



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Том 28. № 4. 2024

Учредитель:
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора
Александр Викторович Бойченко
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор
Елена Алексеевна Егорова
Никита Дмитриевич Эпштейн

Технический редактор
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 1996 года.
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-65888 от 27 мая 2016 г.
ISSN (print) 1818-4243
ISSN (on-line) 2079-5939

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

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень
периодических научных изданий.

Тираж журнала
«Открытое образование»
1500 экз.

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

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

© ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2024
Подписано в печать 27.08.24.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 5,25. Тираж 1500 экз. Заказ
Напечатано в ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».
117997, Москва, Стремянный пер., 36

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

- С.В. Вишняков, В.И. Лазарев, Ю.Н. Вишнякова*
Опыт организации проектной деятельности школьников
по направлению «Информационные технологии» 4

- К.Е. Тимофеева*
Освоение обучающимися системы среднего
профессионального образования основного раздела
«Информационное моделирование» программы
дисциплины «Информатика» на основе ментального
подхода 13

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- И.А. Яшина*
Искусственный интеллект в обучении программированию
студентов педагогического вуза..... 23

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

- Д.А. Евдокимова, А.А. Микрюков*
Актуальные задачи выявления недопустимых событий на
объектах критической информационной инфраструктуры .. 33



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 28. № 4. 2024

Founder:
Plekhanov Russian University of
Economics

Editor in chief
Yuriy F. Telnov

Deputy editor
Aleksandr V. Boichenko
Vasily M. Trembach

Executive editor
Elena A. Egorova
Nikita D. Epshtein

Technical editor
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 1996.
Mass media registration certificate:
№ 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.El@rea.ru
Web: www.openedu.ru

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

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2024

Signed to print 27.08.24.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 5.25. 1500 copies.
Order

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

CONTENTS

EDUCATIONAL RESOURCES

- Sergey V. Vishnyakov, Vadim I. Lazarev, Yulia N. Vishnyakova*
Experience of Organizing Project Activities
of Schoolchildren in the Field of “Information Technologies” .. 4

- Ksenia E. Timofeeva*
Mastering by Students of the Secondary Vocational Education
System of the Main Section “Information Modeling”
of the Discipline Program “Informatics”
on the Basis of the Mental Approach 13

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Irina A. Yashina*
Artificial Intelligence in Teaching Programming to Students of
Pedagogical University..... 23

PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Daria A. Evdokimova, Andrey A. Mikryukov*
Current Tasks in Identifying Invalid Events in Critical
Information Infrastructure 33

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Василий Михайлович Трембач, к.т.н., доцент 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



Опыт организации проектной деятельности школьников по направлению «Информационные технологии»

Статья посвящена анализу опыта организации проектной работы школьников в области информационных технологий на базе высшего учебного заведения. Рассмотрены особенности организации учебного процесса, подходы к решению проблемы мотивации обучающихся. Обсуждаются принципы введения относительно сложных и наукоемких технологий в проекты учащихся 10 классов. Подробно изложены рекомендации по организации мастер-классов и лабораторных работ с освоением методов обработки изображений, стеганографии, машинного обучения. Акцент делается на рециркуляции знаний и навыков, полученных в школе. Значительное внимание уделяется наглядности, понятности получаемых результатов, возможности оценки применимости того или иного метода для решения задач проектной деятельности. Все работы проводятся таким образом, чтобы ученики могли

приступить к исследованиям при минимальных затратах сил на подготовку и имели бы возможность впоследствии перенести изученные инструменты в свои индивидуальные проекты. Большое внимание уделяется методологии проектной работы, проводятся специальные мероприятия, такие как питч-сессии стартапов, призванные дополнительно мотивировать школьников, помочь им выстроить работу над проектом системно, скорректировать цели и задачи проектов. Приводятся некоторые результаты проектной работы школьников в области информационных технологий в течение 2023–2024 учебного года на базе Национального исследовательского университета «МЭИ».

Ключевые слова: проектная деятельность, ИТ-класс, информационные технологии, мотивация.

С.В. Вишняков, В.И. Лазарев, Ю.Н. Вишнякова

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

Experience of Organizing Project Activities of Schoolchildren in the Field of “Information Technologies”

The article is devoted to analysis of the experience of organizing project work of schoolchildren in the field of information technologies on the basis of a higher educational institution.

The peculiarities of the educational process organization, approaches to solving the problem of students' motivation are considered. The principles of introducing relatively complex and science-intensive technologies into the projects of 10th grade students are discussed. Recommendations for organizing master classes and laboratory works with mastering the methods of image processing, steganography, machine learning are detailed. Emphasis is placed on the recycling of knowledge and skills acquired at school. Considerable attention is paid to visibility, comprehensibility of the results obtained, and the possibility of assessing the applicability of a particular method for solving the tasks of project activities. All works are carried out in

such a way that pupils could start research with minimum effort for preparation and would be able to later transfer the learned tools to their individual projects. Much attention is paid to the methodology of project work, and special events are organized, such as pitch sessions of startups, designed to further motivate students, help them to organize their project work in a systematic way, and adjust the goals and objectives of their projects. Some results of the project work of schoolchildren in the field of information technologies during the 2023–2024 academic year on the basis of the National Research University “MPEI” are given.

Keywords: project activity, IT class, information technologies, motivation.

Введение

В течение нескольких лет наблюдается заметное увеличение числа мероприятий, проводимых для школьников, особенно специализированных классов (с углубленным изучением отдельных предметов), таких как ИТ-класс, инженерный класс в школах г. Москвы, на базе высших учебных заведений [1]. В 2023-2024 учебном году в рамках организации проектной деятельности 10 классов профильных школ более 1000 (тысячи) учеников регулярно посещали занятия в Национальном исследовательском университете «МЭИ», в том числе, десятки школьников по направлению, связанному с информационными технологиями. Опыт масштабной работы по организации проектной деятельности, применительно к данному направлению, по формату проведения занятий и консультаций предлагается к обсуждению в данной статье.

Прежде всего, необходимо отметить, что вопрос организации профильных классов для привлечения учеников школ к выбору определенной профессии не нов [2], спектр профилизации продолжает расширяться [3]. Центральным вопросом, связанным с организацией учебного процесса, традиционно считается вопрос мотивации обучающихся — действительно, если профильное обучение должно мотивировать к выбору профессии, то ключевой составляющей обучения должно стать подкрепление этого выбора, рост осознанности и мотивации в ориентации на выбранную отрасль [4]. И, традиционно, проектная деятельность рассматривается как наиболее сильное средство подкрепления интереса к профессии, с постепенным определением необходимых ориентиров по продолжению обучения в вузе, самосовершенствованию,

профессиональному росту [5]. Почувствовать вкус реальной работы, ощутить радость созидания, соучастия в разработке полезного устройства или программного обеспечения, приобщиться к серьезной исследовательской работе — все это, безусловно, положительно мотивирует школьников.

Данная статья посвящена детальному рассмотрению опыта ряда кафедр института информационных и вычислительных технологий Национального исследовательского университета «МЭИ» в организации проектной деятельности учеников 10 классов профильных школ в рамках реализации городского проекта ИТ-класс в Московской школе.

Проектная деятельность на базе вуза

В рамках организации занятий по проектной деятельности предполагалось проведение очных занятий в количестве 24 академических часов. Поскольку в расписании школ не были предусмотрены отдельные дни для организации проектной работы, занятия проводились в вечернее время, по два академических часа один день в неделю. Соответственно, общая продолжительность курса составляла 12 недель без учета перерыва на каникулы (во время школьных каникул занятия не проводились). Уже на этапе определения расписания занятий по проектной деятельности многие учащиеся утратили мотивацию в связи с длительностью поездок до университета и обратно, изменением привычного режима дня, выполнения домашних заданий. Без учета необходимости выполнения проекта (во внеучебное время), одно только посещение обязательных занятий существенно ограничило доступные школьникам ресурсы свободного времени.

План занятий был выстроен таким образом, чтобы опреде-

лить цели и задачи проектной работы, помочь определиться с выбором тематики проекта, дать некоторый дополнительный багаж знаний и навыков, которые должны были пригодиться в работе над проектами в сфере ИТ, а на заключительном этапе — помочь довести проект до состояния готовности к демонстрации на научно-технической конференции школьников.

На первых занятиях проведено погружение в проектную деятельность, особенно в проекты, даны некоторые представления о продуктовом подходе, о стартапах в сфере ИТ, о этапах жизненного цикла ИТ продуктов. Школьникам предлагалось продумать идею продукта, создаваемого в рамках проектной работы, определить потребителя продукта, провести анализ его потребностей. По условиям, обозначенным регулятором, один проект мог выполняться как индивидуально, так и группой из 2-3 учащихся. Каждая команда должна была подготовить презентацию (из единственного слайда) своего продукта, расписать роли участников команды, указать потребителя, указать этап жизненного цикла продукта, которого предполагалось достигнуть в рамках проекта, указать срок и бюджет проекта. Следует отметить, что в рамках проведенных на данном этапе занятий были рассмотрены некоторые вопросы, связанные с формированием сметы расходов, перечислены основные направления расходования средств, как то — закупка аппаратуры, программного обеспечения, комплектующих, оплата труда членов команды, услуги сторонних лиц и организаций (разработка конструкторской и технологической документации, проведение экспертиз и сертификационных испытаний, реклама продукта и т.п.), организация технической поддержки — все это в зависимо-

сти от конкретного этапа жизненного цикла продукта. Эта информация позволила обучающимся адекватно оценить бюджет проекта, в отдельных случаях – провести проработку идеи продукта в части окупаемости при производстве.

Защита тематик проектов проводилась в формате питч-сессии стартапов, когда на выступление отводилось до трех минут, на вопросы жюри – еще две минуты. Эта задача должна была помочь учащимся сформулировать цели своей проектной работы, определить реалистичные рамки выполнения работы, обозначить (и прежде всего, понять самим) актуальность и потенциальную полезность предлагаемого продукта. Жюри оценивало презентации учащихся исходя из следующих критериев: соблюдение формальных требований (все необходимые данные должны были быть предоставлены на слайде и в докладе), реализуемость проекта (в тех рамках, которые обозначили сами обучающиеся), полезность предлагаемого продукта (то есть, перспективность распространения продукта в той или иной форме – отдельно оговаривалось, что бизнес-модель может быть различной, включая создание условно бесплатных (коммерциализация в виде встраивания рекламы, например) или социальных (с финансированием внедрения продукта государством или частными фондами) продуктов и сервисов. Итоговая оценка рассчитывалась мультипликативно, причем каждая составляющая оценивалась от 0 до 2, соответственно итоговая оценка могла быть от 0 до 8.

Итоги питч-сессии позволяли мотивировать учащихся, ответственно и творчески относящихся к проектной работе – такие ученики попадали в число победителей, позволяли скорректировать недоработки, проявившиеся на начальном этапе работы над проектом

(особенно, скорректировать некоторые идеи в части реализуемости в заданных рамках), важным итогом мероприятия стало некоторое выравнивание темпа работы над проектами, ученики, не проявившие должного интереса и трудолюбия, не организовавшие работу, провалили мероприятие, получив низкие оценки (0 или 1).

Знакомство с современными информационными технологиями – обработка изображений

Поскольку рассмотреть большое число разнообразных технологий, требующихся для выполнения проектов, не представляется возможным, то было принято решение дать развернутую информацию по нескольким задачам, решение которых могло бы представлять интерес в значительном числе проектов обучающихся (хотя бы, в качестве вспомогательных средств). А именно, в формате мастер-классов и лабораторных работ были рассмотрены методы обработки изображений (управление цветом, управление резкостью, стеганография с изображением в качестве контейнера), а также методы машинного обучения (для решения задачи классификации). Выбор перечисленных технологий можно обосновать следующим образом:

– обработка изображений является в первую очередь наглядной задачей, результаты обработки легко воспринимаются и оцениваются без специальной экспертной подготовки, не требуют дополнительного оборудования и значительных вычислительных ресурсов;

– работа с изображениями может быть ориентирована на применение знакомых школьникам формул (из курсов алгебры и геометрии), навыков программирования (работа с вложенными циклами, масси-

вами, типами данных), на рециркуляцию знаний из курсов физики и биологии;

– легко предложить варианты применения рассматриваемых технологий в проектах (это может быть улучшение качества изображений, адаптивное управление цветом, применение видимых и невидимых водяных знаков для обеспечения соблюдения авторского права).

В качестве рабочей среды для выполнения обработки изображений выбран язык программирования Python с минималистической средой разработки Idle [6]. Для загрузки и выгрузки файлов изображений применяется Python Imaging Library (Pillow) [7], для работы с массивами чисел – NumPy [8]. Для решения задачи стеганографии потребовалось применение библиотеки SciPy [9].

Методика проведения занятий состояла в следующем: небольшая лекция, введение в основы теории цвета. Интерес вызывает «противопоставление» двух, известных десятиклассникам, фактов – любой цвет можно получить, комбинируя свет трех базовых цветов; цвет света связан с длиной волны электромагнитного излучения. Кроме упоминания связки физики и биологии здесь целесообразно напомнить свойства синусоидальных функций – теоретическую невозможность получить волну с новой частотой, складывая две другие волны, с различными частотами. Затем осуществляется переход к работе с заранее подготовленными текстами программ в компьютерном классе. Непосредственно в классе рассматривались различные особенности кода программ, указывалось и подробно разбиралось, зачем выполняется то или иное действие. Обучающиеся запускали программы на исполнение, убеждались в корректности работы программ при заранее обозначенных условиях, затем

получали возможность самостоятельно модернизировать код программ, исследуя влияние различных факторов на результат, добиваясь интересных (с субъективной точки зрения) визуальных эффектов. Затем, в режиме открытого диалога, школьники обменивались опытом и пытались сформулировать выводы по проделанной работе.

На первом мастер-классе рассматривался пример выполнения гамма-коррекции в цветовом пространстве RGB. Программа, реализующая гамма-коррекцию (1), весьма проста, содержит два десятка строк кода, имеет простую структуру.

$$R' = R^{\gamma}, G' = G^{\gamma}, B' = B^{\gamma} \quad (1)$$

где R, G, B – цветовые каналы пикселя исходного изображения, а R', G', B' – скорректированного.

При этом работа предполагает закрепление знаний по работе с многомерными массивами (в данном случае – с трехмерным массивом, содержащим значения цветовых компонент для всех пикселей изображения), использование функции возведения в степень (предварительно подробно обсуждается вопрос нормализации цветовых координат, строятся графики зависимостей от значения показателя степени γ), также значительное внимание уделяется преобразованию типов – исходные и результирующие значения цветовых компонент имеют тип «беззнаковое целое, 8 бит», в то время как промежуточные вычисления производятся с числами с плавающей точкой. Ученикам предлагается менять показатель степени, менять тип данных, использовать не все пиксели изображения, а лишь часть – по выбору обучающегося.

Часть школьников имеет мотивацию для углубления навыков программирования и работы с графикой, они стре-

мятся усложнить алгоритм работы программы, можно обсудить существенно более сложные задачи, например, практически значимую задачу вычисления гамма коррекции с высокой скоростью и без использования вычислительных средств, допускающих работу с числами с плавающей точкой. Значительная часть обучающихся более мотивирована получить визуальные результаты, меняя показатель степени (и не меняя логики работы программы), в том числе, выполняя коррекцию «неправильно», задавая различные показатели степени для различных цветовых каналов. Во всех случаях проведения мастер-классов оказалось целесообразным предложить школьникам сравнить (по субъективным критериям) результаты обработки одного и того же изображения, смонтировать коллаж, проявить некоторую творческую инициативу.

Второй мастер-класс предполагает знакомство обучающихся о принципах изменения четкости изображения с помощью цифровой фильтрации. Приводятся примеры программ, реализующих простейший усредняющий фильтр, разностный фильтр с крестообразной опорной областью (с конечной импульсной характеристикой, КИХ) и низкочастотный фильтр первого порядка (с бесконечной импульсной характеристикой, БИХ) для обработки изображения в градациях серого. Обучающиеся могут менять порядок усредняющего фильтра, коэффициенты фильтра с БИХ, меняя тем самым визуальный эффект обработки изображения. В процессе работы уделяется внимание структуре программы, наличию четырех вложенных циклов, необходимости проверки границ изображения при вычислении свертки. Также внимание уделяется необходимости преобразования типа данных для промежуточ-

ных вычислений (для накопления суммы произведений при вычислении свертки). Внимание обучающихся фиксируется на времени выполнения программы, на особенностях реализации рекурсивного (БИХ) фильтра и на скорости его работы. В процессе исследования обнаруживается проблема потери устойчивости БИХ фильтра. В качестве демонстрации потенциала для применения рассмотренных технологий демонстрируется восстановление изображения, предварительно размытого с помощью БИХ фильтра, за счет применения подходящего КИХ фильтра. Обучающиеся могут быть мотивированы к самостоятельному изучению программ и их модификации для работы с цветными изображениями. Для тех, обучающихся, кто не проявляет значительного интереса к нюансам программирования и алгоритмизации, можно предложить поэкспериментировать с КИХ фильтрами невысокого (например, 3) порядка с положительными и отрицательными отсчетами импульсной характеристики с целью получения «художественного эффекта», например, для выделения контуров, увеличения резкости, эффекта «гравюры». В завершающей части занятия целесообразно проговорить, что полученные знания позволяют решать множество прикладных задач (в частности, уже был реализован проект подготовки рукописных шпаргалок низкого качества к распечатке на небольших листочках бумаги, реализующий фильтрацию изображения для повышения четкости и контрастности).

Третье занятие по теме обработки изображений связано с применением одного из методов стеганографии: встраивание сообщения в частотной области (в области преобразования). Для этого в предварительной лекции коротко обозначается задача стегано-

графии, и формулируется алгоритм встраивания информации. В компьютерном классе школьники изучают результат применения дискретного косинусного преобразования (ДКП) к изображению в градациях серого. В области преобразования обнуляется значительное число коэффициентов, после чего производится вычисление обратного преобразования и восстановление изображения. Ученики проводят самостоятельное исследование, определяя, какое количество сохраненных без изменения коэффициентов ДКП позволяет достичь приемлемого уровня качества по субъективному критерию оценки. Здесь обсуждается возможность сжатия изображения с потерей качества, применение ДКП в jpeg. Для наиболее заинтересованных обучающихся могут быть сформулированы дополнительные задания, например, провести исследование, как влияет умножение части коэффициентов ДКП на ненулевой коэффициент, положительный, отрицательный. Соответственно, выяснив некоторую нечувствительность субъективно воспринимаемого качества изображения к воздействию на коэффициенты в области преобразования, обучающимся предлагается встроить строку символов в массив коэффициентов ДКП. После встраивания информации в изображение-контейнер проводится визуальный анализ результата. Затем предлагается воспользоваться аналогичным алгоритмом, загружая изображение, выполняя ДКП и считывая коды символов. Ученики могут непосредственно убедиться в сохранности информации, записанной в контейнере. Здесь уместно обсудить варианты использования данной технологии в рамках индивидуальных проектов, в частности встраивания невидимых водяных знаков в изображение.

Знакомство с современными информационными технологиями – методы машинного обучения

Наряду с технологиями обработки изображений значительный интерес со стороны учеников вызывают разнообразные технологии искусственного интеллекта, тем более что при полном попустительстве кураторов от школ, обучающиеся уверены в том, что такие технологии могут быть добавлены в любой проект и обязательно решат любую проблему сами собой. Собственно, здесь мы пытаемся дать базовое представление о том, что такие технологии собой представляют, как с ними работать и почему они далеко не всегда будут являться панацеей для школьного проекта.

В качестве технологической базы для данной работы используется библиотека Science Kit Learn [10], а также библиотека Matplotlib [11] для отображения вспомогательной информации.

