicted_sales'], color='red', label='Прогноз')
plt.xlabel('Цена товара')
plt.ylabel('Объем продаж')
plt.legend()
plt.title('Анализ зависимости между ценой и объемом продаж')
plt.show()
# Вывод коэффициентов модели
print(f'Коэффициент наклона: {model.coef_[0]}')
print(f'Перехват: {model.intercept_}')
```

Коэффициент наклона: 1.0

Перехват: 100.0



В этом примере мы создаем модель, которая прогнозирует объем продаж на основе цены товара. Мы используем простую линейную регрессию для анализа зависимости между ценой и количеством проданных единиц товара. Код также визуализирует зависимость между ценой и объемом продаж, а также выводит коэффициенты модели.

Этот метод является одним из самых простых для анализа рынка и может быть легко адаптирован под другие данные, такие как спрос, конкуренция или сезонные колебания.

### Использование ИИ в управлении финансами

Алгоритмы искусственного интеллекта широко используются в финансовом секторе для управления рисками, инвестициями и выявления рыночных тенденций. Например, модели прогнозирования цен акций или анализ кредитного риска становятся более точными благодаря использованию искусственного интеллекта.

### Автоматизация производственных процессов

Искусственный интеллект преобразует производство с помощью роботов и интеллектуальных систем. Эти системы позволяют сократить количество ошибок, повысить скорость и эффективность производства, а также обеспечить непрерывный мониторинг.

### Влияние искусственного интеллекта на рынок труда

Несмотря на преимущества, использование искусственного интеллекта может повлиять на рабочие места. Некоторые профессии автоматизируются, но в то же время растет спрос на специалистов в области ИТ и аналитики данных.

Для анализа влияния искусственного интеллекта на рынок труда с использованием Python можно применить подход, который моделирует изменения в численности рабочих мест или зарплатах на основе автоматизации и внедрения ИИ. Один из простых методов — это использование линейной регрессии для оценки зависимости между уровнем автоматизации (например, внедрением ИИ) и числом рабочих мест или зарплатами.

Вот простой пример, где мы моделируем зависимость между уровнем автоматизации и числом рабочих мест в определенной отрасли. Этот пример использует данные о том, как искусственный интеллект может влиять на рынок труда.

```
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
from sklearn.linear_model import LinearRegression
import matplotlib.pyplot as plt

# Пример данных: уровень автоматизации (в %) и количество рабочих мест
data = {
    'automation_level': [5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50], # Уровень автоматизации
    'jobs_lost': [1000, 2000, 2500, 3500, 4000, 5000, 6000, 7500, 8000, 10000] # Потери рабочих мест
}

# Создаем DataFrame
df = pd.DataFrame(data)

# Моделирование взаимосвязи между уровнем автоматизации и потерей рабочих мест
X = df[['automation_level']] # Независимая переменная (уровень автоматизации)
y = df['jobs_lost'] # Зависимая переменная (потери рабочих мест)

# Обучаем модель линейной регрессии
model = LinearRegression()
model.fit(X, y)

# Прогнозируем потери рабочих мест на основе уровня автоматизации
df['predicted_jobs_lost'] = model.predict(X)

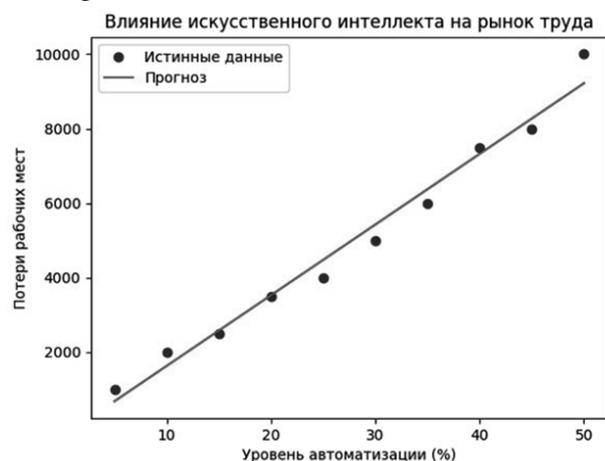
# Визуализация данных и прогноза
plt.scatter(df['automation_level'], df['jobs_lost'], color='blue', label='Истинные данные')
plt.plot(df['automation_level'], df['predicted_jobs_lost'], color='red', label='Прогноз')
plt.xlabel('Уровень автоматизации (%)')
plt.ylabel('Потери рабочих мест')
plt.legend()
plt.title('Влияние искусственного интеллекта на рынок труда')
plt.show()

# Вывод коэффициентов модели
print(f'Коэффициент наклона: {model.coef_[0]}')
print(f'Перехват: {model.intercept_}')
```

Этот код реализует простую модель линейной регрессии для анализа влияния уровня автоматизации (внедрения искусственного интеллекта)

на количество рабочих мест. Мы использовали данные, показывающие уровень автоматизации и потери рабочих мест, чтобы построить модель, которая позволяет предсказать, как изменение уровня автоматизации влияет на рынок труда.

Коэффициент наклона: 189.6969696969697  
Перехват: -266.6666666666666



Этот код реализует простую модель линейной регрессии для анализа влияния уровня автоматизации (внедрения искусственного интеллекта) на количество рабочих мест. Мы использовали данные, показывающие уровень автоматизации и потери рабочих мест, чтобы построить модель, которая позволяет предсказать, как изменение уровня автоматизации влияет на рынок труда.

### Заключение

Цифровая экономика и использование в ней искусственного интеллекта стали сегодня важной составляющей мирового развития. Искусственный интеллект как технология, позволяющая компьютерным системам имитировать поведение человека и принимать обоснованные решения, играет ключевую роль в цифровой революции. Используя статистические модели, нейронные сети и машинное обучение, он не только снижает сложность экономических процессов, но и повышает эффективность принятия решений и оптимизации в различных областях, включая финансы, логистику, медицину и производство.

С 1956 года, когда Джон Маккарти ввел термин «искусственный интеллект», эта область претерпела значительную эволюцию. Сегодня ИИ используется в различных отраслях, включая здравоохранение, финансы, транспорт и производство. Например, в здравоохранении системы ИИ помогают ставить точные диагнозы и разрабатывать планы

лечения. Однако в финансах алгоритмы ИИ используются для анализа рынка и прогнозирования изменений цен.

Искусственный интеллект в цифровой экономике способствует появлению новых методов ведения бизнеса и моделей развития глобального бизнеса. Используя технологию искусственного интеллекта, компании могут анализировать рынки в конкурентной среде, прогнозировать желания и поведение потребителей, а также повышать эффективность обслуживания за счет оптимизации ресурсов, продуктов и услуг. Это, конечно, приводит к повышению конкурентоспособности компаний и повышению интереса к мировым рынкам.

Использование ERP не только оптимизирует и повышает эффективность бизнес-процессов, но и способствует развитию инноваций в сфере финансов и цифровой экономики. Алгоритмы искусственного интеллекта в финансах помогают анализировать кредитные риски, инвестиции и прогнозировать цены акций, что является еще одним важным шагом в расширении и сборе других данных.

Искусственный интеллект используется не только в экономических секторах, но и в промышленности и производстве. Автоматизация производственных процессов с использованием роботов и интеллектуальных систем улучшает производственный процесс. Использование этих систем не только сокращает количество ошибок, но и повышает скорость и эффективность производства. Однако этот процесс может привести к потере рабочих мест, что повлечет за собой серьезные социальные проблемы.

Хотя искусственный интеллект открывает множество возможностей для устойчивого развития и инноваций, он также сталкивается с этическими и социальными рисками. Вопросы конфиденциальности данных, защиты от киберугроз и влияния автоматизации на рабочие места стали важными обще-

ственными проблемами. Важно решать эти проблемы, внедряя правильные политики кибербезопасности и программы переподготовки для людей, потерявших работу.

Однако развитие искусственного интеллекта и цифровой экономики в целом стало ключевым фактором развития мировой экономики. Целью правильного использования этих технологий является создание инновационных возможностей и повышение экономической эффективности. Однако для до-

стижения этих целей странам необходимо принять соответствующие меры по адаптации своей экономической и социальной политики к процессам цифрового и технологического развития.

В целом использование искусственного интеллекта и развитие цифровой экономики позволяют странам с высокой эффективностью повышать свою конкурентоспособность на мировых рынках, улучшать уровень жизни людей и обеспечивать будущее своего общественного развития.

### Литература

1. Бейли Мартин Нейл. Машины разума: Аргументы в пользу бума производительности, основанного на ИИ [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.brookings.edu/articles/machines-of-mind-the-case-for-an-ai-powered-productivity-boom/>.

2. Бриньолфссон Эрик. Грядущий бум производительности [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.technologyreview.com/2021/06/10/1026008/the-coming-productivity-boom/>.

3. Смялек Джинна. Мы находимся в бума производительности? Для подсказок посмотрите на 1994 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.nytimes.com/2024/02/21/business/economy/economy-productivity-increase.html>.

4. Кантровиц Алекс. Может ли Демис Хассабис спасти Google? [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.bigtechnology.com/p/candemis-hassabis-save-google>.

5. Хур Кристал. Nvidia обогнала Microsoft, став крупнейшей публичной компанией в мире. CNN [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://edition.cnn.com/2024/06/18/markets/nvidia-largest-public-company/index.html>.

6. ABC7 News. Завершился ли массовый исход во время пандемии? Население Сан-Франциско начало немного увеличиваться, показывают данные Бюро переписи. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://abc7news.com/san-francisco-population-us-census-bureau-exodus-people-coming-back-to/14525889/>.

7. Бриньолфссон Эрик и Макафи Эндрю. Бизнес искусственного интеллекта [Электрон. ресурс] // Harvard Business Review. Режим доступа: <https://hbr.org/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>.

8. McKinsey. Состояние ИИ в 2023 году: Год прорыва генеративного ИИ [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year>.

9. Дэвенпорт Томас и Харрис Джин. Конкуренция с помощью аналитики. Harvard Business Press, 2017.

10. Microsoft и Amazon доминируют на рынке облачных сервисов. Инфографика [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.statista.com/chart/30489/revenue-from-cloud-services-by-cloud-sector-market-leaders/>.

11. Джакобидес Майкл Г., Брусон Стефано и Канделон Франсуа. Эволюционные динамики экосистемы искусственного интеллекта [Электрон. ресурс] // Strategy Science. 2021. № 6(4). С. 412–435. DOI: doi/10.1287/stsc.2021.0148. Режим доступа: <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/stsc.2021.0148>.

12. Russell Stuart J. и Norvig Peter. «Artificial Intelligence: A Modern Approach» (2-е издание). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003.

13. Osborne Martin и Rubinstein Ariel. «A Course in Game Theory.» Cambridge, Mass.: MIT Press, 2001.

14. Wooldridge G. Reasoning about Rational Agents. Massachusetts Institute of Technology, 2000.

15. George A. Akerlof и Robert J. Shiller. Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009.

16. Китай лидирует в мире по количеству патентов в области искусственного интеллекта [Электрон. ресурс] // Жэньминь Жибао. 09.07.2021. People's Daily. Пекин, 2021. Режим доступа: <http://russian.people.com.cn/n3/2021/0709/c31517-9870366.html>.

