

ISSN 2686-679X

# ВЕСТНИК РГГУ

*Серия*  
«Информатика.  
Информационная безопасность.  
Математика»

Научный журнал

# RSUH/RGGU BULLETIN

“Information Science.  
Information Security. Mathematics”  
*Series*

Academic Journal

Основан в 2018 г.  
Founded in 2018

1  
2025

VESTNIK RGGU. Seriya "Informatica. Informacionnaya bezopasnost. Matematika"

RSUH/RGGU BULLETIN. "Information Science. Information Security. Mathematics" Series Academic Journal

There are 4 issues of the printed version of the journal a year.

Founder and Publisher

Russian State University for the Humanities (RSUH)

RSUH/RGGU BULLETIN. "Information Science. Information Security. Mathematics" series is included: in the Russian Science Citation Index; in the List of leading scientific magazines journals and other editions for publishing PhD research findings peer-reviewed publications fall within the following research area:

**1.1.6.** Computational Mathematics (physical and mathematical sciences)

**2.3.6.** Information security methods and systems, information security (technical science)

**2.3.8.** Informatics and information processes (technical science)

*Objectives and areas of research*

RSUH/RGGU BULLETIN. "Information Science. Information Security. Mathematics" series publishes the results of research by scientists from RSUH and other universities and other Russian and foreign academic institutions. The areas covered by contributions include theoretical and applied computer science, up-to-date IT, means and technologies of information protection and information security as well as the issues of theoretical and applied mathematics including analytical and imitation models of different processes and objects. Special emphasis is put on articles and reviews covering research in indicated directions in the areas of social and humanitarian problems and also issues of personnel training for these directions.

RSUH/RGGU BULLETIN. "Information Science. Information Security. Mathematics" series is registered by Federal Service for Supervision of Communications Information Technology and Mass Media. 25.05.2018, reg. No. FS77-72977

Editorial staff office: 6, Miusskaya sq., Moscow, Russia, 125047

e-mail: grnat@rambler.ru

ВЕСТНИК РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика»  
Научный журнал

Выходит 4 номера печатной версии журнала в год.

Учредитель и издатель – Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ)

ВЕСТНИК РГГУ, серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика», включен: в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ); в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:

**1.1.6.** Вычислительная математика (физико-математические науки)

**2.3.6.** Методы и системы защиты информации, информационная безопасность (технические науки)

**2.3.8.** Информатика и информационные процессы (технические науки)

#### *Цели и область*

В журнале «Вестник РГГУ», серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика», публикуются результаты научных исследований ученых и специалистов РГГУ, а также других университетов и научных учреждений России и зарубежных стран. Направления публикаций включают теоретическую и прикладную информатику, современные информационные технологии, методы, средства и технологии защиты информации и обеспечения информационной безопасности, а также проблемы теоретической и прикладной математики, включая разработку аналитических и имитационных моделей процессов и объектов различной природы. Особое внимание уделяется статьям и обзорам, посвященным исследованиям по указанным направлениям в области социальных и гуманитарных проблем, а также вопросам подготовки кадров по соответствующим специальностям для данных направлений.

ВЕСТНИК РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика», зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 25.05.2018 г., регистрационный номер ПИ № ФС77-72977.

Адрес редакции: 125047, Россия, Москва, Миусская пл., 6

Электронный адрес: [gmat@rambler.ru](mailto:gmat@rambler.ru)

## Founder and Publisher

Russian State University for the Humanities (RSUH)

## Editor-in-chief

*E.N. Nadezhdin*, Dr. of Sci. (Engineering), professor, Russian State University for the Humanities (RSUH), Moscow, Russian Federation

## Editorial Board

*V.I. Korolev*, Dr. of Sci. (Engineering), professor, The Institute of Informatics Problems of the Russian Academy of Sciences (IPI RAN), Moscow, Russian Federation (*deputy editor-in-chief*)

*N.V. Grishina*, Cand. of Sci. (Engineering), associate professor, Russian State University for the Humanities (RSUH), Moscow, Russian Federation (*executive secretary*)

*L.A. Aslanyan*, Dr. of Sci. (Physics and Mathematics), professor, corresponding member, Nacional Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Institute for Informatics and Automation Problems of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Yerevan, Republic of Armenia

*S.N. Baibekov*, Dr. of Sci. (Engineering), professor, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan

*S.B. Veprev*, Dr. of Sci. (Engineering), professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation

*G.S. Ivanova*, Dr. of Sci. (Engineering), professor, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

*V.M. Maximov*, Dr. of Sci. (Physics and Mathematics), professor, Russian State University for the Humanities (RSUH), Moscow, Russian Federation

*R.S. Motul'skii*, Dr. of Sci. (Pedagogics), professor, Institute of Modern Knowledge, Minsk, Republic of Belarus

*Yu.I. Ozhigov*, Dr. of Sci. (Physics and Mathematics), professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

*S.M. Sokolov*, Dr. of Sci. (Physics and Mathematics), professor, Keldysh Institute of Applied Mathematics, Moscow, Russian Federation

*V.A. Tsvetkova*, Dr. of Sci. (Engineering), professor, Library for Natural Sciences of the RAS, Moscow, Russian Federation

## Executive editor:

*N.V. Grishina*, Cand. of Sci. (Engineering), associate professor,  
Russian State University for the Humanities (RSUH)

Учредитель и издатель

Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ)

Главный редактор

*Е.Н. Надеждин*, доктор технических наук, профессор, Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ), Москва, Российская Федерация

Редакционная коллегия

*В.И. Королев*, доктор технических наук, профессор, ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Москва, Российская Федерация (*заместитель главного редактора*)

*Н.В. Гришина*, кандидат технических наук, доцент, Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ), Москва, Российская Федерация (*ответственный секретарь*)

*Л.А. Асланян*, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Армения, Институт проблем информатики и автоматизации НАН Республики Армения, Ереван, Республика Армения

*С.Н. Байбеков*, доктор технических наук, профессор, Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Республика Казахстан

*С.Б. Вепрев*, доктор технических наук, профессор, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС), Москва, Российская Федерация

*Г.С. Иванова*, доктор технических наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

*В.М. Максимов*, доктор физико-математических наук, профессор, Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ), Москва, Российская Федерация

*Р.С. Мотульский*, доктор педагогических наук, профессор, Институт современных знаний, Минск, Республика Беларусь

*Ю.И. Ожигов*, доктор физико-математических наук, профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), Москва, Российская Федерация

*С.М. Соколов*, доктор физико-математических наук, профессор, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Российская Федерация

*В.А. Цветкова*, доктор технических наук, профессор, Библиотека по естественным наукам РАН, Москва, Российская Федерация

Ответственный за выпуск:

*Н.В. Гришина*, кандидат технических наук, доцент,  
Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ)

## CONTENTS

### Information Science

---

- Irina V. Kozlova, Mikhail V. Filippov*  
Application of dynamic programming for the task  
of selecting a query plan in PostgreSQL relational  
database management system ..... 8
- Vladimir E. Kulev, Oleg O. Makhno,  
Ivan A. Mitroshin*  
Safety and accessibility of the scientific library fund.  
Present day and prospects ..... 20
- Veronika S. Nazarovskaya, Nail' Z. Sultanov*  
Modern digital capabilities of educational library systems ..... 38
- Andrei P. Titov, Dar'ya N. Titova*  
Rendering optimization method for dynamic scenes  
using an adaptive hierarchy of bounding volumes ..... 58

### Information Security

---

- Yuliya I. Bogatyreva, Aleksandr N. Privalov,  
Vadim A. Smirmov*  
The model of threats to the personality of students  
in the application of artificial intelligence systems ..... 70
- Sergei B. Veprev, Sergei A. Nesterovich,  
Aleksandr V. Makarov*  
Vulnerability analysis in operating systems  
and application software products ..... 95

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Информатика**

---

<i>Ирина В. Козлова, Михаил В. Филиппов</i> Применение динамического программирования при оптимизации плана запроса в реляционной системе управления базами данных PostgreSQL .....	8
<i>Владимир Э. Кулев, Олег О. Махно, Иван А. Митрошин</i> Сохранность и доступность фонда научной библиотеки: современность и перспективы .....	20
<i>Вероника С. Назаровская, Наиля З. Султанов</i> Современные цифровые возможности образовательных библиотечных систем .....	38
<i>Андрей П. Титов, Дарья Н. Титова</i> Метод оптимизации рендеринга для динамических сцен с использованием адаптивной иерархии ограничивающих объемов .....	58

### **Информационная безопасность**

---

<i>Юлия И. Богатырева, Александр Н. Привалов, Вадим А. Смирнов</i> Модель угроз личности обучающихся при применении систем искусственного интеллекта .....	70
<i>Сергей Б. Вепрев, Сергей А. Нестерович, Александр В. Макаров</i> Анализ уязвимостей в операционных системах и прикладных программных продуктах .....	95

## Применение динамического программирования при оптимизации плана запроса в реляционной системе управления базами данных PostgreSQL

Ирина В. Козлова

*Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия, irinakozlovakiv@yandex.ru*

Михаил В. Филиппов

*Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия, flippov.mike@mail.ru*

*Аннотация.* Современные базы данных, используемые в различных областях науки и техники, оперируют огромными объемами информации. Вследствие этого задача ускорения работы с такими данными является несомненно актуальной. В статье представлен один из возможных подходов решения подобной задачи – оптимизация построения плана запросов. План запроса представляет собой конкретный ряд операций доступа к данным или соединения строк, которые СУБД необходимо выполнить для получения результата. Основная идея заключается в поиске оптимального решения, при котором достигается минимум стоимости всех операций, необходимых для выполнения запроса. Для решения экстремальной задачи был адаптирован метод восходящего динамического программирования. Проведено сравнение рассмотренного подхода с традиционным методом выбора плана запроса на основе генетического алгоритма. Показано, что при количестве таблиц более 28 представленный метод восходящего динамического программирования требует времени выполнения в два раза меньше, чем стандартный метод на основе генетического алгоритма. По данным вычислительного эксперимента, время планирования запроса с использованием данного метода уменьшается в 3–4 раза по сравнению со стандартным. Установлено, что при выполнении запроса с большим количеством таблиц рациональнее использовать восходящее динамическое программирование. Время планирования и выполнения при проведении эксперимента считалось фактическим.

*Ключевые слова:* план запроса, PostgreSQL, база данных, система управления базами данных, динамическое программирование, генетический алгоритм, время планирования, время выполнения

*Для цитирования:* Козлова И.В., Филиппов М.В. Применение динамического программирования при оптимизации плана запроса в реляционной системе управления базами данных PostgreSQL // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2025. № 1. С. 8–19. DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-8-19

## Application of dynamic programming for the task of selecting a query plan in PostgreSQL relational database management system

Irina V. Kozlova

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia,  
irinakozlovakiv@yandex.ru*

Mikhail M. Filippov

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia,  
filippov.mike@mail.ru*

*Abstract.* Modern databases used in various fields of science and technology operate with huge amounts of information. As a consequence, the task of accelerating the work with such data is undoubtedly urgent. The article presents one of the possible approaches to solving such a problem – optimization of query plan construction. A query plan is a specific series of data access operations or string joins that the DBMS needs to perform to obtain the result. The main idea is to find the optimal solution that achieves the minimum cost of all the operations required to execute the query. The method for upward dynamic programming was adapted to solve the extremal problem. The comparison of the considered approach with the traditional method of query plan selection on the basis of genetic algorithm has been carried out. It is shown that when the number of tables is more than 28 the presented method of upward dynamic programming requires execution time two times less than the standard method based on genetic algorithm. According to the computational experiment, the query planning time using the method decreases 3–4 times compared to the standard method. The article states that it is more rational to use upward dynamic programming when executing a query with a large number of tables. The planning and execution time during the experiment was considered to be actual.

*Keywords:* query plan, PostgreSQL, database, database management system (DBMS), dynamic programming, genetic algorithm, planning time, execution time

*For citations:* Kozlova, I.V. and Filippov, M.V. (2025), “Application of dynamic programming for the task of selecting a query plan in PostgreSQL relational database management system”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Information Science. Information Security. Mathematics” Series*, no. 1, pp. 8–19, DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-8-19

## *Введение*

В настоящее время все чаще используются хранилища данных, содержащие большой объем информации в различных сферах, например экономической, банковской, транспортной, медицинской. Современные базы данных (БД) могут хранить объемы информации до нескольких петабайт. Одним из вариантов ускорения работы с массивами данных больших объемов является оптимизация построения плана запроса с помощью различных алгоритмов или на основе выбора наиболее подходящих параметров для уже реализованных алгоритмов.

Одним из критериев рассматриваемого процесса выбора плана запроса является его стоимость, которая характеризует количество ресурсов, необходимых для его выполнения (например, количество операций доступа к данным и количество операций соединения набора строк) [Домбровская 2022].

Традиционный метод составления плана на основе генетического алгоритма имеет несколько недостатков. Например, итоговый план запроса может быть не самым эффективным, так как генетический алгоритм не всегда находит глобальный минимум, а время поиска может быть значительным [John 1992]. В отличие от этого, динамическое программирование свободно от многих подобных недостатков. Выбранный план всегда будет оптимальным, поскольку определяется именно глобальный минимум и время работы не зависит от условий запроса. Поэтому использование динамического программирования для работы с базами данных большого объема и его сравнение с генетическим алгоритмом по времени планирования и выполнения запросов с различным количеством таблиц в операторе FROM представляют особый интерес [Гришкина 2019].

## *Постановка задачи*

В качестве целевой функции при решении задачи используется нахождение минимальной стоимости операций соединения строк и доступа к данным, необходимых для выполнения запроса.

Введем обозначения основных величин: *Query* – анализируемый запрос,  $Cost_i$  – стоимость операции доступа к данным или соединения строк (у. е.), где  $i = 1, N_{\{Cost\}}$ , *CostPlan* – стоимость плана запроса (у. е.), *ArrCostPlan* – массив стоимостей всех построенных планов, *ResPlan* – итоговый план запроса, *TimePlan* – время поиска плана запроса (время планирования), *ExpPlan* – самый дорогой план (в качестве дорогого плана берется простое соединение всех таблиц без оптимизации), *TimeExpPlan* – время выполнения самого дорогого плана.

Стоимость одного плана можно посчитать по следующей формуле:

$$CostPlan = \sum_i^k Cost_i, \quad (1)$$

где  $k$  – количество операций, с помощью которых можно получить результат запроса.

Для нахождения плана запроса необходимо минимизировать функцию, представленную в формуле (1).