Первая часть занятия посвящается введению в принципы работы систем искусственного интеллекта, точнее – рассмотрению типовых задач, решаемых такими системами, их взаимосвязи (классификация, кластеризация, генерация). В качестве базовой задачи рассматривается классификация, причем при постановке задачи значительное внимание уделяется понятиям «объем данных» и «количество информации», что должно поддержать рециркуляцию знаний, получаемых в курсе «Информатика» в школе. В первую очередь, рассматривается модель искусственного нейрона, причем с позиции программирования скорее, чем с позиции сходства с биологическим объектом. Подчеркивается, что достижение цели классификации возможно, в первом приближении, путем использования условного оператора if по от-

ношению к взвешенной сумме входных переменных и некоторой пороговой величине. И уже после этого целесообразно обсуждать введение нелинейной функции активации, подчеркивая необходимость оценки, насколько приближается к ожидаемому режим работы реального искусственного нейрона в процессе обучения. Такой подход, как показал опыт, продуктивнее, поскольку школьники относительно легко воспринимают алгоритм работы искусственного нейрона в терминах языка программирования, но сталкиваются с затруднениями при осмыслении математической модели искусственного нейрона.

Поскольку цель мастер-класса – проведение полного цикла работ по созданию системы искусственного интеллекта для решения прикладной задачи, то необходимым условием является формирование набора данных для обучения и тестирования разработанных систем. При этом, объем данных должен быть достаточен для решения задачи, но не чрезмерен, поскольку вычислительные ресурсы, доступные каждому ученику ограничены. Поэтому в качестве примера предлагается решить задачу классификации процессов в реальных динамических системах (здесь приводятся примеры «из физики», «из техники») – необходимо определить, является наблюдаемый процесс колебательным или апериодическим.

Формирование модели процессов является понятным ученикам 10 классов, использует решение квадратного уравнения (что не вызывает затруднений), причем здесь особое внимание уделяется знаку дискриминанта (поскольку именно знак определяет характер процесса). В работе не используются комплексные числа (хотя их можно упомянуть), просто проводится ветвление на случай апериодического или

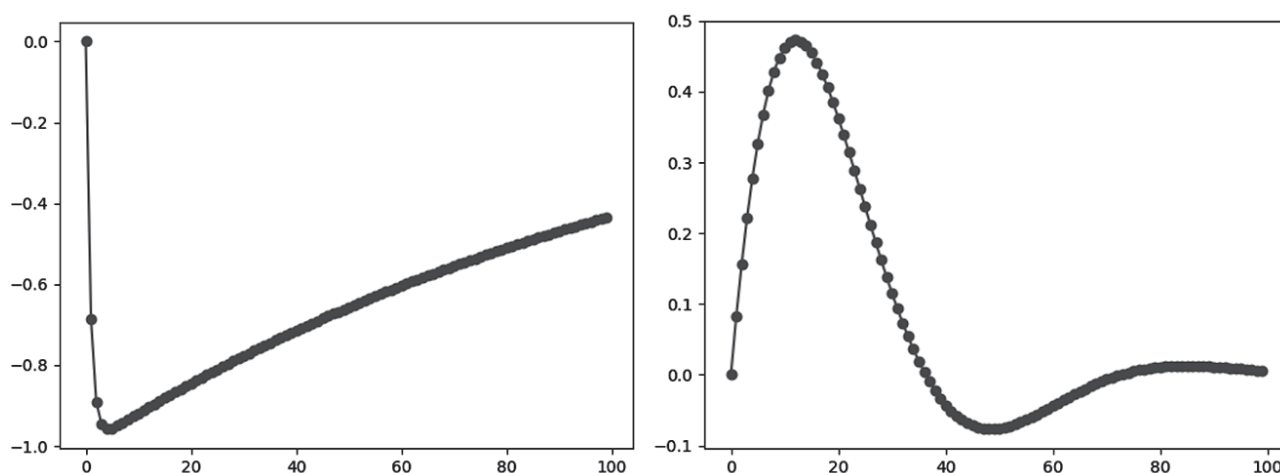


Рисунок. Примеры аperiodического процесса (слева), колебательного процесса (справа)

Figure. Examples of an aperiodic process (left), an oscillatory process (right)

колебательного процессов (как правило, находится хотя бы один школьник, который задает вопрос о нулевом значении дискриминанта, что дает повод обсудить наличие третьего вида процессов – предельного аperiodического, который, однако, будет проигнорирован в данной работе, поскольку мы будем считать практически невозможным реализацию такого процесса при случайном выборе параметров). Полезным для школьников является и опыт построения графиков процессов (формирование массива точек по формулам, вывод на экран), причем на этом этапе целесообразно поощрить внимание учеников, указывая на то, что человек (любой из учеников) легко может отличить процессы разных типов, а, следовательно, можно надеяться на простоту определения с точки зрения системы искусственного интеллекта (см. Рисунок).

Ученикам предлагается готовый шаблон программы, причем настроенный таким образом, что при первом запуске будет сгенерировано вполне достаточное число процессов для обучения искусственной нейронной сети типа многослойный персептрон (исходная архитектура сети включает 2 слоя по 3 нейрона), для тестирования результатив-

ности обучения. Затем ученикам предлагается провести самостоятельное исследование с целью максимального упрощения искусственной нейронной сети. С некоторым удивлением обучающиеся находят, что задача решается единственным нейроном с абсолютной точностью. Здесь важно обсудить результат, показав, что графики процессов действительно легко классифицировать с помощью единственного условия – если процесс имеет отрицательные значения, то он – колебательный. Это простой, наглядный результат, который должен зафиксировать важную идею – если мы можем сформулировать простой и эффективный алгоритм самостоятельно, то система искусственного интеллекта либо реализует такой же по сложности алгоритм (при условии некоторой оптимизации архитектуры сети), либо будет реализовывать более ресурсоемкий алгоритм (без проведения оптимизации архитектуры).

Следующим этапом является усложнение задачи: для процессов выбираются случайные начальные условия и установленный режим. Ученики изучают полученные графики, приходя к выводу, что алгоритм классификации необходимо усложнить, хотя визуально мы по-прежнему не затрудняем-

ся отличать процессы разного типа. Действительно, опыт с единственным нейроном приводит к неудовлетворительным результатам (здесь важно обсудить, что наихудшим результатом в проводимой бинарной классификации с приблизительно равным числом процессов разного типа в выборке, является точность 50%, а точность 0% позволяет говорить о полном успехе решения задачи). Ученикам предлагается самостоятельно подобрать архитектуру искусственной нейронной сети типа многослойный персептрон с целью минимизации числа ошибок, но при ограничении на общее число задействованных нейронов – десяти нейронов вполне достаточно, чтобы с удовлетворительной степенью точности (>95%) решить задачу, рассмотрев при этом разные варианты (один слой в 10 нейронов, два по 5, три по 3 и т.д.). Можно добавить соревновательный момент, предложив решить задачу с точностью не менее 95% с наименьшим числом нейронов.

Обучающимся, заинтересованным в углублении знаний в данной области, можно предложить добавить в сигналы тестовой выборки шум и исследовать зависимость точности распознавания от амплитуды шума. Интересным является

опыт, когда для работающей (квази-оптимальной) архитектуры нейросети предлагается провести обучение, генерируя детерминированную последовательность сигналов, меняя добротность системы от минимальной до максимальной с фиксированным шагом. Ученики смогут легко убедиться в том, что классификатор не будет обучен и будет распознавать все процессы как колебательные (поскольку вторая часть обучающей выборки состоит из колебательных процессов). Еще одним вариантом усложнения и развития задачи является подача на вход нейросетевого классификатора не сигнала, а его спектра, полученного с помощью уже известного ученикам дискретного косинусного преобразования. Причем, здесь возникает возможность рециркуляции идеи обнуления высокочастотной части спектра ДКП, уже применявшейся при выполнении стеганографии, для понижения информационной избыточности сигнала. Опыт позволяет получить классификатор, имеющий не 100, а 15-20 входов, соответствующих низкочастотным отсчетам спектра ДКП. Совмещая этот опыт с распознаванием зашумленных сигналов, можно прийти к выводу о подавлении шума с помощью манипуляций над спектром сигнала.

Продолжением данной темы является изучение классификаторов, построенных на основе деревьев решений и случайного леса, а также на основе метода опорных векторов. Занятие предваряется короткой теоретической справкой с «бытовыми» примерами классификации с помощью перечисленных методов, а затем ученики должны повторить опыты, исследования, ранее проведенные с нейросетевым классификатором.

При подведении итогов необходимо сделать упор на применении изученных техноло-

гий в рамках индивидуального проекта. Важно подчеркнуть, что ключевой проблемой, с которой предстоит столкнуться в применении классификаторов на практике является проблема подготовки данных для обучения. Целесообразно отметить важность наличия математической модели, которая бы позволяла строить реалистичные процессы, получать реалистичные данные, пригодные для машинного обучения.

Результативность проектной деятельности

Завершающая часть курса посвящена консультациям по индивидуальным проектам, подготовке заявок на конференции, отработке выступлений с докладами. Стоит отметить, что мотивация к выполнению индивидуальных проектов у школьников варьируется в широких пределах, далеко не все ученики готовы осилить что-то большее, чем формулировка идеи и небольшой обзор, реферат по предполагаемой теме проекта. Причем, во многих случаях приходится наблюдать отсутствие направляющей работы со стороны кураторов от школы, не реагирующих на замечания и предложения по организации проектной работы или не проявляющих настойчивости в привлечении к работе учеников. К сожалению, от обучающихся поступали жалобы на непонимание со стороны кураторов от школы — сложно серьезно воспринимать замечание куратора в адрес ученицы 10 класса: «А в чем заключается преимущество твоей системы по сравнению с Яндекс Алисой?». Собственно, в ряде случаев кураторы активно поощряли заведомо нереализуемые в рамках школьных проектов идеи (решение проблем, например, выбора оптимального состава лекарств для больного по данным обследования; создание интеллекту-

ального сервиса по навигации судов в океане; создания рекомендательной системы для размещения средств на финансовых рынках). Вместо того, чтобы сосредоточиться на решении адекватных по уровню сложности прикладных задач, создания продуктов, которые можно довести до уровня макета, получив таким образом опыт разработки и испытания программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса, зачастую поощряются бессмысленные для рассмотрения на данном уровне задачи. Что немаловажно, это дезориентирует обучающихся, многие из которых оказываются недовольны слишком незначительной, по их мнению, тематикой предлагаемых проектов.

Кажется целесообразным привести несколько примеров удачных разработок в рамках проектной деятельности, причем, это немаловажно, разработок проведенных в рамках срока реализации проекта, в контакте с кураторами от школы и в режиме плотного взаимодействия с преподавателями университета, с этапа выбора темы до эксперимента с макетом продукта:

- система распознавания нот с листа (на основе комбинации методов обработки изображений и корреляционного анализа);
- система распознавания лиц из базы данных для СКУД школы (с применением библиотеки openCV);
- веб приложение для встраивания водяных знаков в изображение;
- десктопное приложение для встраивания невидимого водяного знака в изображение;
- веб приложение для восстановления выцветших фотографий.

При надлежащем уровне взаимодействия и контроля со стороны куратора проектной деятельности от школы, удалось выйти на показатель

в 90% результативного участия учеников — были выполнены все необходимые требования, проекты докладывались в вузе, в школе, были поданы заявки на участие в конференциях школьников (например, «Потенциал», «Инженеры будущего») с прохождением предварительной модерации на уровне 90%. Таким образом, в наиболее успешном варианте организации проектной работы удалось обеспечить 80% участие школьников в конференциях в виде выступления с докладом. К сожалению, результативность далеко не всегда оказывается столь высокой. Из-за низкой мотивации, недостаточного уровня взаимодействия со стороны куратора от школы, посещаемость занятий по проектной деятельности могла оставаться на уровне 50%. Соответственно, не более половины учеников ИТ-класса получили положительную аттестацию по итогам проектной работы, а результативность представления докладов на конференции едва достигала 25%. Всего в 2023-24 учебном году в проектной деятельности на кафедре вычислительных машин, систем и сетей, а также на кафедре прикладной математики и искусственного интеллекта Национального исследовательского университета «МЭИ» прошли занятия по проектной деятельности для 74 учеников ИТ-классов московских школ, из них 56 были положительно аттестованы со стороны вуза, 44 ученика (индивидуально и в составе команд) подали заявки

на участие в конференциях, 37 прошли этап предварительного рецензирования работ и выступили с докладами.

Опрос учеников, проходивших занятия по проектной деятельности, показал высокую степень заинтересованности в освоении новых технологий и методов работы с данными, но, в качестве отрицательных впечатлений от организации проектной деятельности были упомянуты: несогласованность школьного расписания и расписания занятий в вузе (отмечалось, что происходили систематические пропуски уроков), необходимость приезжать в вуз (особенно в вечернее время), а также уменьшение количества свободного времени в целом.

Заключение

В заключении хотелось бы отметить, что полученный в 2023-24 учебном году в ходе реализации городского проекта по проведению проектной работы в вузах опыт позволил сформировать достаточно проработанную программу, рассчитанную на 24 академических часа очных занятий, нацеленную на подкрепление знаний и навыков школьников в области организации проектной деятельности; получение дополнительных знаний и навыков по применению технологий обработки данных (в части обработки изображений, стеганографии, методов машинного обучения для построения классификаторов), а также на приобретение практического опыта формули-

ровки целей и задач проектной деятельности, реализации макета продукта, описания, презентации и защиты проекта. Программа разработана таким образом, чтобы обеспечить рециркуляцию знаний, полученных в школе по таким дисциплинам как математика, физика, информатика, а также, чтобы мотивировать обучающихся к расширению кругозора, творческому но обоснованному применению современных технологий в проектной деятельности, к постановке реалистичных, достижимых в заданных граничных условиях результатов. Результативность предложенной программы подтверждается апробацией на научно-технических конференциях школьников, высоким уровнем вовлеченности учеников и достижением требуемого уровня показателей в соответствии с паспортом городского проекта. Нарботан полезный опыт работы с кураторами от школ, обнаружены организационные трудности, преодолимые на этапе подготовки к реализации проектной деятельности школьников в 2024-25 учебном году. Анализ обратной связи позволил убедиться в положительном настрое обучающихся, с интересом получающих новые знания при условии минимизации потерь в личном свободном времени. Программу предлагается реализовать в полном объеме в рамках продолжения городского проекта в новом учебном году, с сохранением числа обучающихся на уровне 50-75 человек.

Литература

1. Приказ Департамента образования и науки города Москвы от 15.08.2023 № 750 «Об утверждении перечней образовательных организаций высшего образования и иных организаций, участвующих в реализации проектов предпрофессионального образования» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://profil.mos.ru/it/o-proekte.html>. (Дата обращения: 15.08.2024).

2. Иванова Л.В. Модульный подход к проектированию и реализации старшекласниками индивидуальных проектов по информатике // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2022. № 7(136). С. 17–22. DOI: 10.25688/2072-9014.2021.56.2.02.

3. Мурнева М.И., Самойлова Е.В., Шестакова Н.А., Мурнева А.А., Щербакова О.В., Артемов И.И., Ефимов В.А. Создание педагогических классов как один из способов развития личности

будущих педагогов. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Материалы Международной научно-практической конференции. Саранск: 2023. С. 420–424.

4. Вишнякова Ю.Н., Маракушина Г.В. О роли и месте обратной связи в образовательном процессе // Глобальный научный потенциал. 2022. № 7(136). С. 68–70.

5. Borghans L., Diris R., Smits W., De Vries J. The long-run effects of secondary school track assignment // PLoS ONE. 2019. Т. 14. № 10. С. 29. DOI:10.1371/journal.pone.0215493.

6. Welcome to Python.org [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.python.org/> (Дата обращения: 15.08.2024).

7. Clark J.A. Pillow (PIL Fork) 10.2.0 documentation [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/index.html> (Дата обращения: 15.08.2024).

8. NumPy [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://numpy.org/> (Дата обращения: 15.08.2024).

9. SciPy [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://scipy.org/> (Дата обращения: 15.08.2024).

10. Pedregosa F. Scikit-learn: Machine Learning in Python // JMLR. 2011. № 12. С. 2825–2830. (Дата обращения: 15.08.2024).

11. Matplotlib [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://matplotlib.org/> (Дата обращения: 15.08.2024).

References

1. Order of the Moscow Department of Education and Science dated August 15, 2023 No. 750 «On approval of the lists of educational organizations of higher education and other organizations participating in the implementation of pre-professional education projects» [Internet]. Available from: <https://profil.mos.ru/it/o-proekte.html>. (cited 15.08.2024). (In Russ.)

2. Ivanova L.V. Modular approach to the design and implementation of individual projects in computer science by high school students. Vestnik MGPU. Seriya: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya = Bulletin of Moscow State Pedagogical Univ. Series: Computer Science and Informatization of Education. 2022; 7(136): 17–22. DOI: 10.25688/2072-9014.2021.56.2.02. (In Russ.)

3. Murneva M.I., Samoylova Ye.V., Shestakova N.A., Murneva A.A., Shcherbakova O.V., Artemov I.I., Yefimov V.A. Sozdaniye pedagogicheskikh klassov kak odin iz sposobov razvitiya lichnosti budushchikh pedagogov. Energoeffektivnyye i resursosberegayushchiye tekhnologii i sistemy. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Creation of pedagogical classes as one of the ways of developing the personality of future teachers. Energy-efficient

and resource-saving technologies and systems. Proceedings of the International scientific and practical conference. Saransk: 2023: 420–424. (In Russ.)

4. Vishnyakova Yu.N., Marakushina G.V. On the role and place of feedback in the educational process. Global'nyy nauchnyy potentsial = Global scientific potential. 2022; 7(136): 68–70. (In Russ.)

5. Borghans L., Diris R., Smits W., De Vries J. The long-run effects of secondary school track assignment. PLoS ONE. 2019; 14; 10: 29. DOI:10.1371/journal.pone.0215493.

6. Welcome to Python.org [Internet]. Available from: <https://www.python.org/> (cited 15.08.2024).

7. Clark J.A. Pillow (PIL Fork) 10.2.0 documentation [Internet]. Available from: <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/index.html> (cited 15.08.2024).

8. NumPy [Internet]. Available from: <https://numpy.org/> (cited 15.08.2024).

9. SciPy [Internet]. Available from: <https://scipy.org/> (cited 15.08.2024).

10. Pedregosa F. Scikit-learn: Machine Learning in Python // JMLR. 2011. № 12. С. 2825–2830. (cited 15.08.2024).

11. Matplotlib [Internet]. Available from: <https://matplotlib.org/> (cited 15.08.2024).

Сведения об авторах

Сергей Викторович Вишняков

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

Эл. почта: VishniakovSV@mpei.ru

Вадим Игоревич Лазарев

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

Эл. почта: lazarevvi@mpei.ru

Юлия Николаевна Вишнякова

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

Эл. почта: seredayn@mpei.ru

Information about the authors

Sergey V. Vishnyakov

National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia

E-mail: VishniakovSV@mpei.ru

Vadim I. Lazarev

National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia

E-mail: lazarevvi@mpei.ru

Yulia N. Vishnyakova

National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia

E-mail: seredayn@mpei.ru



УДК 004.9

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-4-13-22>

К.Е. Тимофеева

Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия

Освоение обучающимися системы среднего профессионального образования основного раздела «Информационное моделирование» программы дисциплины «Информатика» на основе ментального подхода

Цель. Целью статьи является обоснование применения ментального подхода в системе среднего профессионального образования при освоении обучающимися основного раздела «Информационное моделирование» дисциплины «Информатика».

Методология исследования. Идея исследования связана с реализацией ментального подхода в системе среднего профессионального образования при освоении студентами одного из основных разделов примерной рабочей программы общеобразовательной дисциплины «Информатика», составленной авторским коллективом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Института развития профессионального образования» (ФГБОУ ДПО ИРПО). Применение ментального подхода при изучении раздела, посвященного информационному моделированию, реализуется на основе его двух этапов: на первом этапе формируются связи между областями чувственной зоны и их модельными представлениями, на втором этапе обучения происходит систематизация полученного интуитивного опыта с помощью понятий и терминов предметной области «Информатика», а также раздела «Информационное моделирование». Для реализации ментального подхода используются ментальные электронные учебники, которые дают возможность представить и

интерпретировать учебный материал раздела по форме трех ступеней: образно-наглядном, модельном и теоретико-понятийном виде. Для реализации формы электронных учебников за основу взята разработка Н.И. Пака и Н.Б. Амангазы углы, демонстрирующая трансформацию образовательных ресурсов в пользу учебников-трансформеров, адаптированная под потребности системы среднего профессионального образования.