17. В Китае имеется более 210 тыс. новых предприятий, связанных с ИИ [Электрон. ресурс] // Жэньминь Жибао. 09.07.2021. People's Daily. Пекин, 2020. Режим доступа: <https://rossaprimavera.ru/news/5a0f548c>.

18. Китай продвигает глубокую интеграцию искусственного интеллекта и реальной экономики [Электрон. ресурс] // Жэньминь Жи-

бао. 06.09.2022. People's Daily. Пекин, 2022. Режим доступа: <http://russian.people.com.cn/n3/2022/0906/c31518-10143923.html>.

19. В «умных» метро Китая запущены разнообразные сервисы [Электрон. ресурс] // Жэньминь Жибао. 15.02.2022. People's Daily. Пекин, 2022. Режим доступа: <http://russian.people.com.cn/n3/2022/0215/c31518-9957989.html>.

20. Лаптев В. А. Экосистема цифровой экономики // Большая российская энциклопедия. 2022. № 8. DOI: 10.54972/00000042\_2022\_8\_42.

21. Tansley A. G. «The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms.» Ecology, 1935. Т. 16. № 3. С. 284–307.

22. Varykin S. Y., Kapustina I. V., Kirillova T. V. и др. Economics of Digital Ecosystems // Journal of Open Innovation, 2020. Т. 6. № 4.

23. Андреева Л. В., Гаврин Д. А., Егоров П. Е. и др. Цифровая экономика. Концептуальные основы правового регулирования бизнеса в Рос-

сии / отв. ред.: В. А. Лаптев, О. А. Тарасенко. М.: Проспект, 2021.

24. Moore J. F. Predators and Prey: a New Ecology of Competition // Harvard Business Review. 1993. Т. 71. № 3. С. 75–86.

25. Соловьёв В. И. «Математическое моделирование рынка программного обеспечения.» Автореферат дисс. д-ра экон. наук. М.: ЦЭМИ РАН, 2011.

26. Соловьёв В. И. Анализ данных в экономике. М.: Финансовый университет при Правительстве РФ, 2019.

27. Соловьёв В. И. Системы искусственного интеллекта. М.: Финансовый университет при Правительстве РФ, 2020.

28. Соловьёв В. И. Оптимизационные задачи в машинном обучении. М.: Финансовый университет при Правительстве РФ, 2021.

29. Соловьёв В.И. Компьютерное зрение. М.: Финансовый университет при Правительстве РФ.

## References

1. Bailey Martin Neil. Machines of Mind: The Case for an AI-Powered Productivity Boom [Internet]. Available from: <https://www.brookings.edu/articles/machines-of-mind-the-case-for-an-ai-powered-productivity-boom/>.

2. Brynjolfsson Erik. The Coming Productivity Boom [Internet]. Available from: <https://www.technologyreview.com/2021/06/10/1026008/the-coming-productivity-boom/>.

3. Smialek Djinnah. Are We in a Productivity Boom? Look to 1994 for Clues [Internet]. Available from: <https://www.nytimes.com/2024/02/21/business/economy/economy-productivity-increase.html>.

4. Kantrowitz, Alex. Can Demis Hassabis Save Google? [Internet]. Available at: <https://www.bigtechnology.com/p/can-demis-hassabis-save-google>.

5. Hur, Crystal. Nvidia Overtakes Microsoft to Become World's Largest Public Company. CNN [Internet]. Available at: <https://edition.cnn.com/2024/06/18/markets/nvidia-largest-public-company/index.html>.

6. ABC7 News. Is the Pandemic Exodus Over? San Francisco's Population Has Started to Grow Slightly, Census Bureau Data Show. [Internet]. Available at: <https://abc7news.com/san-francisco-population-us-census-bureau-exodus-people-coming-back-to/14525889/>.

7. Brynjolfsson Erik and McAfee Andrew. The Business of Artificial Intelligence [Internet]. Harvard Business Review. Available from: <https://hbr.org/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>.

8. McKinsey. The State of AI in 2023: The Year of Generative AI Breakout [Internet]. Available from: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year>.

9. Davenport Thomas and Harris Jin. Competing with Analytics. Harvard Business Press; 2017.

10. Microsoft and Amazon Dominate the Cloud Services Market. Infographics [Internet]. Available from: <https://www.statista.com/chart/30489/revenue-from-cloud-services-by-cloud-sector-market-leaders/>.

11. Jacobides Michael G., Bruson Stefano and Candelon Francois. Evolutionary Dynamics of the Artificial Intelligence Ecosystem [Internet]. Strategy Science. 2021. No. 6(4). P. 412-435. DOI: doi/10.1287/stsc.2021.0148. Available from: <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/stsc.2021.0148>.

12. Russell Stuart J. and Norvig Peter. «Artificial Intelligence: A Modern Approach» (2nd edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 2003.

13. Osborne Martin and Rubinstein Ariel. «A Course in Game Theory.» Cambridge, Mass.: MIT Press; 2001.

14. Wooldridge G. Reasoning about Rational Agents. Massachusetts Institute of Technology; 2000.

15. George A. Akerlof and Robert J. Shiller. Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism. Princeton, NJ: Princeton University Press; 2009.

16. Kitay lidiruyet v mire po kolichestvu patentov v oblasti iskusstvennogo intellekta = China Leads the World in Artificial Intelligence Patents [Internet]. Zhen'min' Zhibao. 09.07.2021. People's Daily. Beijing; 2021. Available from: <http://russian.people.com.cn/n3/2021/0709/c31517-9870366.html>. (In Russ.)

17. V Kitaye imeyetsya boleye 210 tys. novykh predpriyatiy, svyazannykh s II = There are more than 210 thousand new AI-related enterprises in China [Internet]. Zhen'min' Zhibao. 09.07.2021.

People's Daily. Beijing; 2020. Available from: <https://rossaprimavera.ru/news/5a0f548c>. (In Russ.)

18. Kitay prodvigayet glubokuyu integratsiyu iskusstvennogo intellekta i real'noy ekonomiki = China promotes deep integration of artificial intelligence and the real economy [Internet]. Renmin Ribao. 09/06/2022. People's Daily. Beijing; 2022. Available from: <http://russian.people.com.cn/n3/2022/0906/c31518-10143923.html>. (In Russ.)

19. V «umnykh» metro Kitaya zapushcheny raznoobraznyye servisy = Various services launched in China's «smart» subways [Internet]. Renmin Ribao. 02/15/2022. People's Daily. Beijing; 2022. Available from: <http://russian.people.com.cn/n3/2022/0215/c31518-9957989.html>. (In Russ.)

20. Laptev V. A. Ecosystem of the digital economy. Bol'shaya rossiyskaya entsiklopediya = Great Russian Encyclopedia. 2022; 8. DOI: 10.54972/00000042\_2022\_8\_42. (In Russ.)

21. Tansley A. G. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. Ecology; 1935; 16; 3: 284-307.

22. Barykin S.Y., Kapustina I.V., Kirillova T.V. et al. Economics of Digital Ecosystems. Journal of Open Innovation; 2020; 6; 4.

23. Andreyeva L.V., Gavrin D.A., Yegorov P.Ye. et al. Tsifrovaya ekonomika. Kontseptual'nyye osnovy pravovogo regulirovaniya biznesa v Rossii =

Digital economy. Conceptual foundations of legal regulation of business in Russia. Ed.: V.A. Laptev, O.A. Tarasenko. Moscow: Prospekt; 2021. (In Russ.)

24. Moore J.F. Predators and Prey: a New Ecology of Competition. Harvard Business Review. 1993; 71; 3: 75-86.

25. Solov'yov V.I. Matematicheskoye modelirovaniye rynka programmnoy obespecheniya = Mathematical modeling of the software market. Abstract diss. Dr. Ekon. Sci. Moscow: CEMI RAS; 2011. (In Russ.)

26. Solov'yov V.I. Analiz dannykh v ekonomike = Data analysis in economics. Moscow: Financial University under the Government of the Russian Federation; 2019. (In Russ.)

27. Solov'yov V.I. Sistemy iskusstvennogo intellekta = Artificial intelligence systems. Moscow: Financial University under the Government of the Russian Federation; 2020. (In Russ.)

28. Solov'yov V.I. Optimizatsionnyye zadachi v mashinnom obuchenii = Optimization problems in machine learning. Moscow: Financial University under the Government of the Russian Federation; 2021. (In Russ.)

29. Solov'yov V.I. Komp'yuternoye zreniye = Computer vision. Moscow: Financial University under the Government of the Russian Federation. (In Russ.)

#### **Сведения об авторе**

***Насимжон Амиджонович Олимов***

*Ассистент кафедры Цифровой экономики  
Политехнический институт Таджикского  
технического университета им. академика  
М.С. Осими в Худжанде,  
Худжанд, Таджикистан  
Эл. почта: 934161298nm@gmail.com*

#### **Information about the author**

***Nasimjon A. Olimov***

*Assistant Professor of the Department of Digital  
Economy  
Polytechnic Institute of Tajik Technical University  
named after Academician M.S. Osimi in Khujand,  
Khujand, Tajikistan  
E-mail: 934161298nm@gmail.com*



УДК 004.05

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2025-2-55-70>

А.А. Погуда, Тапе Хабиб Жан Макс

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия

# Разработка интеллектуальной системы для обработки слабоструктурированных данных: отраслевая структуризация и расширенный анализ информации, извлеченной из комментариев к видеороликам в социальных сетях

**Научная актуальность исследования.** В эпоху стремительного увеличения объемов данных, генерируемых пользователями социальных сетей, анализ текстовых данных, таких как комментарии, становится одной из ключевых задач современной науки. Комментарии представляют собой ценный источник информации, позволяя выявлять общественные настроения, анализировать мнения пользователей и отслеживать социальные тренды. Однако из-за слабоструктурированного или полностью неструктурированного характера этих данных их обработка требует применения инновационных подходов.

**Целью данного исследования** является разработка интеллектуальной системы для обработки слабоструктурированных данных, получаемых из комментариев на видео в социальных сетях, с использованием алгоритмов структуризации, ориентированных на различные отрасли. Исследование направлено на создание эффективного метода анализа тональности, кластеризации и извлечения ключевых тем из комментариев с целью оценки воздействия видео-контента на аудиторию. В результате исследования будет предложен подход к автоматическому выделению и структурированию данных по отраслям, что позволит более точно и глубоко анализировать восприятие контента и его влияние на различные социальные и профессиональные сферы.

**Методы:** Разработка интеллектуальной системы для анализа слабоструктурированных данных требует применения инновационных методов и подходов, сочетающих в себе обработку естественного языка (NLP), алгоритмы машинного обучения и методы анализа больших данных. Эти методы включают: автоматическое извлечение данных через API, предварительную обработку, адаптированную для трех языков (французского, английского и русского), глубокий анализ настроений с помощью продукта Bert и вероятностного алгоритма для статистических расчетов, а также кластеризацию с помощью алгоритмов K-Means, DBSCAN и Agglomerative.