В случае если время поиска такого плана превышает время выполнения самого «дорогого» плана, то в качестве результата выбирается «дорогой» план запроса, определяемый следующим образом:

$$ResPlan = \begin{cases} \min (ArrCostPlan), & \text{если } TimeExpPlan > TimePlan, \\ ExpPlan, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (2)$$

SQL запрос на выборку данных, для которого происходит выбор плана, должен содержать команду JOIN (INNER JOIN) в операторе FROM:

$$Query = '%INNER JOIN%'. \quad (3)$$

Критерием оптимальности является минимум суммарной стоимости плана, подсчитанной в условных единицах. Целевая функция принимает следующий вид:

$$F = CostPlan \min. \quad (4)$$

Таким образом, окончательная формулировка получения оптимального плана запроса сводится к решению задачи, описанной ниже [Козлова, Филиппов 2023]:

$$\left\{ \begin{array}{l} CostPlan = \sum_i^k Cost_i, \\ Query = '%INNER JOIN%', \\ F = CostPlan \rightarrow min \\ ResPlan = \begin{cases} \min(ArrCostPlan), & \text{если } TimeExpPlan > TimePlan, \\ ExpPlan, & \text{иначе.} \end{cases} \end{array} \right. \quad (5)$$

### *Стоимостная модель*

Стоимость плана рассчитывается с помощью определенных переменных, которые задаются в условных единицах относительно операции чтения одной страницы с диска, которую удобно задать равной 1,0. [Домбровская 2022; Ciolli, Mejias 2023]. Подробно переменные стоимостной модели описаны в статье [Козлова, Филиппов 2023].

### *Метод динамического программирования для задачи выбора плана запроса*

Динамическое программирование – метод решения задачи путем ее разбиения на несколько одинаковых подзадач, рекуррентно связанных между собой и имеющих одинаковую структуру [Беллман, Дрейфус 1965; Giri 2013; Окулов, Пестов 2015].

При решении поставленной выше задачи целесообразно использовать частный случай данного метода – восходящее динамическое программирование [Гришкина 2019; Карпов, Струченков 2020]. Описание метода восходящего программирования представлено в статье [Козлова, Филиппов 2023].

### *Схема реализации метода восходящего динамического программирования для задачи выбора плана запроса*

Для разработки данного метода необходимо воспользоваться основной структурой PostgreSQL – RelOptInfo [Ciolli, Mejias 2023; Рогачева, Киржаев 2020].

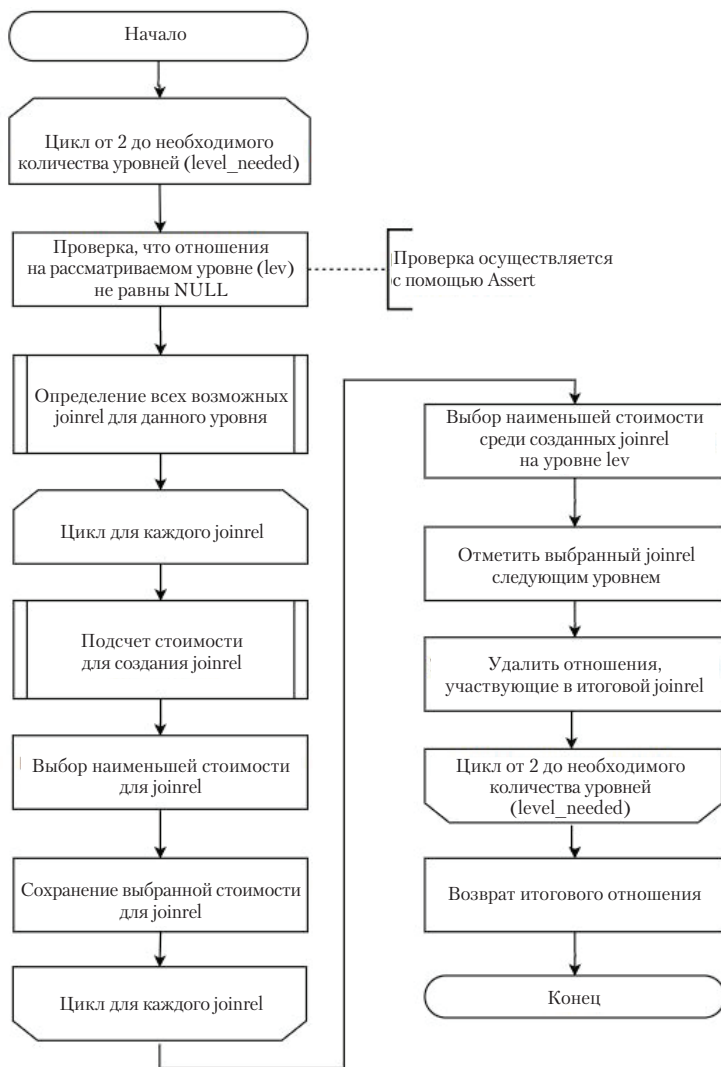


Рис. 1. Схема алгоритма восходящего динамического программирования для задачи выбора плана запроса

Данная структура содержит информацию о каждой таблице для планирования или оптимизации, для планирования выделяются три основных понятия:

- “base rel” – базовая таблица, подвыборка или функция, которые представляют некоторый диапазон таблицы;
- “joinrel” – объединение двух базовых таблиц;
- нужное количество уровней – количество соединений таблиц (число join в запросе).

На рисунке 1 представлена схема разрабатываемого алгоритма. Для создания объединения всех таблиц, участвующих в запросе, необходимо постепенно нарастить данное соединение.

Так как в задаче рассматриваются запросы только с INNER JOIN, то можно сделать предположение, что порядок соединений таблиц неважен, поэтому алгоритм выстроен следующим образом.

В первом цикле для каждого уровня происходит создание всевозможных joinrel (соединение двух таблиц).

Во втором (внутреннем) цикле для каждого созданного ранее joinrel генерируется путь доступа к данным обеих таблиц и рассчитывается стоимость этого пути с учетом соединения строк по заданному условию в INNER JOIN. Затем выбирается наименьшая стоимость создания (доступ к данным и соединение строк) joinrel. Из общего списка таблиц удаляются таблицы-источники выбранного joinrel, а найденное соединение считается единой таблицей для следующего уровня [Хайдарова 2020].

### *Данные для проведения сравнения динамического программирования и генетического алгоритма*

Для проведения исследования была построена база данных области «Банковское дело» на 35 таблиц для выполнения запросов с различным количеством INNER JOIN. Планирование и выполнение каждого запроса проводилось 100 раз с очисткой кеша для того, чтобы PostgreSQL не использовал собранную статистику по запросам.

На основе указанной выше базы данных составлены запросы с различным количеством таблиц в операторе FROM, содержащие специальный оператор EXPLAIN и его параметр ANALYZE, которые позволяют получить время планирования и выполнения запроса, идущего после них [Shetty 2020].

*Зависимость времени планирования и выполнения запроса от количества таблиц в запросе*

На рисунках 2, 3 представлены результаты замеров фактических времени планирования и времени выполнения запроса в PostgreSQL с помощью динамического программирования и генетического алгоритма.

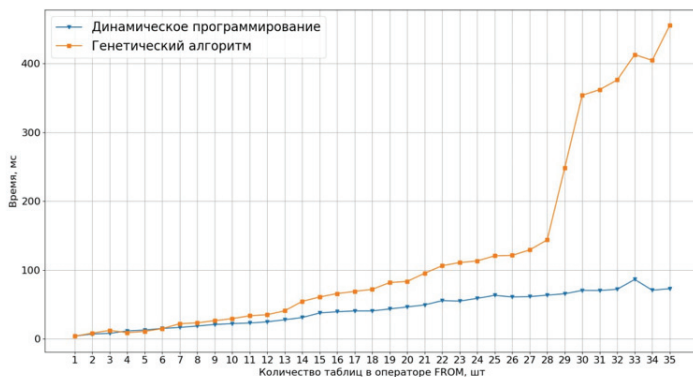


Рис. 2. Результаты замеров времени планирования запроса при помощи динамического программирования и генетического алгоритма

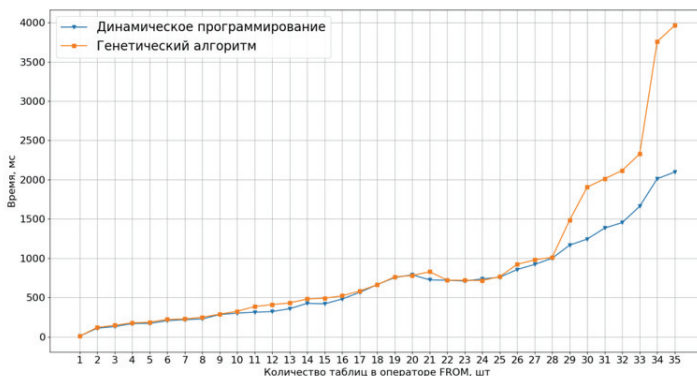


Рис. 3. Результаты замеров времени выполнения запроса при помощи динамического программирования и генетического алгоритма

Отсчет на графиках начинается с количества таблиц, равного одному. Эти данные были получены путем простой выборки из таблицы без соединений, так как возникли сомнения в том, что разработанный алгоритм выбора плана на основе динамического программирования может замедлить работу PostgreSQL при выполнении запроса к одной таблице. Однако, как показано на рисунке, этого не происходит.

Время планирования запроса с использованием динамического программирования значительно лучше, чем при применении генетического алгоритма. Это можно объяснить тем, что выбор порядка соединения таблиц в операторе FROM оказывается более подходящим. Динамическое программирование, в отличие от генетического алгоритма, способно находить глобальный минимум стоимости соединений независимо от порядка таблиц в запросе. Генетический алгоритм, в свою очередь, не может гарантировать нахождение глобального минимума [Shetty 2020].

Как видно из графика, время выполнения отличается незначительно. Это связано с тем, что в любом случае происходит выборка строк из таблиц, которые затем соединяются, и результат получается одинаковым по объему. Небольшое отличие при малом числе таблиц объясняется тем, что динамическое программирование выбирает план запроса, который сразу соединяет меньше строк, чем план, полученный генетическим алгоритмом.

Из рис. 1 и 2 можно увидеть зависимость времени выполнения от времени планирования. Например, при количестве таблиц в запросе более 28 время планирования отличается приблизительно в 3–4 раза, что можно заметить и во времени выполнения, которое на том же промежутке отличается примерно в 2 раза. Такую зависимость можно объяснить тем фактором, что время выполнения зависит от времени планирования: чем быстрее произойдет подсчет стоимости и выбор оптимального плана запроса, тем быстрее данный запрос будет выполнен.

Таким образом, метод выбора плана запроса с помощью динамического программирования имеет свою область применимости, в которой он может превосходить стандартный метод в 2 раза по времени выполнения запроса.

Вполне обоснованно можно считать, что изложенный метод на основе динамического программирования может быть использован при работе в других базах данных, таких как MS SQL Server, MySQL, Oracle, MariaDB, поскольку подход выбора плана запроса в реляционных базах данных одинаковый.

## Заключение

На основе анализа литературных источников показано, что генетический алгоритм в силу ряда недостатков не может быть использован для решения задачи выбора плана запроса при большом количестве соединений. Выполнена адаптация метода динамического программирования применительно к решению задачи выбора плана запроса. Для проведения сравнений с генетическим алгоритмом разработанный метод был встроен в исходный код PostgreSQL. На основе сравнительных исследований динамического программирования и генетического алгоритма показано, что:

- при количестве таблиц в запросе более 28 время планирования отличается примерно в 3–4 раза в лучшую сторону;
- при том же количестве таблиц время выполнения отличается в 2 раза в лучшую сторону;
- выявляется зависимость: если время планирования с динамическим программированием меньше, чем с генетическим алгоритмом, то время выполнения будет также меньше.

Проведенные исследования позволяют сделать предположения о том, что подход может быть использован и в других реляционных базах данных, например MySQL, MS SQL Server, Oracle, MariaDB, так как подход выбора плана запроса схож.

## Литература

---

- Беллман, Дрейфус 1965 – *Беллман Р., Дрейфус С.* Прикладные задачи динамического программирования. М.: Наука, 1965. 464 с.
- Гришкина 2019 – *Гришкина Т.Е.* Динамическое программирование: Учеб.-метод. пособие. М.: АмГУ, 2019. 38 с.
- Домбровская 2022 – *Домбровская Г.* Оптимизация запросов в PostgreSQL. М.: ДМК Пресс, 2022. 279 с.
- Карпов, Струченков 2020 – *Карпов Д.А., Струченков В.И.* Динамическое программирование в прикладных задачах, допускающих сокращение перебора вариантов // Russian Technological Journal. 2020. № 8 (4). С. 96–111.
- Козлова, Филиппов 2023 – *Козлова И.В., Филиппов М.В.* Сравнение методов решения задачи выбора плана запроса в реляционной базе данных PostgreSQL // Вестн. РГГУ. Сер. «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2023. № 4. С. 8–25. DOI: 10.28995/2686-679X-2023-4-8-25.
- Окулов, Пестов 2015 – *Окулов С.М., Пестов О.А.* Динамическое программирование. М.: Бином, 2015. 20 с.

- Рогачева, Киржаев 2020 – *Рогачева Ю.И., Киржаев Д.А.* Анализ популярных СУБД и необходимость их применения в современных информационных системах // Экономика и социум. 2020. № 7 (74). С. 542–545.
- Хайдарова 2020 – *Хайдарова С.* Создание SQL-запросов в реляционных базах данных // Вестн. РГГУ. Сер. «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2020. № 3. С. 8–19. DOI: 10.28995/2686-679X-2020-3-8-19.
- Ciulli, Mejias 2023 – *Ciulli G., Mejias B.* PostgreSQL 16 Administration Cookbook. Birmingham: Packt Publ., 2023. 636 p.
- Giri 2013 – *Giri A.* Distributed query processing plan generation using iterative improvement and simulated annealing // 3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC). N. Y., NY: IEEE, 2013. P. 220–235.
- John 1992 – *John H.* Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence. L.: MIT Press, 1992. 232 p.
- Shetty 2020 – *Shetty S.* Mastering PostgreSQL 13. Birmingham: Packt Publ., 2020. 363 p.

## References

---

- Bellman, R. and Dreyfus, A. (1965), *Prikladnye zadachi dinamicheskogo programirovaniya* [Applied problems of dynamic programming], Nauka, Moscow, Russia, 464 p.
- Ciulli, G., and Mejías, B. (2023), *PostgreSQL 16 Administration Cookbook*, Packt Publishing, Birmingham, UK, 636 p.
- Dombrovskaya, G. (2022), *Optimizatsiya zaprosov v PostgreSQL* [Query Optimization in PostgreSQL], DMK Press, Moscow, Russia, 279 p.
- Giri, A.K. (2013), “Distributed query processing plan generation using iterative improvement and simulated annealing”, *3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC)*, IEEE, New York, NY, USA, pp. 757–762.
- Grishkina, T.E. (2019), *Dinamicheskoe programmirovaniye. Ucheb.-metod. posobie* [Dynamic programming. Study guide], Amur State University, Moscow, Russia, 38 p.
- John, H. (1992), *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*, MIT Press, London, UK, 232 p.
- Karpov, D.A. and Struchenkov V.I. (2020), “Dynamic programming in applied problems allowing reduction in search of variants”, *Russian Technological Journal*, vol. 8 (4), pp. 96–111.
- Khaidarova, S. (2020), “Creation of SQL-queries in relational databases”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Information Science. Information Security. Mathematics” Series*, vol. 3, pp. 8–19. DOI: 10.28995/2686-679X-2020-3-8-19.