Результаты. На основе применения ментального подхода в системе среднего профессионального образования разработано содержание, и структура учебника-трансформера по разделу «Информационное моделирование» дисциплины «Информатика», составлены ментальные схемы модуля, предложено примерное содержание блоков вопросов для освоения модуля программы.

Выводы. Применение ментального подхода системе среднего профессионального образования при освоении обучающимися основного раздела дисциплины «Информатика» «Информационное моделирование» способствует повышению интерактивности при проведении лекций и практических занятий, организации контроля и самоконтроля знаний обучающихся.

Ключевые слова: обучение информатике в СПО, ментальный подход, информационное моделирование, ФГОС СПО, учебник-трансформер.

Ksenia E. Timofeeva

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

Mastering by Students of the Secondary Vocational Education System of the Main Section “Information Modeling” of the Discipline Program “Informatics” on the Basis of the Mental Approach

Purpose. The purpose of the article is to substantiate the use of the mental approach in the system of secondary vocational education when students master the main section “Information Modeling” of the discipline “Informatics”.

Research methodology. The idea of the study is related to the implementation of the mental approach in the system of secondary vocational education when students master one of the main sections of the sample work program of the general educational discipline “Informatics”, compiled by the authors of the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education “Institute for the Development of Professional Education”. The use of the mental approach in studying the section devoted to information modeling is implemented on the basis of its two stages: at the first

stage, connections are formed between the areas of the sensory zone and their model representations, at the second stage of training, the acquired intuitive experience is systematized using the concepts and terms of the subject area “Informatics”, as well as the section “Information Modeling”. To implement the mental approach, mental electronic textbooks are used, which make it possible to present and interpret the educational material of the section in the form of three levels: figurative-visual, model and theoretical-conceptual form. To implement the form of electronic textbooks, the development of N. Pak and N. Amangazy ugly was taken as a basis, demonstrating the transformation of educational resources in favor of transformer textbooks, adapted to the needs of the secondary vocational education system. Results. Based on the application of the mental approach in the sys-

tem of secondary vocational education, the content and structure of the transformer textbook for the section "Information Modeling" of the discipline "Informatics" were developed, mental schemes of the module were compiled, an approximate content of question blocks for mastering the program module was proposed.

Conclusions. The application of the mental approach to the system of secondary vocational education in the mastering by students of the

main section of the discipline "Informatics" "Information Modeling" contributes to increased interactivity in lectures and practical classes, the organization of control and self-control of students' knowledge.

Keywords: teaching Informatics in secondary vocational education, mental approach, information modeling, Federal State Educational Standard of Secondary Vocational Education, transformer textbook.

Постановка проблемы

Актуальные запросы экономики требуют от выпускников системы среднего профессионального образования (далее — СПО) высокого уровня подготовки, умения конструировать вопросы, отвечать на них, а также мыслить системно и стратегически в процессе профессиональной деятельности. Специалисту очень важно уметь видеть взаимосвязи на всех уровнях, создавать компактные структуры из набора компонентов и уметь упорядочить свою деятельность в соответствии с поставленными задачами.

В систему СПО приходят обучающиеся, имеющие уровень мотивации и подготовки ниже, чем контингент, который претендует на получение высшего образования. Применение ментального подхода способствует структурированию знаний по дисциплине «Информатика», помогает эффективно прорабатывать информационные модели в процессе освоения модуля и способствует формированию системного мышления.

На том основании, представляет интерес создание учебника-трансформера, по разделу «Информационное моделирование» дисциплины «Информатика» на основе ментального подхода.

Целью статьи является обоснование предложенной модели учебника-трансформера по разделу «Информационное моделирование» дисциплины «Информатика», разработанного на основе ментального подхода.

Обзор литературы

В.П. Беспалько [3] описал в своей работе радикально но-

вый подход ко всей образовательной работе, открывшийся с приходом информационных технологий. Указал на возможность индивидуализации образовательного процесса и возможность повышения качества усвоения учебного материала.

Е.В. Асауленко [1] изложил концепцию искусственного интеллекта с позиции ментальных схем.

Е.К. Хеннер [11] проанализировал и изложил понятие «вычислительное мышление», как с точки зрения его интуитивного понимания, так и в научно-прикладных аспектах. Описал, как эволюционировало данное мышление в процессе развития технических и программных средств информатики.

Результаты работы Л.Л. Босовой [4], были адаптированы под запросы системы среднего профессионального образования. Являясь автором самого распространённого УМК по информатике в Российской Федерации Л.Л. Босова, в своих трудах описала цифровые навыки современного школьника и возможности их формирования в школьном курсе информатики.

Б. Минто [8] для развития структурного мышления предложила метод пирамиды. Развитие данного вида мышления, по версии автора, способствует формированию навыка находить взаимосвязи, разбивать целое на компоненты, создавать целостные структуры и планировать оптимальный способ решения проблемы.

Н.И. Пак, Д.А. Бархатова, Л.Б. Хегай [10] изложили концепцию применения метода пирамиды в современных условиях цифровизации образования.

Н.И. Пак, Е.Г. Потупчик, Л.Б. Хегай [9] описали в своих трудах концепцию трансформационных и перевернутых электронных учебников.

П.С. Ломаско и В.Ю. Мокрый [6] описали особенности структуры и содержания «перевернутых» учебных ресурсов, построенных с учетом когнитивных и психосоциальных особенностей современного «цифрового» поколения.

Е.С. Кокорина, Д.А. Королева., Д.С. Червоненко, Т.В. Шенцева, Я.С. Шер, С.О. Шиманская [5] описали процесс создания и использования образовательного контента в контексте создания уроков для обучения онлайн.

О.В. Маркелова [7] раскрыла и описала методику развития познавательной активности студентов системы среднего профессионального образования в процессе обучения информатике.

Ученые И.В. Баженова и Н.И. Пак [2] описали проективно-рекурсивную технологию обучения в личностно-ориентированном образовании, которую целесообразно использовать в процессе применения ментального подхода для системы среднего профессионального образования на занятиях по информатике в рамках раздела «Информационное моделирование».

Методология исследования

Идея исследования связана с реализацией ментального подхода на занятиях по информатике при освоении студентами системы среднего профессионального образования основного раздела «Информационное моделиро-

вание» программы курса «Информатика».

Применение ментального подхода имеет два основных этапа: на первом этапе формируются связи между областями чувственной зоны и их модельными представлениями, на основе метода пирамиды Б. Минто. На втором этапе обучения происходит систематизация полученного интуитивного опыта с помощью понятий и терминов предметной области «Информатика», и раздела «Информационное моделирование», представленного в виде дерева вопросов. Для реализации ментального подхода используются ментальные электронные учебники, которые дают возможность представить и интерпретировать учебный материал раздела по форме трех ступеней: образно-наглядном, модельном и теоретико-понятийном виде. Для реализации формы электронных учебников за основу взята разработка Н.И. Пака и Н.Б. Амангазы углы, демонстрирующая трансформацию образовательных ресурсов в пользу учебников-трансформеров, адаптированная под потребности системы среднего профессионального образования. Наглядно структура реализации ментального подхода при освоении студентами системы среднего профессионального образования раздела «Информационное моделирование» представлена на рис. 1.

Таким образом, основой при освоении курса «Информатика» раздела «Информационное моделирование» является ментальный подход, применение которого реализуется в два этапа: формирование связей между областями чувственной зоны и их модельными представлениями осуществляется при помощи метода пирамиды Б. Минто; систематизация полученного чувственного опыта с помощью понятий и терминов раздела «Информационное моделирование» предмет-

ной области «Информатика» достигается с помощью дерева вопросов.

Организационно-методические решения

Внимание и мотив к познанию в процессе изучения раздела «Информационное моделирование» целесообразно повышать применением техник и методов, к которым прибегают создатели развлекательного контента. К таким методам и техникам относят визуализацию при помощи ментальных карт и схем, дозирование образовательного контента, вопросный формат учебного материала. Следует отметить, что вопросный способ обучения не является для студентов новым, они уже имеют навык работы со многими поисковыми сервисами.

Студентам представляется дерево вопросов по разделу дисциплины, в данном случае раздела «Информационное моделирование», на которые необходимо ответить. Каждый из представленных вопросов можно разбить на подвопросы, подвопросы еще на серию подвопросов и так далее. Данный

прием позволяет создавать дорожную карту анализа проблемы и приводит от теоретической постановки вопроса к его практической реализации. Практическая реализация достигается при помощи выполнения практической работы, к которой приводит дорожная карта, состоящая из предшествующих теоретических вопросов и подвопросов.

Следует отметить, что данный прием позволяет отсекавать тупиковые ветви, которые не приводят к практической реализации прорабатываемой темы раздела. Иными словами, студенты не будут уделять много времени вопросам, которые не приводят к практической реализации рассматриваемой темы и не имеют практической ценности.

Схему, содержащую вопросы только теоретического характера, можно представить в любом из текстовых редакторов, если необходимо дополнить схему ссылками на практические работы — можно использовать гиперссылки в текстовом файле. Если есть необходимость представить дерево вопросов полноценно, с логическим результатом в виде

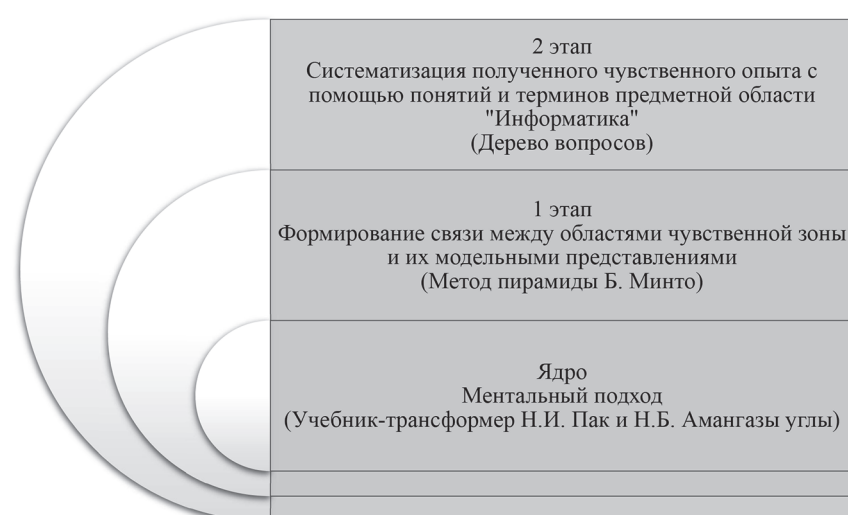


Рис. 1. Структура реализации ментального подхода при освоении студентами системы среднего профессионального образования раздела «Информационное моделирование»

Fig. 1. The structure of the implementation of the mental approach in the development of the section "Information Modeling" by students of the secondary vocational education system

размещенной на облачном диске практической работой, доступной для непосредственного выполнения, то следует использовать облачные хранилища, в которых есть возможность для работы с графическими и текстовыми редакторами (например, Яндекс диск и так далее). Для создания ментальной карты в данном случае использовалось программное обеспечение XMind, фрагменты разработанного учебника представлены в статье на пронумерованных рисунках.

Результаты исследования

Дерево вопросов представляет интерес при создании перевернутых учебных ресурсов.

Для начала представим структуру раздела «Информационное моделирование» в виде ментальной схемы (рис. 2), затем переведем ее в дерево вопросов.

Пример построения дерева вопросов по разделу программы информатика раздела «Информационное моделирование» представлен на рис. 3. и актуально для всех профессий системы среднего профессионального образования при реализации ментального подхода.

Раздел «Информационное моделирование» включает в себя 4 подраздела (темы), которые, в свою очередь, так же включают в себя от двух до шести подразделов. Подраздел первый «Модели и моделирование. Этапы моделирования» состоит из следующих компонентов:

- представление о компьютерных моделях;
- виды моделей;
- адекватность модели;
- основные этапы компьютерного моделирования.

Подраздел второй «Этапы моделирования» состоит из компонентов:

- структура информации;
- списки, графы, деревья;
- алгоритм построения дерева решений.

Подраздел третий «Математические модели в профессиональной области» включает в себя следующие компоненты:

- алгоритмы моделирования кратчайших путей между вершинами (Алг. Дейкстры, Метод динам. прогр.);
- элементы теории игр (выигрышная стратегия).

Подраздел четвертый «Понятие алгоритма и основные алгоритмические структуры» является самым объемным и состоит из следующих компонентов:

- понятие алгоритма;
- свойства алгоритма;
- способы записи алгоритма;
- основные алгоритмические структуры;
- запись алгоритмов на языке программирования (Java);
- анализ алгоритмов с помощью трассировочных таблиц.

При разработке дерева вопросов целесообразно полагаться на изложенную выше структура раздела «Информационное моделирование».

Представим ветвь «Модели и моделирование. Этапы моделирования» в виде дерева вопросов и продолжим ее до логического завершения (рис.3). Главная ветвь обозначенной тематики расходится на 37 ответвлений, из каждого вытекают еще по 2-3, отвечая на которые, студент может сформировать связь между понятиями темы и прийти к однозначному ответу, отсекая тупиковые пути.

Таким образом, происходит формирование связей между областями чувственной зоны и их модельными представлениями и, затем, осуществляется систематизация полученного чувственного опыта с помощью понятий и терминов раздела «Информационное моделирование» предметной области «Информатика».

Данная схема является примерной для рассматриваемого раздела, можно предложить

каждому студенту придумать такую схему самостоятельно, или предоставить пустой шаблон с обозначенным количеством вопросов. В данном исследовании целесообразно привести несколько примеров проделанной с деревом вопросов работы, а затем продемонстрировать в виде скриншота итоговый вариант дерева вопросов по разделу «Информационное моделирование», созданного в среде XMind.

Ветвь по теме «Списки, графы, деревья» одноименного раздела приведена на рис.4.

На рисунке 3 изображена ветвь дерева вопросов, итогом которого является четко сформулированное научное определение. Говоря об определении понятия «модель» студент, в процессе внутреннего диалога обращается к имеющемуся бытовому опыту, ищет в своей памяти примеры моделей, с которыми ему уже приходилось сталкиваться и извлекает основные характеристики модели. Таким образом, разбивая один вопрос на серию подвопросов формируется связь между чувственным опытом и понятиями предметной области.

Таким же образом происходит изучение темы «Виды моделей». Данная тема насчитывает 37 ответвлений, содержащих в себе обобщенные способы классификации моделей по определенному признаку. Классификация заканчивается тупиковыми ответвлениями, содержащими определения понятий каждого типа моделей. В виду большого количества ветвей представить на печатном носителе дерево полностью, не представляется возможным.

Следует отметить, что обучающийся может начать изучение и с тупиковой ветви, продвигаясь с права на лево.

Применять ментальный подход можно также в целях промежуточного или итогового контроля, предлагая об-

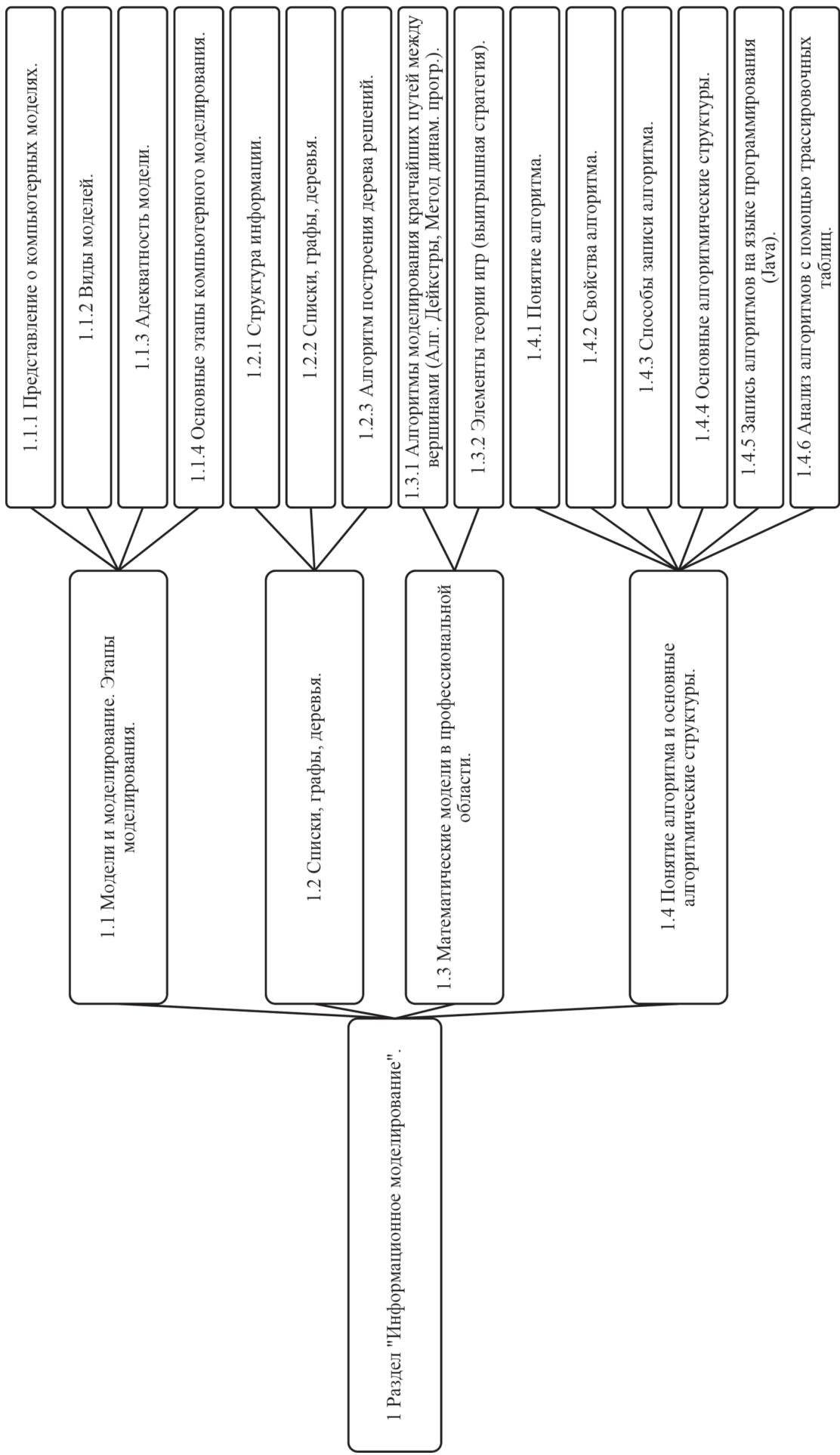


Рис. 2. Структура раздела «Информационное моделирование» в виде ментальной схемы
Fig. 2. Structure of the section “Information Modeling” in the form of a mental diagram