**Материалы** основываются на комментариях из социальных сетей (TikTok, Instagram, Twitter, Facebook, YouTube, Reddit, ВКонтакте) на русском, английском и французском языках. Для предобработки применялись библиотеки SpaCy и NLTK, а модель Hugging Face Transformers работала с предобученными моделями для анализа настроений. Использованы методы машинного обучения, включая кластеризацию и обработку естественного языка. Данные структурированы с помощью тематического

моделирования и языковых моделей, реализованных с помощью Python-библиотек.

**Результаты исследования.** Разработка интеллектуальной системы для обработки слабо структурированных данных позволила улучшить анализ комментариев к видеороликам в социальных сетях благодаря комбинации различных моделей машинного обучения и алгоритмов. Результаты исследования позволили нам разработать прототип инструмента для анализа комментариев, который эффективно собирает и структурирует данные из различных социальных сетей. Эта структуризация данных привела к лучшей организации и повышенной доступности информации, что облегчило их использование. Используя методы обработки естественного языка (NLP), мы выявили ключевые темы и эмоции комментариев, проводя анализ настроений, который освещает основные эмоциональные тренды. Методы кластеризации, такие как K-средние, сгруппировали комментарии по схожим темам. Кроме того, мы создали визуализации, показывающие распределение настроений, что позволяет пользователям быстро интерпретировать данные. Интеграция методов визуализации преобразует сложные аналитические результаты в интуитивно понятные графики, что облегчает понимание взаимодействия пользователей с контентом. Таким образом, наша система оказывается эффективной для предоставления ценных инсайтов и оптимизации стратегий взаимодействия с аудиторией.

**Заключение.** Результаты исследования показали, что предложенный подход значительно улучшает точность классификации и структурирования слабо структурированных данных, особенно когда речь идет о комментариях, извлеченных из видеороликов в социальных сетях. Разработанная система использует алгоритмы обработки естественного языка для анализа данных с учетом их отраслевой принадлежности, что позволяет автоматически структурировать комментарии в зависимости от их содержания и проводить подробный анализ тональности. Эффективность данного подхода была подтверждена на примере анализа комментариев с различных социальных платформ, что продемонстрировало его способность извлекать и структурировать релевантную информацию, а также оценивать влияние видеороликов через реакции пользователей.

**Ключевые слова:** обработка слабоструктурированных данных, API, комментарии к видеороликам, социальные сети, структурирование данных, влияние видео.

# Development of an Intelligent System for Processing Semistructured Data: Industry Structuring and Advanced Analysis of Information Extracted from Comments to Video Clips in Social Networks

**Scientific relevance of the study.** In the era of rapidly increasing volumes of data generated by social media users, analyzing textual data such as comments is becoming one of the key challenges of modern science. Comments are a valuable source of information, allowing us to identify public sentiment, analyze users' opinions, and track social trends. However, due to the semistructured or completely unstructured nature of these data, their processing requires innovative approaches.

**Purpose of research.** The aim of this research is to develop an intelligent system for processing semistructured data from comments on social media videos using structuring algorithms targeting different industries. The research aims to create an efficient method to analyze tone, clustering and extract key themes from comments in order to evaluate the impact of video content on the audience. The research will propose an approach to automatically extract and structure data by industry, which will allow for a more accurate and in-depth analysis of content perception and its impact on different social and professional domains.

**Methods.** Developing an intelligent system for analyzing semistructured data requires innovative methods and approaches that combine natural language processing (NLP), machine learning algorithms and big data analytics techniques. These methods include: automatic data extraction via API, preprocessing adapted for three languages (French, English and Russian), deep sentiment analysis using the Bert product and a probabilistic algorithm for statistical calculations, and clustering using K-Means, DBSCAN and Agglomerative algorithms.

**The materials** are based on comments from social networks (TikTok, Instagram, Twitter, Facebook, YouTube, Reddit, VKontakte) in Russian, English and French. SpaCy and NLTK libraries were used for preprocessing, and the Hugging Face Transformers model worked with pre-trained models for sentiment analysis. Machine learning techniques including clustering and natural language processing were

used. Data was structured using topic modeling and language models implemented using Python libraries.

**The results of the study.** The development of an intelligent system for processing semistructured data has improved the analysis of comments on videos in social networks through a combination of various machine learning models and algorithms. The results of the study allowed us to develop a prototype of a comment analysis tool that effectively collects and structures data from various social networks. This data structuring led to better organization and increased accessibility of information, facilitating its utilization. By using natural language processing (NLP) methods, we identified key themes and emotions in the comments while conducting sentiment analysis that highlights major emotional trends. Clustering methods, such as K-means, grouped the comments by similar themes. Additionally, we created visualizations that show sentiment distribution, allowing users to quickly interpret the data. The integration of visualization techniques transforms complex analytical results into intuitive graphs, making it easier to understand user interactions with the content. Thus, our system proves effective in providing valuable insights and optimizing audience interaction strategies.

**Conclusion.** The results of the study showed that the proposed approach significantly improves the accuracy of classification and structuring of semistructured data, especially when it comes to comments extracted from social media videos. The developed system uses natural language processing algorithms to analyze the data with respect to its industry, which allows for automatic structuring of comments depending on their content and detailed tone analysis. The effectiveness of this approach was validated by analyzing comments from various social platforms, which demonstrated its ability to extract and structure relevant information, as well as assess the impact of videos through user reactions.

**Keywords:** semistructured data processing, api, video comments, social networks, data structuring, impact of the video.

## Введение

В настоящее время цифровые данные производятся в огромных количествах. Подавляющее большинство данных являются неструктурированными или слабоструктурированными. Учитывая, что лишь небольшая часть данных может считаться структурированной, необходимость структурирования неструктурированных данных имеет огромное значение. В зависимости от источника данных, операции или намерений можно работать с самыми разными данными. Традиционные методы структурирования данных имеют огромные ограничения, связанные с их жесткостью. В отличие от них, мы проводим исследования по разработке алгоритма структурирования данных, способного работать со слабоструктурированными данными. Посто-

янная цель структурирования данных — сделать данные, коллекции данных и, наконец, базы данных более доступными, удобными для использования и поиска. В данной работе проблема структурирования данных рассматривается с нескольких точек зрения. Нам хорошо известны методы обработки очень больших коллекций данных. Большие коллекции данных содержат множество файлов. Целевыми данными этого исследования действительно являются файлы. Слабоструктурированные данные представляют собой информацию, лишённую ясной организации или формата, в составе которой могут находиться разнообразные типы данных, такие как текстовые фрагменты, изображения, аудиофайлы, видеофайлы, таблицы и графики. Основная сложность анализа подобных данных заключается в их гетерогенности и отсутствии чётких

паттернов, что значительно усложняет процессы обработки, интерпретации и последующего использования. Именно поэтому создание математического алгоритма для работы с данными подобного характера приобретает значительную важность для современной науки и технологий, так как позволяет систематизировать, анализировать и извлекать полезную информацию из этих данных. Результаты таких решений могут применяться в различных сферах, включая медицину, финансы, маркетинг, науку, искусственный интеллект и городское планирование [1–3]. Это открывает новые горизонты для исследований и разработок, способствуя ускорению развития и технологического прогресса всего общества.

Анализ данных из комментариев в социальных сетях представляет собой сложную задачу, поскольку такие данные зачастую являются неструктурированными, содержат сленг, сокращения, эмодзи и ошибки, что требует применения передовых методов обработки естественного языка [4–5]. Дополнительные трудности возникают из-за многоязычности комментариев, что требует создания мультиязычных моделей, способных учитывать контекст и тональность текста [6]. Одной из ключевых задач является определение эмоционального окраса и контекста, где сложные выражения, ирония и сарказм могут стать источником ошибок в анализе [7]. Также важно выделение ключевых тем и трендов с помощью тематического моделирования, такого как LDA или более современных нейросетевых подходов [8]. В условиях огромного объема данных и их непрерывного поступления необходимо использовать масштабируемые алгоритмы, обеспечивающие обработку в режиме реального времени [9]. Решение этих задач позволяет разработать интеллектуальные системы, которые помогут извлекать ценную информацию для бизнеса, науки и управления, способствуя принятию более точных и оперативных решений.

### Обоснование необходимости разработки интеллектуальной системы

Современный мир генерирует беспрецедентные объемы данных, большая часть которых относится к слабоструктурированным или неструктурированным форматам, таким как текстовые комментарии, изображения, аудиофайлы и видеоконтент. Например, данные из социальных сетей, отзывы пользователей о продуктах и онлайн-обсуждения предоставляют ценные сведения для анализа общественного мнения, изучения предпочтений и прогнозирования рыночных трендов. Однако обработка таких данных сопряжена с рядом сложностей, включая разнородность, отсутствие структуры, а также высокую скорость и объем их поступления [10]. Текущие технологии,

такие как машинное обучение и методы обработки естественного языка (NLP), уже доказали свою эффективность при работе с текстами. [6, 12]. Тем не менее их возможности часто ограничены отсутствием учета отраслевой специфики. Например, для анализа данных из медицинской или финансовой сфер требуется адаптация алгоритмов под профессиональные термины и контексты. Помимо этого, глобальная природа социальных сетей создает вызовы для анализа многоязычных текстов, что требует создания мультиязычных моделей обработки.

### Обзор литературы

В этом разделе мы обобщим ряд литературы, посвященной алгоритмам структурирования данных. Сюда входят исследования по следующим темам: структурирование данных, многоструктурные данные, адаптивное моделирование структуры данных и моделирование структуры данных на основе репрезентативности. Наконец, мы приводим характеристики слабоструктурированных данных.

За последние два десятилетия было разработано множество методов структурирования данных. В то время как ранний структурированный отчет о техниках и методах сосредоточен на традиционных методах концептуального моделирования, в новом отчете представлены несколько методов, которые находят все большее внимание как характеризующиеся адаптивностью к изменяющимся требованиям. Поиск новых методов был вызван, главным образом, необходимостью анализа больших, неполных, неоднородных и очень изменчивых текстовых и веб-данных. Методы можно отнести к одной из следующих групп: структурно анализирующие различные результаты поиска по заданным ключам и понятиям; структурно извлекающие общие структурные блоки и представителей из большого количества документов с похожими названиями, но несколько отличающихся по содержанию; или поддерживающие пользователя, структурно анализирующего неструктурированные или многоструктурные данные.

Начиная с работы Рамоса Гаргантильи и других [13], авторы подчеркивают ограничения существующих лингвистических структур при извлечении структурированной информации из текстов на естественном языке. Они вводят понятие «лингвистической схемы», которая повышает выразительность и снижает неявные ограничения, что способствует лучшему пониманию текста и поиску информации. Эта фундаментальная работа закладывает основу для дальнейших исследований сложностей структурирования данных.