- Kozlova, I.V. and Filippov, M.V. (2023), "Comparison of methods for solving the query plan selection problem in a PostgreSQL relational database", *RSUH/RGGU Bulletin. "Information Science. Information Security. Mathematics" Series*, no. 4, pp. 8–25, DOI: 10.28995/2686-679X-2023- 4-8-25.
- Okulov, S.M. and Pestov, O.A. (2015), *Dinamicheskoe programmirovaniye* [Dynamic programming], Binom, Moscow, Russia, 20 p.
- Rogacheva, Yu.I. and Kirzhaev, D.A. (2020), "Analysis of the popular DBMS and the necessity of their application in modern information systems", *Ekonomika i sotsium*, vol. 7 (74), pp. 542–545.
- Shetty, S. (2020), *Mastering PostgreSQL 13*, Packt Publishing, Birmingham, UK, 363 p.

### *Информация об авторах*

*Ирина В. Козлова*, студент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия; 105005, Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5; irinakozlovakiv@yandex.ru

*Михаил В. Филиппов*, кандидат технических наук, доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия; 105005, Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5; filippov.mike@mail.ru

### *Information about the authors*

*Irina V. Kozlova*, student, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia; bld. 5, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya Str., Moscow, 105005, Russia; irina-kozlovakiv@yandex.ru

*Mikhail M. Filippov*, Cand. Of Sci. (Computer Engineering), associate professor, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia; bld. 5, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya Str., Moscow, 105005, Russia; filippov.mike@mail.ru

УДК 025:004

DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-20-37

## Сохранность и доступность фонда научной библиотеки: современность и перспективы

Владимир Э. Кулев

*Библиотека по естественным наукам РАН,  
Москва, Россия, kulev@benran.ru*

Олег О. Махно

*Библиотека по естественным наукам РАН,  
Москва, Россия, takhno@benran.ru*

Иван А. Митрошин

*Библиотека по естественным наукам РАН,  
Москва, Россия, imitros@gmail.com*

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам сохранности фондов в библиотеках и информационных центрах. Рассмотрены основные подходы к долговременному хранению информации и переводу ее с бумажных носителей в цифровой вид. Описаны критерии отбора литературы для создания цифровых копий. Представлена информация об электронных фондах библиотек как перспективном способе долговременного хранения информации и обеспечения ее доступности. Отмечена необходимость проведения своевременной миграции данных, которая позволит обеспечить длительное хранение электронных документов путем перевода их с устаревающих технологий на новые. Обобщен опыт библиотеки по естественным наукам РАН по комплексному развитию системы сохранности фондов и трансформации существующей автоматизированной информационной системы. Особое внимание уделено вопросам модернизации аппаратно-программного комплекса, перехода на новую автоматизированную библиотечную систему KoHa и модернизации библиотечного сайта. Показаны перспективы развития сайта библиотеки путем включения в его состав модуля личного кабинета пользователя с расширенным функционалом, аналитические возможности которого поддерживаются средствами искусственного интеллекта. По результатам исследования, определены основные направления повышения эффективности работы библиотеки по естественным наукам РАН на основе цифровизации фондов библиотеки и автоматизации профессиональной деятельности штатных сотрудников.

---

© Кулев В.Э., Махно О.О., Митрошин И.А., 2025

*Ключевые слова:* библиотеки, информационные центры, сохранность фондов, системы хранения данных, автоматизированные библиотечные системы, миграция данных, личный кабинет

*Для цитирования:* Кулев В.Э., Махно О.О., Митрошин И.А. Сохранность и доступность фонда научной библиотеки: современность и перспективы // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2025. № 1. С. 20–37. DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-20-37

## Safety and accessibility of the scientific library fund. Present day and prospects

Vladimir E. Kulev

*Library of Natural Sciences of the Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia, kulev@benran.ru*

Oleg O. Makhno

*Library of Natural Sciences of the Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia, makhno@benran.ru*

Ivan A. Mitroshin

*Library of Natural Sciences of the Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia, imitros@gmail.com*

*Abstract.* The article deals with the safety issue for funds in libraries and information centers. It considers the main approaches to long-term storage of information, its transfer from paper media to digital form and also describes the criteria for the selection of literature for the creation of digital copies. Information is provided on electronic libraries as one of the means of long-term storage of information and ensuring its accessibility. The authors note that it is necessary to carry out timely data migration, which will ensure long-term storage of electronic documents by transferring them from outdated technologies to new ones. The article presents the generalized experience of the Natural Sciences Library of RAS in the development of the system for preservation of funds and transformation of the existing information system. A particular emphasis is made on the issues of modernization of the hardware and software complex, transition to the Integrated Library Management System Koha as well as modernization of the library site. The article shows the prospects of the library website development by including the module of personal user's cabinet with extended functionality, analytical capabilities of which are supported by artificial intelligence tools. Following the findings of the study the main di-

rections of increasing the efficiency of the RAS Natural Sciences Library on the basis of digitalization of library collections and automation of professional activities of staff members were determined.

*Keywords:* libraries, information centers, safety of collection, data storage systems, automated library systems, integrated library management system, data migration, personal account

*For citation:* Kulev, V.E., Makhno, O.O. and Mitroshin, I.A. (2025), “Safety and accessibility of the scientific library fund. Present day and prospects”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Computer science. Information security. Mathematics” Series*, no. 1, pp. 20–37, DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-20-37

## *Введение*

Во все времена информация являлась движущей силой прогресса во всем мире. Изучение развития технологий середины XX – начала XXI в. позволяет предположить, что в этом столетии технологии хранения, обработки и доступа к данным будут неоднократно меняться. Уже сейчас у ряда пользователей появляются проблемы с получением информации, сохраненной пару десятков лет назад на цифровых носителях, таких как дискеты, микрофильмы или магнитные ленты. Например, за последние 50 лет происходила смена физических принципов звукозаписи, а звуковые носители и устройства воспроизведения изменялись шесть раз<sup>1</sup>.

В силу постоянного роста объемов собственных фондов, разнообразия типов и форматов информации в них библиотекам необходимо поддерживать аутентичность, подлинность и целостность данных в течение всего периода хранения, обеспечивать надежность системы хранения данных, возможность их воспроизведения и т. д. Исходя из вышесказанного, задачи по сохранности фондов библиотек и информационных центров становятся не просто актуальными, а критически важными.

Целью статьи являются аналитический обзор основных подходов к долговременному хранению информации в библиотеках и информационных центрах России в контексте современной цифровизации общества, а также анализ и обобщение накопленного опыта библиотеки по естественным наукам РАН (БЕН РАН) по развитию системы сохранности фондов.

---

<sup>1</sup> Цифровое забвение // МИР ПК. 2013. URL: <https://www.osp.ru/pcworld/2013/06/13035831> (дата обращения 12.09.2024).

### *Подходы к обеспечению сохранности фондов*

Основным средством хранения информации в библиотеках до сих пор остаются бумажные носители: книги, журналы, газеты и другие печатные материалы. Бумажные документы удобны для чтения, но их хранение требует особых условий, наличия места и способов хранения бумажных носителей. Они уязвимы к физическому износу, пожарам и влажности. Их доступность ограничена, и имеются проблемы с поиском информации в них [Залаев, Цветкова 2022]. Отчасти эти проблемы решаются с помощью оцифровки документов, содержащихся в библиотеках. Электронные «библиотечные» фонды ведут свою историю с 1971 г., с момента основания проекта «Гуттенберг» [Степанов 2023], и в настоящий момент среди цифровых собраний присутствуют фундаментальные академические коллекции с многомиллионной пользовательской аудиторией, без которых невозможно современное развитие науки, культуры и образования. Причем цифровизация библиотечных фондов [Шрайберг 2018] способствует сокращению времени получения информации по запросу, упрощает доступ к редким источникам, дает возможность самостоятельной навигации по фондам всей библиотеки и по конкретным материалам, а также позволяет работать с документами удаленно [Сулейманов 2019]. Обсуждая ключевые аспекты преобразования традиционных фондов в цифровой формат в библиотеках, информационных центрах и архивных учреждениях, авторы ряда работ [Рожнов 2019; Deja et al. 2021] указывают на особенности выбора документов в рамках цифровой трансформации, описывают проблемы обеспечения долговечности цифровых фондов и демонстрируют особенности применения различных носителей для долгосрочного сохранения цифровой информации [Kingsley et al. 2015]. Ученые предлагают выделять метаданные при отборе литературы, которые отвечают ряду таких критериев, как «находимость», «доступность», «взаимодействие» и «повторное использование» [Tenopir et al. 2020; Martone 2015]. Основными же критериями важности литературы для последующей цифровизации становятся: целостность; наличие данных, подтверждающих результаты исследования; возможность повторного использования; доступность данных для обмена с другими пользователями<sup>2</sup>. При этом для нивелирования «информационного загрязнения» необходимо разработать и установить жесткие критерии селекции, убедиться в фактической востребо-

---

<sup>2</sup> *Beagrie N.* What to Keep: A Jisc research data study, 2019. URL: <https://apo.org.au/node/227001> (дата обращения 12.09.2024).

ванности «сырых» данных и набрать полноценную статистику повторного использования [Земсков 2013]. Также в библиотечных и информационных структурах необходимо учитывать [Вихрева, Федотова 2010; Харьбина и др. 2018] запросы научных организаций, где для проведения исследований важны типология, статистика использования, библиометрическая оценка и др. [Гуреев, Мазов 2015]. В библиотеке по естественным наукам РАН (БЕН РАН) для выполнения подобных задач в первую очередь проверяются актуальность и ценность информации, спрос и ее использование. Далее, на основании их изучения, решается вопрос о целесообразности цифровизации источника. Полученные цифровые данные могут включаться в собственную электронную библиотеку с целью повышения качества библиотечного обслуживания, эффективности механизмов поиска информации и расширения доступа к ресурсам. Таким образом, основополагающими целями создания электронных библиотек являются обеспечение сохранности библиотечных фондов и доступности информации.

Электронные библиотеки (ЭБ) способствуют сохранности фондов печатной книги за счет уменьшения их физического износа при использовании. Преимущество цифровых данных заключается в возможности их перезаписи (при необходимости или при их миграции), что позволяет обеспечивать долговечность хранения копии, полностью идентичной оригиналу, даже если носитель устарел или вышел из обихода. Создание ЭБ расширяет возможности одновременного доступа пользователей к одному и тому же источнику информации в удаленном формате без необходимости посещать библиотеку. Это является особенно актуальным для маломобильных граждан, а также жителей отдаленных территорий.

Основным направлением работы при создании ЭБ является решение вопросов, связанных с выбором носителей для долговременного хранения данных, обеспечением безопасности и конфиденциальности информации, а также разработкой удобных инструментов для поиска и просмотра документов. Наиболее рациональным представляется использование файловых серверов с объемными жесткими дисками, а хранение резервных копий стоит переносить на оптические носители (CD, DVD, Blue-Ray диски). Отметим, что любая современная технология долговременного хранения данных при действительно долгом использовании требует миграции данных в связи с моральным и физическим старением носителей, технических и программных средств. Таким образом, своевременная миграция данных является тем средством, которое позволит обеспечить длительное хранение электронных документов путем замены устаревших технологий на новые.

Как показывает изучение доступных мировых технологий и литературы, опыт настоящего долгого сохранения цифровых данных только нарабатывается, поэтому невозможно точно предсказать весь спектр проблем, которые могут возникнуть в будущем [Бескаравайная, Митрошин 2024]. До сих пор не разработана концепция, учитывающая сразу финансовые и кадровые вопросы, вопросы интеллектуальной собственности, соответствие стандартам, стратегию хранения носителя, сертифицирование, аудит, оценку рисков и пр.

На данный момент задача сохранности может решаться с использованием методов консервации фондов (и цифровых, и бумажных), т. е. сохранением материалов в оригинальных форматах и на оригинальных носителях (включая микрофильмы, микрофиши, оптические диски). Особое внимание следует уделять сохранению преемственности использования носителей информации при появлении новых типов технических и программных средств [Corrado 2019], своевременно обновляя парк вычислительных устройств и проводя миграцию данных. При этом библиотекам, архивам, музеям и исследовательским организациям по всему миру непросто поддерживать доступ к обширным и постоянно расширяющимся архивам и коллекциям [Corrado et al. 2014]. Цифровые материалы на всем жизненном цикле требуют особого внимания, и для их использования необходимы соответствующие системы и технологии, обеспечивающие данным надежность, быстрый и удобный доступ, компактность, безопасность.

### *Развитие системы сохранности фондов*

В библиотеке по естественным наукам несколько лет назад была начата работа по развитию собственной системы сохранности фондов. Так как БЕН РАН является сетевой библиотекой, имеющей достаточную степень децентрализации и состоящей из 44 отделов, расположенных в различных НИИ, мы наблюдаем некоторую сложность в реализации единого подхода к контролю за качеством оказания услуг, хранению данных, предоставлению доступа к информации и т. д. Время коронавирусных ограничений показало рост потребности в удаленном доступе к информации, что дало толчок к реализации программы по трансформации имеющейся информационной системы БЕН РАН. Для ее выполнения необходимо было провести работы:

- по устранению проблем с низкой производительностью и низкой надежностью оборудования и масштабируемостью информационной системы;

- по переходу с устаревшей автоматизированной библиотечной системы (АБИС) на новую для расширения функционала;
- по разработке единого подхода к выбору основного и вспомогательного программного обеспечения (ПО) в силу применения разрозненных информационных систем, лишь формально связанных между собой.

Развитие сетевой инфраструктуры БЕН РАН было начато с модификации системы хранения данных (СХД), создания сети хранения данных (SAN) и системы резервного копирования. Проведение данных работ обусловлено необходимостью обеспечивать быстрый доступ к данным, содержащимся в библиотеке. Построение СХД на принципах SAN позволяет соединять в отдельную высокопроизводительную сеть большее количество серверов с требуемым программным обеспечением с массивом устройств для хранения данных<sup>3</sup>. В данном исполнении мы получаем возможность управлять единым пулом ресурсов, который можно централизованно реплицировать и защищать. Благодаря организованному в БЕН РАН комплексу мероприятий мы получили отказоустойчивое функционирование программно-аппаратных средств, серверного оборудования, технической вспомогательной подсистемы и обмена информацией между компонентами сети. Реализованное в настоящий момент решение позволяет в кратчайшие сроки масштабировать всю систему без серьезных трудозатрат.