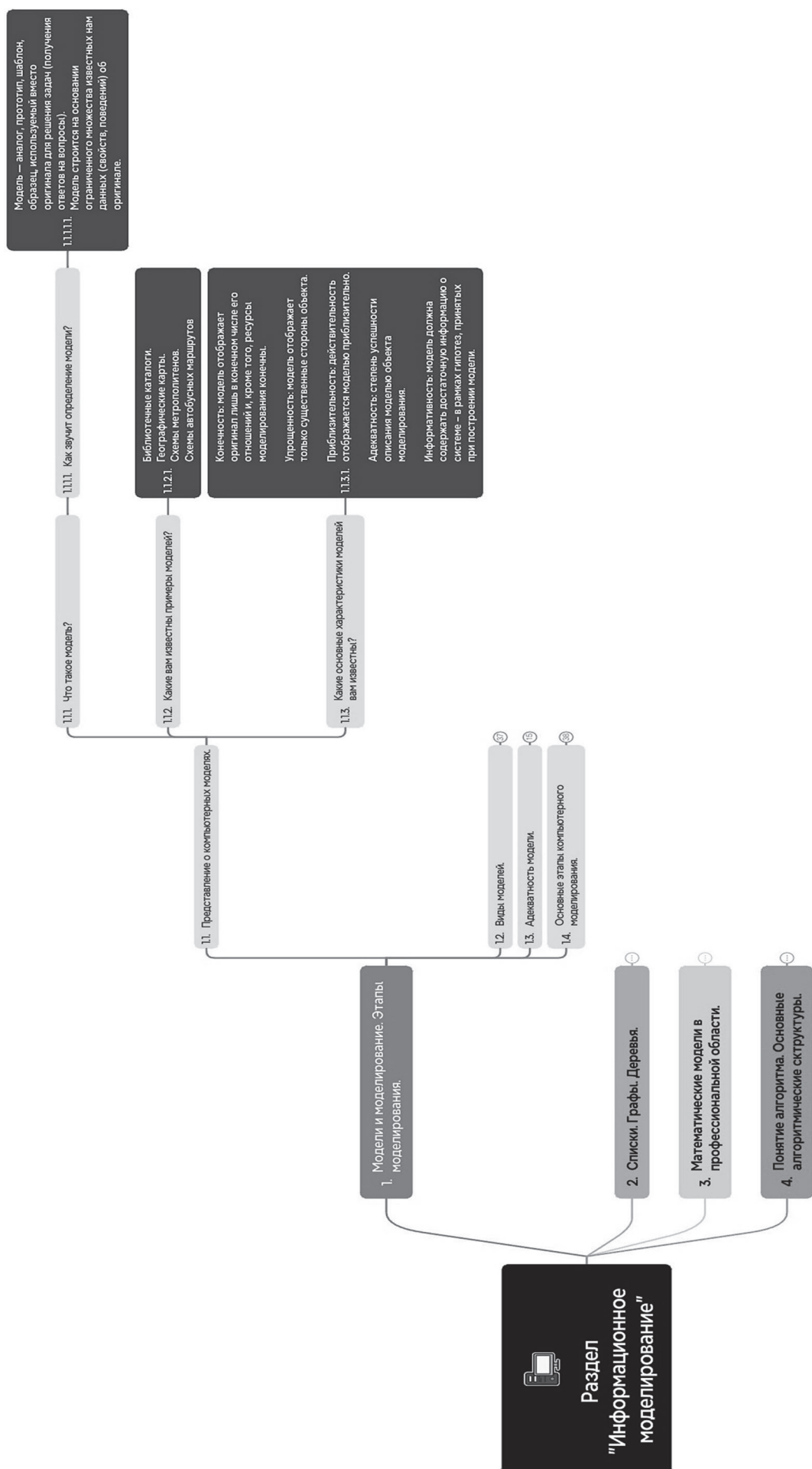


Рис. 3. Структура ветви «Модели и моделирование. Этапы моделирования», тема «Представление о компьютерных моделях»
Fig. 3. Structure of the branch "Models and modeling. Modeling stages" of the topic "Introduction of computer models"



Рис. 4. Структура ветви «Понятие алгоритма. Основные алгоритмические структуры», тема «Запись алгоритмов на языке программирования Java»
Fig. 4. Structure of the branch “Concept of an algorithm. Basic algorithmic structures” of the topic “Writing algorithms in the Java programming language”

учающимся поработать с поисковыми сервисами (или традиционными учебниками) и составить свое дерево по изучаемой теме. Критерии оценивания в данном случае могут быть следующими: логика компоновки материала, иерархичность при выборе основной ветви и развернутость ответов на сформулированные самим же обучающимся вопросы. Так же целесообразно выделить в отдельный критерий умение составлять вопросы.

Описанным выше способом, происходит изучение каждого подраздела. Одной из основных тем, при формировании у обучающихся системного мышления, является подраздел «Понятие алгоритма. Основные алгоритмические структуры». Его изучение подразумевает рассмотрение таких тем, как:

- понятие алгоритма;
- свойства алгоритма;
- способы записи алгоритма;

– основные алгоритмические структуры;

– запись алгоритмов на языке программирования (в нашем случае - Java);

– анализ алгоритмов с помощью трассировочных таблиц.

Общее количество ответов от тем подраздела составляет 358, на том основании целиком дерево вопросов приводить не целесообразно, но рассмотрим ветвь изучения языка программирования более детально. В рассматриваемом случае обучающиеся знакомятся с языком Java. Каркас изучения темы состоит из 45 вопросов, которые разветвляются на последующие подвопросы и так до полного логического разбиения темы. Каждый вопрос заканчивается тупиковой ветвью с примером практической работы в программной среде, которую обучающемуся необходимо вос-

произвести (рис. 4).

Таким образом, отвечая на вопросы и применяя сразу же полученные знания на практике, обучающийся может эффективно усваивать основные алгоритмические структуры языка программирования. В общем смысле, по этой схеме можно разложить на дерево вопросов любой, изучаемый на курсе, язык программирования.

Схема построения дерева вопросов в данном случае имеет типовую структуру, представленную на рис. 5.

Четкое структурирование материала делает процесс обучения максимально прозрачным и упорядоченным. При применении ментального подхода обучающиеся на занятиях по информатике продемонстрировали большую вовлеченность в учебный процесс, высокий уровень познавательной активности. Прием обмена вопросными деревьями, составлен-

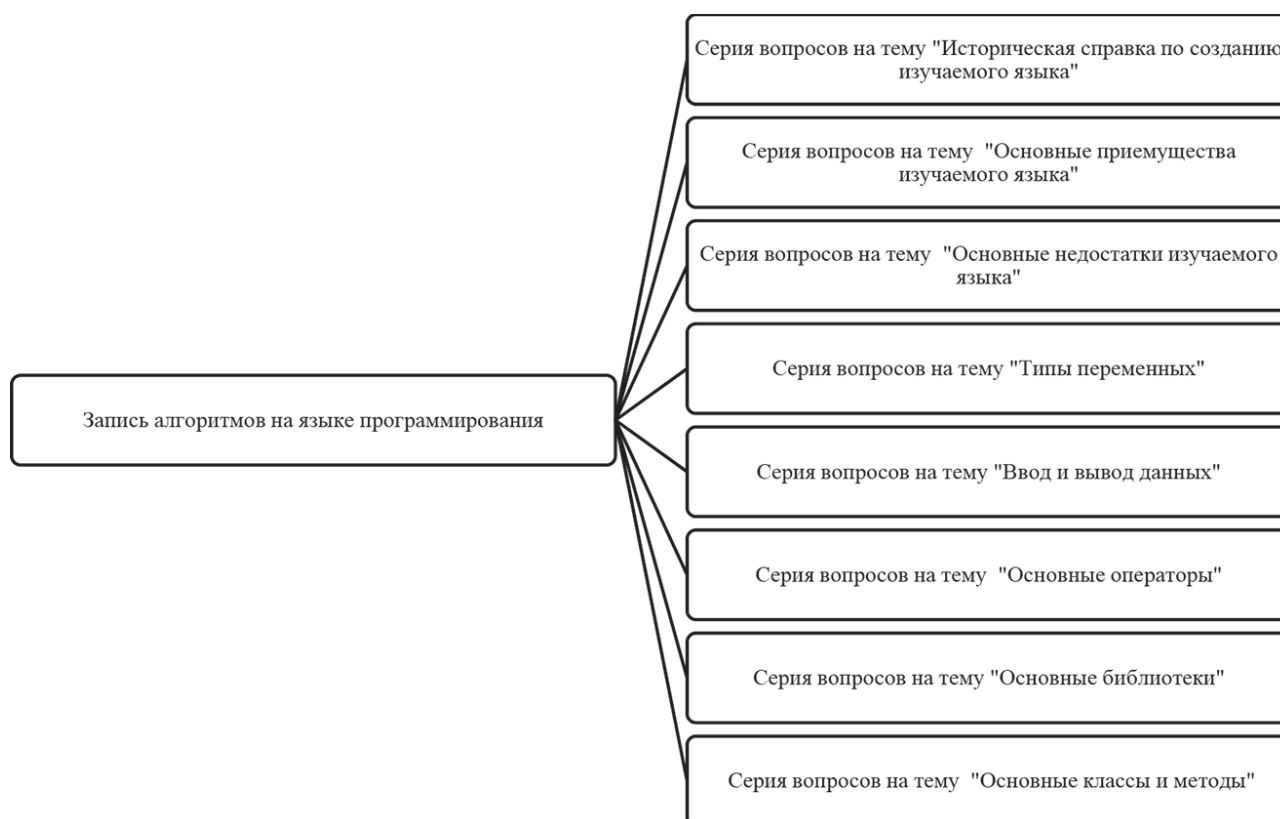


Рис. 5. Схема построения дерева вопросов ветви «Понятие алгоритма. Основные алгоритмические структуры» тема «Запись алгоритмов на языке программирования Java»

Fig. 5. Scheme of constructing a tree of questions of the branch "Concept of an algorithm. Basic algorithmic structures" of the topic "Recording algorithms in the Java programming language"

ными в рамках контрольной работы по подразделам, помог сделать психологическую атмосферу на занятиях комфортной и наладить внутри группы устойчивые эмоциональные связи между студентами.

Заключение

Разработанное содержание и структура учебника-трансформера по разделу «Информационное моделирование»

дисциплины «Информатика» с примерным содержанием блоков вопросов удалось эффективно интегрировать в учебный процесс. Обучающиеся смогли поработать с готовым деревом вопросов, а также научились составлять свои в программной среде.

На основе применения ментального подхода в системе среднего профессионального образования на занятиях по информатике удалось достиг-

нуть повышения интерактивности, большей вовлеченности в учебный процесс студентов. Применение ментального подхода при организации контроля и самоконтроля знаний обучающихся облегчило процесс систематизации полученных знаний и способствовало формированию комфортной психологической атмосферы и формированию устойчивых эмоциональных связей внутри группы.

Литература

1. Асауленко Е.В. Искусственный интеллект с позиции ментальных схем [Электрон. ресурс] // Открытое образование. 2014. № 4. С. 50–54. Режим доступа: https://openedu.rea.ru/jour/article/view/121?locale=ru_RU (Дата обращения: 13.06.2024).
2. Баженова И.В., Пак Н.И. Проективно-рекурсивная технология обучения в личностно-ориентированном образовании [Электрон. ресурс] // Педагогическое образование в России. 2016. № 7. С. 7–13. Режим доступа: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/4387> (Дата обращения: 13.06.2024).
3. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) [Электрон. ресурс]. М.: МПСИ, 2002. 215 с. Режим доступа: https://www.koob.ru/bespalko/obrazovaniye_i_obucheniye (Дата обращения: 13.06.2024).
4. Босова Л.Л. Цифровые навыки современного школьника и возможности их формирования в школьном курсе информатики [Электрон. ресурс] // Информатика в школе. 2020. № 7. С. 5–9. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-7-5-9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44136586> (Дата обращения: 13.06.2024).
5. Кокорина Е.С., Королева Д.А., Червоненко Д.С., Шенцева Т.В., Шер Я.С., Шиманская С.О. Создание и использование образовательного контента: уроки для онлайн-обучения [Электрон. ресурс]. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 48 с. Режим доступа: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/429930072.pdf> (Дата обращения: 13.06.2024).
6. Ломаско П.С., Мокрый В.Ю. Анализ причин неуспеваемости слушателей в процессе реализации онлайн-курсов повышения квалификации [Электрон. ресурс] // Дистанционное обучение в высшем образовании: опыт, проблемы и перспективы развития. СПб.: Издательство СПГУП, 2019. С. 130–151. Режим доступа: <http://is.ku.edu.kz/publishings/%7BF321E373-0755-4FE8-8630-350A23041726%7D.pdf> (Дата обращения: 13.06.2024).
7. Маркелова О.В. Методика развития познавательной активности студентов техникума в процессе обучения информатике: дис. ... канд. пед. наук. [Электрон. ресурс]. Красноярск, 2019. Режим доступа: https://research.sfu-kras.ru/sites/research.sfu-kras.ru/files/Dissertaciya_Markelova.pdf (Дата обращения: 13.06.2024).
8. Минто Б. Золотые правила Гарварда и McKinsey. Правила магической пирамиды для делового письма [Электрон. ресурс]. М.: РОСМЭН-ПРЕСС, 2004. 192 с. Режим доступа: <http://kyiv-heritage-guide.com/sites/default/files/МИНТО%20-%20Золотые%20правила%20Гарварда%20и%20McKinsey%202004%20192с.pdf> (Дата обращения: 13.06.2024).
9. Пак Н.И., Потупчик Е.Г., Хегай Л.Б. Концепция трансформационных и перевернутых электронных учебников // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2020. Т. 17. № 2. С. 153–168. DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-2-153-168.
10. Пак Н.И., Бархатова Д.А., Хегай Л.Б. Метод пирамиды в условиях цифровизации образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2022. Т. 19. № 1. С. 7–19. DOI: 10.22363/2312-8631-2022-19-1-7-19.
11. Хеннер Е.К. Вычислительное мышление [Электрон. ресурс] // Образование и наука. 2016. № 2. С. 18–33. Режим доступа: <https://www.edscience.ru/jour/article/viewFile/572/495> (Дата обращения: 13.06.2024).

References

1. Asaulenko Ye.V. Artificial Intelligence from the Position of Mental Schemes [Internet]. Otkrytoye obrazovaniye = Open Education. 2014; 4: 50–54. Available from: https://openedu.rea.ru/jour/article/view/121?locale=ru_RU (cited 13.06.2024). (In Russ.)
2. Bazhenova I.V., Pak N.I. Projective-recursive teaching technology in personality-oriented education [Internet]. Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia. 2016; 7: 7–13. Available from: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/4387> (cited 13.06.2024). (In Russ.)
3. Bepal'ko V.P. Obrazovaniye i obucheniye s uchastiyem komp'yuterov (pedagogika tret'yego tysyacheletiya) = Education and training with the participation of computers (pedagogy of the third millennium) [Internet]. Moscow: MPSI; 2002. 215 p. Available from: https://www.koob.ru/bespalko/obrazovaniye_i_obucheniye (cited 13.06.2024). (In Russ.)
4. Bosova L.L. Digital skills of a modern schoolchild and the possibilities of their formation in a school computer science course [Internet]. Informatika v shkole = Computer science at school. 2020; 7: 5–9. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-7-5-9. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44136586> (cited 13.06.2024). (In Russ.)
5. Kokorina Ye.S., Koroleva D.A., Chervonenko D.S., Shentseva T.V., Sher Ya.S., Shimanskaya S.O. Sozdaniye i ispol'zovaniye obrazovatel'nogo kontenta: uroki dlya onlayn-obucheniya = Creation and use of educational content: lessons for online learning [Internet]. Moscow: National Research University Higher School of Economics; 2020. 48 p. Available from: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/429930072.pdf> (cited 13.06.2024). (In Russ.)
6. Lomasko P.S., Mokryy V.YU. Analysis of the reasons for the failure of students in the process of implementing online advanced training courses. Distantionnoye obucheniye v vysshem obrazovanii: opyt, problemy i perspektivy razvitiya = Distance learning in higher education: experience, problems and development prospects [Internet]. Saint Petersburg: Publishing house of St. Petersburg State University of Economics; 2019: 130–151. Available from: <http://is.ku.edu.kz/publishings/%7BF321E373-0755-4FE8-8630-350A23041726%7D.pdf> (cited 13.06.2024). (In Russ.)
7. Markelova O.V. Metodika razvitiya poznavatel'noy aktivnosti studentov tekhnikuma v protsesse obucheniya informatike: dis. ... kand. ped. nauk. = Methodology for developing cognitive activity of technical school students in the process of teaching computer science: dis. ... Cand. Ped. Sciences [Internet]. Krasnoyarsk; 2019. Available from: https://research.sfu-kras.ru/sites/research.sfu-kras.ru/files/Dissertaciya_Markelova.pdf (cited 13.06.2024). (In Russ.)
8. Minto B. Zolotyye pravila Garvarda i McKinsey. Pravila magicheskoy piramidy dlya delovogo pis'ma = Golden rules of Harvard and McKinsey. Rules of the magic pyramid for business writing [Internet]. Moscow: ROSMEN-PRESS; 2004. 192 p. Available from: <http://kyiv-heritage-guide.com/sites/default/files/MINTO%20-%20Zolotyye%20pravila%20Garvarda%20i%20McKinsey%202004%20192s.pdf> (cited 13.06.2024). (In Russ.)
9. Pak N.I., Potupchik Ye.G., Kheday L.B. The concept of transformational and inverted electronic textbooks. Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya = Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education. 2020; 17; 2: 153–168. DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-2-153-168. (In Russ.)
10. Pak N.I., Barkhatova D.A., Kheday L.B. The pyramid method in the context of digitalization of education. Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of education. 2022; 19; 1: 7–19. DOI: 10.22363/2312-8631-2022-19-1-7-19. (In Russ.)
11. Khenner Ye.K. Computational thinking [Internet]. Obrazovaniye i nauka = Education and Science. 2016; 2: 18–33. Available from: <https://www.edscience.ru/jour/article/viewFile/572/495> (cited 13.06.2024). (In Russ.)

Сведения об авторе

Ксения Евгеньевна Тимофеева

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
Красноярск, Россия
Эл. почта: domuzhneva@gmail.com

Information about the author

Ksenia E. Timofeeva

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev,
Krasnoyarsk, Russia
E-mail: domuzhneva@gmail.com



Искусственный интеллект в обучении программированию студентов педагогического вуза

Цель исследования. Современное образование подвергается значительным изменениям. Технологии искусственного интеллекта внедряются в образовательную практику вузов, в том числе и педагогических. Данные технологии имеют большие возможности. Однако необходимо более глубокое изучение влияния и роли искусственного интеллекта не только в образовательном процессе вуза в целом, но и в специфике преподавания отдельных дисциплин, включая программирование для будущих учителей информатики. Проблема использования искусственного интеллекта в обучении студентов педагогических вузов является актуальной. Статья посвящена обоснованию роли искусственного интеллекта в процессе обучения программированию студентов, будущих учителей информатики и исследованию возможности его результативного применения в реальном учебном процессе.

Материалы и методы. Выполнен анализ научных публикаций в области использования искусственного интеллекта в образовательном процессе вуза и анализ научно-методической литературы по обучению программированию студентов педагогических вузов. Проанализированы средства искусственного интеллекта, используемые в профессиональной разработке программного обеспечения. Проведен эксперимент по использованию в курсе программирования на Python для студентов педагогического вуза онлайн среды разработки Replit с технологией искусственного интеллекта. Выполнено анкетирование студентов в начале и после завершения учебного курса.

Результаты исследования. Традиционно в обучении программированию студентов 1 курса Красноярского государственного педагогического университета используется авторский электронный учебный курс, разработанный в среде Moodle, тренажёр по программированию с автоматизированной проверкой решений, IDLE Python и онлайн компиляторы. Данные средства обучения

были дополнены онлайн средой разработки Replit с технологией искусственного интеллекта. По результатам эксперимента показано, что использование онлайн среды разработки Replit с технологией искусственного интеллекта при обучении программированию студентов педагогического вуза помогает в написании и отладке кода, делает курс менее сложным, это подтверждается результатами анкетирования студентов, также показывающими, что большинство студентов отдают свое предпочтение данной среде разработки. По окончании освоения студентами курса программирования отмечается значительный рост в самооценке уровня программирования, что подтверждается учебными результатами.

Заключение. Роль искусственного интеллекта в процессе обучения студентов программированию может быть значительна и полезна как для преподавателя, так и для обучаемых. В частности, использование искусственного интеллекта помогает студенту в написании и отладке кода, упрощает процесс объяснения преподавателем способов разработки алгоритма и составления программы. На примере интегрированной онлайн-среды Replit, имеющей встроенный искусственный интеллект, показаны ее возможности для результативного обучения студентов программированию.

В результате статьи подтверждается необходимость дальнейшего исследования и разработки методического обеспечения для успешного интегрирования искусственного интеллекта в процесс обучения студентов педагогических вузов в области программирования.