Галкин и другие [15] сосредоточились на автоматическом извлечении веб-таблиц, выступая

за использование методов машинного обучения для анализа структуры таблиц. Их работа подчеркивает потенциал извлечения знаний из неструктурированных источников данных, предполагая, что интеграция машинного обучения со структурированием данных может значительно улучшить процесс извлечения.

Джунчилья и другие [16] решают проблему семантической неоднородности в управлении данными, предлагая стратифицированный подход к представлению данных. Этот подход позволяет легче интегрировать различные типы данных, тем самым упрощая сложность, связанные со структурированием данных.

Танг и другие [17] рассматривают слабоконтролируемое обучение, подчеркивая необходимость новых методов моделирования в условиях отсутствия сильного контроля. Они выявляют ограничения традиционных подходов к моделированию данных и выступают за интеграцию различных культур моделирования для решения проблем, связанных с большими и сложными наборами данных.

Ку и Ким [18] представляют обширный обзор генеративных диффузионных моделей для структурированных данных, обсуждая применение этих моделей в различных задачах. Они выявляют проблемы, с которыми сталкиваются традиционные методы машинного обучения при работе со структурированными данными, и подчеркивают потенциал глубоких генеративных моделей для преодоления этих препятствий.

Лю и другие [19] исследуют распознавание структурных функций академических документов, подчеркивая важность контекстной информации для улучшения идентификации структурных функций. Их работа подчеркивает важность понимания структур, лежащих в основе академических документов, что может помочь в разработке алгоритмов для структурирования данных.

Статья «Базы данных экспериментов: создание новой платформы для исследований мета-обучения» авторов [21] представляет собой важный вклад в область машинного обучения, особенно в контексте анализа алгоритмов и их производительности на различных наборах данных. Основная идея работы заключается в предложении подхода, основанного на стандартизированном представлении и хранении метаданных из предыдущих экспериментов, что может послужить основой для формирования сообщества, занимающегося анализом алгоритмов обучения. Авторы отмечают, что несмотря на наличие множества эмпирических исследований, до сих пор остаются нерешёнными вопросы, касающиеся причин успеха или неудачи алгоритмов на определённых наборах данных. Это объясняется тем, что метаданные, генерируемые в ходе исследований в области машин-

ного обучения, часто собираются и хранятся в разных форматах, что затрудняет их совместное использование и повторное применение. В этой связи предложенный подход, направленный на унификацию описания экспериментов и их хранение в едином репозитории, может значительно упростить доступ к данным. Критический анализ материала позволяет отметить, что предложенная система репозитория не только облегчает процесс поиска и сравнения алгоритмов, но и открывает новые возможности для теоретической интерпретации полученных результатов. Это может привести к новым инсайтам и улучшению существующих алгоритмов. Однако стоит отметить возможные ограничения, связанные с качеством и полнотой собранных данных. Если метаданные окажутся недостаточно информативными или неполными, это может повлиять на точность выводов, сделанных на их основе.

Статья «Понимание проблем качества данных в динамичных организационных средах — обзор литературы» авторов [22] представляет собой важный вклад в исследование качества данных, особенно в контексте быстро меняющихся организационных условий. Современные технологии, ускоряя рост объема, разнообразия и скорости данных, создают новые трудности для организаций, вынужденных оценивать качество данных и учитывать последствия их низкого качества. Основная идея работы заключается в том, что широкое разнообразие данных, в том числе ранее недоступных и сложных для анализа неструктурированных данных, требует пересмотра подходов к обеспечению их качества. Авторы указывают, что около 85% данных в организациях представляют собой неструктурированные данные, и в будущем они станут доминировать, что поставит перед организациями новые задачи по их эффективному управлению. Это ставит вопросы о том, как справиться с качеством таких данных и какие возможные риски могут возникнуть, если их качество будет неудовлетворительным. Оценив статью, можно выделить, что она подчеркивает важность дальнейших исследований в области качества данных, особенно с учетом неструктурированных данных. Однако, несмотря на подробный анализ существующей литературы, авторы не предлагают конкретных математических моделей или алгоритмов для структурирования и анализа таких данных. Это создает пробел в исследовании, так как практических инструментов для решения проблем качества данных в отношении неструктурированных данных все еще недостаточно.

Статья «A survey on pre-processing techniques: Relevant issues in the context of environmental data mining» авторов [25] представляет собой значимый вклад в исследование предварительной

обработки данных, особенно в рамках анализа экологической информации. В ней авторы акцентируют внимание на том, что качество исходных данных играет ключевую роль в аналитических процессах. Это связано с тем, что данные, полученные из реального мира, часто характеризуются наличием шума, ошибок, неопределенностей, а также избыточной или нерелевантной информации. Такое состояние данных делает процесс их качественной предварительной обработки не просто желательным, а крайне необходимым для создания достоверных моделей и принятия эффективных решений. Одной из основных идей статьи является то, что отсутствие четко структурированного подхода к предварительной обработке может привести к созданию малоэффективных моделей, особенно если они опираются на неполные или ошибочные данные. Эта проблема становится особенно критичной при работе с экологическими системами, которые представляют собой сложные и динамичные структуры с множеством взаимосвязанных элементов. Авторы подчеркивают, что для более глубокого понимания таких систем, а также для их эффективного управления, необходимо совершенствование подходов к моделированию и созданию систем поддержки принятия решений.

Вместе с тем, стоит отметить, что статья уделяет недостаточно внимания конкретным методам предварительной обработки данных, что может усложнить их применение в практических задачах. Также подчеркивается необходимость разработки более современных и мощных алгоритмов, способных эффективно работать с неструктурированными данными. Это направление является крайне актуальным и требует дальнейшего развития в области анализа данных.

Статья «Алгоритмы и подходы для обработки больших данных» авторов [23] представляет собой полезный анализ различных методов, применяемых для обработки и анализа больших объемов данных, что является крайне актуальным в условиях современного общества, где данные играют ключевую роль. Основной акцент работы сделан на проблемах обработки слабоструктурированных данных, которые часто встречаются в таких областях, как геномика, метеорология и экология. Авторы отмечают, что традиционные базы данных не способны эффективно справляться с обработкой сложных и объемных наборов данных, которые имеют разнообразные форматы и структуры. В связи с этим возникает потребность в разработке новых математических алгоритмов, способных извлекать полезные знания из данных. В статье рассматриваются различные методы, такие как генетические алгоритмы, машины опорных векторов, деревья решений и кластерный анализ,

которые могут помочь выявить скрытые закономерности в больших данных. При оценке работы стоит отметить, что хотя обзор алгоритмов предоставляет полезную информацию о текущих тенденциях в области обработки больших данных, он не предоставляет глубокого анализа каждого из методов. Это может затруднить выбор наиболее подходящего алгоритма для решения конкретных задач. Кроме того, отсутствие практических примеров реального применения алгоритмов ограничивает возможность их внедрения в практическую деятельность.

Миттал и другие [20] предлагают новую структуру, которая объединяет семантические запросы с SQL, облегчая анализ неструктурированных данных в реляционных базах данных. Их подход представляет собой значительное достижение в интеграции анализа неструктурированных данных в существующие системы управления данными.

Статья «Cost-effective data structural preparation» авторства [33] рассматривает важные аспекты подготовки данных для эффективного анализа, особенно в контексте слабоструктурированных данных. Основная идея статьи заключается в том, что выбор структуры представления данных напрямую влияет на эффективность алгоритмов, которые будут применяться к этим данным. Это подчеркивает необходимость предварительной подготовки данных, чтобы они соответствовали требованиям конкретных аналитических процедур. Автор вводит концепцию независимости проектирования, что позволяет создавать алгоритмы, которые остаются эффективными независимо от выбранных представлений данных. Это особенно важно в условиях, когда ручная подготовка данных может быть затратной и время затратной. Статья предлагает алгоритм для задачи поиска сходства, который удовлетворяет свойству независимости проектирования. Это дает возможность расширить применение алгоритма на другие структурные варианты, что является значительным вкладом в область анализа данных. Одним из ключевых предложений является использование существующей онтологии для добавления структурной информации к неструктурированным наборам данных. Это позволяет улучшить эффективность алгоритмов, работающих с данными, путем аннотирования. Таким образом, статья не только подчеркивает важность структурирования данных, но и предлагает практические решения для достижения этой цели. Критически оценивая материал, можно отметить, что работа предоставляет полезные идеи и алгоритмы, которые могут значительно упростить процесс подготовки данных. Однако, хотя авторы и утверждают, что их алгоритмы могут быть применены к различным структурным вариантам, необходимо больше эмпирических

данных для подтверждения универсальности предложенных решений. Также стоит обратить внимание на потенциальные ограничения, связанные с использованием онтологий, так как их создание и поддержка могут потребовать значительных ресурсов.

Статья «Unsupervised Data Extraction from Computer-generated Documents with Single Line Formatting» авторов Бернштейна и Афанасенкова (2020) представляет собой значимый вклад в развитие технологий обработки слабоструктурированных данных, особенно в аспекте автоматизации извлечения информации из компьютерных документов. Основной целью исследования является разработка методологии, позволяющей осуществлять неуправляемое и полностью автоматическое извлечение данных независимо от формата документа. Эта проблема становится особенно актуальной в эпоху больших данных. Авторы выделяют три основных подхода, используемые в настоящее время для извлечения данных: ручной ввод, использование скриптов и специализированных инструментов. Они отмечают, что ручной ввод, хотя и применяется на практике, является трудозатратным, дорогостоящим и подверженным ошибкам, что делает его неэффективным для работы с большими объемами информации. Скрипты, с другой стороны, обеспечивают надежность и эффективность, но их создание и поддержка требуют значительных ресурсов. Эти ограничения подтверждают необходимость разработки более автоматизированных решений. Кроме того, в статье рассматриваются недостатки существующих технологий, включая методы, основанные на машинном обучении. Авторы подчеркивают, что современный прогресс в области искусственного интеллекта в значительной степени сосредоточен на контролируемом обучении, что требует существенного человеческого вмешательства, особенно на этапе настройки моделей [26]. Это ограничивает возможности автоматизации процессов, особенно при работе с документами, которые имеют сложное или произвольное форматирование. Предложенная методология направлена на преодоление этих барьеров. Она базируется на предположении, что форматирование документа отражает его исходную структуру данных. Такой подход открывает новые возможности для автоматизированного обмена данными, снижая необходимость в ручной работе и повышая общую эффективность обработки информации. Эта методология представляет собой перспективное решение для задач анализа слабоструктурированных данных и их интеграции в различные области применения.

В работе Грира [14], посвященной исследованию концептуальных деревьев, автор говорит о необходимости создания динамических структур, которые адаптируются к изменяющейся

природе данных. Включая элементы времени и случайности, этот подход позволяет более тонко понять полу-структурированные данные, тем самым внося свой вклад в более широкий разговор об эффективных алгоритмах структурирования данных.