При наличии в своем активе больших массивов разнородных данных функционирование библиотеки становится невозможным без использования качественного управления имеющимися ресурсами. Поэтому следующим этапом модернизации инфраструктуры библиотеки был переход на новую версию АБИС.

В последние 40–50 лет развитие библиотек во многом определялось прогрессом в области вычислительных систем и информационных технологий, с помощью которых решались задачи по автоматизированной обработке данных, подлежащих частичной или полной формализации. АБИС первого поколения базировались на больших и средних ЭВМ и применялись лишь в крупнейших библиотеках мира, не получив широкого применения. В начале 80-х годов в библиотеках начали создавать АБИС на базе персональных компьютеров. То есть система размещалась на одном компьютере, пользователи работали в режиме распределенного времени. Позже возникли АБИС на базе локальной вычислительной сети. Такие системы охватывают часть операций или весь традиционный биб-

---

<sup>3</sup> Сеть хранения данных (SAN – Storage Area Network), 2019. URL: <https://www.itc.by/storage-area-network> (дата обращения 12.09.2024).

лиотечный цикл: книговыдача, дружественный интерфейс, присущий программным системам для персональных компьютеров и способствующий их широкому распространению в библиотеках.

Применение современных систем позволяет обеспечивать каталогизацию, распространение литературы, ее заказ и покупку, управление фондами, резервированием материалов и их отслеживанием, учетом пользователей и т. д. Исползовавшаяся до недавнего времени устаревшая АБИС *Bibliobus*, относящаяся по своей сути, ко второму поколению, имела ограниченные возможности по сравнению с современными библиотечными системами. Помимо этого, периодически возникали проблемы с ее функционированием в силу отсутствия поддержки и обновления компонентов.

Для соответствия современным требованиям и с учетом цифровизации информационных потоков, библиотеке необходима АБИС, возможности которой превышают рамки «обычной» автоматизации информационно-библиотечных технологий. Основными факторами выбора системы были ее функциональность и стоимость владения. Учитывая то, что зачастую возможности у проприетарных и *OpenSource* АБИС равнозначны, было решено остановиться на системах с открытой лицензией (например, *Library Management System: Alma* и *Koha*). Подобный подход к выбору между бесплатными и платными системами соответствует общемировым тенденциям. Так, в 2007 г. в США было только 7% библиотек, работающих на *Open Source* решениях, а к 2021 г. их стало уже более 15% [Цветкова, Кулев 2024].

Для БЕН РАН было важно получить систему с возможностью локальной установки и эксплуатации в изолированных системах. Был изучен и проанализирован опыт в библиотеках различных стран<sup>4</sup> [House 2016; Todd 2018; Karno et al. 2021]. На его основе принято решение остановиться на *Koha*, которая является одной из самых популярных бесплатных АБИС и обладает всеми основными функциональными возможностями для полноценной работы библиотек всех типов.

При переходе с *Bibliobus* был проведен сбор данных из разных независимых источников, в том числе из имеющихся баз данных в отделах БЕН РАН. По причине отсутствия документации и единообразия массивов мероприятия по приведению этих данных к единой модели, их очистке и конвертации заняли примерно год.

---

<sup>4</sup> *Leva F.* Finland successfully migrates university libraries to free software backend // *Open Source Observatory (OSOR)*, 2019. URL: <https://joinup.ec.europa.eu/collection/open-source-observatory-osor/news/koha-conquers-finland> (дата обращения 12.09.2024).

Кроме настройки параметров было необходимо учитывать сетевые особенности БЕН РАН с ее 44 отделами, расположенными в разных точках Москвы и Московской области. Так как KoHa основана на опыте библиотек всего мира, то для функционирования библиотечных процессов были произведены технологические изменения как в самой АБИС, так и внутри БЕН РАН. Например, был создан комплект внутренних документов (Актов/Списков), необходимых на всем жизненном цикле поступающей в библиотеку литературы (от ее появления до списания). Для полноценной и качественной работы с системой были разработаны инструкции и проведено обучение персонала. Помимо этого, в самой БЕН РАН и ее отделах проводятся семинары для обучения пользователей работе с новой библиотечной системой, что позволяет им самостоятельно решать часть вопросов, связанных с получением доступа к оцифрованным документам, онлайн-заказам и т. п.

Решение проблемы по миграции на новую АБИС позволило обеспечить библиотеку с ее филиалами бесперебойным доступом к имеющимся ресурсам и фондам. Был создан программно-аппаратный комплекс, объединяющий в себя информационные системы и приложения самой АБИС, с высокой отказоустойчивостью и возможностями быстрой и безопасной масштабируемости. В результате это позволило собрать воедино большую часть разрозненных баз данных и приложений (работа в этом направлении продолжается и в настоящее время), что привело, по нашему мнению, к нивелированию отставания БЕН РАН в области автоматизации библиотечных процессов от других крупных российских и зарубежных библиотек.

### *Обеспечение доступности информации*

В процессе изучения опыта и возможностей отечественных и зарубежных библиотек были также выяснены основные направления их развития в области обеспечения доступности к имеющимся материалам. Так, K. Martzoukou [Martzoukou 2021] в своей работе указал на изменение приоритетов обслуживания пользователей в научных и университетских библиотеках в сторону развития сервисов, связанных с удаленным получением услуг. В другом исследовании [Gul, Vano 2019] были опубликованы данные о внедрении в библиотечную деятельность технологий искусственного интеллекта, интеллектуального анализа данных. С точки зрения авторов статьи, это влияет на развитие сервисов «умных» библиотек, позволяет сократить разрыв между устаревающими услугами

и быстро меняющимися потребностями пользователей, повышает эффективность и своевременность оказания услуг.

Одним из способов повышения доступности к фондам стало создание цифровых архивов, так как они являются предпочтительным средством для передачи открытого доступа к исследовательским данным, которые играют важную роль в получении научных знаний и способствуют обмену информацией между заинтересованными сторонами [Vorgman et al. 2019]. Сбор и обработка уникальных данных в одном месте позволяет библиотекам оказывать услуги пользователям, работающим над узкими тематиками и имеющим специфические потребности. Пользователю это дает возможность экономить время, а библиотекам позволяет отслеживать использование материалов, определять потребности читателей, оптимизировать процессы приобретения новых изданий и т. д. и способствует переносу фокуса внимания с хранения коллекций и покупки материалов на управление контентом и работу с содержащимися в библиотеках данными [Kowalczyk 2018].

Для БЕН РАН работа над доступностью данных, как и для других библиотек, является одной из первостепенных задач. Для повышения доступности информации для конечного пользователя, а также для обеспечения доступа к широкому спектру библиотечных услуг и ресурсов в настоящее время производится модернизация сайта БЕН РАН. Вместо устаревшей версии создается интернет-портал, интегрированный в единую информационную систему БЕН РАН, включающую модернизированную систему хранения данных, новую АБИС, систему планирования задач, управления файлами и прочим программным обеспечением. Это позволяет пользователям получать актуальную информацию из различных источников, доступ к электронному каталогу фонда БЕН РАН и оцифрованным ресурсам, расположенным в электронной библиотеке БЕН РАН, заказу и выполнению услуг, оказываемых БЕН РАН в электронном виде, информационной и организационной поддержке мероприятий БЕН РАН. Уже сейчас мы наблюдаем повышение интереса пользователей и прирост посетителей по сравнению с прошлыми годами (в 2023 г. – +27%, в 2024 г. – +15%).

Важной составляющей портала является личный кабинет пользователя (ЛК), который содержит информацию о проведенных поисках, заказах и получениях литературы, обращениях за консультациями и избранными документами. Работа по реализации данного проекта была перезапущена с внедрением новой АБИС. Основываясь на мировом опыте [Catlow 2015; Estrada-Cuzcano 2018; Kim 2010], было предложено расширить его возможности до полноценного информационного сопровождения научных исследо-

ваний. Так, В.К. Степанов [Степанов 2023] говорит о необходимости усиления аналитической составляющей для сохранения своих позиций в сфере информационного обслуживания.

В ходе изучения информационных потребностей ученых из обслуживаемых БЕН РАН научных институтов была выявлена острая необходимость в библиографическом анализе публикационной активности, проведении патентных исследований, информационном сопровождении научных исследований в режиме избирательного распространения информации (ИРИ). Перечисленные направления работы с читателями являются основными в БЕН РАН. Например, в патентном секторе ведется постоянная работа по 19 постоянным темам ИРИ (на 2024 г.), таким как: лечение различных онкологических и нейродегенеративных заболеваний, системы очистки водных ресурсов и почв, работа с кровезаменителями, разработка устройств биомедицинского назначения и т. д. Ежемесячное (в зависимости от темы до двух раз в месяц) предоставление данной услуги и наличие обратной связи с абонентом позволяют корректировать и уточнять запросы, повышая эффективность информационной поддержки библиотекой научной и научно-образовательной деятельности. В процессе этого вида деятельности накапливается огромное количество отобранных документов, которые собираются в собственную БД по тематикам ИРИ. В зависимости от научного направления количество отобранных документов может достигать нескольких тысяч. Фильтрация и извлечение из них ключевой информации является трудоемким и ресурсозатратным процессом. Авторы уверены, что в данном вопросе перспективным является использование современных технологий на базе искусственного интеллекта. Внедрение технологий искусственного интеллекта будет способствовать решению задачи автоматической выдачи документов, полученных на основе анализа интересов ученого, а также совершенствованию процессов классификации хранимых данных, сокращению времени доступа к ним, повышению эффективности подбора документов и т. д. [Vi, Shen 2018].

На основании вышесказанного авторы предлагают включить в состав сайта библиотеки модуль личного кабинета услуг персонализированного сопровождения научной деятельности пользователя библиотеки. Функционал указанного модуля должен предусматривать:

- анализ имеющегося библиотечного контента и доступных ресурсов;
- информацию о публикациях, статьях, грантах, фондах;
- информацию о собственных программных ресурсах и базах данных;

- результаты тематических запросов и запросов ИРИ с учетом возможности корректировки со стороны пользователей;
- анализ информационных потребностей сотрудников научных учреждений;
- оценку качества ресурсов и т. д.

В данный момент происходит подготовка и структуризация данных, разработка алгоритмов функционирования ЛК и критериев оценки имеющихся материалов. Персонафицированное информационное сопровождение пользователя позволит в автоматическом режиме получать помимо документов в режиме ИРИ: информацию о статьях, патентах, грантах, ресурсах, предлагаемых на основе анализа интересов пользователя.

Таким образом, предлагаемый личный кабинет на портале может включать в себя сервисы, классифицированные по направлениям деятельности (библиотечные и научные) и по способам получения информации (традиционные, онлайн и сервисы опережения запроса). К библиотечным сервисам, в общем случае, относятся: поиск информации, заказ литературы, консультационные услуги, история взаимодействия с библиотекой и т. д. Научные сервисы направлены на реализацию возможностей библиотеки, связанных с библиографическим и патентным анализом, изучением перспектив развития направлений исследований и разработок и т. п.

### *Заключение*

Собственные данные из АБИС, результаты ответов на поисковые запросы подключенных внешних источников могут стать основой для создания (на базе имеющегося в БЕН РАН программно-аппаратного комплекса) собственной аналитической и рекомендательной систем для определения направления дальнейших исследований и разработок. Данное направление является востребованным, поскольку отвечает задачам повышения эффективности деятельности руководства НИИ, а также научного и инженерного состава. Для получения значимых результатов необходим обоснованный выбор (или разработка собственных) количественных и качественных показателей функционирования подобной системы.

В ходе исследования установлено, что с привлечением инновационных технологий может быть существенно повышено качество обслуживания пользователей библиотеки. Ключевой задачей по-прежнему остается решение вопросов, связанных с хранением

традиционных и цифровых материалов. Проведенный комплекс мероприятий в БЕН РАН по сохранности фонда и обеспечению его доступности позволил ослабить накопленный эффект от устаревания оборудования и программного обеспечения и улучшить координацию между различными отделами и сотрудниками библиотеки. Корректировка показателей эффективности работы сотрудников с учетом средств автоматизации их деятельности повысила оперативность принятия решений в интересах более качественного обеспечения доступа к информации и обслуживания пользователей.

### *Литература*

---

- Бескаравайная, Митрошин 2024 – *Бескаравайная Е.В., Митрошин И.А.* Современные методы хранения данных в библиотеках: ключевые аспекты и решения // Науч. и техн. б-ки. 2024. № 8. 78–97. DOI: 10.33186/1027-3689-2024-8-78-97.
- Вихрева, Федотова 2010 – *Вихрева Г.М., Федотова О.П.* Отбор периодических изданий в фонды крупной универсальной научной библиотеки: конспект лекций для слушателей учреждений дополнительного профессионального образования (специальность 071201 «Библиотечно-информационная деятельность»). Новосибирск: Гос. публ. науч.-техн. б-ка СО РАН, 2010. 103 с.
- Гуреев, Мазов 2015 – *Гуреев В.Н., Мазов Н.А.* Модели и критерии отбора изданий в фонд научной библиотеки // Науч. и техн. б-ки. 2015. № 7. С. 31–50.
- Залаев и др. 2016 – *Залаев Г.З., Каленов Н.Е., Цветкова В.А.* Оцифровка документов в научных архивах и библиотеках: вопросы и ответы // Науч.-техн. информация. Серия 1 «Организация и методика информ. работы». 2016. № 2. С. 14–21.
- Залаев, Цветкова 2022 – *Залаев Г.З., Цветкова В.А.* Некоторые вопросы хранения цифровой информации // НТИ-2022. Науч. информация в современном мире: глобальные вызовы и национальные приоритеты: Материалы 10-й науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию ВИНТИ РАН, Москва, 25–26 октября 2022 г. М.: Всеросс. ин-т науч. и техн. информации РАН, 2022. С. 73–75. DOI: 10.36535/2022-9785945770829-14.
- Земсков 2013 – *Земсков А.И.* Data Curation – хранение научных данных и обслуживание ими – новое направление деятельности библиотек // Науч. и техн. б-ки. 2013. № 2. С. 85–101.
- Рожнов 2019 – *Рожнов В.И.* Хранение электронных книг в библиотеках: сравнительный анализ различных графических форматов // Науч. и техн. б-ки. 2019. № 4. С. 53–60. DOI: 10.33186/1027-3689-2019-4-53-60.
- Степанов 2023 – *Степанов В.К.* Объективные факторы снижения роли библиотек в информационной деятельности // Науч. и техн. б-ки. 2023. № 1. С. 104–119. DOI: 10.33186/1027-3689-2023-1-104-119.