Ключевые слова: искусственный интеллект в обучении программированию, среда разработки Replit, методика обучения программированию, искусственный интеллект в программировании.

Irina A. Yashina

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

Artificial Intelligence in Teaching Programming to Students of Pedagogical University

The purpose of the study. Modern education is undergoing significant changes. Artificial intelligence technologies are being introduced into the educational practice of universities, including pedagogical universities. These technologies have great opportunities. However, there is a need for a deeper study of the influence and role of artificial intelligence not only in the educational process of the university as a whole, but also in the specifics of teaching individual disciplines, including programming for future teachers of computer science. The problem of using artificial intelligence in teaching students of pedagogical universities is urgent. The article is devoted to the substantiation of the role of artificial intelligence in the process of teaching programming to students, future teachers of computer science and the study of the possibility of its effective application in the real educational process.

Materials and methods. The analysis of scientific publications in the field of using artificial intelligence in the educational process of higher education institution and the analysis of scientific and

methodological literature on teaching programming to students of pedagogical universities were performed. Artificial intelligence tools used in professional software development have been analyzed. The experiment of using the online development environment Replit with artificial intelligence technology in Python programming course for students of pedagogical university was carried out. A questionnaire survey of students at the beginning and after the completion of the course was carried out.

The results of the study. Traditionally, the author's e-learning course developed in the Moodle environment, programming simulator with automated solution checking, IDLE Python and online compilers are used in teaching programming to 1st year students of Krasnoyarsk State Pedagogical University. These learning tools were supplemented with Replit online development environment with artificial intelligence technology. According to the results of the experiment it is shown that the use of online development environment Replit

with artificial intelligence technology in teaching programming to students of pedagogical university helps in writing and debugging code, makes the course less complex, this is confirmed by the results of questionnaire survey of students, also showing that most students give their preference to this development environment. At the end of the students' mastering of the programming course, there is a significant growth in self-assessment of the programming level, which is confirmed by the learning results.

Conclusion. The role of artificial intelligence in the process of teaching students programming can be significant and useful for both the instructor and the students. In particular, the use of artificial intelligence helps the student in writing and debugging code, simpli-

fies the process of explaining to the instructor the ways of algorithm development and program compilation. The example of the integrated online environment Replit, which has built-in artificial intelligence, shows its possibilities for effective training of students in programming. As a result, the article confirms the need for further research and development of methodological support for the successful integration of artificial intelligence in the process of teaching students of pedagogical universities in the field of programming.

Keywords: artificial intelligence in teaching programming, Replit development environment, programming teaching methodology, artificial intelligence in programming.

Введение

Стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий трансформирует многие сферы жизни современного человека. Образование также подвергается значительным изменениям, это обусловлено тем, что современные дети сильно отличаются от предыдущих поколений обучающихся, большинство из них к школьному возрасту уже свободно обращаются с цифровыми технологиями. Актуальность данной работы обусловлена развитием технологий искусственного интеллекта (далее по тексту ИИ) и внедрением их в сферу образования, в том числе в подготовку будущих учителей. Задача данного исследования – обоснование роли искусственного интеллекта в процессе обучения программированию студентов, будущих учителей информатики и исследование возможности его результативного применения в учебном процессе.

Цель применения искусственного интеллекта в вузах заключается в улучшении педагогического процесса и обеспечении подготовки специалистов, обладающих не только профессиональными, но и цифровыми навыками. В отечественной практике есть примеры эффективного использования технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе вуза. Так в Томском государственном университете (ТГУ), внедрены курсы, основанные на искус-

ственном интеллекте, однако из-за ограниченного финансирования не все из них в настоящее время поддерживаются. ИИ-платформы, разработанные в ТГУ, и их зарубежные конкуренты, такие как Squirrel (обучение математике), Voxu (обучение английскому языку) и другие, зарекомендовали себя как методические инструменты для адаптивного и персонализированного обучения [1].

Анализ публикаций по данной проблеме показывает необходимость выявления практической роли и функций искусственного интеллекта в высшем педагогическом образовании.

Согласимся с авторским коллективом Омского государственного педагогического университета, что «несмотря на то, что технологии искусственного интеллекта только начинают внедряться в современную образовательную практику на уровне вспомогательных средств, уже сейчас можно говорить о том, что их возможности достаточно широки и будут раскрыты в будущем, поэтому необходимо осмысление роли данных технологий в образовательной деятельности педагогического вуза» [2]. Авторами выделен ряд свойств искусственного интеллекта, которые они отнесли к его сильным сторонам и возможностям использования в образовательном процессе педагогического вуза. Вот некоторые из них:

– Улучшение администрирования образовательного процесса

– Индивидуализация процесса обучения

– Объективное и своевременное оценивание и контроль результатов студентов

– Глобальный доступ к образованию

Представленному списку сильных сторон и возможностей искусственного интеллекта в образовательном процессе авторы противопоставляют его свойства, относящиеся к слабым сторонам и рискам использования. Представим некоторые из них, которые, на наш взгляд, могут проявляться при внедрении искусственного интеллекта в учебный процесс отдельных дисциплин:

– Недостаточное научное и методическое обеспечение использования искусственного интеллекта в образовании

– Проблемы организации и реализации воспитания

– Высокая стоимость

Несмотря на выявленные недостатки и потенциальные риски применения искусственного интеллекта в образовательном процессе педагогических вузов, в настоящее время наблюдается его постепенная интеграция в образовательный процесс на уровне отдельных компонентов.

Работа коллег из Томского педагогического университета, посвященная практическим аспектам включения искусственного интеллекта в образовательный процесс педагогического вуза, раскрывает образовательные функции нейронных сетей (одного из видов искусственного интеллекта) и затрагивает вопросы

аватаров и антропоморфных ассистентов. Рассмотрим две функции, наиболее интересные, на наш взгляд, в обучении будущих педагогов. Авторами выделена коммуникационная функция, благодаря которой искусственный интеллект может упростить процесс объяснения материала преподавателем, стать посредником в общении или оптимизировать процесс подготовки преподавателем ряда описаний по заданиям различной сложности для обучающихся. Авторы отмечают, что «функция обучения с использованием средств ИИ внедряется, например, в японских школах, где не имитирующий внешность человека мобильный андроид проводит с детьми занятия по изучению иностранного языка. В России имеются попытки создания виртуального учителя-логопеда и преподавателя-программиста на основе ИИ» [3].

Согласимся с мнением авторов, что «в то время как роль технологий ИИ в жизни людей возрастает, будущие учителя информатики могут быть включены в процесс внедрения ИИ в образование, находя ему применение в данной сфере, используя технологии ИИ в своих проектах, вызывая интерес к перспективным технологиям у детей» [4].

Обучение программированию одна из актуальных проблем в подготовке будущих учителей информатики, подтверждением чего являются работы по выявлению условий эффективного обучения и усовершенствованию методики обучения на основе различных подходов [4-7]. Содержание и методы обучения программированию должны соответствовать современному состоянию языков, методов и технологий программирования и перспективам их развития. Цель данного исследования заключается в обосновании роли искусственного интеллекта в процессе обучения программированию

бакалавров педагогического образования по направлению «Математика и информатика» и исследовании возможности его результативного применения в учебном процессе.

Искусственный интеллект в программировании

В настоящее время искусственный интеллект становится неотъемлемой частью многих областей, в том числе и программирования. Использование ИИ в разработке программного обеспечения открывает перед программистами уникальные возможности для улучшения процессов создания, оптимизации кода, автоматизации задач и даже создания инновационных решений. ИИ не просто новый инструмент в арсенале разработчика, это полноценный активный участник в процессе создания и оптимизации программного кода [8].

Помимо генерации кода ИИ, как правило может найти ошибки в коде и объяснить сгенерированный или предложенный ему код. Такие возможности ИИ и его активное использование в профессиональной разработке программного обеспечения приводит к мыслям об использовании ИИ при обучении программированию.

Основной навык написания кода приобретается студентами за счет самостоятельной работы. Безусловно в этом процессе могут возникать затруднения, которые можно попытаться решить самостоятельно или с чьей-либо помощью. Оставаясь один на один с проблемой, не каждый студент способен справиться и не каждый может получить своевременную помощь. В такой ситуации очень нужен помощник, который бы объяснил код, или указал на ошибки в коде. Именно таким помощником может выступить искусственный интеллект.

А.П. Сазонов в своей статье [8] делает обзор инстру-

ментов, позволяющих использовать возможности ИИ для написания кода и анализирует возможности некоторых из них. Все рассмотренные им инструменты: OpenAI Codex, Tabnine, Codiga AI, GitHub Copilot, Copilot для Xcode не подходят для использования в обучении программированию студентов педагогического вуза по критериям доступности и интеграции, так как являются платными, либо предполагают использование платной среды разработки.

Следует отметить, что сегодня список ИИ инструментов, автоматизирующих задачи разработки программного обеспечения, такие как генерация кода, редактирование кода и обнаружение ошибок значительно расширен. На сайте Waildworld представлена библиотека ИИ инструментов для различных нужд, в том числе и программирования. Каталог «Кодинг» содержит 256 инструментов, не все из представленных относятся к программированию, но безусловно, там можно найти бесплатные решения с доступной интеграцией, такие как расширения браузеров или инструменты совместимые с определенными средами разработки. Особое внимание, на наш взгляд, заслуживает такое решение, как Replit – браузерная IDE для совместной работы, позволяющая писать код с помощью искусственного интеллекта.

Основанная в 2016 году, Replit похожа на Google Docs для разработчиков, позволяя им писать и совместно работать над программным обеспечением в режиме реального времени. В феврале 2023 года компания запустила бота для программистов похожего на ChatGPT (генеративная нейронная сеть Generative Pretrained Transformers).

Некоторые особенности Replit [9]:

– Не требует установки. Можно войти в систему и сра-

зу начать писать код. Можно работать на смартфоне.

— Многопользовательская работа. Позволяет работать с кем угодно в любое время, просто поделившись ссылкой. Можно видеть курсоры, правки и результаты работы друга друга в режиме реального времени.

— Опции базы данных. Предлагает различные варианты хранения и получения данных для проектов.

— Интеграция с GitHub. Можно легко синхронизировать свои изменения между Replit и GitHub.

— Ghostwriter. Функция *Ghostwriter* на основе ИИ помогает писать код быстрее и умнее. Ghostwriter может автозаполнять ваш код, предлагать улучшения, генерировать шаблонный код и даже писать целые функции. Ghostwriter работает с языками Python и JavaScript

Рассмотрим подробнее основные функции *ИИ-ассистента в Replit*, которые могут использовать студенты при обучении программированию.

Генерация кода: выглядит это следующим образом, когда вы начинаете печатать код, ИИ анализирует уже написанный код и предлагает подходящие варианты завершения. Это может быть одна строка, а может быть несколько, например, условный оператор предлагается целиком. Студенту важно понимать подходит ему предлагаемый вариант или нет. Не всегда он может быть верным, особенно, если не обозначена решаемая задача. Если условие задачи закомментировано, то чаще всего подсказки будут верными. Рассмотрим два варианта подсказок ИИ (рис.1). Подсказка — это строка кода после курсора. Вариант 1: ИИ не знает какая задача решается и предлагает чаще всего не подходящий вариант подсказки. В данном примере был предложен вариант по последней выполняемой про-

Вариант 1:

```
1 count = 0
2 number = int(input("Введите число (0 для завершения): "))
3 while number != 0:
4     if number % 4 == 0 and str(number)[0] == '4':
5         count += 1
6         number = int(input("Введите число (0 для завершения): "))
```

Вариант 2:

```
1 # Найти количество четных чисел в последовательности,
  завершающейся числом 0.
2 count = 0
3 number = int(input("Введите число (0 для завершения): "))
4 while number != 0:
5     if number % 2 == 0:
6         count += 1
7     number = int(input("Введите следующее число (0 для
  завершения): "))
```

Рис.1. Варианты подсказок ИИ при написании кода

Fig. 1. Variants of artificial intelligence hints when writing a code

грамме. Вариант 2: Условие задачи закомментировано. В этом случае, предлагаемый вариант подсказки, чаще всего будет правильным. После заголовка цикла, он предложит условный оператор. Затем, если правильно ставить курсор будут предложены последующие подсказки.

Еще один вариант генерации кода — это сделать запрос в чате. Запрос можно сформулировать так: «предложи код для задачи...» и далее формулировка задачи и какие-либо уточняющие детали. Большинство учебных задач генерируются верно, но важно, чтобы используемые средства соответствовали изученному материалу. Например, если списки еще не изучали, то их нельзя использовать в решении. После того, как код будет сгенерирован, можно вести диалог в чате, уточнять свой запрос и анализировать предлагаемый код.

Неважно как будет написан код, с использованием подсказок ИИ или нет, в любом случае может возникнуть ошибка и необходимость отладки кода. Безусловно студенты должны учиться отлаживать свои программы. Но процесс самостоятельной отладки кода может

занимать очень много времени или даже приводить в тупик. Важно, чтобы таких ситуаций было как можно меньше, особенно во время самостоятельной работы дома, т.к. это может снижать мотивацию к написанию программ.

Нахождение ошибок: в Replit у ИИ-ассистента есть функция Debug, с помощью которой он проверит код и опишет какие обнаружил ошибки и прокомментирует как их можно исправить. По умолчанию он делает это на английском языке, при желании можно попросить дать пояснения на русском. Рассмотрим код с тремя ошибками (рис. 2): отсутствие закрывающей скобки (строка 2), отсутствие двоеточия после условия в цикле и неверные отступы перед оператором присвоения (строка 6), так же на рисунке представлены пояснения ИИ-ассистента, перед которыми им была описана ошибка и приведен корректный код. Если какие-то пояснения не понятны или кажутся не точными, то их можно уточнить, задав дополнительные вопросы. Так, например, получилось с первой ошибкой: в всплывающем окне на рисунке (рис. 2) дается пояснение, что скобка не закры-

```

1 count = 0
2 number = int(input("Введите число (0 для завершения): "))
3 while number
4     if number
5         count
6         number = int(input("Введите число (0 для завершения): "))
7         print("Количество четных чисел:", count)

```

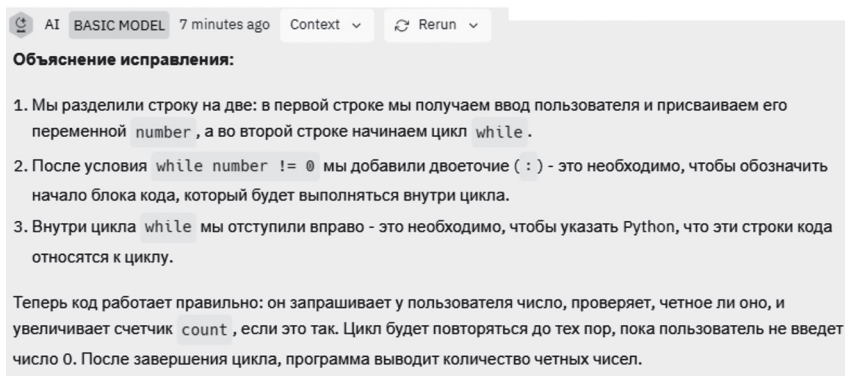


Рис. 2. Исправление ошибок в коде с помощью ИИ

Fig. 2. Correcting errors in code with the help of artificial intelligence

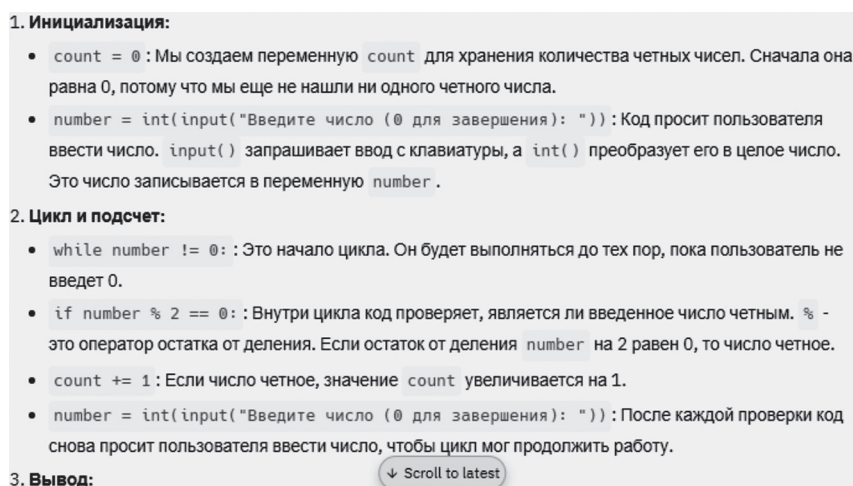


Рис. 3. Фрагменты объяснения искусственным интеллектом кода

Fig. 3. Fragments of artificial intelligence explanation of the code

та, а ИИ выдал ошибку синтаксиса `SyntaxError: Expected ',', found 'while'`. Но, указав ему на это, он дает вполне разумное объяснение.

Объяснение кода: одна из самых полезных функций при обучении. В чате ИИ можно задать вопрос на объяснение любого фрагмента кода, а также всей программы. Кроме того, у ИИ-ассистента есть отдельная функция `Explain`, которая сразу формулирует вопрос: «How does main.py work?». Затем можно попросить дать ответ на русском языке или сразу переформулировать вопрос по-русски. Объяснения в этих двух вариантах могут отличаться.

На рисунке (рис. 3) представлен фрагмент объяснений ИИ программы нахождения количества четных чисел в последовательности, завершающейся числом 0.

Ввиду наличия бесплатного тарифа и, перечисленных выше свойств, Replit может быть выбран в качестве среды разработки при обучении студентов педагогического вуза программированию. Все проекты и практические работы по изучаемым темам, выполненные в Replit, можно хранить в отдельных репликах (папках), что удобно структурирует материалы. Перечисленные особенности Replit де-

лают его очень удобной средой разработки.

Использование Replit в обучении программированию

Рассмотрим опыт использования ИИ в обучении программированию студентов 1 курса Института математики, физики и информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева.

Курс программирования на 1 курсе преподается с использованием языка Python и носит «выравнивающий» характер, т.к. большая часть студентов очень слабо подготовлены в области программирования. Можно считать, что это базовый курс программирования для начинающих. Данный курс всегда вызывает затруднения у студентов в освоении, т.к. он не продолжительный и предполагает большую долю самостоятельной работы.

Курс программирования для педагогического вуза подробно описан авторами Новосибирского государственного педагогического университета [4]. В КГПУ им. В.П. Астафьева для будущих учителей математики и информатики курс программирования имеет схожую структуру и электронную поддержку. Одним из отличий является использование внешних ресурсов.

В 2022-23 учебном году Replit использовался в учебном процессе в основном для организации самостоятельной работы и без использования ИИ-ассистента. В Replit были подготовлены шаблоны заданий для самостоятельной работы по всем темам в виде отдельных реплик. На рисунке (рис.4) представлен пример шаблона по учебному модулю 3 – Цикл While, который включает шесть заданий в виде отдельных файлов `task_1.py`–`task_6.py`. Студенту достаточно сделать копию данного шабло-

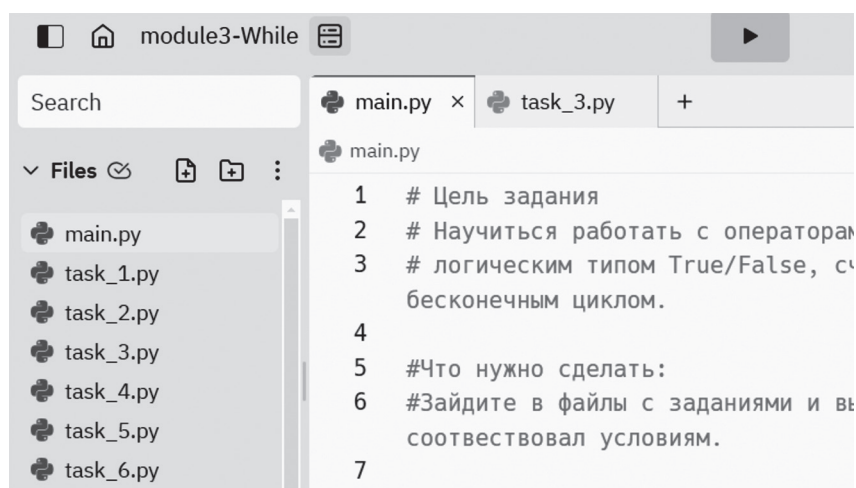


Рис.4. Пример шаблона с заданиями в Replit
Fig. 4. Example of a template with tasks in Replit

на, в ней выполнить задачи и отправить ссылку. Это сделало работу студентов удобной, т.к. работать можно из любого места и устройства, удобное хранилище выполненных работ. Для преподавателя осталась проблема проверки кода, т.к. она была в ручном режиме.