Статья Оксаны Комарницкой «Методы автоматизированного семантического анализа природноязычной информации» Она представляет собой важный вклад в изучение обработки слабоструктурированных данных, особенно в контексте анализа текстов, полученных из комментариев к видеороликам на социальных платформах. В центре исследования находится оценка методов латентно-семантического анализа (ЛСА) и их способности выявлять скрытые смысловые связи между словами и фрагментами текста. Автор отмечает, что ЛСА является полезным инструментом для обработки текстовых данных, но имеет и свои ограничения, такие как отсутствие когнитивных особенностей, присущих человеческому восприятию, а также игнорирование синтаксиса и морфологии. Этот момент особенно важен, учитывая, что в комментариях часто используются разнообразные и неформальные языковые структуры, что может значительно повлиять на точность анализа. Для решения этой проблемы Комарницкая предлагает интеграцию лингвистических методов с подходами из области статистики, что может привести к улучшению обработки естественного языка. Такой подход открывает новые возможности для создания интеллектуальных систем, которые будут учитывать как смысловые, так и синтаксические особенности текстов. Внедрение технологий, таких как явный семантический анализ, ЛСА, теории нечёткой логики и искусственного интеллекта, имеет огромный потенциал для решения задач автоматизированного анализа смысла. Однако при критической оценке статьи стоит отметить, что, хотя она дает полезные рекомендации для будущих исследований в области обработки слабоструктурированных данных, в ней не приводятся конкретные примеры успешного применения предложенных методов в реальных ситуациях. Это оставляет некоторую лауну в исследовании, так как практическое применение теоретических подходов могло бы значительно повысить актуальность и ценность работы [24].

#### **Анализ существующих методов обработки слабоструктурированных данных**

Сегодня существует несколько подходов к обработке слабоструктурированных данных, включая семантический анализ, классификацию, кластеризацию и методы обработки естественного языка (NLP). Эти методы позволяют эффективно структурировать и анализировать

данные, изначально не имеющие четкой структуры, такие как текстовые комментарии в социальных сетях, аудио или видеоматериалы. Например, семантический анализ используется для извлечения смысловой информации из текстов, выявления скрытых значений и взаимосвязей, что особенно актуально для работы с неформальными языковыми конструкциями, как жаргон или эмодзи. Тем не менее, данный метод имеет свои ограничения, связанные с трудностью обработки многозначных фраз и сарказма. В свою очередь, кластеризация и классификация помогают группировать данные на основе их сходства, что делает их полезными для выявления паттернов в больших объемах информации. Однако выбор метода классификации или кластеризации зависит от конкретной задачи и характеристик данных, требующих точной настройки алгоритмов [27–28].

Современные методы обработки естественного языка, такие как NLP, включая анализ настроений и распознавание именованных сущностей, также играют важную роль в извлечении ключевых аспектов текста и оценки эмоциональной окраски. Эти методы позволяют анализировать не только содержание, но и контекст данных, что критически важно для понимания реальных намерений пользователей. Вместе с тем, применение машинного обучения и глубокого обучения, например, с использованием моделей вроде BERT, значительно повышает точность обработки сложных языковых конструкций, включая сарказм и многозначность, что расширяет возможности для более глубокого анализа текста. Тем не менее, такие подходы требуют значительных вычислительных ресурсов и данных для обучения моделей. Однако, эти методы могут давать менее точные результаты по сравнению с более специализированными техниками, такими как анализ настроений или тематическое моделирование. Применение этих методов в различных областях, таких как медицина, финансы, маркетинг и другие, открыло новые возможности для улучшения понимания и интерпретации данных. Например, в медицине это может привести к более точному анализу отзывов пациентов, а в маркетинге – к лучшему пониманию предпочтений потребителей. Однако каждый метод имеет свои преимущества и ограничения, и их успешное применение зависит от правильного выбора подхода в зависимости от задачи [30–31]. Таким образом, подходы к обработке слабо структурированных данных продолжают развиваться, и необходимость постоянного совершенствования этих методов является важнейшей задачей для решения возникающих проблем в анализе данных. Это подчеркивает важность разработки новых и более эффективных методов, способных справиться с различными вызовами, которые эти данные

представляют. Такой процесс прогресса в области анализа слабо структурированных данных является ключевым фактором для дальнейших достижений в их использовании и интерпретации [32]

### Методология

Методология данного исследования заключается в разработке интеллектуальной системы для обработки и анализа слабо структурированных данных, полученных из комментариев пользователей в социальных сетях. В основе подхода лежат современные методы обработки естественного языка, машинного обучения и специфические подходы для работы с такими данными. Описание основных этапов разработки системы и использованных инструментов приведено ниже

### Архитектура интеллектуальной системы

В этой секции рассматривается архитектура интеллектуальной системы, разработанной для обработки и анализа слабо структурированных данных, полученных из комментариев к видеороликам в социальных сетях. Система состоит из нескольких ключевых компонентов, каждый из которых выполняет свою роль в процессе извлечения, обработки и анализа информации.

#### Компоненты системы

#### Сбор данных:

- Система использует API различных социальных сетей, таких как TikTok, Instagram, Twitter, Facebook, YouTube, Reddit и ВКонтакте, для извлечения комментариев к видеороликам.
- Для получения данных в реальном времени применяются библиотеки, такие как praw для Reddit, tweepy для Twitter и instaloader для Instagram.

#### Предобработка данных:

- Комментарии очищаются от лишних символов, URL, хештегов и упоминаний с помощью регулярных выражений.
- Для улучшения качества текстовых данных используются инструменты обработки естественного языка (NLP), такие как spaCy, которые выполняют лемматизацию и удаление стоп-слов.

#### Структурирование комментариев:

- На этом этапе комментарии организуются в структурированный формат, что позволяет легче анализировать их содержание.
- Используются методы, такие как создание таблиц или баз данных, где каждый комментарий связывается с метаданными, такими как дата публикации, автор и контекст видео. Это помогает в дальнейшей аналитике и визуализации.

Таблица сравнительного анализа различных методов структуризации слабоструктурированных данных  
Table of comparative analysis of different methods of structuring semistructured data

Метод	Описание	Тип данных	Алгоритмы и инструменты	Преимущества	Недостатки	Области применения
Кластеризация [34, 18]	Группировка данных на основе сходства без предварительной метки	Текст, изображения, звук	K-means, DBSCAN, иерархическая кластеризация	Простота, выявление скрытых паттернов, автоматизация обработки	Требует предварительного выбора параметров (например, числа кластеров)	Анализ текста, обработка изображений, обработка аудиофайлов
Обработка на основе графов [25]	Использование графов для представления взаимосвязей между объектами	Текст, изображения, сети	Графовые нейронные сети (GNN), алгоритм PageRank	Моделирование сложных связей, высокая интерпретируемость	Требует значительных вычислительных ресурсов, сложность построения графа	Социальные сети, анализ данных, биоинформатика
Машинное обучение [37, 39]	Применение алгоритмов машинного обучения для выявления паттернов	Текст, изображения, звук	Рандомные леса, SVM, нейронные сети, ансамбли	Хорошая точность, возможность работы с большими данными	Требует большого объема данных для обучения, сложность настройки моделей	Прогнозирование, классификация, анализ текста, обработка изображений
Обработка естественного языка (NLP) [37]	Использование методов для работы с текстами и извлечения информации	Текст	TF-IDF, Word2Vec, BERT, LSTM	Умение работать с неструктурированным текстом, высокая точность	Сложность в обучении и настройке моделей, ресурсоемкость	Анализ тональности, извлечение сущностей, автоматический перевод
Сетевые методы [38]	Использование сетевых технологий для моделирования и анализа данных	Текст, изображения, сети	NMF (неотрицательное матричное разложение), PCA	Моделирование взаимосвязей, выявление скрытых закономерностей	Трудность интерпретации моделей, чувствительность к параметрам	Рекомендательные системы, анализ больших данных, медицина
Правила ассоциации [34]	Выявление взаимосвязей между различными элементами данных	Текст, покупательские данные	Алгоритм Apriori, FP-growth	Легкость в интерпретации, находит полезные связи в данных	Могут быть неинформативными или трудными для интерпретации в больших наборах данных	Рекомендательные системы, маркетинг, анализ данных
Инструменты глубокого обучения (DL) [38]	Использование нейронных сетей для глубокого анализа данных	Текст, изображения, видео	CNN, RNN, GAN, автоэнкодеры	Высокая точность, способность извлекать признаки из больших данных	Огромные требования к вычислительным ресурсам, сложность в обучении	Обработка изображений, видеонализ, генерация текста, распознавание речи

**Анализ настроений:**

- Чтобы определить эмоциональную окраску комментариев, система применяет модель глубокого обучения на основе трансформеров, например, nlptown/bert-base-multilingual-uncased-sentiment.

- Модель классифицирует комментарии по шкале от 1 (очень негативный) до 5 (очень позитивный), что позволяет оценить общее восприятие видео.

**Кластеризация:**

- Комментарии группируются с помощью алгоритмов машинного обучения, таких как KMeans, DBSCAN и агломеративная кластеризация. Это помогает выявить скрытые паттерны и повторяющиеся темы в комментариях.

**Визуализация данных:**

- Результаты анализа и кластеризации визуализируются с помощью библиотек matplotlib и plotly.

- Создаются графики, иллюстрирующие распределение настроений, и круговые диаграммы, что помогает пользователям лучше понять эмоциональную реакцию на видео.

**Отчет об воздействии видео:**

- На основе собранных данных и проведенного анализа формируется отчет, который подчеркивает влияние конкретного видеоконтента.

- Отчет включает в себя ключевые метрики, такие как общее количество комментариев, средний уровень настроений, а также выявленные темы и паттерны.

- Также анализируются корреляции между характеристиками видео (такими как длительность, жанр и время публикации) и реакцией аудитории, что позволяет оценить, как различные факторы влияют на восприятие контента.

**Предлагаемый алгоритм:****Математическая основа**

В основе предложенного алгоритма лежат методы математической обработки данных, машинного обучения и алгоритмы кластеризации. Ниже приведено описание математических аспектов основных этапов алгоритма.

**Шаг 1: Извлечение комментариев**

$$C_i = \{c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{im}\} \text{ через API.} \quad (1)$$

Объединить комментарии:  $C = \bigcup_{i=1}^k C_i$

API социальных сетей для извлечения комментариев.

Результат: множество комментариев

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\} \quad (2)$$

**Шаг 2: Предобработка комментариев**

$$P(C) = \{\text{Preprocess}(c_i) \mid c_i \in C\} \quad (3)$$

**Объяснение и демонстрация**

Общая формула алгоритма предварительной обработки комментариев, как описано, представляет собой последовательность трансформаций  $f_k$ , применённых к набору необработанных комментариев  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ . Формула может быть записана следующим образом:

$$C' = f_k \left( f_{k-1} \left( \dots f_2 \left( f_1(C) \right) \dots \right) \right) \quad (4)$$

где:  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  – исходный набор необработанных комментариев,

$f_k$  – это  $K$ -я трансформация, применённая на шаге обработки,

$C'$  – это набор комментариев после применения всех последовательных трансформаций.