- Судейманов 2019 – *Судейманов Р.С.* Современные подходы к интеграции данных в электронных библиотеках // Информац. ресурсы России. 2019. № 6. С. 13–16.
- Харыбина и др. 2018 – *Харыбина Т.Н., Бескаравайная Е.В., Митрошин И.А.* Модель исследования информационной значимости иностранных журналов // Наукометрия: методология, инструменты, практическое применение: Сб. науч. ст. / Под ред. А.И. Груши. Минск, 2018. С. 257–273.
- Цветкова, Кулев 2024 – *Цветкова В.А., Кулев В.Э.* Обеспечение сохранности и доступности электронных фондов библиотеки // Информац. ресурсы России. 2024. № 2 (197). С. 38–53. DOI: 10.52815/0204-3653\_2024\_2197\_38.
- Шрайберг 2018 – *Шрайберг Я.Л.* Формирование единого пространства знаний на базе сетевой информационной инфраструктуры в условиях становления и развития современной цифровой экономики: Ежегод. докл. Четвертого междунар. проф. форума «Крым-2018» // Науч. и техн. б-ки. 2018. № 9. С. 3–75.
- Bi, Shen 2018 – *Bi X., Qu A., Shen X.* Multilayer tensor factorization with applications to recommender systems // Annals of Statistics. 2018. Vol. 46 (6B). P. 3303–3333. DOI: 10.1214/17-AOS1659.
- Borgman et al. 2019 – *Borgman C.L., Scharnhorst A., Golshan M.S.* Digital data archives as knowledge infrastructures: Mediating data sharing and reuse // Journal of the Association for Information Science and Technology. 2019. Vol. 70. P. 888–904. URL: <https://doi.org/10.1002/asi.24172>.
- Catlow et al. 2015 – *Catlow J., Gorny M., Lewandowski R.* Students as Users of Digital Libraries // 7<sup>th</sup> Qualitative and Quantitative Methods in Libraries International Conference (QQML2015), 26–29 May 2015, Paris, France. P., 2015. P. 861–869.
- Corrado 2019 – *Corrado E.M.* Software Preservation: An Introduction to Issues and Challenges // Technical Services Quarterly. 2019. Vol. 36 (2). P. 177–189. DOI: 10.1080/07317131.2019.1584983.
- Corrado et al. 2014 – *Corrado E.M., Sandy H.M., Moulaison H.L.* Digital Preservation for Libraries, Archives and Museums. Lanham: Rowman & Littlefield, 2014.
- Deja et al. 2021 – *Deja M., Rak D., Bell B.* Digital transformation readiness: perspectives on academia and library outcomes in information literacy // The Journal of Academic Librarianship. 2021. Vol. 47 (5). P. 102–403. DOI: 10.1016/j.acalib.2021.102403.
- Estrada-Cuzcano, Alfaro-Mendives 2018 – *Estrada-Cuzcano A., Alfaro-Mendives K.L.* Profile of the University Professor of the National University of San Marcos and its Retinence with the Current Demands: School Professional of Library and Information Science // Bibliotecas-revista de la escuela de bibliotecologia documentacion e informacion. 2018. Vol. 6 (1). P. 213–223.
- Gul, Bano 2019 – *Gul S., Bano S.* Smart libraries: an emerging and innovative technological habitat of 21<sup>st</sup> century // The Electronic Library. 2019. Vol. 37 (5). P. 764–783. DOI: 10.1108/EL-02-2019-0052.

- House 2016 – *House M.D.* Implementing the open-source Koha-ILS at the Deutsche Schule Charlotte // *Digital Library Perspectives*. 2016. Vol. 32 (4). P. 253–269. DOI: 10.1108/DLP-02-2016-0007.
- Karno et al. 2021 – *Karno R., Zakaria N., Ismail S., Fahiezan M., Hisham Y., Jong K.M., Othman H.* Development Of Koha Library Management System: The UTM Library Experience // *Journal of Information and Knowledge Management (JIKM)*. 2021. Vol. 11 (1). P. 118–127.
- Kim, Abbas 2010 – *Kim Ym., Abbas J.* Adoption of Library 2.0 Functionalities by Academic Libraries and Users: A Knowledge Management Perspective // *Journal of Academic Librarianship*. 2010. Vol. 36 (3). P. 211–218.
- Kingsley et al. 2015 – *Kingsley O., Ejikeme I., Onwurah B.* Digitization of Library Resources in University Libraries A Practical Approach, Challenges and Prospects // *Madonna University Journal of Research in Library and Information Science*. 2015. Vol. 3 (2). P. 36–47.
- Kowalczyk 2018 – *Kowalczyk S.T.* Digital curation for libraries and archives. Santa Barbara, CA: Bloomsbury Publ., 2018.
- Martone 2015 – *Martone M.E.* FORCE11: Building the Future for Research Communications and e-Scholarship // *BioScience*. 2015. Vol. 65 (7). P. 635.
- Martzoukou 2021 – *Martzoukou K.* Academic libraries in COVID-19: a renewed mission for digital literacy // *Library Management*, 2021. URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/LM-09-2020-0131/full/html> (дата обращения 12.09.2024).
- Tenopir et al. 2020 – *Tenopir C, Rice NM, Allard S, Baird L, Borycz J, Christian L., et al.* Data sharing, management, use, and reuse: Practices and perceptions of scientists worldwide // *PLoS ONE*. 2020. Vol. 15 (3). P. e0229003. DOI: 10.1371/journal.pone.0229003.
- Todd 2018 – *Todd C.R.* Librarian as data migrator: A functional pathway from Millennium to Koha // *Digital Library Perspectives*. 2018. Vol. 34 (1). P. 60–69. DOI: 10.1108/DLP-09-2017-0035.

## References

---

- Beskaravainaya, E.V. and Mitroshin, I.A. (2024), “The modern methods of data preservation in libraries. The key aspects and solutions”, *Scientific and Technical Libraries*, no. 8, pp. 78–97, DOI: 10.33186/1027-3689-2024-8-78-97.
- Bi, X., Qu, A. and Shen, X. (2018), “Multilayer tensor factorization with applications to recommender systems”, *Annals of Statistics*, vol. 46 (6B), pp. 3303–3333, DOI: 10.1214/17-AOS1659.
- Borgman, C.L., Scharnhorst, A. and Golshan, M.S. (2019), “Digital data archives as knowledge infrastructures: Mediating data sharing and reuse”, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, vol. 70, pp. 888–904. DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.24172>.

- Catlow, J., Gorny, M. and Lewandowski, R. (2015), "Students as Users of Digital Libraries", 7<sup>th</sup> Qualitative and Quantitative Methods in Libraries International Conference (QQML2015), 26–29 May 2015, Paris, France, pp. 861–869.
- Corrado, E.M. (2019), "Software Preservation: An Introduction to Issues and Challenges", *Technical Services Quarterly*, vol. 36 (2), pp. 177–189, DOI: 10.1080/07317131.2019.1584983.
- Corrado, E.M., Sandy, H.M. and Moulaison, H.L. (2014), *Digital Preservation for Libraries, Archives, and Museums*, Rowman & Littlefield, Lanham, USA, pp. 270.
- Deja, M., Rak, D. and Bell, B. (2021), "Digital transformation readiness: perspectives on academia and library outcomes in information literacy", *The Journal of Academic Librarianship*, vol. 47 (5), p. 102–403, DOI: 10.1016/j.acalib.2021.102403.
- Estrada-Cuzcano, A. and Alfaro-Mendives, K.L. (2018), "Profile of the University Professor of the National University of San Marcos and its Pertinence with the Current Demands: School Professional of Library and Information Science", *Bibliotecas-revista de la escuela de bibliotecologia documentacion e informacion*, vol. 6 (1), pp. 213–223.
- Gul, S. and Bano, S. (2019), "Smart libraries: an emerging and innovative technological habitat of 21<sup>st</sup> century", *The Electronic Library*, vol. 37 (5), pp. 764–783, DOI: 10.1108/EL-02-2019-0052.
- Gureev, V.N. and Mazov N.A. (2015), "Models and criteria for selecting publications for the scientific library collection", *Scientific and Technical Libraries*, no. 7, pp. 31–50.
- House, M.D. (2016), "Implementing the open-source Koha-ILS at the Deutsche Schule Charlotte", *Digital Library Perspectives*, vol. 32 (4), pp. 253–269, DOI: 10.1108/DLP-02-2016-0007.
- Karno, R., Zakaria, N., Ismail, S., Fahiezan, M., Hisham, Y., Jong, K. and Othman, H. (2021), "Development of Koha Library Management System: The UTM Library Experience", *Journal of Information and Knowledge Management (JIKM)*, vol. 11 (1), pp. 118–127.
- Kharybina, T.N., Beskaravaynaya, E.V. and Mitroshin, I.A. (2018), "Model for studying the informational significance of foreign journals", in Grushi, A.I. (ed.), *Naukometriya: metodologiya, instrumenty, prakticheskoe primenenie: sb. nauchnykh statei* [Scientometrics: methodology, tools, practical application: coll. of scientific articles], Minsk, Belorussia, pp. 257–273.
- Kim, Ym. and Abbas, J. (2010), "Adoption of Library 2.0 Functionalities by Academic Libraries and Users: A Knowledge Management Perspective", *Journal of Academic Librarianship*, vol. 36 (3), pp. 211–218.
- Kingsley, O., Ejikeme, I. and Onwurah, B. (2015), "Digitization of library resources in university libraries. A practical approach, challenges and prospects", *Madonna University Journal of Research in Library and Information Science*, vol. 3 (2), pp. 36–47.
- Kowalczyk, S.T. (2018), "Digital curation for libraries and archives", *Bloomsbury Publishing* Santa Barbara, CA, USA,

- Martone, M.E. (2015), "FORCE11: Building the Future for Research Communications and e-Scholarship", *BioScience*, vol. 65 (7), p. 635.
- Martzoukou, K. (2021), "Academic libraries in COVID-19: a renewed mission for digital literacy", *Library Management*, available at: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/LM-09-2020-0131/full/html>. (Accessed 12.09.2024).
- Rozhnov, V.I. (2019), "Storing digital books in electronic libraries. Comparison analysis of various graphic format use", *Scientific and Technical Libraries*, no. 4, pp. 53–60, DOI: 10.33186/1027-3689-2019-4-53-60.
- Shraiberg, Ya. (2018), "Designing the single knowledge space based on network-centric information infrastructure in the modern age of digital economy development (Annual paper presented to the Fourth World Professional Forum "Crimea-2018")", *Scientific and Technical Libraries*, vol. 9, pp. 3–75.
- Stepanov, V.K. (2023), "Intrinsic factors for decreasing role of libraries in information activities", *Scientific and Technical Libraries*, no. 1, pp. 104–119, DOI: 10.33186/1027-3689-2023-1-104-119.
- Suleimanov, R.S. (2019), "Modern approaches to data integration in electronic libraries", *Information resources of Russia*, no. 6, pp. 13–16.
- Tenopir, C., Rice, N.M., Allard, S., Baird, L., Borycz, J., and Christian, L., et al. (2020), "Data sharing, management, use, and reuse: Practices and perceptions of scientists worldwide", *PLoS ONE*, vol. 15, no. 3, pp. e0229003, DOI: 10.1371/journal.pone.0229003.
- Todd, C.R. (2018), "Librarian as data migrator: A functional pathway from Millennium to Koha", *Digital Library Perspectives*, vol. 34 (1), pp. 60–69, DOI: 10.1108/DLP-09-2017-0035.
- Tsvetkova, V.A. and Kulev, V.E. (2024), "Ensuring the safety and accessibility of electronic library collections", *Information resources of Russia*, no. 2 (197), pp. 38–53, DOI: 10.52815/0204-3653\_2024\_2197\_38.
- Vikhreva, G.M. and Fedotova, O.P. (2010), *Otbor periodicheskikh izdaniy v fondy krupnoi universal'noi nauchnoi biblioteki: konspekt lektsii dlya slushatelei uchrezhdenii dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya (spetsial'nost' 071201 "Bibliotekho-informatsionnaya deyatel'nost'")* [Selection of periodicals for the collections of a large universal scientific library. Lecture notes for students of institutions of advanced professional education (specialty 071201 "Library and information activities")], State Public Scientific and Technical Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, 103 p.
- Zalaev, G.Z., Kalenov, N.E. and Tsvetkova, V.A. (2016), "Digitization of documents in scientific archives and libraries. Questions and answers", *Scientific and technical information. Series 1: Organization and methodology of information work*, no. 2, pp. 14–21.
- Zalaev, G.Z. and Tsvetkova, V.A. (2022), "Some issues of digital information storage", *NTI-2022. Scientific information in the modern world. Global challenges and national priorities. Proceedings of the 10<sup>th</sup> scientific conference with international participation*

*commemorating the 70<sup>th</sup> anniversary of VINITI RAS*, VINITI RAS, Moscow, Russia, pp. 73–75, DOI: 10.36535/2022-9785945770829-14.

Zemskov, A.I. (2013), “Data Curation – storage of scientific data and maintenance of them – a new direction of activity of libraries”, *Scientific and Technical Libraries*, no. 2, pp. 85–101.

### *Информация об авторах*

*Владимир Э. Кулев*, Библиотека по естественным наукам РАН, Москва, Россия; 119991, Россия, Москва, ул. Знаменка, д. 11/11; kulev@benran.ru

*Олег О. Махно*, Библиотека по естественным наукам РАН, Москва, Россия; 119991, Россия, Москва, ул. Знаменка, д. 11/11; makhno@benran.ru

*Иван А. Митрошин*, Библиотека по естественным наукам РАН, Москва, Россия; 119991, Россия, Москва, ул. Знаменка, д. 11/11; imitros@gmail.com

### *Information about the authors*

*Vladimir E. Kulev*, Library for natural sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; bld. 11/11, Znamenka Srt., Moscow, 119991, Russia; kulev@benran.ru

*Oleg O. Makhno*, Library for natural sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; bld. 11/11, Znamenka Srt., Moscow, 119991, Russia; makhno@benran.ru

*Ivan A. Mitroshin*, Library for natural sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; bld. 11/11, Znamenka Srt., Moscow, 119991, Russia; imitros@gmail.com

УДК 02:004

DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-38-57

## Современные цифровые возможности образовательных библиотечных систем

Вероника С. Назаровская

*Российский государственный гуманитарный университет,  
Москва, Россия, nazarovskaya2380@mail.ru*

Наиль З. Султанов

*Российский государственный гуманитарный университет,  
Москва, Россия, sultanovnz@mail.ru*

*Аннотация.* Статья посвящена актуальной теме цифровизации образовательных библиотечных систем и является результатом исследовательских работ авторов в этой сфере. Рассматривается текущая ситуация с цифровизацией в Российской Федерации и обосновывается необходимость ассимиляции передовых технологий в библиотечные системы образовательных учреждений. Наряду с обзором, обобщением и анализом современного состояния организации информационных служб и применения интеллектуальных технологий проведена идентификация бизнес-процессов и составляющих бизнес-функций библиотечных систем. Подробно описаны бизнес-процессы и потоки информации в них. Акцентируется внимание на информационных, культурных и просветительских функциях и тенденциях цифровизации собственных образовательных ресурсов библиотек. Анализируются технологии искусственного интеллекта и Big Data для интеграции в библиотечные системы. Также предложена интеграция языковых моделей в библиотечные системы, что позволит подкрепить процессы поисково-исследовательской деятельности и обеспечить эффективность их использования, так как плагины языковых моделей способны анализировать и реферировать первоисточники, переводить их на любой язык. Приведены концептуальные предложения по цифровизации образовательных библиотечных систем в контексте инновационного развития. Предложено внедрение технологий искусственного интеллекта в текущие библиотечные системы для развития и оптимизации образовательных процессов библиотек и адаптации к новым вызовам, связанным с развитием общества и формированием креативных форм доступа к образовательным ресурсам.