Ключевую роль в процессе обучения занимает навык разработки программ, который развивается во время практических занятий аудиторных или самостоятельных. И тут на помощь могут прийти системы обучения, которые позволяют автоматически проверять код. Такие системы могут быть двух типов: закрытые, разрабатываются отдельными вузами, как, например, CodeHedgehog в ТГУ и общедоступные, например, Питонтьютор (pythontutor.ru). Эффективность использования систем обучения программированию с автоматизированной проверкой решений показана в нескольких работах [1, 10]. Безусловно, кастомные системы обладают большим функционалом и возможностями для организации самостоятельной работы, и используются они, как правило, при обучении студентов IT-специальностей.

При обучении программированию студентов педагогических вузов тоже целесообразно

использование подобных систем обучения, так как они сильно упрощают работу преподавателя в плане проверки кода и позволяют получить студентам практический навык разработки программ. Поэтому в рамках самостоятельной работы студентов, кроме шаблонов Replit было решено использовать систему обучения Питонтьютор. В Питонтьюторе можно создавать классы, записывать туда студентов и видеть все выполненные ими задания. К сожалению, возможности видеть само решение у преподавателя нет. Основная цель использования данного ресурса — это тренажер, поэтому видеть, что студент выполнил задание и система его приняла достаточно, при этом необходимо контролировать, что студент может объяснить код. Всего в Питонтьюторе 11 занятий (тем) с общим числом задач 127.

Конечно, с появлением ИИ-ассистента в Replit было бы интересно использовать возможности этой технологии в обучении программированию. Однако, кроме интереса, возникли сомнения и вопросы:

— Целесообразно ли использование ИИ при обучении основам программирования?

— На каком этапе обучения лучше начать его использование?

— Будет ли ИИ помощником в освоении или его будут использовать по типу готовых решений из Интернета?

Т.к. курс программирования на Python начальный и в дальнейшем у студентов будет курс программирования на C++ и практикумы по решению задач с акцентом на решение задач школьного курса программирования и задач ЕГЭ, было решено в 2023–2024 учебном году провести эксперимент по использованию ИИ в обучении.

Эксперимент по использованию ИИ в обучении программированию

Учебный курс «Программирование» для студентов 1 курса начался во втором семестре. На первом занятии был проведен опрос, в нем участвовали 40 человек, который показал, что: 55% опрошенных не изучали программирование в школе, 65% не умеют записывать алгоритм решения задачи с помощью блок-схем, 77% отметили интерес к предстоящему курсу, из них, 62% считают, что им это пригодится в будущем.

Как было описано выше при обучении использовался электронный учебный курс, Replit с шаблонами заданий для самостоятельной работы и Питонтьютор в качестве тренажера задач. В качестве среды разработки использовались Replit, IDLE Python и онлайн-компиляторы. В одной группе основным инструментом разработки был Replit, в другой IDLE Python.

Использование ИИ при написании кода началось при изучении темы «Циклы», до этого ИИ в Replit был отключен или использовалась IDLE Python. Т.е. студенты сначала попробовали самостоятельно писать простые программы, немного освоились в средах разработки и затем началось постепенное

включение ИИ в процесс программирования. На начальном этапе работе с искусственным интеллектом в Replit студентов не обучали. Они увидели, что при написании кода появляются подсказки, некоторое время они их перепечатывали, затем стали разбираться как этими подсказками воспользоваться. В последствии было рассмотрено как вести диалог с ИИ и находить ошибки. Группе, у которой Replit был основным инструментом разработки не запрещалось пользоваться ИИ на лабораторных занятиях, но и не акцентировалось, что это нужно делать. Написанные программы необходимо было объяснить преподавателю. В обучении использовалась рейтинговая система оценивания, которая показала, что к концу курса, перед зачетом, количество набранных баллов студентами соответствовало традиционной пятибалльной школе в следующих пропорциях: отлично – 34% (16), хорошо – 21% (10), удовлетворительно – 32% (15) и неудовлетворительно – 13% (6). Что говорит в целом об успешном освоении курса.

По окончании курса, с целью оценки мнения студентов об электронном учебном курсе и об используемых инструментах программирования, в том числе и ИИ был проведен опрос. В опросе приняло участие 47 человек. Рассмотрим полученные результаты по вопросам, касающимся использования ИИ, предварительно проанализировав оценку уровня программирования.

Студентам было предложено оценить свой уровень программирования в начале и в завершении учебного курса (рис. 5-6).

Анализ ответов показал, что доля студентов, повысивших свой уровень программирования, в общем, возросла более чем у 90%: низкий уровень программирования в начале курса отметили 34 человека (73%), в конце курса 1 человек



Рис.5. Оценка уровня программирования в начале изучения курса
Fig. 5. Assessment of the programming level at the beginning of the course



Рис.6. Оценка уровня программирования после изучения курса
Fig. 6. Evaluation of programming level after the course study

(2%), средний уровень с 19% вырос до 45 %, хороший(уверенный) с 4 % до 40%, отличный и высокий уровень вначале отмечали 2 человека (4%), в конце 6 человек (13%).

50% (24) опрошенных отметили, что курс им понравился, но было сложно. Системы, в которых программировали во время обучения: Replit – 92 % (43), IDLE Python – 83% (39), онлайн компиляторы – 49% (23), другое – 4% (2).

На вопрос: «Какой из систем Вы отдали бы свое предпочтение?»: 72% (34) ответили Replit, 15% (7) - IDLE Python,

9% (4) - онлайн компиляторам и 4% (2) другое.

Причину своего предпочтения указали: Удобство написания кода 81% (38), удобство отладки кода 32% (15), удобство хранения программ 62% (29), возможность использования ИИ в написании кода – 66% (33).

Следующий вопрос, который нас интересовал и был задан студентам: «Как вы считаете, использование ИИ при написании кода в Replit помогло вам?» Большая часть студентов (64% и более) отметила, что использование ИИ упрощает написание кода и помо-

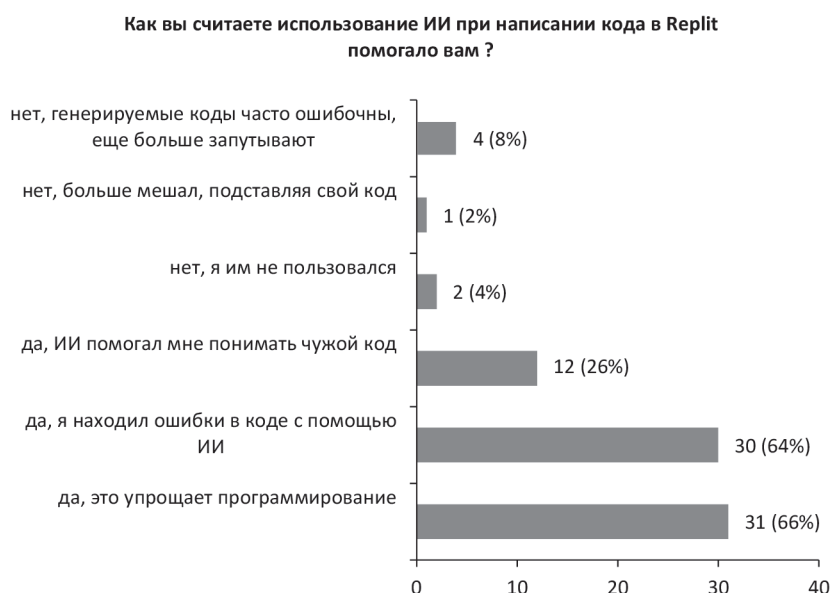


Рис. 7. Диаграмма ответов на вопрос о пользе ИИ

Fig. 7. Diagram of answers to the question about the benefits of artificial intelligence



Рис. 8. Диаграмма ответов на вопрос о использовании ИИ

Figure 8. Diagram of answers to the question about the use of artificial intelligence

Таблица (Table)

Сравнение результатов опроса в двух группах
Comparison of survey results in two groups

Основной инструмент	Replit	IDLE Python
Отдают предпочтение Replit	88 %	57 %
Привлекает возможность использования ИИ в написании кода	75 %	57 %
Привлекает возможность находить ошибки с помощью ИИ	75 %	52 %
Считают, что ИИ упрощает программирование	63 %	70 %

гает при нахождении ошибок, а 25% отметили что ИИ помогает понять чужой код (рис. 7).

Так же нас интересовало мнение студентов по поводу использования ИИ именно при обучении основам программирования: 79 % (37) отметили, что это полезно и 21 % (10) указали, что нет (рис.8).

И последний вопрос, который касался ИИ, был такой: «Если я не мог решить задачу, то, как правило, обращался за помощью к: (выберите один вариант, который использовался чаще)»: друзьям – 38 % (18), ИИ – 36 % (17), искал решение в Интернете – 23 % (11), оставлял задачу не решенной – 2 % (1). Из представленных ответов видно, что к ИИ обращались так же часто, как и к друзьям.

Если сравнить результаты по отдельным группам, то факт работы в Replit почти одинаков в обеих группах 92 % и 91 %. Этот показатель не равен 100 % т.к. сильные студенты работали по индивидуальной программе и могли выполнять работу в любой среде. Группа, в которой Replit был основным средством разработки (использовался на лабораторных) показывает больший процент в оценке пользы ИИ при написании кода.

По представленным результатам можно сделать вывод о том, что использование ИИ при обучении программированию студентов педагогического вуза помогает в написании и отладке кода, делает курс менее сложным и может заменить преподавателя, объясняя код при затруднениях с его пониманием. Интегрированную онлайн-среду разработки Replit удобно использовать в качестве основной среды разработки, т.к. она удобна в использовании, позволяет писать код с любого устройства и в любое время, позволяет делать совместные проекты, удобна для хранения и систематизации выполненных работ и имеет ИИ-ассистента. Следует отме-

тить, что Replit имеет тарифный план Teams for Education, который бесплатен для учителей и студентов, использующих при регистрации свой адрес электронной почты, связанный с образовательным учреждением. Он включает в себя неограниченное количество частных репلاء для учителей и учеников, неограниченное количество классов, неограниченное количество заданий, автоматическую оценку, инструменты обратной связи, многопользовательскую совместную работу, веб-хостинг, опции базы данных и интеграцию с Google Classroom и Clever [10]. Предполагается, что в следующем учебном году будет проведена апробация данного тарифного плана.

Заключение

В данной статье рассмотрена проблема использования искусственного интел-

лекта в обучении студентов педагогических вузов. Опыт использования интегрированной онлайн-среды разработки Replit, имеющей встроенный искусственный интеллект, подтвердил результативность ее применения в обучении программированию студентов педагогического вуза. Использование возможностей ИИ в написании, отладке и понимании кода оценены студентами положительно. Роль искусственного интеллекта в процессе обучения студентов программированию может быть значительна и полезна как для преподавателя, так и для обучающихся. В частности, использование искусственного интеллекта помогает студенту в написании и отладке кода, упрощает процесс объяснения преподавателем способов разработки алгоритма и составления программы. Данная работа является началом исследований и разра-

ботки научного обоснования и методического обеспечения использования искусственного интеллекта в образовательном процессе педагогического вуза в специфике обучения программированию. Технологии искусственного интеллекта представляются перспективными, они начинают занимать значимое место в образовании и в будущем интенсивность их использования будет только увеличиваться. Интеграция искусственного интеллекта в образовательный процесс педагогических вузов открывает новые возможности для эффективного обучения будущих учителей и развития их компетенций в области информационных технологий. Продолжение исследований и внедрение ИИ в учебный процесс педагогических вузов должно способствовать подготовке специалистов, актуальных для цифровой эры.

Литература

1. Агальцова Д.В., Валькова Ю.Е. Технологии искусственного интеллекта для преподавателя вуза [Электрон. ресурс] // МНКО. 2023. № 2(99). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-dlya-prepodavatelya-vuza> (Дата обращения: 29.06.2024).
2. Богдашин А.В., Соловьёв Д.Н., Соловьёва Т.О. Роль искусственного интеллекта в образовательном процессе педагогического вуза [Электрон. ресурс] // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2022. № 4(37). С. 156–160. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-iskusstvennogo-intellekta-v-obrazovatelnom-protseesse-pedagogicheskogo-vuza> (Дата обращения: 29.06.2024).
3. Стародубцев В.А., Нерадовская О.Р. Искусственный интеллект и иммерсивные технологии в высшем педагогическом образовании // Открытое образование. 2024. № 28(2). С. 13–23. DOI: 10.21686/1818-4243-2024-2-13-23 (Дата обращения: 29.06.2024).
4. Розов К.В., Подсадников А. В. Язык программирования Python в педагогическом вузе: от основ до искусственного интеллекта [Электрон. ресурс] // Информатика и образование. 2019. № 6. С. 26–33. Режим доступа: <https://infojournal.ru/jour/article/view/417> (Дата обращения: 29.06.2024).
5. Баранова Е.В., Симонова И.В. Развитие алгоритмической компетенции студентов при подготовке учителей информатики в условиях цифрового образования [Электрон. ресурс] // Перспективы науки. 2019. № 8(119). С. 113–122. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41341465_61632668.pdf (Дата обращения: 29.06.2024).
6. Круподерова Е.П., Круподерова К.Р. Обучение языкам и технологиям программирования как компонент предметной подготовки будущих учителей информатики [Электрон. ресурс] // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 69(3). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-yazykam-i-tehnologiyam-programmirovaniya-kak-komponent-predmetnoy-podgotovki-buduschih-uchiteley-informatiki> (Дата обращения: 29.06.2024).
7. Пугач В.И., Тюжина И.В., Макарова Е.Л. Обучение программированию будущих учителей информатики: задачи со спирально повышающейся сложностью [Электрон. ресурс] // СНВ. 2019. № 4(29). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-programmirovaniyu-buduschih-uchiteley-informatiki-zadachi-so-spiralno-povyshayuscheysya-slozhnostyu> (Дата обращения: 29.06.2024).

8. Сазонов А.П. Использование ИИ в программировании [Электрон. ресурс] // Universum: технические науки: электронный научный журнал. 2024. № 3(120). Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17010> (Дата обращения: 29.06.2024).

9. 262 лучших Кодинг ИИ инструментов. Сайт Waildworld – библиотека лучших AI-инструментов для ваших нужд [Электрон. ресурс]. Режим доступа: [https://](https://waildworld.com/ru/tag/code)

waildworld.com/ru/tag/code (Дата обращения: 29.06.2024).

10. Лучанинов Д.В., Баженов Р.И., Димитриев А.П., Кизянов А.О. Использование автоматизированной системы обучения программированию для организации самостоятельной работы студентов [Электрон. ресурс] // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. № 5. Режим доступа: <https://mir-nauki.com/PDF/77PDMN520.pdf> (Дата обращения: 29.06.2024).

References

1. Agal'tsova D.V., Val'kova Yu.Ye. Artificial Intelligence Technologies for a University Teacher [Internet]. MNKO. 2023; 2(99). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-dlya-prepodavatelya-vuza> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

2. Bogdashin A.V., Solov'yov D.N., Solov'yova T.O. The Role of Artificial Intelligence in the Educational Process of a Pedagogical University [Internet]. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Gumanitarnyye issledovaniya = Bulletin of Omsk State Pedagogical University. Humanitarian Research. 2022; 4(37): 156–160. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-iskusstvennogo-intellekta-v-obrazovatelnom-protseesse-pedagogicheskogo-vuza> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

3. Starodubtsev V.A., Neradovskaya O.R. Artificial intelligence and immersive technologies in higher pedagogical education. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2024; 28(2): 13–23. DOI: 10.21686/1818-4243-2024-2-13-23 (cited 29.06.2024). (In Russ.)

4. Rozov K.V., Podsadnikov A.V. Python programming language in a pedagogical university: from basics to artificial intelligence [Internet]. Informatika i obrazovaniye = Computer Science and Education. 2019; 6: 26–33. Available from: <https://info.infojournal.ru/jour/article/view/417> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

5. Baranova Ye.V., Simonova I.V. Development of students' algorithmic competence in the training of computer science teachers in the context of digital education [Internet]. Perspektivy nauki = Prospects of Science. 2019; 8(119): 113–122. Available from: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41341465_61632668.pdf (cited 29.06.2024). (In Russ.)

6. Krupoderova Ye.P., Krupoderova K.R. Teaching programming languages and technologies as a component of subject training of future computer science teachers [Internet]. Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of modern pedagogical education. 2020; 69(3). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-yazykam-i-tehnologiyam-programmirovaniya-kak-komponent-predmetnoy-podgotovki-buduschih-uchiteley-informatiki> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

7. Pugach V.I., Tyuzhina I.V., Makarova Ye.L. Teaching programming to future computer science teachers: tasks with spirally increasing complexity [Internet]. SNV. 2019; 4(29). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-programmirovaniyu-buduschih-uchiteley-informatiki-zadachi-so-spiralno-povyshayuscheysya-slozhnostyu> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

8. Sazonov A.P. Using AI in programming [Internet]. Universum: tekhnicheskiye nauki: elektronnyy nauchnyy zhurnal = Universum: technical sciences: electronic scientific journal. 2024; 3(120). Available from: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17010> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

9. 262 luchshikh Koding II instrumentov. Sayt Waildworld - biblioteka luchshikh AI-instrumentov dlya vashikh nuzhd = 262 Best Coding AI Tools. Waildworld website - a library of the best AI tools for your needs [Internet]. Available from: <https://waildworld.com/ru/tag/code> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

10. Luchaninov D.V., Bazhenov R.I., Dimitriyev A.P., Kizyanov A.O. Using an automated programming training system to organize students' independent work [Internet]. Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya = World of Science. Pedagogy and Psychology. 2020; 5. Available from: <https://mir-nauki.com/PDF/77PDMN520.pdf> (cited 29.06.2024). (In Russ.)

Сведения об авторе

Ирина Александровна Яшина

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
Красноярск, Россия
Эл. почта: kulakova_do@kspu.ru

Information about the author

Irina A. Yashina

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev,
Krasnoyarsk, Russia
E-mail: kulakova_do@kspu.ru



Актуальные задачи выявления недопустимых событий на объектах критической информационной инфраструктуры

Целью исследования является разработка подхода к выявлению и обработке недопустимых событий на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) на основе концепции таксономии и категоризации. Подход направлен на решение задачи повышения эффективности идентификации, классификации и управления инцидентами информационной безопасности (ИБ). В статье рассматриваются актуальные задачи обеспечения требуемого уровня защищенности КИИ и минимизации негативных последствий от инцидентов информационной безопасности, являющихся следствием недопустимых событий, идентификация которых связана со сложностью их выявления, необходимостью обработки больших объемов данных, недостаточной оперативностью обнаружения событий ИБ, а также ограничениями технологического характера.

Актуальность выявления и классификации недопустимых событий в области информационной безопасности, особенно для объектов КИИ обусловлена необходимостью своевременного выявления и реагирования на инциденты, которые могут привести к негативным последствиям. Понимание природы и характеристик таких событий позволяет эффективно обеспечить защиту систем и предотвратить существенный ущерб. С целью повышения эффективности обеспечения результативной безопасности требуется выявлять класс недопустимых событий среди множества событий информационной безопасности с учетом признаков, которыми характеризуются недопустимые события.