**Индивидуальная трансформация:** Для каждого комментария  $c_i \in C$  применяется последовательность функций  $f_1, f_2, \dots, f_k$  к исходному тексту  $t_i$ . Результат после  $k$ -го шага выражается как:

$$T_i^{(k)} = f_k \left( T_i^{(k-1)} \right), \text{ где } T_i^{(0)} = t_i \quad (5)$$

**Структурированный комментарий:** Финальный структурированный комментарий  $c_i^{\text{processed}}$  формируется путем объединения предварительного обработанного текста и метаданных:

$$c_i^{\text{processed}} = \{ \text{'Original Comment': } t_i, \text{'Processed Comment': } T_i^{(k)}, \text{'Metadata': } c_i[\text{'Metadata'}] \}$$

**Глобальная трансформация:** Для всех комментариев  $C$  результирующий список структурированных комментариев  $P$  задается как:

$$P = \{ f_6(t_i, c_i[\text{'Metadata'}]) \mid c_i \in C \} \quad [11](6)$$

**Детализированные шаги преобразований  $f_k$** 

1. Очистка ( $f_1$ ): Удаление ненужных элементов, таких как URL, хештеги и упоминания.

$$f_1(t) = \text{remove\_patterns}(t)$$

2. Преобразование в строчные буквы ( $f_2$ ): Преобразование текста в строчные буквы.

$$f_2(t) = \text{to lowercase}(t)$$

3. Токенизация ( $f_3$ ): Разбиение текста на токены.

$$f_3(t) = \text{tokenize}(t)$$

4. Лемматизация и фильтрация ( $f_4$ ): Преобразование токенов в леммы, удаление стоп-слов и пунктуации.

$$f_4(T) = \{ \text{lemme}(t) \mid t \in T, t \notin \text{stopwords}, t \notin \text{punctuation} \} \quad (7)$$

5. Реконструкция ( $f_5$ ): Сборка токенов обратно в строку.

$$f_5(T) = \text{join}(T, \text{sep} = " ") \quad (8)$$

6. Финальная структура ( $f_6$ ): Объединение предварительно обработанного текста с метаданными. Финальный результат

Для комментария  $c_i$ , предварительно обработанный текст будет:

$$T_i^{(k)} = f_5 \left( f_4 \left( f_3 \left( f_2 \left( f_1(t_i) \right) \right) \right) \right) \quad (9)$$

А сам структурированный комментарий:

$$c_i^{\text{processed}} = f_6(t_i, c_i[\text{'Metadata'}]) \quad [6] \quad (10)$$

Для всех комментариев результатом будет:

$$P = \{c_i^{\text{processed}} \mid c_i \in C\} \quad (2)$$

**Шаг 3: Анализ тональности с использованием BERT**

Использовать модель `ptown/bert-base-multilingual-uncased-sentiment`  $f_{\text{BERT}}$  которая возвращает распределение вероятностей  $s_i$  по 5 классам тональности:

$$s_i = f_{\text{BERT}}(p_i), s_i = [s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{i5}] \quad [36] \quad (11)$$

Предсказать тональность как индекс класса с максимальной вероятностью:

$$\hat{s}_i = \arg \max_{j \in \{1,2,3,4,5\}} s_{ij} \quad (12)$$

где  $\hat{s}_i$  – предсказанная тональность для комментария  $p_i$  и  $s_{ij}$  – вероятность принадлежности комментария  $p_i$ .

Классы тональности:  $j = 1$ : очень негативный;  $j = 2$ : негативный;  $j = 3$ : нейтральный;  $j = 4$ : позитивный;  $j = 5$ : очень позитивный.

**Шаг 4: Векторизация комментариев**

Преобразовать предварительно обработанных комментариев  $p_i$  в векторы  $x_i$  с использованием метода TF-IDF или аналогичного:

$$x_i = \text{Vectorize}(p_i) \quad (13)$$

Создать матрицу признаков  $X$ :

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (14)$$

**Шаг 5: Обучение модели ML**

Обучить модель машинного обучения  $f_{\text{ML}}$  для предсказания тональности, используя  $X$  и предсказания BERT  $\hat{S} = \{\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_n\}$ :

$$f_{\text{ML}} = \text{TrainModel}(X, \hat{S}) \quad (15)$$

**Шаг 6. Предсказание для новых комментариев**

Для нового комментария  $c_{\text{new}}$   
 $p_{\text{new}} = \text{Preprocess}(c_{\text{new}})$  Провести предобработку  
 $x_{\text{new}} = \text{Vectorize}(p_{\text{new}})$  Преобразовать в вектор  
 $\hat{s}_{\text{new}} = f_{\text{ML}}(x_{\text{new}})$  Предсказать с помощью модели ML

**Шаг 7. Расчет воздействия видео на основе тональности**

Воздействие видео  $I_{\text{video}}$  можно вычислить как сумму вкладов всех обработанных комментариев в зависимости от их тональности:

$$I_{\text{video}} = \sum_{i=1}^n (w_i * \hat{s}_i) \quad (16)$$

где:  $w_i$  – вес каждого комментария  $c_i^{\text{processed}}$ , который может зависеть от параметров, таких как длина комментария или вовлеченность.

Итоговый расчет воздействия видео можно также представить как взвешенное суммирование тональностей всех комментариев:

$$I_{\text{video}} = \sum_{j=1}^5 (p_j * s_j)$$

$$I_{\text{video}} = \text{Argmax}(P1 + P2, P3, P4 + P5)$$

$p_j$  пропорция комментариев, относящихся к классу  $j$  и  $s_j$  предсказанная тональность комментария

$p_{\text{positive}} = \frac{\sum_{i=1}^n (s_{i4} + s_{i5})}{n} * 100\%$   $p_{\text{positive}}$  процент позитивных комментариев,

$p_{\text{negative}} = \frac{\sum_{i=1}^n (s_{i1} + s_{i2})}{n} * 100\%$ ; процент негативных комментариев,

$p_{\text{neutral}} = \frac{\sum_{i=1}^n (s_{i3})}{n} * 100\%$ ; процент нейтральных комментариев.

**Условия для определения влияния**

$p_{\text{positive}} > p_{\text{negative}} + p_{\text{neutral}}$ , то влияние положительное.

$p_{\text{negative}} > p_{\text{positive}} + p_{\text{neutral}}$ , то влияние отрицательное.

$p_{\text{neutral}} \geq 50\%$ , то влияние нейтральное.

**Практический этап и результаты работы**

**Описание программы**

Программа представляет собой веб-приложение, созданное с использованием фреймворка Dash, который упрощает разработку интерактивных веб-приложений для анализа данных. Приложение предназначено для извлечения комментариев из различных социальных плат-



Рис. 1. Архитектура системы  
 Fig. 1. System architecture

форм, анализа их эмоционального окраса, группировки в кластеры и оценки влияния видео на аудиторию. Основная цель – предоставить пользователю удобный инструмент для работы с большими объемами данных из социальных медиа.

**Основные характеристики**

Приложение отличается интуитивно понятным интерфейсом, созданным с использованием Dash и Bootstrap. Оно включает интерактивные элементы, такие как выпадающие списки, поля ввода и кнопки. Программа поддерживает интеграцию с несколькими платформами, включая TikTok, Instagram, Twitter, Facebook, YouTube, Reddit и ВКонтакте, извлекая комментарии через API каждой из них. Анализ чувств осуществляется с помощью алгоритмов, которые оценивают эмоциональную окраску комментариев и визуализируют результаты в виде графиков. Пользователи могут настраивать параметры кластеризации, выбирая количество кластеров и тип алгоритма (например, KMeans или DBSCAN).

**Преимущества дизайна**

Программа построена модульно, что обеспечивает удобство ее сопровождения и расширения. Каждый функциональный блок (извлечение данных, анализ чувств, кластеризация) структурирован отдельно. Благодаря интерактивности пользователи могут в реальном времени менять платформы, вводить URL и настраивать параметры анализа. Визуализация данных позволяет легко интерпретировать результаты анализа, делая приложение доступным даже для непрофессионалов. Масштабируемость архитектуры позволяет добавлять поддержку новых

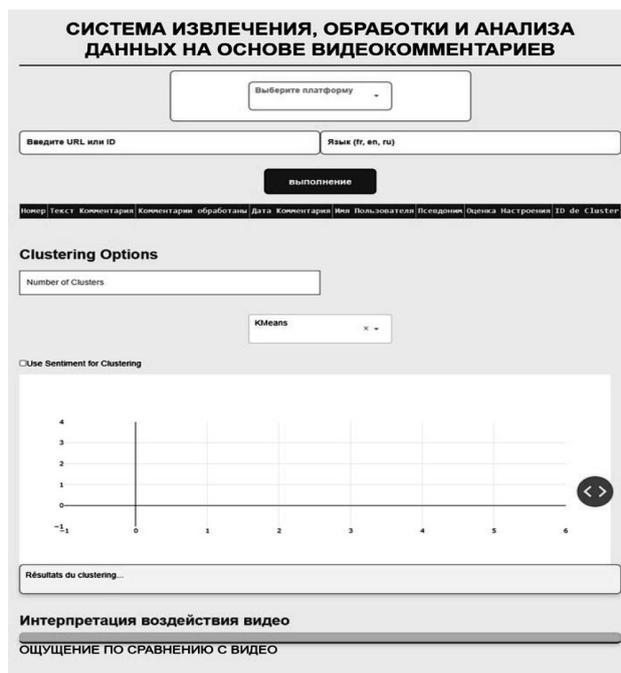


Рис. 2. Разработка графического интерфейса системы  
Fig. 2. Development of the graphical interface of the system

платформ и функций без значительных изменений.

**Функциональность**

Приложение предоставляет пользователю комплексный набор инструментов: извлечение комментариев с заданного URL, анализ их эмоционального содержания, групповую кластеризацию и оценку влияния видео на аудиторию. Результаты анализа представлены в таблице и графиках, что облегчает их восприятие. Интерфейс поддерживает управление параметрами

**СИСТЕМА ИЗВЛЕЧЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ВИДЕОКОММЕНТАРИЕВ**

YouTube

cOaek2Xj5m4      en

**ВЫПОЛНЕНИЕ**

Commentaires récupérés avec succès.