*Ключевые слова:* цифровизация, искусственный интеллект, библиотечные системы, большая языковая модель, ChatGPT

---

© Назаровская В.С., Султанов Н.З., 2025

*Для цитирования:* Назаровская В.С., Султанов Н.З. Современные цифровые возможности образовательных библиотечных систем // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2025. № 1. С. 38–57. DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-38-57

## Modern digital capabilities of educational library systems

Veronika S. Nazarovskaya

*Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia,  
nazarovskaya2380@mail.ru*

Nail' Z. Sultanov

*Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia,  
sultanovnz@mail.ru*

*Abstract.* This article focuses on the timely topic of digitalization in educational library systems and is the result of the authors' research in the field. It considers the current state of digitalization in the Russian Federation and argues for the necessity of integrating advanced technologies into the library systems of educational institutions. Along with a review, summary, and analysis of the current state of information services and the application of intelligent technologies, the article identifies the business processes and components of the business functions of library systems. The business processes and their information flows are described in detail. Emphasis is placed on the informational, cultural, and educational functions and trends in the digitalization of libraries' own educational resources. The article analyzes the artificial intelligence and Big Data technologies for integration into library systems.

The integration of language models into library systems is also proposed, thereby reinforcing the processes of search and research activities and improve their efficiency of their use, as language model plugins are capable of analyzing and summarizing primary sources and translating them into any language. The authors present conceptual proposals for the digitalization of educational library systems within the context of innovative development. The implementation of artificial intelligence technologies into existing library systems is suggested to develop and optimize library educational processes and adapt to new challenges associated with societal development and the formation of creative forms of access to educational resources.

*Keywords:* digitalization, Artificial Intelligence, library systems, big language model, ChatGPT

*For citation:* Nazarovskaya, V.S. and Sultanov, N.Z. (2025), "Modern digital capabilities of educational library systems", *RSUH/RGGU Bulletin. "Information Science. Information Security. Mathematics" Series*, no. 1, pp. 38–57, DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-38-57

## Введение

Итоги четвертой промышленной революции еще рано подводить. Является фактом, что в процессе реализации инноваций в период третьей промышленной революции мировая производительность труда показала рост в тысячу раз. По мнению экспертов, в итоге четвертой производительность увеличится на два и более порядка. Технологической основой резкого роста являются цифровизация всех сфер жизнедеятельности, развитие интеллектуальных технологий, модели облачных вычислений, индустриальный интернет вещей, распределенные сети, обучаемые нейросети, сетевая модель управления. Причем основной драйвер роста – это развитие цифровых технологий.

Еще в 2000 г. лидерами стран тогда еще «восьмерки» была утверждена «Окинавская хартия глобального информационного общества», в которой прописано, что информационно-коммуникационные технологии – это важнейший фактор, формирующий современное общество [Решетько 2009].

В политическую, социальную сферы вошли новые понятия: «киберфизические системы», «интеллектуальные системы», «облачные хранилища данных», «электронная библиотека», «виртуальная реальность», «умный дом», «искусственный интеллект», «электронное голосование», «онлайн-конференции» и т. п. Это приводит к смене «парадигмы» информационного влияния на массовое сознание.

Данное обстоятельство через усиление культурной, психологической и даже политической важности концепции глобализации создает реальные предпосылки к формированию общества – «общества знания». Знания как систематизированная база данных становятся важным производственным ресурсом и стратегическим потенциалом развития общества. Основным условием эффективного экономического, социального и технологического развития является доступ к знаниям.

В послании к Федеральному собранию от 29 февраля 2024 г. президент Российской Федерации В.В. Путин говорит<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 29.02.2024 «Послание Президента Федеральному Собранию» // СПС «Консультант

Конечно, всегда и по каждому из этих направлений нужно использовать искусственный интеллект – к этому стремиться. Нужно также модернизировать сеть научно-технических библиотек в вузах и научных организациях, сделать их настоящими цифровыми центрами знаний и информации.

Уже подписан указ об утверждении обновленной редакции Национальной стратегии развития искусственного интеллекта. В ней поставлены новые цели, в том числе, надо обеспечить технологический суверенитет по таким революционным направлениям, как генеративный искусственный интеллект и большие языковые модели. Их внедрение обещает настоящий прорыв в экономике и социальной сфере, это должно быть настоящим прорывом.

Обязательно продолжим фундаментальные проекты в сфере культуры, сохраним их финансирование. Будем обновлять инфраструктуру музеев, театров, библиотек, клубов, школ искусств, кинозалов.

Приведенные положения – веский аргумент в пользу актуальности организации информационных служб и применения интеллектуальных технологий в образовательных библиотечных системах.

Цель данной статьи – разработка общих принципов организации информационных служб и применения инновационных интеллектуальных технологий в образовательных библиотечных системах.

Для достижения цели были реализованы следующие задачи.

1. Обзор и анализ современного состояния организации информационных служб и применения интеллектуальных технологий в образовательных библиотечных системах (ОБС).

2. Идентификация бизнес-процессов в образовательных библиотечных системах.

3. Разработка концепции трансформации образовательных библиотечных систем в цифровое пространство.

Объект исследования – информационные потоки и бизнес-процессы в образовательных библиотечных системах. Предмет исследования – концептуальные принципы развития образовательных библиотечных систем в цифровом пространстве.

---

Плюс». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_471111/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_471111/) (дата обращения 17.05.2024).

## *Материал и методы исследования*

Библиографический анализ источников показал, что вопрос цифровизации библиотечных ресурсов – это актуальная задача, решением которой может являться интеграция информационных технологий в существующие бизнес-процессы. Системы искусственного интеллекта (ИИ) применяются в передовых библиотечных организациях страны и мира, используются в процессе комплектования и каталогизации книжных изданий. Однако проблема взаимодействия сотрудников и пользователей библиотечных организаций остается нерешенной, так как интеграция данных систем происходит внутри организации, что обеспечивает ознакомление только с результатом работ. Тем самым определяется актуальность разработки и использования дополнительных бизнес-процессов для синтеза креативных систем взаимодействия посетителей и сотрудников библиотек.

## *Интеллектуальные технологии в ОБС*

Интеллектуальные технологии (ИТ) – это системы, в которых генерируются, анализируются и интерпретируются данные<sup>2</sup>. ИТ в данном контексте непосредственно связаны с анализом соответствующих данных и выработкой решений. Причем анализ и собственно решения реализуются непосредственно в тех же системах, в которых и генерируются. Это обстоятельство способствует тому, что ИТ сокращают затраты, повышают безопасность и производительность, ликвидируют задержки при передаче массивов данных, что приводит к повышению эффективности бизнес-процессов. Пример эффективного использования данных технологий в производстве представлен в работе [Даев, Султанов 2019].

В настоящее время самыми распространенными являются технологии Интернета вещей и Big Data.

Вместо трансфера массивов данных в центр обработки данных анализ и принятие решений реализуются напрямую в системах, где данные массивы генерируются. При этом не только быстрее и эффективнее проводится анализ и принятие решений, но и снижается риск потери данных за счет различных сбоев.

---

<sup>2</sup> What is intelligent edge? // Hewlett Packard Enterprise. URL: [https://www.hpe.com/emea\\_europe/en/what-is/intelligent-edge.html](https://www.hpe.com/emea_europe/en/what-is/intelligent-edge.html) (дата обращения 22.04.2024).

В России в соответствии с национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации» продолжается целеустремленная работа по созданию необходимых условий для развития общества знаний, роста благосостояния и качества жизни граждан России путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также для безопасности как внутри страны, так и за ее пределами. Отмеченные установки актуальны и для ОБС, так как знания выступают в качестве систематизированной базы данных, т. е. ресурса, который можно пополнять, аккумулировать, преобразовывать. За эти преобразования ответственна ОБС как социальный институт, обеспечивающий воспроизводство и распространение знаний.

Схема циклотрона воспроизводства и распространения знаний приведена на рис. 1, где ОБС выступает системным интегратором науки (фундаментальной и прикладной), промышленности, образования [Султанов 2017].

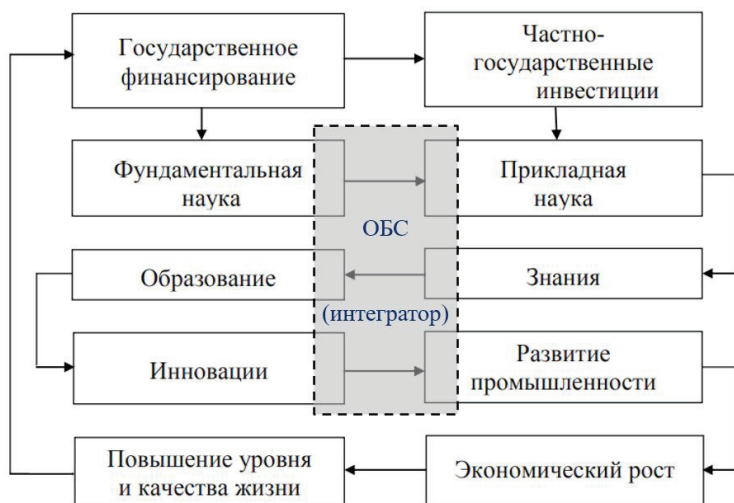


Рис. 1. Замкнутый цикл воспроизводства знаний, в котором ОБС – системный интегратор

Цифровая трансформация ОБС является одним из перспективных направлений эволюции библиотечных систем, так как в хартии «Стратегия развития библиотечного дела в Российской Федерации» [2017] отмечено, что «библиотека является важным элементом инфраструктуры общества знаний, обеспечивающим доступ к информации и знаниям, а также способствующим развитию культуры и образования».

Федерации на период до 2030 года» утверждается, что посредством использования цифровых технологий определяются векторы развития библиотечного дела России.

Системное исследование (или проектная разработка) априори начинается с библиографического анализа, где проводится обзор состояния предметной области, анализ поставленных целей и задач, степени их разработанности. По данным статистики, для завершенных проектов удельная трудоемкость составляет:

- для технических наук около 30%;
- для гуманитарных наук примерно 50%.

Для выполнения библиографического анализа исследователи в настоящее время прибегают к помощи информационно-библиотечных систем. В последних исследованиях широко используются ИИ, технологии Big Data и облачные технологии. Это дает возможность осуществлять:

- автоматический перевод ресурсов на языки мира;
- распознавание рукописного текста и преобразование символов;
- распознавание устной речи.

В качестве примера можно привести чат-бот ChatGPT, обладающий возможностью поддержки предметного диалога, составления научных и художественных текстов, осмысленного ответа на вопросы.

Отметим тенденцию улучшения характеристик ОБС в России и в мире за текущее десятилетие. В России активно используется сайт мэра Москвы, через который жителям города доступно осуществление заказа литературы в любой библиотеке города.

Актуальными составляющими успешных примеров цифровизации являются:

- 1) электронные библиотеки, например “eLibrary”;
- 2) Big Data, данные технологии внедряются в таких странах, как Сингапур и Казахстан [Тастанкулов 2020];
- 3) системы искусственного интеллекта, которые активно используются и внедряются отечественными разработчиками [Шепель и др. 2021];
- 4) облачные технологии.

В работах И.А. Ефремова упоминается необходимость применения сжатых книг, так называемых конспектов [Ефремов 2011], интеграция которых в информационно-библиотечные системы не только позволит сэкономить природные ресурсы, но и оптимизирует процесс работы с книжным изданием. Как показывают исследования [Гаркуша, Городова 2023], обучающиеся активно используют большие языковые модели в решении учебных задач. На данный момент также остро стоит вопрос интеграции систем ИИ

в образовательный процесс [Резаев, Трегубова 2023]. В исследованиях из данной области отмечаются преимущества использования систем искусственного интеллекта [Каракозов, Самохвалова 2023]. Исследователи считают, что языковые модели обладают рядом возможностей, которые могут быть полезными в научных исследованиях [Ивахненко, Никольский 2023].

Большие языковые модели – это не полностью контролируемые системы искусственного интеллекта, эффективность применения которых стремительно повышается [Синицын, Назаровская 2023]. Популярными чат-ботами больших языковых моделей являются: чат-боты семейства GPT от компании OpenAI, YandexGPT, YandexGPT-2, GigaChat отечественного производства, Sensei Solution – нейросеть, которую используют для написания академических работ, Copilot от Microsoft Office и многие другие.

Функционал чат-бота ChatGPT-4 оснащен плагинами, которые можно использовать с доступом к платному аккаунту на OpenAI. Плагины “LinkReader” и “ScholarAI” способны работать с источниками и анализировать их. Плагин “Bibliography Crossref” способен оптимизировать исследовательскую работу за счет поиска научных публикаций и библиографии<sup>3</sup>.



Рис. 2. Уровень применения цифровых каталогов в РГБ

<sup>3</sup> Исследование потенциала плагинов ChatGPT: возможности для бизнеса и существующие ограничения // AXIOMA. URL: <https://www.axiomadev.ru/blog/issledovanie-potenciala-plaginov-chatgpt-vozmozhnosti-dlya-biznesa-i-sushestvuyushie-ogranicheniya/> (дата обращения 20.10.2023).

Авторами статьи была проанализирована статистика электронного каталога РГБ по состоянию на 2023 г. Результаты обзора представлены рис. 2. Большая часть каталогов РГБ является не оцифрованной.

### Идентификация бизнес-процессов в ОБС

В деятельности ОБС прослеживаются несколько бизнес-процессов, которые характеризуются разнообразными потоками информации (рис. 3).