Новизна предлагаемого подхода заключается в решении задачи выявления класса недопустимых событий информационной безопасности на основе методов таксономии, предусматривающих использование инструментов категоризации событий с использованием атрибутов недопустимых событий.

Материалы и методы исследования. Для решения поставленной задачи использован подход к выявлению недопустимых событий на объектах КИИ, основанный на принципах таксономии событий информационной безопасности. Показано, что выявление недопустимых событий информационной безопасности напрямую связано с решением задачи поиска и анализа их атрибутов, которые представляют собой характеристики или параметры,

используемые для описания и классификации инцидентов безопасности. На основе ключевых принципов таксономии разработана модель структуры множества недопустимых событий для определения признаков, которые могут положены в основу классификации недопустимых событий. Процесс выявления недопустимых событий информационной безопасности включает цепочку этапов: таксономию, категорирование и классификация, на каждом из которых реализуются соответствующие методы и инструменты.

Результаты: Проанализированы подходы к выявлению недопустимых событий на объектах КИИ. Рассмотрены проблемы, связанные с большим объемом данных, сложностью обработки событий, достаточно длительным временем их обнаружения и ограничениями технологических решений. Показано, что концепция таксономии и категоризации позволяет эффективно идентифицировать и классифицировать инциденты информационной безопасности, обеспечивая эффективные процессы обработки и реагирования на них. Обоснована целесообразность применения таксономии для описания и идентификации атрибутов недопустимых событий, что способствует разработке эффективных стратегий защиты и обеспечивает повышение уровня безопасности. Предложена обобщенная схема обработки недопустимых событий, включающая совокупность взаимосвязанных этапов идентификации, категоризации, оценки влияния, реагирования, документирования и анализа. Разработан алгоритм структурированного описания и классификации инцидентов, что позволяет более точно и оперативно реагировать на угрозы информационной безопасности.

Заключение: Полученные результаты позволяют повысить эффективность решения задачи классификации инцидентов информационной безопасности за счет идентификации недопустимых событий, что позволяет снизить уровень негативных последствий инцидентов и повысить безопасность объектов КИИ.

Ключевые слова: Критическая информационная инфраструктура, недопустимые события, таксономия, классификация инцидентов, категоризация событий, реагирование на инциденты информационной безопасности.

Darya A. Evdokimova, Andrei A. Mikryukov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Current Tasks in Identifying Invalid Events in Critical Information Infrastructure

The purpose of the study is to develop an approach for identifying and processing invalid events in critical information infrastructure (CII) based on the concepts of taxonomy and categorization. The approach aims to improve the efficiency of identifying, classifying, and managing information security (IS) incidents. The article addresses the current tasks of ensuring the required level of CII protection and minimizing the negative consequences of information security incidents resulting from invalid events. The identification of these events is associated with the complexity of detecting such events, the need to process large

volumes of data, insufficient speed in detecting IS events, as well as technological limitations.

The relevance of identifying and classifying invalid events in information security, especially for CII, is driven by the need for timely detection and response to incidents that could lead to negative consequences. Understanding the nature and characteristics of such events allows for effective system protection and prevention of significant damage. To enhance the effectiveness of ensuring security, it is necessary to identify the class of invalid events among the numerous information

security events by considering the characteristics that define invalid events.

The novelty of the proposed approach lies in solving the task of identifying the class of invalid information security events based on taxonomy methods, involving the use of event categorization tools with the attributes of invalid events.

Materials and methods. The approach to identifying invalid events in CII, based on the principles of information security event taxonomy, was used to solve the task. It was shown that identifying invalid information security events is directly related to solving the problem of searching for and analyzing their attributes, which represent the characteristics or parameters used to describe and classify security incidents. Based on the key principles of taxonomy, a model of the structure of the set of invalid events was developed to determine the characteristics that can be the basis for classifying invalid events. The process of identifying invalid information security events includes a sequence of stages: taxonomy, categorization, and classification, with appropriate methods and tools implemented at each stage.

Results. Approaches to identifying invalid events in CII have been analyzed. Problems related to large data volumes, the complexity of event processing, the considerable time required for their detection,

and technological limitations were considered. It was shown that the concept of taxonomy and categorization allows for effective identification and classification of information security incidents, ensuring efficient processing and response. The feasibility of applying taxonomy for describing and identifying the attributes of invalid events was justified, contributing to the development of effective protection strategies and improving security levels. A generalized scheme for processing invalid events was proposed, including a set of interconnected stages of identification, categorization, impact assessment, response, documentation, and analysis. An algorithm for structured description and classification of incidents was developed, allowing for more accurate and timely responses to information security threats.

Conclusion. The results obtained increase the effectiveness of solving the task of classifying information security incidents by identifying invalid events, which reduces the level of negative consequences of incidents and enhances the security of CII objects.

Keywords: critical information infrastructure, invalid events, taxonomy, incident classification, event categorization, information security incident response.

Введение

Выявление недопустимых событий информационной безопасности представляет собой сложную задачу из-за существующих проблем, связанных с большим объемом данных, сложностью событий, недостаточной оперативностью обнаружения и ограничениями технологических решений. Ключевым аспектом решения задачи идентификации недопустимых событий информационной безопасности является выявление их атрибутов, обеспечивающих решение задачи классификации, на основе которой реализуется эффективная стратегия обнаружения и реагирования на возникновение недопустимых событий.

Таким образом, задача выявления недопустимых событий информационной безопасности имеет решающее значение для обеспечения информационной безопасности организации и защите объектов КИИ.

В работе предложен подход к выявлению недопустимых событий на объектах КИИ, основанный на принципах таксономии событий информационной безопасности.

Разработка обобщенного алгоритма обработки недопустимых событий

Согласно ГОСТ Р 59548—2022 [3] событие безопасности представляет собой «зафиксированное в обрабатываемом виде состояние информационной (автоматизированной) системы, сетевого, телекоммуникационного, иного прикладного сервиса или информационно-телекоммуникационной сети, указывающее на возможное нарушение целостности, доступности и (или) конфиденциальности информации, а также на сбой в работе средства защиты/обработки информации или иную ситуацию, которая может быть значимой для безопасности информации».

Термин недопустимое событие информационной безопасности предложен компанией Positive Technologies, одной из ведущих компаний в области информационной безопасности России, и достаточно активно используется в современных статьях и аналитических материалах. В методических материалах компании дается определение понятию недопустимое событие: «Недопустимое событие — событие в результате кибератаки, делающее невозможным достижение операционных и (или) страте-

гических целей организации или приводящее к значительному нарушению ее основной деятельности» [4]. В нормативно-правовой базе Российской Федерации такой термин не применяется.

Процесс выявления и обработки недопустимых событий в соответствии с методикой, представленной в [4] включает следующие этапы:

1. Определение недопустимых для организации событий.
2. Моделирование сценариев реализации недопустимых событий.
3. Определение критериев реализации недопустимых событий

Рассмотренный подход соответствует алгоритму действий по оценке угроз безопасности информации, представленному в Методике оценки угроз безопасности ФСТЭК России (далее — Методика ФСТЭК) [5]. В Методике ФСТЭК применяется термин «негативные последствия», которые напрямую связаны с наступлением недопустимых событий. На рисунке 1 представлены этапы оценки угроз безопасности информации в соответствии с [5].

Согласно пункту 1.3 Методики ФСТЭК она применяется для определения угроз безопасности информации на значимых объектах КИИ.

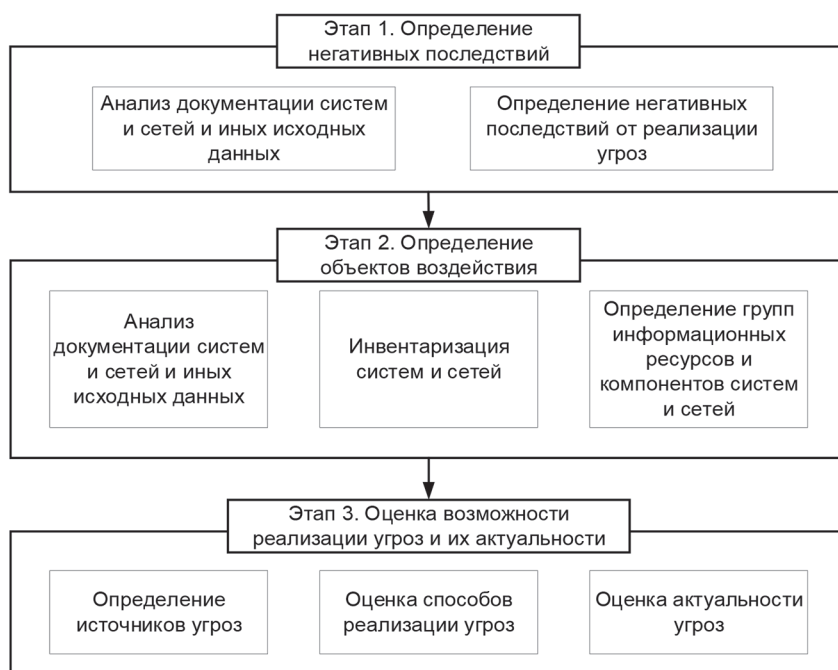


Рис. 1. Этапы оценки угроз безопасности информации [5]

Fig. 1. Stages of Information Security Threat Assessment [5]

Таблица 1 (Table 1)

Соотношение негативных последствий и недопустимых событий

Ratio of negative consequences and invalid events

№ п/п	Пример недопустимого события	Пример негативного последствия
1.	Остановка производственного процесса	Н.14 Нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого объекта и/или процесса.
2.	Кража денег со счета компании	Н.10 Потеря (хищение) денежных средств
3.	Срыв контрактных обязательств по поставке товара	Н.24 Неспособность выполнения договорных обязательств
4.	Утечка персональных данных клиентов	Н.7 Нарушение конфиденциальности (утечка) персональных данных.
5.	Разлив нефтепродукта	Н.41 Вредные воздействия на окружающую среду

Первоочередным этапом в оценке угроз безопасности информации является определение негативных последствий. В перечне негативных последствий [6] находятся последствия, напрямую связанные с объектами КИИ. Например, негативные последствия, обозначенные как: Н.31 – Н.41, относятся к критериям значимости объектов КИИ Российской Федерации.

В соответствии с Методикой ФСТЭК необходимо произвести инвентаризацию информационных активов, определить

источники угроз безопасности информации и оценить возможность реализации сценариев реализации угроз безопасности информации. То есть, этапы Методики ФСТЭК соответствуют этапам методики определения недопустимых событий, сценариев и критериев их реализации компании «Positive Technology». В табл. 1 показана взаимосвязь понятий «недопустимые события» и «негативные последствия», и примеры их реализации.

Таким образом, понятия «недопустимое событие» и «не-

гативное последствие» достаточно близки по смысловому содержанию и имеют причинно-следственную связь: недопустимое событие приводит к негативному последствию, то есть для предотвращения негативного последствия необходимо исключить проявление недопустимого события, а значит задача выявления возможности недопустимого события и реализация препятствующих этому мероприятий обеспечит повышение эффективности системы безопасности объектов КИИ.

Процесс выявления недопустимых событий информационной безопасности напрямую связан с решением задачи поиска и анализа атрибутов недопустимых событий. Атрибуты недопустимых событий информационной безопасности представляют собой характеристики или параметры, которые используются для описания и классификации инцидентов безопасности, и могут быть выявлены в результате наблюдения и анализа процессов, происходящих в системе.

На основе ключевых принципов таксономии разработана теоретическая модель структуры полного множества недопустимых событий для определения признаков, которые могут положены в основу классификации недопустимых событий информационной безопасности. Цепочка этапов по выявлению недопустимых событий информационной безопасности включает три основных шага: таксономия, категорирование и классификация. На каждом из них реализуются соответствующие методы и инструменты.

Таксономия подразумевает под собой процесс определения и создания структурированной системы для описания и систематизации различных видов событий, в том числе инцидентов, информационной безопасности. Одним из

способов реализации является создание структурированной иерархии, а именно разработка дерева таксономии, включающего категории и подкатегории инцидентов информационной безопасности.

На рисунке 2 представлен пример построения дерева таксономии негативного последствия, характерного для объекта КИИ «Н.14 Нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого объекта и/или процесса».

Дерево таксономии описывает различные виды событий, которые могут привести к нарушению штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого объекта и/или процесса. В дереве выделены три основные категории: нарушение целостности, нарушение доступности и внутренние угрозы. Каждая из этих категорий имеет подкатегории, описывающие более конкретные виды нарушений.

Согласно статье 1 Федерального закона № 187-ФЗ [1] основная цель защиты критической информационной инфраструктуры — обеспечить ее устойчивое функционирование при проведении в отношении ее компьютерных атак, следовательно актуальными негативными событиями будут являться нарушение целостности и доступности. Такое свойство, как конфиденциальность, в данном случае не будет являться актуальным негативным событием. Важно отметить, что рассматриваемая в данном примере автоматизированная система управления является изолированным объектом информатизации, не подверженная внешним воздействиям.

На следующем этапе реализуется процедура категорирования, которая представляет собой процесс распределения инцидентов информационной

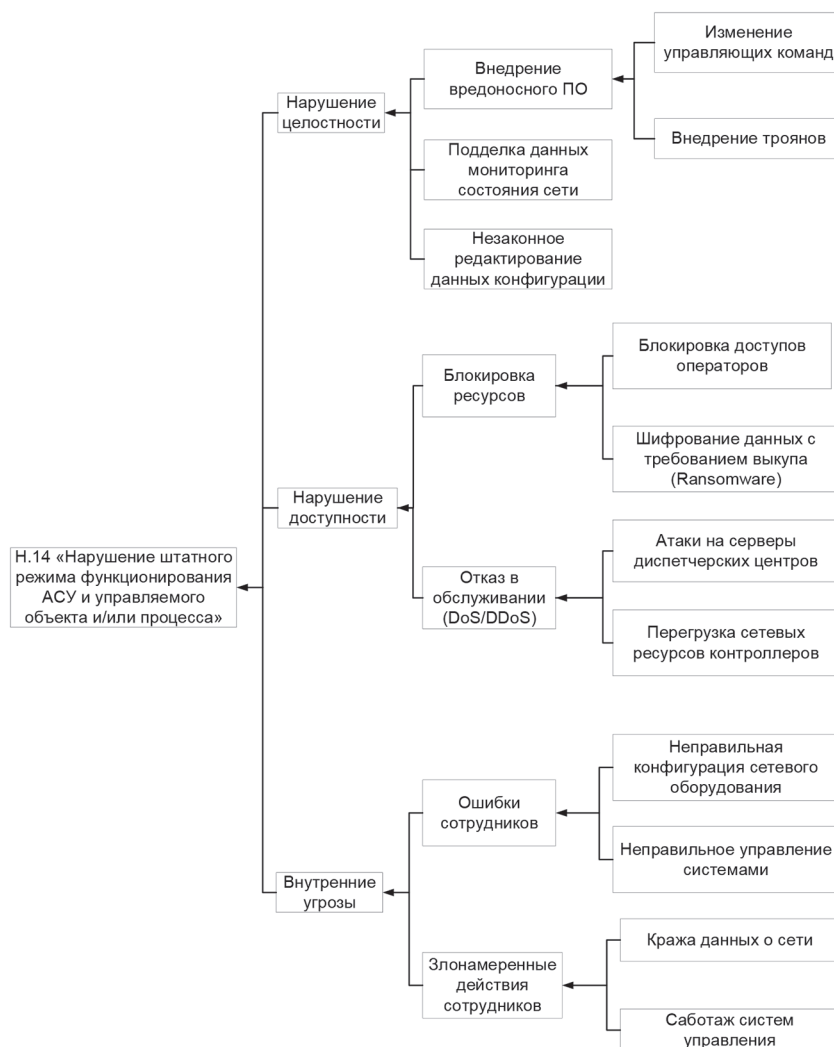


Рис. 2. Дерево таксономии для недопустимого события Н.14

Fig. 2. Taxonomy tree for an invalid N.14 event

безопасности по основным категориям, определенным на этапе таксономии. Данная процедура обеспечивает структурирование данных и упрощает управление инцидентами. Для подготовки к реализации этапа категорирования проводятся следующие мероприятия, описанные как в законодательных требованиях [1, 5], международных стандартах [2], так и в практических руководствах и исследованиях по управлению инцидентами информационной безопасности [7]:

1. Определение критериев. Установление четких критериев для каждой категории, таких как источник угрозы, вектор атаки, цели и последствия.
2. Автоматизация процесса. Настройка систем управления

инцидентами (SIEM) для автоматического категорирования инцидентов информационной безопасности на основе установленных правил.

3. Обучение персонала. Проведение тренингов для сотрудников по правильной идентификации и категорированию инцидентов информационной безопасности.

Этап категорирования включает решение задачи распределения инцидентов по основным категориям, которые были определены на этапе таксономии. Категорирование инцидента информационной безопасности включает решение двух взаимосвязанных задач:

1. Определение категории инцидента. На основе описания инцидента определяется

основная категория. В рассматриваемом случае, нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления (АСУ) может касаться нескольких основных категорий, таких как нарушение целостности, нарушение доступности или внутренние угрозы.

2. Анализ деталей инцидента. Проанализировать контекст и детали инцидента для более точного определения подкатегории. Рассмотреть возможные причины и последствия нарушения режима работы АСУ.

Ниже приведен результат проведения категорирования инцидента информационной безопасности «Н.14 Нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого объекта и/или процесса».

Категория: Нарушение целостности.

Описание: Внедрение вредоносного программного обеспечения, изменившего конфигурацию АСУ, что привело к нарушению штатного режима функционирования системы и управляемого объекта.

Этап категорирования инцидентов информационной безопасности заключается в точном определении категории и подкатегории на основе подробного анализа инцидента. Это обеспечивает структурирование данных и упрощение процесса управления инцидентами.

Завершающим этапом является классификация инцидентов информационной безопасности. Детальное представление инцидентов информационной безопасности в рамках каждой категории, включающее специфические типы угроз и их характеристики. Существуют следующие способы реализации данного этапа [7-9]:

1. Разработка матриц классификации. Создание матриц, которые обеспечивают класси-

фикацию инцидентов информационной безопасности по совокупности параметров (тип угрозы, источник, метод, последствия).

2. Анализ данных. Применение аналитических инструментов для выявления паттернов и закономерностей в инцидентах информационной безопасности. Использование программного обеспечения для анализа больших данных (Big Data) для обнаружения трендов и аномалий, что позволяет предсказать и предотвратить будущие инциденты.

3. Внедрение систем машинного обучения. Обучение алгоритмов для автоматической классификации инцидентов информационной безопасности на основе исторических данных. Модель машинного обучения, обученная на основе исторических данных об инцидентах, может автоматиче-

ски классифицировать новые инциденты, выявлять потенциальные угрозы и предлагать меры реагирования.

Ниже приведен результат проведения классификации инцидента информационной безопасности «Н.14 Нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого объекта и/или процесса»:

1. Причина инцидента: внешняя атака.

2. Тип инцидента: нарушение целостности данных.

3. Последствия инцидента: остановка или сбой в работе системы управления, нарушение технологического процесса.

4. Уровень критичности: высокий.

5. Вектор атаки: сетевая атака.

6. Средство атаки: вредоносное программное обеспечение.