№	Текст Комментария	Комментарии обработаны	Дата Комментария	Имя Пользователя	Псевдоним	Оценка	Настройки	ID de Cluster
1	&lt; I hope we all know that it doesn't matter who is in the job; because this is a systemic problem -- greed. We have allowed many of our economic sectors, to take advantage of the American people. It's disgusting and frightening for the future of our country. My husband and I will be retiring in the next two years in another country. We are absolutely worried that SSI will no longer be funded. we'll have to rely on his pension, a 403 (b) and a very prolific investment account with Tracy Britt Cool Consulting my FA. Our national debt is bloating and expanding every month. Our government needs to get spending under control and cut the federal budget.	it hope know doesn't matter top job systemic problem greed allow many economic sector take advantage american people it's disgusting frightening future country husband retire next two year another country absolutely worried ssi long fund we'll rely pension 403 b prolific investment account tracy britt cool consult fa national debt bloat expand every month government need get spending control cut federal budget	2025-01-25T12:42:03Z	@AlianParmelee	@AlianParmelee	1		5
2	I Clap in front of my monitor. Hes the Man we needet!	clap front monitor man needet	2025-01-24T15:51:23Z	@dustinkoop1140	@dustinkoop1140	1		5
3	I can't imagine him doing it. He knew what he was doing with his governing.	can not imagine know governing	2025-01-24T11:08:09Z	@patrickhulliger7856	@patrickhulliger7856	3		5
4	Trump: &quot;I'll take a potato chip...&lt;br>...AND EAT	trump &quot;i'll take potato chip &lt;br> eat	2025-01-	@JayyThe13th	@JayyThe13th	1		3

Рис. 3. Результат структурирования комментариев  
Fig. 3. Result of comment structuring

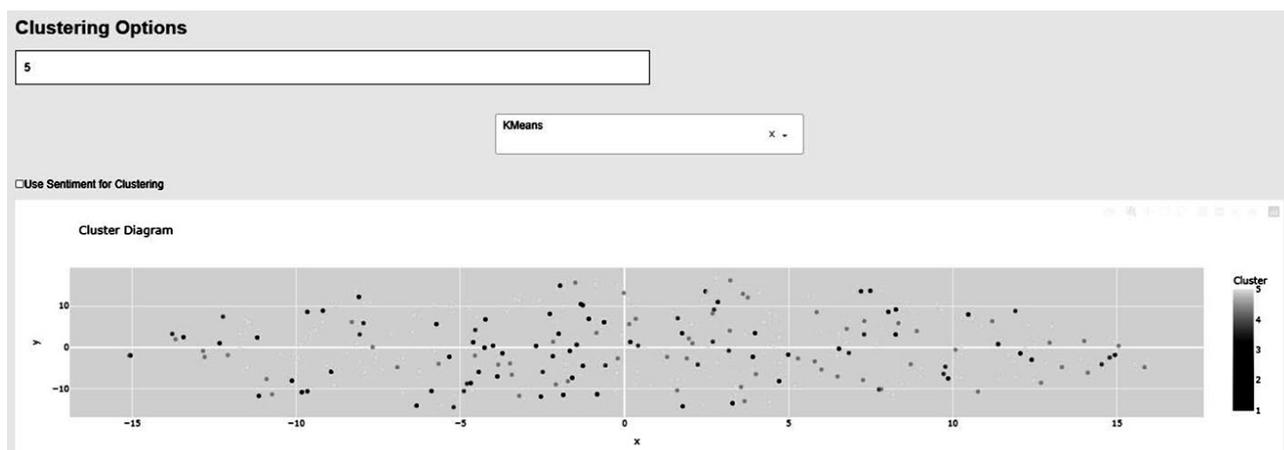


Рисунок 4. Результаты кластеризации обработанных комментариев в соответствии с оценками  
 Figure 4. Results of clustering of the processed comments according to scores

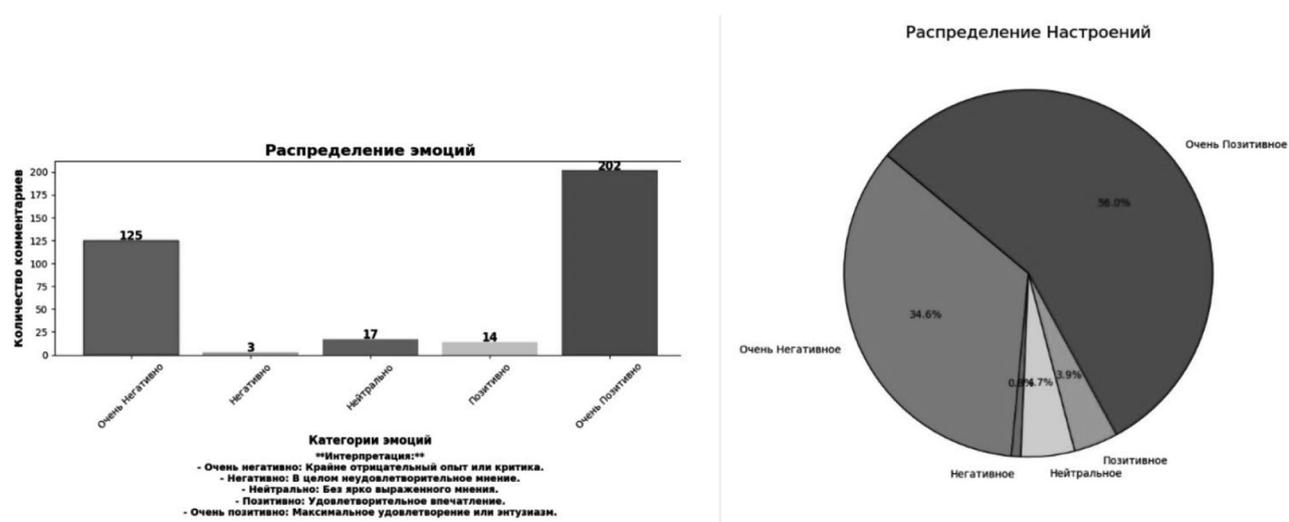


Рисунок 5. Распределение результатов анализа настроения обработанных комментариев  
 Figure 5. Distribution of the results of sentiment analysis of the processed comments



Рисунок 6. Результат воздействия видео с обработанными комментариями  
 Figure 6. The result of exposure to the video with processed comments

кластеризации и обеспечивает динамическую загрузку данных для удобства работы. Также предусмотрены информативные сообщения об ошибках, помогающие пользователю в случае возникновения проблем.

**Экспериментальные данные:** В данном исследовании мы сосредоточились на сборе комментариев пользователей к видеоролику на YouTube, в котором Дональд Трамп опубликованном на YouTube-странице Forbes Breaking News, одного из крупнейших американских СМИ, на основе комментариев. Цель – извлечь и структурировать данные для последующего анализа настроений и изучения конкретных ситуаций, а также определить влияние видео. Входные данные; Платформа – YouTube; URL или ID – ID видео; Язык – английский; Алгоритм кластеризации – Kmeans; количество – кластеров:5

В заключение, эта программа предлагает комплексное решение для анализа и визуализации комментариев в социальных сетях, позволяя также оценивать влияние видео на его аудиторию, одновременно отображая обработанные комментарии в таблице. Удобный интерфейс и продвинутые функции анализа данных делают приложение очень полезным для пользователей, желающих понять реакции на их контент. Сочетание моделей, алгоритмов и методов, использованных для создания этой системы, позволило добиться замечательных результатов.

### **Обсуждение**

В данном исследовании мы подчеркнули важность анализа комментариев в социальных сетях и их решающую роль в восприятии контента. Наша программа предлагает сложные инструменты, которые позволяют пользователям извлекать, анализировать и визуализировать комментарии, что обеспечивает более глубокое понимание реакций аудитории. Особенно важен анализ настроений, который помогает уловить эмоциональную тональность отзывов, выходя за рамки простых чисел. Это оказывается особенно полезным для создателей контента и специалистов по маркетингу, которые могут корректировать свои стратегии в зависимости от эмоций и ожиданий своей аудитории, способствуя более искреннему и актуальному взаимодействию.

Кроме того, наша программа включает функцию группировки, которая классифицирует комментарии по темам или эмоциям, позво-

ляя выявлять основные тенденции и проблемы пользователей. Этот метод не только предоставляет ценные insights о реакциях аудитории, но и помогает компаниям и создателям принимать обоснованные стратегические решения. Графическое представление данных делает результаты анализа более доступными и понятными, что облегчает быструю оценку восприятия контента. Интеграция обработанных комментариев в отчеты укрепляет доверие пользователей к полученным результатам, что является ключевым элементом для оптимизации взаимодействия с аудиторией. Этот подход открывает путь к разработке стратегий контента на основе конкретных данных, позволяя глубже понять социальные динамики в онлайн-пространстве.

### **Заключение**

Создание этой интеллектуальной системы для обработки слабо структурированных данных стало значительным шагом вперед в анализе информации, извлекаемой из комментариев к видеороликам в социальных сетях. Интегрируя различные модели и алгоритмы, такие как методы машинного обучения, обработка естественного языка и анализ настроений, наша система эффективно структурирует и анализирует сложные данные. Этот подход позволяет глубже понять мнения и эмоции пользователей, а также выявить ключевые темы и тенденции, возникающие в ходе онлайн-взаимодействий. Применение отраслевой структуризации в сочетании с детальным анализом информации не только улучшает качество собранных данных, но и делает их более актуальными для пользователей. Это способствует более целенаправленному и искреннему взаимодействию с аудиторией, предоставляя ценную информацию для создателей контента и специалистов по маркетингу. Кроме того, интеграция инструментов визуального анализа облегчает быстрое понимание результатов, что особенно важно в постоянно меняющемся цифровом окружении.

В будущем развитие этой платформы может быть дополнено интеграцией новых источников данных и оптимизацией существующих алгоритмов, что еще больше повысит точность и полноту анализа. Таким образом, этот инновационный подход не только способствует вовлечению пользователей, но и создает надежную основу для разработки стратегий контента, основанных на конкретных данных, что позволяет лучше понять социальные динамики в сети и предвосхитить ожидания аудитории.

Литература

1. Кравченко Д.Ю. Модель онтологии знаний для интеллектуальных систем обработки и анализа текстов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2024. № 2. С. 38–50.
2. Гулай А.В., Зайцев В.М. Модели знаний как когнитивный компонент системного построения интеллектуальных технологий // Развитие науки и технологий в эпоху глобальной трансформации. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2023. С. 158–191.
3. Журавков М.А. Технологии искусственного интеллекта и интеллектуальные системы компьютерного моделирования и инженерных расчетов [Электрон. ресурс]. Минск: Белорусский государственный университет, 2024. 177 с. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/309072/1/Технологии%20искусственного%20интеллекта%20и%20интеллектуальные%20системы.pdf>.
4. Kaplan A.M., Haenlein M. Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media // Business Horizons. 2010. Т. 53. № 1. С. 59–68.
5. Cambria E., Schuller B., Xia Y., Navasi C. New avenues in opinion mining and sentiment analysis // IEEE Intelligent Systems. 2017. Т. 28. № 2. С. 15–21.
6. Devlin J., Chang M. W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. 2019.
7. Pang B., Lee L. Opinion mining and sentiment analysis // Foundations and Trends in Information Retrieval. 2008. Т. 2. № 1–2. С. 1–135.
8. Blei D.M., Ng A.Y., Jordan M.I. Latent Dirichlet Allocation // Journal of Machine Learning Research. 2003. Т. 3. С. 993–1022.
9. Chen M., Mao S., Liu Y. Big data: A survey // Mobile Networks and Applications. 2014. Т. 19. № 2. С. 171–209.
10. Gandomi A., Haider M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics // International Journal of Information Management. 2015. Т. 35. № 2. С. 137–144.