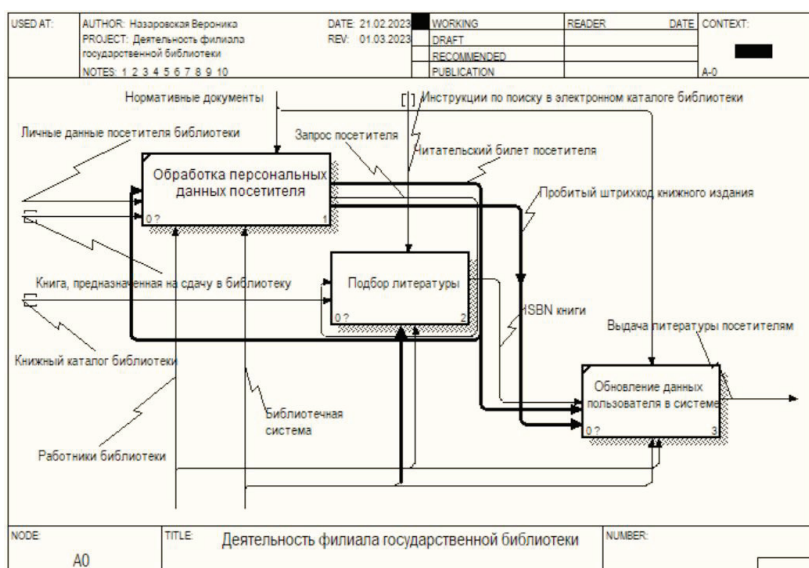


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции IDEF0

Бизнес-процесс под условным названием «Подбор литературы», который можно отнести к разрядку поисково-исследовательской деятельности, обеспечивает взаимодействие трех объектов библиотечной организации: посетителей, сотрудников и книжного каталога. Поиск оптимальных методов автоматизации данного бизнес-процесса с использованием современных информационных технологий способен разрешить проблему отсутствия прямого взаимодействия современных технологий с человеком. Это позволит посетителям библиотеки использовать современные техно-

логии в поисках литературы и работы с ней. Детальное описание диаграммы декомпозиции представлено в табл. 1.

Таблица 1

Словарь стрелок для контекстной диаграммы

Имя стрелки (Arrow Name)	Определение стрелки (Arrow Definition)	Тип стрелки (Arrow Type)
Личные данные посетителя библиотеки	Работник библиотеки производит сбор персональных данных у клиентов	Input
Книга, предназначенная для сдачи в библиотеку	Считывается штрихкод с книжных изданий, которые посетитель принес в библиотеку для сдачи	Input
Запрос посетителя	Посетитель обращается к работнику библиотеки с конкретной потребностью, выраженной устно	Input
Нормативные документы	Документы, в которых прописано, какие данные необходимо предоставить, а также согласие на обработку персональных данных	Control
Инструкции по поиску в электронном каталоге библиотеки	Инструкция, позволяющая работнику библиотеки правильно составлять запросы для получения релевантных результатов	Control
Работники библиотеки	Сотрудники: администратор, библиограф, библиотекарь, заведующий отделом научной литературы и др.	Mechanism
Библиотечная система	Система, в которой хранятся актуальные сведения о книжных изданиях (СУБД)	Mechanism
Книжный каталог библиотеки	Работник библиотеки обращается к составленному и систематизированному книжному каталогу для поиска необходимой посетителю литературы	Input
Читательский билет посетителя	После обработки всех персональных данных работник библиотеки регистрирует посетителя в библиотечной системе и выдает ему читательский билет	Output

Окончание табл. 1

Имя стрелки (Arrow Name)	Определение стрелки (Arrow Definition)	Тип стрелки (Arro Type)
Читательский билет посетителя	Для посетителя, уже зарегистрированного в библиотечной системе, не нужно заново предоставлять свои данные, для получения услуги необходимо предоставить уже выданный читательский билет	Input
Пробитый штрих-код книжного издания	У книжного издания, предназначенного для сдачи в библиотеку, пробивается штрих-код, после чего идет процесс обновления данных в системе библиотеки	Input
ISBN книги	У выбранного книжного издания для посетителя необходимо сохранить ISBN для обновления библиотечных записей и отслеживания литературы	Input
Выдача литературы посетителям	Книжные издания, которые были выданы посетителям библиотеки	Output

Рамки данной статьи не позволили авторам включить полный материал по содержанию и назначению бизнес-процессов и составляющих бизнес-функций. Поэтому результаты обобщенно приводятся в табл. 2.

Таблица 2

## Прогнозные доступные бизнес-процессы в ОБС

№	Наименование бизнес-процесса	Прикладные бизнес-функции	Системная поддержка
1	Поисково-исследовательская деятельность (подбор литературы)	Создание и пополнение датасетов	AutoML
		Обработка запросов на естественном языке	Digital manager
		Генерация нового контента	GPT-4
		Автоматическая предметизация и каталогизация	TextAnalyst

Окончание табл. 2

№	Наименование бизнес-процесса	Прикладные бизнес-функции	Системная поддержка
2	Библиографическое обслуживание	Библиографические консультации	ChatGPT-4
		Тематические и фактографические справки	Link Reader
		Адресные и уточняющие справки	ScholarAI
		Ориентирующие и технические консультации	ChatGPT-4
3	Управление библиотечным фондом	Пополнение фондов	–
		Индексирование и предметизация цифровых ресурсов	Программно-аналитические инструменты
		Организация информационного поиска	Чат-боты на базе искусственного интеллекта
		Обмен ресурсами ОБС	Алгоритмы ИИ

### *Разработка концепции информационного продукта в контексте цифровизации библиотечных систем*

При разработке концепции цифровизации библиотечных систем необходимо прежде всего определить стратегические цели и задачи развития вузовской библиотеки нового формата. Для этого обратимся к рис. 4.

Интеграция ОБС в единое цифровое пространство страны является основой целеполагания библиотечной организации. Данная стратегическая цель делится на три стратегические подцели. Стратегическая цель «Внедрение новых информационных продуктов в библиотечную систему» покрывает несколько стратегических задач. Одной из задач является «Развить возможные форматы продвижения книжной коллекции», решить которую можно посредством обращения к электронному каталогу библиотечной системы для формирования рефератов книжных изданий. Данную задачу авторы выбрали в качестве примера реализации, так как для данного вида продвижения книжной коллекции необходимо разработать информационный продукт, подобный языковым моделям, который

обеспечивает автоматическое формирование рефератов. Именно данная разработка должна быть приоритетной.

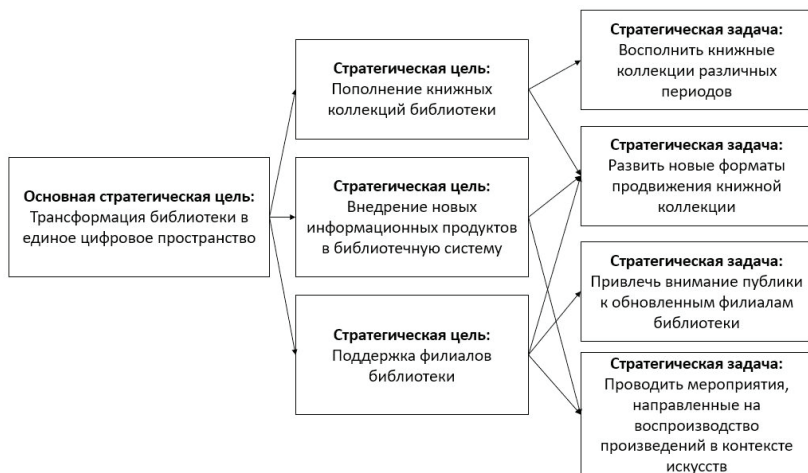


Рис. 4. Факторы развития библиотечных систем

Одним из возможных форматов продвижения книжной коллекции является обращение к электронному каталогу библиотечной системы для формирования рефератов книжных изданий, что предполагает разработку информационного продукта, подобного языковым моделям, который обеспечит автоматическое формирование рефератов.

Основной аналогичной системой, занимающей реферированием текста, является чат-бот ChatGPT-4, который обладает встроенными плагинами. Однако чат-бот языковой модели четвертого поколения предоставляется пользователям на платной основе, в чем заключается основной минус данной программы.

Также существуют другие программные обеспечения, такие как «TextAnalyst» от отечественного НПИЦ «МикроСистемы». Данный продукт не является языковой моделью в отличие от ChatGPT, а также эта ИС существует уже давно на рынке информационных продуктов, поэтому существует необходимость разработки новой программы.

Авторами сформулированы требования к разрабатываемому программному продукту.

1. Открытый доступ, возможность входа без использования дополнительных сервисов, таких как VPN и др.

2. Входными параметрами должны являться файлы формата pdf, так как в данном формате электронные издания и публикуются.

3. Работа разрабатываемого бота должна быть основана на нейронной сети, упрощающей и ускоряющей процесс работы над текстом.

В программной среде от отечественных разработчиков Business Studio были смоделированы диаграммы AS-IS. Первая диаграмма представлена на рис. 5.



Рис. 5. Диаграмма IDEF0 уровня A1 разрабатываемой системы

На рисунке 6 представлена диаграмма IDEF0, которая декомпозирует бизнес-процесс «Реферирование электронного документа».

Для бизнес-процесса «Реферирование электронного документа» на вход подаются электронный ресурс и запрос пользователя на реферирование. Полученные запрос и документ анализируются программой и подают соответствующий запрос нейронной сети, которая является ядром программы. Нейронная сеть обрабатывает запрос программы, анализирует полученный документ из базы данных и производит реферирование текста. По окончании генерации реферата модель передает программе набор токенов, из которого на выходе получается готовое сообщение пользователю. Полученный

реферат электронного документа предоставляется пользователю для ознакомления. По желанию пользователя, реферат может быть отредактирован моделью, тогда на вход программы подается еще один запрос.

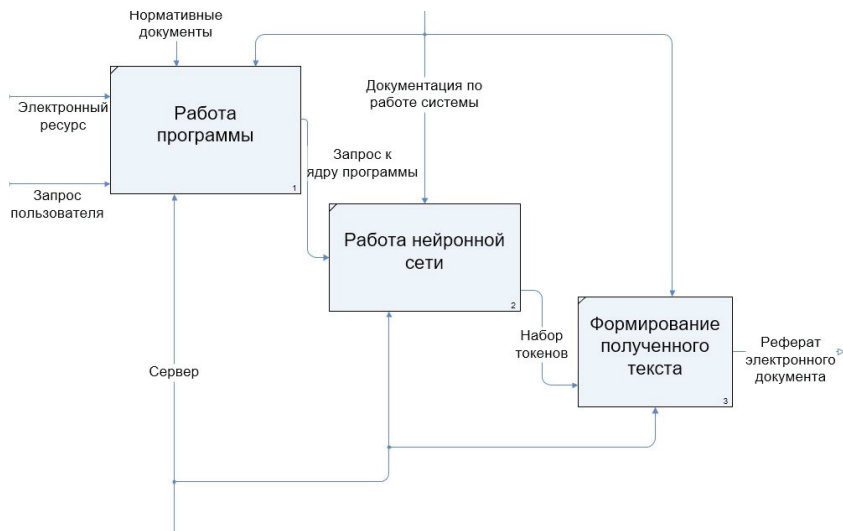


Рис. 6. Диаграмма уровня А2 разрабатываемой системы

Авторами статьи предлагается интеграция больших языковых моделей в ОБС. Подкрепление процессов поисково-исследовательской деятельности новейшими технологиями обеспечит эффективность их использования. Данные технологии могут быть востребованы у иностранных граждан, которым затруднительно работать с пособиями, написанными на русском языке, так как плагины языковой модели ChatGPT-4 способны не только анализировать и предоставлять реферат научной работы, но и переводить его на любой язык.

### *Результаты исследования и их обсуждение*

Цифровизацию библиотечных систем необходимо развивать, предлагая и разрабатывая новые способы и принципы работы с цифровыми ресурсами. В данной работе были выполнены обзор и анализ современного состояния организации информационных

служб и применения интеллектуальных технологий в ОБС, проанализированы применяемые и перспективные технологии, идентифицированы бизнес-процессы с составляющими бизнес-функциями, разработаны концептуальные предложения.

Концептуальное перспективное видение, по мнению авторов, заключается в следующих положениях:

- трансформация ОБС в единое цифровое пространство для развития науки и широкого спектра технологий;
- соответствие целей и задач развития ОБС целевым программам (инструмент реализации государственной экономической и социальной политики) и национальным проектам (комплексные программы развития общества, имеющие общенациональную значимость);
- использование больших языковых моделей как способа реализации бизнес-функций с разработкой нового программного продукта (требования из трех пунктов сформулированы в разделе «Разработка концепции информационного продукта в контексте цифровизации библиотечных систем»);
- использование нейросети (диаграмма № 2 на рис. 5) для развитых коммуникативных способностей (возможность обработки произвольных запросов в диалоге на языке, максимально приближенном к естественному);
- манипулирование информационными базами (пополнение знаний на основе их неполных описаний, применение процедур обобщения и формирования новых знаний);
- применение искусственного интеллекта при использовании рекомендательных систем, выявляющее векторы изменения читательских интересов и практик с фиксацией их фактического содержания, это не субъективная оценка, а оценка на основе сравнения содержимого десятков тысяч источников, релевантных тематике поиска;
- в конкурентной среде с участием информационных сетевых агентств, порталов и сайтов, ОБС, в отличие от других участников информационного-коммуникационного процесса, применяет уникальные ресурсы документального материала, которые используются для пополнения цифровых баз данных;
- концепция виртуального обслуживания в своей структуре должна содержать автоматизированное рабочее место сотрудника библиотеки и разработанную базу данных для внутреннего (статистика, учет, кадры и др.) и внешнего (коммуникации с другими библиотечными системами и организациями в масштабах региона, страны и мирового сообщества) использования.

Авторы статьи считают, что представленные выше концептуальные положения должны революционизировать бизнес-процессы в ОБС. Первой ступенью в вариантах развития цифровизации ОБС является разработка программного продукта, обеспечивающего процесс реферирования электронных документов.

### *Заключение*

Значимость библиотек как традиционных социально-общественных институтов, играющих ключевую роль в образовательной сфере, в эпоху цифровизации возрастает. ОБС является важным и необходимым инструментом для удовлетворения динамичных требований современного потребителя. В первую очередь именно поэтому на сегодняшний день нет альтернативы внедрению передовых ИТ и дальнейшему симбиозному развитию последних в ОБС.

В условиях изменения запросов современного общества первостепенное значение приобретает цифровизация библиотечных фондов. Несмотря на активные шаги в направлении цифровизации, большая часть фондов остается вне цифрового формата.

Использование в библиотеках новейших разработок на базе ИТ открывает новые возможности для приобретения пользователями систематизированных знаний. Предложено внедрение уже существующих технологий ИИ в текущие библиотечные системы для развития и оптимизации образовательных процессов библиотеки. Оптимизация бизнес-процессов в ОБС безотлагательно требует:

- 1) трансформации структуры классификации информации;
- 2) рационализации методов архивирования и хранения библиотечных ресурсов;
- 3) модернизации принципов поиска, формирования и обработки информации.

В предложенной статье выполнен анализ текущих и прогнозируемых бизнес-процессов в ОБС, осуществлен анализ актуальных методов управления ресурсами ОБС, исследованы существующие инновации, представлены концепция и пакет предложений по повышению эффективности бизнес-процессов в библиотечных системах.