Таблица 2 (Table 2)

Атрибуты недопустимых событий информационной безопасности
Attributes of invalid information security events

№ п/п	Класс атрибутов	Подкласс атрибутов
1	Причина недопустимого события	Внешние причины Внутренние причины
2	Тип недопустимого события	Нарушение конфиденциальности Нарушение целостности Нарушение целостности
3	Последствия недопустимого события	Экономические последствия Операционные последствия Репутационные последствия
4	Уровень критичности недопустимого события	Низкий Средний Высокий
5	Вектор атаки недопустимого события	Сетевая атака Локальная атака Социальная инженерия
6	Средство атаки недопустимого события	Вредоносное ПО Сетевые атаки Физическое повреждение
7	Время обнаружения недопустимого события	Мгновенное обнаружение Отложенное обнаружение
8	Продолжительность недопустимого события	Краткосрочный Долгосрочный
9	Целевые компоненты воздействия недопустимого события	Серверы Рабочие станции Сетевое оборудование Программное обеспечение
10	Методы восстановления после недопустимого события	Резервное копирование и восстановление данных Исправление уязвимостей Обновление и патчинг систем Обучение сотрудников

Таблица 3 (Table 3)

Перечень атрибутов недопустимого события информационной безопасности Н.14

List of attributes of invalid information security event Н.14

№ п/п	Класс атрибутов	Подкласс атрибутов
1	Причина недопустимого события	Внешняя атака (кибератака)
2	Тип недопустимого события	Нарушение целостности
3	Последствия недопустимого события	Экономические последствия
		Операционные последствия
		Репутационные последствия
4	Уровень критичности недопустимого события	Высокий
5	Вектор атаки недопустимого события	Сетевая атака
6	Средство атаки недопустимого события	Вредоносное ПО
7	Время обнаружения недопустимого события	Отложенное обнаружение
8	Продолжительность недопустимого события	Долгосрочный
9	Целевые компоненты воздействия недопустимого события	Серверы
		Рабочие станции
10	Методы восстановления после недопустимого события	Резервное копирование и восстановление данных
		Исправление уязвимостей
		Обновление и патчинг систем
		Обучение сотрудников

Таблица 4 (Table 4)

Результаты оценки взаимосвязей недопустимого события информационной безопасности Н.14 с угрозами БДУ ФСТЭК России

Results of evaluation of interrelationships of the invalid information security event Н.14 with threats of the Threats Data Bank of the Federal Service for Technical and Export Control of Russia

№ п/п	Шаги процесса оценки взаимосвязи	Описание
1	Идентификация недопустимого события:	Нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления (АСУ) и управляемого объекта и/или процесса.
2	Категоризация недопустимого события	Нарушение целостности и доступности данных и систем. Подкатегории: а. Изменение конфигурации системы; б. Остановка или сбой в работе системы управления; с. Нарушение технологического процесса.
2	Категоризация недопустимого события	Нарушение целостности и доступности данных и систем.
3	Сопоставление недопустимого события угрозам из БДУ ФСТЭК России	Актуальные угрозы для рассматриваемого недопустимого события: 1. УБИ.001: Угроза вредоносного программного обеспечения (Malware); 2. УБИ.002: Угроза отказа в обслуживании (DoS/DDoS);
		3. УБИ.003: Внутренние угрозы, связанные с действиями сотрудников; 4. УБИ.004: Угроза утечки конфиденциальной информации.
4	Анализ потенциальных негативных последствий.	Результаты анализа потенциальных негативных последствий представлены в табл. 5.

Процесс классификации инцидента информационной безопасности включает в себя анализ и систематизацию различных аспектов инцидента, таких как причина, тип, последствия, уровень критичности и метод атаки.

Таким образом, применение вышеуказанной цепочки этапов структурирует подход к управлению инцидентами информационной безопасности, а также обеспечивает их обнаружение, анализ и выработку мероприятий по реагированию, в том числе обеспечивает описание атрибутов недопустимых событий.

В ГОСТ Р 59548—2022 [3] представлены требования к регистрируемой информации о событии информационной безопасности, которая используется при описании таксономии. На основе методов классификации и категоризации событий информационной безопасности выявлены атрибуты недопустимых событий информационной безопасности, представленные в табл. 2.

В табл. 3 представлен перечень выявленных атрибутов недопустимого события «Н.14 Нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого объекта и/или процесса» (далее – Н.14).

Идентификация атрибутов недопустимых событий информационной безопасности позволяют структурировать и систематизировать инциденты с целью более эффективного управления и реализации наиболее эффективного сценария реагирования. Процесс оценки взаимосвязей недопустимых событий с соответствующими угрозами из банка данных угроз безопасности информации ФСТЭК России, которые могут привести к негативным последствиям, включает следующие шаги:

1. Идентификация недопустимого события.
2. Категоризация недопустимого события.

Негативные последствия недопустимого события информационной безопасности Н.14

Negative consequences of an invalid information security event Н.14

№ п/п	Угроза безопасности информации	Негативные последствия
1	УБИ.001: Угроза вредоносного программного обеспечения (Malware)	Нарушение конфигурации системы Остановка технологического процесса Финансовые убытки из-за простоев
2	УБИ.002: Угроза отказа в обслуживании (DoS/DDoS)	Перегрузка и сбои в работе автоматизированной системы управления Потеря доступности систем Нарушение технологического процесса
3	УБИ.003: Внутренние угрозы, связанные с действиями сотрудников	Ошибки конфигурации, приводящие к сбоям Злонамеренные действия, остановка системы Нарушение технологического процесса
4	УБИ.004: Угроза утечки конфиденциальной информации	Использование утекшей информации для атак Нарушение работы системы управления Финансовые и репутационные убытки

3. Сопоставление недопустимого события с угрозами из банка данных угроз (БДУ) безопасности информации ФСТЭК России.

4. Анализ потенциальных негативных последствий.

Результаты реализации перечисленных шагов применительно к недопустимому событию Н.14 представлены в табл. 4.

В табл. 5 представлены потенциальные негативные последствия для каждой из актуальных угроз.

Таким, образом полученные результаты обеспечивают более эффективную обработку рисков, а также оперативную разработку и реализацию эффективных сценариев реагирования на недопустимые события информационной безопасности.

На основе проведенного анализа разработан обобщенный алгоритм обработки недопустимых событий информационной безопасности, который обеспечивает снижение уровня негативных последствий (рисунок 3).

На первом этапе Обнаружения и идентификации и недопустимого события проводится мониторинг систем и сетей с помощью систем обнаружения и предотвращения вторжений (IDS и IPS). Анализируются логи и события безопасности, а также принимаются сообщения о подозрительной активности от сотрудников или автоматизированных систем.

На втором этапе Категоризации и классификации недопустимых событий осуществляется определение типа недопустимого события (конфиденциальность, целостность, доступность). Далее проводится классификация события по критичности и сопоставление с угрозами из банка данных угроз безопасности информации ФСТЭК России.

Третий этап Анализа и оценки влияния недопустимого события включает анализ методов и средств атаки, опре-

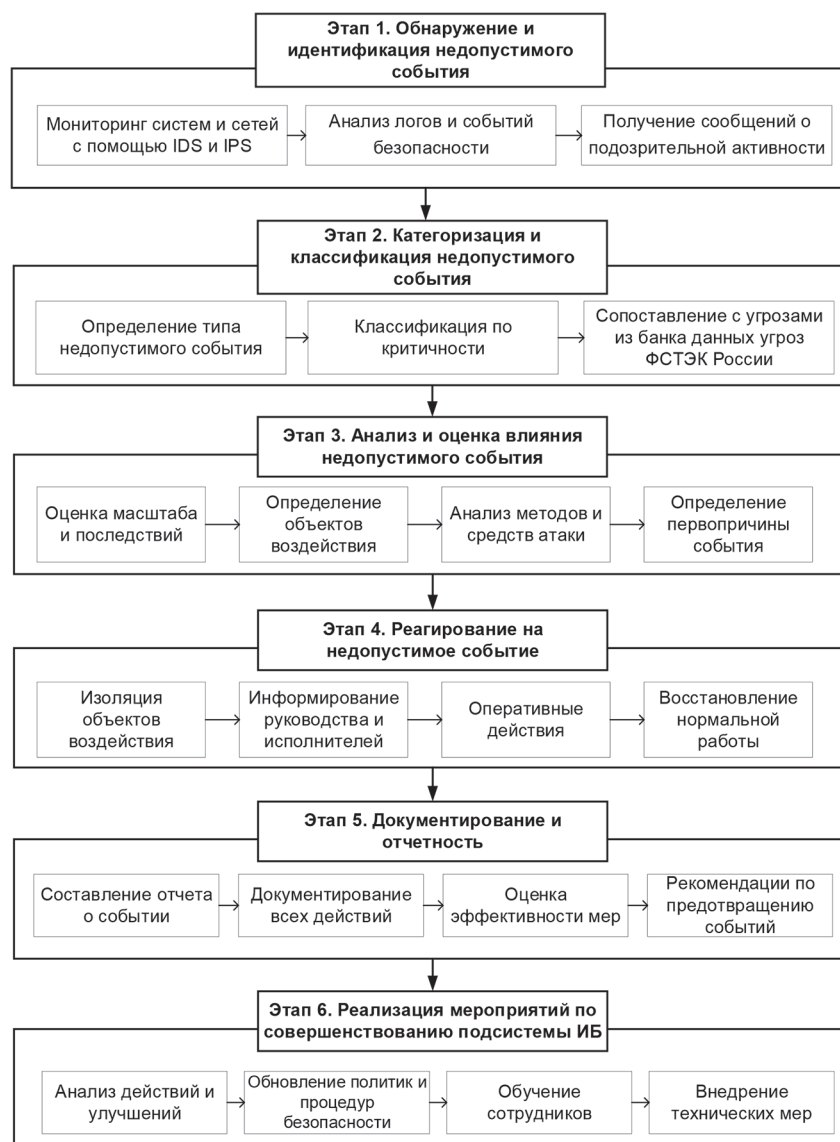


Рис. 3. Обобщенный алгоритм обработки недопустимых событий

Fig. 3. Generalized algorithm for processing invalid events

деление первопричины события и объектов воздействия, а также оценку масштаба и потенциальных последствий недопустимого события.

На четвертом этапе Реагирования на недопустимое событие проводится изоляция объектов воздействия для предотвращения распространения угрозы, информирование руководства организации и исполнителей, выполнение оперативных действий по устранению угрозы (например, удаление вредоносного ПО, применение патчей), и восстановление нормальной работы систем.

Пятый этап Документирование и отчетность включает составление детализированного отчета о недопустимом событии, документирование всех действий, предпринятых для устранения события, оценку эффективности принятых мер и выработку рекомендаций по предотвращению аналогичных событий в будущем.

На заключительном шестом этапе Реализации мероприятий по совершенствованию подсистемы ИБ проводится анализ действий и улучшений, обновление политик и процедур безопасности, обучение сотрудников на основе полученных данных и внедрение технических и организационных мер для предотвращения повторных недопустимых событий.

Разработанный обобщенный алгоритм обеспечивает комплексный подход к управлению инцидентами информационной безопасности, охватывающий все этапы от выявления недопустимого события до проведения его анализа и выработки необходимых мероприятий по повышению уровня информационной безопасности. Предложенный подход позволяет фокусироваться на мероприятиях по противодействию таким угрозам нарушителя, реализация которых может привести к наиболее

тяжелым последствиям для КИИ.

Проведен сравнительный анализ предложенного подхода на основе разработанного обобщенного алгоритма с существующими известными подходами такими, как Методика ФСТЭК [5], Методика MITRE&ATTACK Framework [10] и Методика оценки угроз безопасности по таксономии инцидентов Ховарда-Лонгстаффа [11].

Предложенный подход имеет схожесть с Методикой ФСТЭК в части реализации этапов идентификации, анализа и реагирования на инцидент.

В Методике ФСТЭК предусмотрено разделение угроз на актуальные и возможные, однако не обеспечивается определение ущерба от последствий угроз. Предложенный подход в отличие от Методики ФСТЭК имеет более гибкие возможности по выявлению и реагированию на недопустимые события и возможности выработки необходимых мероприятий по снижению степени негативных последствий при выявлении недопустимых событий.

Предложенный подход как и в Методике MITRE&ATTACK Framework использует возможности методов таксо-

Таблица 6 (Table 6)

Результаты реализации обобщенного алгоритма для недопустимого события информационной безопасности Н.14

Results of implementation of the generalized algorithm for invalid information security event Н.14

№ п/п	Наименование этапа	Описание этапа
1	Обнаружение и идентификация недопустимого события	Фиксация системой IDS аномальной активности на сервере управления
		Передача сообщения о нестабильной работе системы
2	Категоризация и классификация недопустимого события	Тип: Нарушение целостности
		Критичность: Высокая
		Угроза из банка данных угроз безопасности информации ФСТЭК России: Вредоносное ПО (УБИ.001).
3	Анализ и оценка влияния	Объекты воздействия: Серверы управления, рабочие станции операторов
		Последствия: Остановка технологического процесса, финансовые убытки.
		Метод атаки: Воздействие вредоносного ПО через уязвимость в сетевом протоколе
4	Реагирование на недопустимое событие	Изоляция объектов воздействия
		Информирование руководства и исполнителей
		Удаление вредоносного ПО, установка обновлений
		Восстановление нормальной работы автоматизированной системы управления
5	Документирование и отчетность	Составление отчета об инциденте, включая все предпринятые меры
		Оценка эффективности удаления вредоносного ПО
		Рекомендации по улучшению сетевой безопасности
6	Реализация мероприятий по совершенствованию подсистемы ИБ	Анализ действий команды реагирования
		Обновление процедур и политик безопасности
		Проведение обучения сотрудников по выявлению и предотвращению угроз.
		Внедрение новых средств защиты для предотвращения аналогичных атак.

номии и категоризации инцидентов ИБ, но Методика MITRE&ATTACK Framework не предусматривает идентификацию недопустимых событий и соответствующих им техник и тактик нарушителя.

Таксономия инцидентов Ховарда-Лонгстаффа использует набор из семи характеристик, на основе которых проводится анализ угроз безопасности информации: Атакующий, Средства. Уязвимости, Действия, Объекты воздействия, Результат несанкционированных действий и Цели. Методика оценки угроз безопасности по таксономии инцидентов Ховарда-Лонгстаффа обеспечивает эффективное категорирование угроз, но не связывает их с классом недопустимых событий.

Таким образом, предложенный комплексный подход, включает обобщенный алгоритм обработки недопустимых событий, обеспечивающий их обработку от этапа выявления до анализа и реагирования, а также улучшения процессов и процедур обеспечения результативной безопасности.

Разработанный обобщенный алгоритм обработки недопустимых событий информационной безопасности обеспечивает структурированный и систематизированный подход к управлению недопустимыми событиями, а также в целом обеспечивает повыше-

ние устойчивости КИИ к воздействию угроз.

Результаты реализации разработанного обобщенного алгоритма рассмотрены на примере недопустимого события «Н.14 Нарушение штатного режима функционирования автоматизированной системы управления и управляемого объекта и/или процесса» и представлены в табл. 6.

Предложенный алгоритм направлен на создание целостного подхода к управлению инцидентами информационной безопасности в части выявления недопустимых событий, что обеспечивает эффективное реагирование на инциденты и результативную безопасность объектов КИИ.

Заключение

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Проанализированы подходы к выявлению недопустимых событий на объектах КИИ, включая существующие методики и технологии. Рассмотрены проблемы и сложности, связанные с большим объемом данных, сложностью событий, недостаточной оперативностью обнаружения и реагирования, а также ограничениями технологических решений.

Обоснована необходимость применения методов иден-

тификации атрибутов недопустимых событий информационной безопасности для обеспечения результативной безопасности.

Предложен обобщенный алгоритм выявления и обработки недопустимых событий информационной безопасности, включающий этапы идентификации, категоризации, оценки влияния, реагирования, документирования, анализа и мероприятий, направленных на совершенствование подсистемы информационной безопасности.

Разработанный алгоритм выявления и обработки недопустимых событий информационной безопасности на основе принципов таксономии и категоризации включает обоснование и построение структурированной системы для описания инцидентов, их категоризацию и классификацию, что позволяет более эффективно реагировать на угрозы информационной безопасности.

Полученные результаты позволяют повысить эффективность идентификации и классификации инцидентов информационной безопасности за счет выявления и описания атрибутов недопустимых событий, что обеспечивает снижение уровня негативных последствий нарушения информационной безопасности на объектах КИИ.

Литература

1. Федеральный закон от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ (ред. от 10 июля 2023 г.) «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
2. ISO/IEC 27035-1:2016 Information technology – Security techniques – Information security incident management – Part 1: Principles of incident management. International Organization for Standardization, 2016.
3. ГОСТ Р 59548—2022 «Защита информации. Регистрация событий безопасности. Требования к регистрируемой информации».
4. Методика определения недопустимых событий, сценариев и критериев их реализации компании «Positive Technology» [Электрон. ресурс].

Режим доступа: <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/webinars/ics/metodika-opredeleniya-ns.pdf> (Дата обращения: 10.05.2024).

5. Методика оценки угроз безопасности ФСТЭК России [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/spetsialnye-normativnye-dokumenty/metodicheskij-dokument-ot-5-fevralya-2021-g> (Дата обращения: 10.05.2024).

6. Перечень негативных последствий из нового раздела банка данных угроз ФСТЭК России [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://bdu.fstec.ru/threat-section/negatives> (Дата обращения: 10.05.2024).

7. «Security Information and Event Management (SIEM) Implementation». Author: David Miller, 2010.

8. NIST Special Publication 800-61 Revision 2, «Computer Security Incident Handling Guide». National Institute of Standards and Technology, 2012.
9. «Data-Driven Security: Analysis, Visualization and Dashboards». Authors: Jay Jacobs, Bob Rudis, 2014.
10. MITRE ATT&CK Framework. [Электрон.

ресурс]. Режим доступа: <https://attack.mitre.org/> (Дата обращения: 10.07.2024).

11. Howard J. D., Longstaff T. A. A Common Language for Computer Security Incidents. Sandia National Laboratories [Электрон. ресурс]. 1998. Режим доступа: <https://www.sandia.gov/app/uploads/sites/51/2021/05/SAND98-8667.pdf> (Дата обращения: 10.07.2024).

References

1. Federal Law of July 26, 2017 N 187-FZ (as amended on July 10, 2023) «On the Security of Critical Information Infrastructure of the Russian Federation». (In Russ.)
2. ISO/IEC 27035-1:2016 Information technology — Security techniques — Information security incident management — Part 1: Principles of incident management. International Organization for Standardization; 2016.
3. GOST R 59548 - 2022 «Information protection. Registration of security events. Requirements for registered information». (In Russ.)
4. Metodika opredeleniya nedopustimyykh sobytiy, stsenariyev i kriteriyev ikh realizatsii kompanii «Positive Technology» = Methodology for determining unacceptable events, scenarios and criteria for their implementation by Positive Technology [Internet]. Available from: <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/webinars/ics/metodika-opredeleniya-ns.pdf> (cited 10.05.2024). (In Russ.)
5. Metodika otsenki ugroz bezopasnosti FSTEK Rossii = Methodology for assessing security threats of the FSTEC of Russia [Internet]. Available from: <https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/spetsialnye-normativnye-dokumenty/>

metodicheskij-dokument-ot-5-fevralya-2021-g (cited 10.05.2024). (In Russ.)

6. Perechen' negativnykh posledstviy iz novogo razdelu banka dannykh ugroz FSTEK Rossii = List of negative consequences from the new section of the FSTEC of Russia threat database [Internet]. Available from: <https://bdu.fstec.ru/threat-section/negatives> (cited 10.05.2024). (In Russ.)

7. «Security Information and Event Management (SIEM) Implementation». Author: David Miller; 2010.

8. NIST Special Publication 800-61 Revision 2, «Computer Security Incident Handling Guide». National Institute of Standards and Technology; 2012.

9. «Data-Driven Security: Analysis, Visualization and Dashboards». Authors: Jay Jacobs, Bob Rudis; 2014.

10. MITRE ATT&CK Framework. [Internet]. Available from: <https://attack.mitre.org/> (cited 10.07.2024).

11. Howard J. D., Longstaff T. A. A Common Language for Computer Security Incidents. Sandia National Laboratories [Internet]. 1998. Available from: <https://www.sandia.gov/app/uploads/sites/51/2021/05/SAND98-8667.pdf> (cited 10.07.2024).

Сведения об авторах

Дарья Александровна Евдокимова

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: Evdokimova.DA@rea.ru

Андрей Александрович Микрюков

Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия
Эл. почта: mikrukov.aa@rea.ru

Information about the authors

Daria A. Evdokimova

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: Evdokimova.DA@rea.ru

Andrey A. Mikryukov

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: mikrukov.aa@rea.ru