11. Smith J., Brown T. Metadata management for large-scale datasets // Journal of Information Systems. 2019. Т. 25. № 3. С. 120–135.
12. Voigt P., Von dem Bussche A. The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Practical Guide. Springer International Publishing, 2017.
13. Ramos Gargantilla J.A., Mora J., Aguado de Ceja G. Enhancing the expressiveness of linguistic structures. 2012.
14. Greer K. Concept Trees: Building Dynamic Concepts from Semi-Structured Data using Nature-Inspired Methods. 2014.
15. Galkin M., Mouromtsev D., Auer S. Identifying Web Tables – Supporting a Neglected Type of Content on the Web. 2015.
16. Giunchiglia F., Zamboni A., Bagchi M., Bocca S. Stratified Data Integration. 2021.
17. Tang C., Yuan G., Zheng T. Weakly Supervised Learning Creates a Fusion of Modeling Cultures. 2021.
18. Koo H., Eun Kim T. A Comprehensive Survey on Generative Diffusion Models for Structured Data. 2023.
19. Liu J., Zhao Z., Wu N., Wang X. Research on the structure function recognition of PLOS [Электрон. ресурс]. 2024. Режим доступа: [ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov).
20. Mittal A., Bheemreddy A., Tao H. Semantic SQL – Combining and optimizing semantic predicates in SQL. 2024.
21. Vanschoren J., Blockeel H., Pfahringer B., Holmes G. Experiment Databases: Creating a New Platform for Meta-Learning Research. 2008.
22. Anstiss S. Understanding data quality issues in dynamic organisational environments – a literature review. 2012.
23. Yadav C., Wang S., Kumar M. Algorithm and approaches to handle large Data – A Survey. 2013.
24. Комарницкая О. Методы автоматизированного семантического анализа естественной языковой информации. 2018.
25. Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J.D. Mining of Massive Datasets. 3rd ed. Cambridge University Press, 2014.
26. Bernstein V., Afanassenkov A. Unsupervised Data Extraction from Computer-generated Documents with Single Line Formatting. 2020.
27. Жоули М., Ганем Р., Аззуза М. Семантический анализ больших данных: вызовы и возможности // Исследования в области больших данных. 2020. Т. 18. № 4. С. 115–130.
28. Чжанг Дж., Ли В., Лю Ц. Обзор алгоритмов машинного обучения для классификации больших данных // Журнал машинного обучения. 2021. Т. 38. № 7. С. 925–940.
29. Нгуен Л., Тран Т., Нгуен Д. Классификация и кластеризация данных: методы и приложения // Журнал вычислительного интеллекта. 2019. Т. 31. № 1. С. 45–58.
30. Чэн Х., Ли Т., Чжан Х. Применение кластеризации данных в здравоохранении и финансах // Журнал научных исследований данных. 2020. Т. 25. № 3. С. 200–214.
31. Ли Д., Парк Дж., Ким С. Роль машинного обучения в маркетинговой аналитике // Научные исследования в области маркетинга. 2022. Т. 39. № 2. С. 189–204.
32. Василенко А., Фролов А., Макаров П. Современные методы обработки неструктурированных данных в новых технологиях // Журнал новых технологий. 2021. Т. 14. № 1. С. 112–124.
33. Chodpathumwan Y. Cost-effective data structural preparation. 2018.
34. Han J., Kamber M., Pei J. Data Mining: Concepts and Techniques. 3rd ed. Elsevier, 2011.

35. Aggarwal C. C., Reddy C. K. Data Clustering: Algorithms and Applications. CRC Press, 2014.
36. Cambria E., Schuller B., Xia Y., Havasi C. New avenues in opinion mining and sentiment analysis // IEEE Intelligent Systems. 2017. T. 28. № 2. C. 15–21.
37. Manning C. D., Raghavan P., Schütze H. Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008.

## References

1. Kravchenko D.Yu. Model of knowledge ontology for intelligent systems of text processing and analysis. Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki = Bulletin of SFedU. Technical sciences. 2024; 2: 38–50. (In Russ.)
2. Gulay A.V., Zaytsev V.M. Knowledge models as a cognitive component of the systemic construction of intelligent technologies. Razvitiye nauki i tekhnologiy v epokhu global'noy transformatsii = Development of science and technology in the era of global transformation. Petrozavodsk: MCNP “New Science”; 2023: 158–191. (In Russ.)
3. Zhuravkov M.A. Tekhnologii iskusstvennogo intellekta i intellektual'nyye sistemy komp'yuternogo modelirovaniya i inzhenernykh raschetov = Artificial intelligence technologies and intelligent systems of computer modeling and engineering calculations [Internet]. Minsk: Belarusian State University; 2024. 177 p. Available from: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/309072/1/Tekhnologii%20iskusstvennogo%20intellekta%20i%20intellektual'nyye%20sistemy.pdf>.
4. Kaplan A. M., Haenlein M. Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. Business Horizons. 2010; 53; 1: 59–68.
5. Cambria E., Schuller B., Xia Y., Havasi C. New avenues in opinion mining and sentiment analysis. IEEE Intelligent Systems. 2017; 28; 2: 15–21.
6. Devlin J., Chang M.W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. 2019.
7. Pang B., Lee L. Opinion mining and sentiment analysis. Foundations and Trends in Information Retrieval. 2008; 1–2: 1–135.
8. Blei D.M., Ng A.Y., Jordan M.I. Latent Dirichlet Allocation. Journal of Machine Learning Research. 2003; 3: 993–1022.
9. Chen M., Mao S., Liu Y. Big data: A survey. Mobile Networks and Applications. 2014; 19; 2: 171–209.
10. Gandomi A., Haider M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. International Journal of Information Management. 2015; 35; 2: 137–144.
11. Smith J., Brown T. Metadata management for large-scale datasets. Journal of Information Systems. 2019; 25; 3: 120–135.

38. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
39. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.
40. Pennington J., Socher R., Manning C.D. GloVe: Global Vectors for Word Representation // Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). 2014. C. 1532–1543.

12. Voigt P., Von dem Bussche A. The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Practical Guide. Springer International Publishing; 2017.
13. Ramos Gargantilla J.A., Mora J., Aguado de Cea G. Enhancing the expressiveness of linguistic structures. 2012.
14. Greer K. Concept Trees: Building Dynamic Concepts from Semi-Structured Data using Nature-Inspired Methods. 2014.
15. Galkin M., Mouromtsev D., Auer S. Identifying Web Tables – Supporting a Neglected Type of Content on the Web. 2015.
16. Giunchiglia F., Zamboni A., Bagchi M., Bocca S. Stratified Data Integration. 2021.
17. Tang C., Yuan G., Zheng T. Weakly Supervised Learning Creates a Fusion of Modeling Cultures. 2021.
18. Koo H., Eun Kim T. A Comprehensive Survey on Generative Diffusion Models for Structured Data. 2023.
19. Liu J., Zhao Z., Wu N., Wang X. Research on the structure function recognition of PLOS [Internet]. 2024. Available from: [ncbi.nlm.nih.gov](https://ncbi.nlm.nih.gov).
20. Mittal A., Bheemreddy A., Tao H. Semantic SQL – Combining and optimizing semantic predicates in SQL. 2024.
21. Vanschoren J., Blockeel H., Pfahringer B., Holmes G. Experiment Databases: Creating a New Platform for Meta-Learning Research. 2008.
22. Anstiss S. Understanding data quality issues in dynamic organisational environments – a literature review. 2012.
23. Yadav C., Wang S., Kumar M. Algorithm and approaches to handle large Data – A Survey. 2013.
24. Komarnitskaya O. Metody avtomatizirovanogo semanticheskogo analiza yestestvennoyazykovoy informatsii = Methods of automated semantic analysis of natural language information. 2018.
25. Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J. D. Mining of Massive Datasets. 3rd ed. Cambridge University Press; 2014.
26. Bernstein V., Afanassenkov A. Unsupervised Data Extraction from Computer-generated Documents with Single Line Formatting. 2020.
27. Zhouli M., Ganem R., Azzuza M. Semantic analysis of big data: Challenges and opportunities. Issledovaniya v oblasti bol'shikh dannyykh = Big Data Research. 2020; 18; 4: 115–130.

28. Chzhang Dzh., Li V., Lyu TS. A review of machine learning algorithms for big data classification. *Zhurnal mashinnogo obucheniya = Journal of Machine Learning*. 2021; 38; 7: 925–940.
29. Nguyen L., Tran T., Nguyen D. Data classification and clustering: Methods and applications. *Zhurnal vychislitel'nogo intellekta = Journal of Computational Intelligence*. 2019; 31; 1: 45–58.
30. Chen KH., Li T., Chzhan KH. Application of data clustering in healthcare and finance. *Zhurnal nauchnykh issledovaniy dannykh = Journal of Scientific Data Research*. 2020; 25; 3: 200–214.
31. Li D., Park Dzh., Kim S. The Role of Machine Learning in Marketing Analytics. *Nauchnyye issledovaniya v oblasti marketinga = Scientific Research in Marketing*. 2022; 39; 2: 189–204.
32. Vasilenko A., Frolov A., Makarov P. Modern Methods of Processing Unstructured Data in New Technologies. *Zhurnal novykh tekhnologiy = Journal of New Technologies*. 2021; 14; 1: 112–124. (In Russ.)
33. Chodpathumwan Y. Cost-effective data structural preparation. 2018.
34. Han J., Kamber M., Pei J. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3rd ed. Elsevier; 2011.
35. Aggarwal C. C., Reddy C. K. *Data Clustering: Algorithms and Applications*. CRC Press; 2014.
36. Cambria E., Schuller B., Xia Y., Havasi C. New avenues in opinion mining and sentiment analysis. *IEEE Intelligent Systems*. 2017; 28; 2: 15–21.
37. Manning C. D., Raghavan P., Schütze H. *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press; 2008.
38. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. MIT Press; 2016.
39. Bishop C. M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer; 2006.
40. Pennington J., Socher R., Manning C. D. GloVe: Global Vectors for Word Representation. *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*. 2014: 1532–1543.

#### **Сведения об авторах**

##### ***Хабиб Жан Макс Тапе***

*Факультет инновационных технологий  
Национальный исследовательский Томский  
государственный университет,  
Томск, Россия  
Эл. почта: Jeanmax.habib@mail.ru*

##### ***Алексей Андреевич Погуда***

*Научный руководитель, к.т.н, доцент,  
Факультет инновационных технологий,  
Национальный исследовательский Томский  
государственный университет,  
Томск, Россия  
Эл. почта: alexsmail@sibmail.com*

#### **Information about the authors**

##### ***Habib Jean Max Tape***

*Postgraduate student, Faculty of Innovative  
Technologies  
National Research Tomsk State University,  
Tomsk, Russia  
E-mail: Jeanmax.habib@mail.ru*

##### ***Alexey A. Poguda***

*Scientific Supervisor, Candidate of Technical  
Sciences, Associate Professor, Faculty of Innovative  
Technologies  
National Research Tomsk State University,  
Tomsk, Russia  
E-mail: alexsmail@sibmail.com*