### *Литература*

---

Гаркуша, Городова 2023 – *Гаркуша Н.С., Городова Ю.С.* Педагогические возможности ChatGPT для развития когнитивной активности студентов // Профессиональное образование и рынок труда. 2023. Т. 11. № 1. С. 6–23.

- Даев, Султанов 2019 – *Даев Ж.А., Султанов Н.З.* Система автоматического контроля разбалансов объема природного газа на основе нейронечеткой модели // Авто-матизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2019. № 3. С. 37–40.
- Ефремов 2011 – *Ефремов И.А.* Библиотека будущего // Развитие личности. 2011. № 2. С. 205–208.
- Ивахненко, Никольский 2023 – *Ивахненко Е.Н., Никольский В.С.* ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 4. С. 9–22. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22.
- Каракозов, Самохвалова 2023 – *Каракозов С.Д., Самохвалова Е.А.* Педагогическая концепция использования интеллектуальных систем информационной поддержки обучающихся на основе искусственного интеллекта // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Сб. тр. VII Междунар. науч. конф. Красноярск, 2023. С. 1120–1124.
- Резаев, Трегубова 2023 – *Резаев А.В., Трегубова Н.Д.* ChatGPT и искусственный интеллект в университетах: какое будущее нам ожидать? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 6. С. 19–37. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-6-19-37.
- Решетько 2009 – *Решетько Н.И.* Стратегии развития предпринимательских структур информационного комплекса в условиях конкуренции: Автореф. ... дис. канд. экон. наук. М., 2009. 23 с.
- Синицын, Назаровская 2023 – *Синицын В.Ю., Назаровская В.С.* О применении ChatGPT в учебном процессе по математическим дисциплинам в вузе // Информация и образование: границы коммуникаций INFO-2023: Сб. науч. тр. № 15 (23). Горно-Алтайск: БИЦ Горно-Алтайского гос. ун-та, 2023. С. 197–199.
- Султанов 2017 – *Султанов Н.З.* Инженерное образование в рамках реализации программ развития системы подготовки кадров оборонно-промышленного комплекса // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всеросс. науч.-метод. конф. Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2017. С. 238–241.
- Тастанкулов 2020 – *Тастанкулов Е.С.* Библиотека и информация в эпоху «Больших данных»: зарубежный опыт и казахстанские реалии // Информация и образование: границы коммуникаций INFO-2020: Сб. науч. тр. № 12 (20). Горно-Алтайск: БИЦ Горно-Алтайского гос. ун-та, 2020. С. 59–61.
- Шепель и др. 2021 – *Шепель М., Никифоров А., Гойко В., Тихонов С.* Экосистемное решение для смешанного обучения // Аккредитация в образовании. 2021. № 2 (126). С. 34–35.

## References

---

- Garkusha, N.S. and Gorodova, Yu.S. (2023), “Pedagogical opportunities of ChatGPT for the development of students’ cognitive activity”, *Professional Education and Labor Market*, vol. 11, no. 1, pp. 6–23.

- Daev, Zh.A. and Sultanov, N.Z. (2019), "Automatic control system for natural gas volume imbalances based on a neuro-fuzzy model", *Automation, telemekhanization and communication in the oil industry*, no. 3. pp. 37–40.
- Efremov, I.A. (2011), "The Library of the Future", *Personal Development*, no. 2, pp. 205–208.
- Ivakhnenko, E.N., and Nikolsky, V.S. (2023), "ChatGPT in Higher Education and Science: Threat or Valuable Resource?", *Higher Education in Russia*, vol. 32, no. 4, pp. 9–22. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22.
- Karakozov, S.D. and Samokhvalova, E.A. (2023), "Pedagogical Concept of Using Intelligent Information Support Systems for Those who Study Based on Artificial Intelligence", *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronogo obucheniya: tsifrovye tekhnologii v obrazovanii: Sb. tr. VII Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii [Informatization of Education and Methods of E-Learning: Digital Technologies in Education. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Scientific Conference]*, Krasnoyarsk, Moscow, pp. 1120–1124.
- Reshet'ko, N.I. (2009), *Strategii razvitiya predprinimatel'skikh struktur informatsionnogo kompleksa v usloviyakh konkurentsii: Avtoref. ... diss. kand. ekon. nauk [Development Strategies of Entrepreneurial Structures in the Information Complex under Competition Conditions. Abstract of Ph.D. dissertation]*, Moscow, Russia, 23 p.
- Rezaev, A.V. and Tregubova, N.D. (2023), "ChatGPT and Artificial Intelligence in Universities: What Future Awaits Us?", *Higher Education in Russia*, vol. 32, no. 6, pp. 19–37. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-6-19-37.
- Shepel, M., Nikiforov, A., Goiko, V. and Tikhonov, S. (2021), "Ecosystem Solution for Blended Learning", *Accreditation in Education*, no. 2 (126), pp. 34–35.
- Sinitsyn, V.Yu. and Nazarovskaya, V.S. (2023), "On the Use of ChatGPT in the Educational Process for Mathematical Disciplines in Universities", *Information and Education: Communication Boundaries INFO-2023. Coll. of Scientific Papers*, no. 15 (23), Scientific Library of Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia, pp. 197–199.
- Sultanov, N.Z. (2017), "Engineering Education within the Framework of Implementing Development Programs of the Defense Industry's Personnel Training System". *Proceedings of the All-Russian Scientific and Methodological Conference "University Complex as a Regional Center of Education. Science, and Culture"*. Orenburg State University, Orenburg, Russia, pp. 238–241.
- Tastankulov, E.S. (2020), "Library and Information in the Era of Big Data. Foreign Experience and Kazakhstan Realities", *Information and Education: Communication Boundaries INFO-2020: Coll. of Scientific Papers*, no. 12 (20), Scientific Library of Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia, pp. 59–61.

*Информация об авторах*

*Вероника С. Назаровская*, студент, Российский государственный гуманитарный университет, Москва, Россия; 125047, Россия, Москва, Миусская пл., д. 6; nazarovskaya2380@mail.ru

*Наиль З. Султанов*, доктор технических наук, профессор, Российский государственный гуманитарный университет, Москва, Россия; 125047, Россия, Москва, Миусская пл., д. 6; sultanovnz@mail.ru

*Information about the authors*

*Veronika S. Nazarovskaya*, student, Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia; bld. 6, Miusskaya Sq., Moscow, 125047, Russia; nazarovskaya2380@mail.ru

*Nail' Z. Sultanov*, Dr. of Sci. (Computer Science), professor, Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia; bld. 6, Miusskaya Sq., Moscow, 125047, Russia; sultanovnz@mail.ru

УДК 004.9

DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-58-69

## Метод оптимизации рендеринга для динамических сцен с использованием адаптивной иерархии ограничивающих объемов

Андрей П. Титов

*Российский технологический университет МИРЭА,  
Москва, Россия, titov\_and@mail.ru*

Дарья Н. Титова

*Российский государственный социальный университет,  
Москва, Россия, decestoeva@gmail.com*

*Аннотация.* В статье проведено исследование нового подхода к алгоритму построения и оптимизации иерархий ограничивающих объемов Bounding Volume Hierarchies (BVH). Этот метод основывается на анализе распределения границ объектов в пространстве. Актуальность выбранной тематики обусловлена стремительным развитием технологий визуализации и моделирования в области компьютерной графики, анимации и компьютерного зрения. Эффективное управление геометрией в трехмерном пространстве является критически важным для повышения производительности рендеринга и работы с большими объемами данных. Новизна предложенного подхода заключается в комбинировании методов динамического распределения и адаптивного изменения структуры BVH в зависимости от характеристик входных данных. Это позволяет значительно увеличить скорость обработки сцен, содержащих сложные объекты. В отличие от традиционных методов, которые опираются на статические алгоритмы, рассмотренный метод адаптируется в реальном времени к изменениям в геометрии и распределению объектов. Основными преимуществами метода являются его высокая эффективность и универсальность. Адаптивные алгоритмы улучшают качество и скорость пересечения лучей с ограничивающими объемами, что существенно сокращает время рендеринга. Из-за учета изменений в распределении объектов метод показывает высокую устойчивость к сценариям с динамическими или интерактивными сценами. Иерархии ограничивающих объемов, построенные с использованием этого подхода, могут быть эффективно использованы от видеоигр до научного моделирования. Метод демонстрирует свою применимость к созданию как статических, так и адаптивных карт иерархий, что позволяет использовать его для многопользовательских и виртуальных

---

© Титов А.П., Титова Д.Н., 2025

сред. Алгоритм BVH на основе распределения границ представляет собой новый подход к производительности и функциональности, открывая новые горизонты для будущих исследований и практических приложений в области визуализации и обработки данных.

*Ключевые слова:* алгоритм иерархий ограничивающих объемов, оптимизация иерархии ограничивающих объемов, игры, симуляции, визуализация

*Для цитирования:* Титов А.П., Титова Д.Н. Метод оптимизации рендеринга для динамических сцен с использованием адаптивной иерархии ограничивающих объемов // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2025. № 1. С. 58–69. DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-58-69

## Rendering optimization method for dynamic scenes using an adaptive hierarchy of bounding volumes

Andrei P. Titov

*Russian Technological University MIREA, Moscow, Russia,  
titov\_and@mail.ru*

Dar'ya N. Titova

*Russian State Social University, Moscow, Russia,  
decestoeva@gmail.com*

*Abstract.* The article considers a new approach to the algorithm for constructing and optimizing hierarchies of bounding volumes (BVH). Such a method is based on the analysis of the distribution of the objects boundaries in space. The relevance of the chosen topic is due to the rapid development of visualization and modeling technologies, especially in the field of computer graphics, animation and computer vision. Effective geometry management in three-dimensional space is critical to improve rendering performance and work with large amounts of data. The novelty of the proposed approach lies in the combination of methods for dynamic distribution and adaptive modification of the BVH structure depending on the characteristics of the input data. Thus it enables to significantly improve the processing speed of scenes containing complex and highly detailed objects. Unlike traditional methods that rely on static algorithms, the considered method adapts in real time to changes in the geometry and distribution of objects. The main advantages of the method are its high efficiency and versatility. Adaptive algorithms improve the quality and speed of ray intersection with limiting volumes, which significantly reduces rendering time. Due to the consideration of changes in the distribution of

objects, the method shows high resilience to scenarios with dynamic or interactive scenes. Hierarchies of bounding volumes constructed using that approach can be effectively used from video games to scientific modeling. The method demonstrates its applicability to the creation of both static and adaptive hierarchy maps, which makes it suitable for multi-user and virtual environments. The boundary distribution-based BVH algorithm represents a significant step forward in terms of performance and functionality, opening up new horizons for future research and practical applications in the field of visualization and data processing.

*Keywords:* bounding volume hierarchy algorithm, bounding volume hierarchy optimization, games, simulations, visualization

*For citation:* Titov, A.P. and Titova, D.N. (2025), “Rendering optimization method for dynamic scenes using an adaptive hierarchy of bounding volumes”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Information Science. Information Security. Mathematics” Series*, no. 1, pp. 58–69, DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-58-69

Создание интерактивных и высокодетализированных трехмерных сцен стало возможным в последние годы благодаря совершенствованию технологий компьютерной графики. Из-за увеличения сложности визуализируемых объектов и сцен возрастает потребность в алгоритмах, которые не только обеспечивали бы высокое качество изображения, но и оптимизировали процесс рендеринга. Наиболее распространенный метод оптимизации – использование иерархий ограничивающих объемов – позволяет значительно уменьшить число вычислений, необходимых для определения пересечений лучей с объектами в сцене [Lubbe et al. 2020]. Однако с динамическими сценами, содержащими быстроменяющиеся или интерактивные элементы, стандартные подходы не всегда эффективно справляются [Shafique et al. 2023].

Многопользовательские видеоигры и анимационные фильмы требуют быстрой и точной обработки объектов, чтобы поддерживать плавность отображения и взаимодействия пользователя. Рендеринг должен происходить в реальном времени, несмотря на сложные сцены со множеством объектов, например в играх, где игроки перемещаются по обширным виртуальным мирам. Если алгоритм остается статичным, то не успеет подстроиться под изменения в сцене, что негативно скажется на производительности. Это становится особенно заметным в шутерах от первого лица, где игроки быстро перемещаются между разными локациями, или в спортивных симуляторах, где спортсмены выполняют динамичные действия.

Адаптивный подход к иерархиям ограничивающих объемов может быть успешным в областях научного моделирования и виртуальной реальности. В медицинской визуализации, где трехмерные изображения органов и тканей требуют высокой точности и быстродействия для анализа, адаптивные алгоритмы могут значительно улучшить время обработки и визуализации данных. Виртуальные экскурсии и образовательные приложения также могут выиграть от применения этого метода. Учащиеся могут взаимодействовать с динамическими моделями и получать информацию в реальном времени, без задержек [Shafique et al. 2023].

Эффективная обработка динамических сцен с высокой детализацией и реалистичностью делает этот подход адаптивной иерархии ограничивающих объемов ключевым для будущего развития технологий визуализации. В статье рассмотрим методы реализации адаптивных BVH и их влияние на производительность и качество рендеринга в динамических сценах<sup>1</sup>.

Методы рендеринга, работающие с оптимизацией иерархий ограничивающих объемов, являются критически важными для создания высококачественной компьютерной графики в реальном времени. Адаптивная BVH, динамическое разделение узлов и использование SIMD позволяют значительно улучшить производительность при работе с динамическими сценами.

Новые возможности для дальнейшего улучшения алгоритмов открывает гибридизация различных структур данных. Рассмотрим более детально каждый из них. Адаптивная BVH используется для ускорения обработок коллизий и рендеринга в 3D-графике. Она позволяет эффективно организовать иерархию объектов в пространстве [Doyle et al. 2013]. Рассмотрим более детально этот алгоритм и проведем его моделирование на языке Python.

Начнем с создания списков объектов для включения в BVH. На всех уровнях иерархии выбираем ось разделения (обычно  $x$ ,  $y$  или  $z$ ) и делим объекты на две группы. Пока не достигнем заданного предела (например, минимальное количество объектов в узле), эта операция будет продолжаться рекурсивно. Для каждой группы объектов создается ограничивающий объем, который включает все объекты группы (например, AABB – Axis-Aligned Bounding Box).

---

<sup>1</sup> Chitalu F., Dubach C., Komura T. Bulk-Synchronous Parallel Simultaneous BVH Traversal for Collision Detection on GPUs // I3D '18 Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games, Montreal, Quebec, Canada. N. Y., NY: Association for Computing Machinery, 2018. P. 1–9. URL: <https://doi.org/10.1145/3190834.3190848> (дата обращения 12.08.2024).

При добавлении или перемещении объектов структура может видоизменяться путем пересоздания узлов для размещения новых объектов в наиболее подходящих местах.

```
import numpy as np
class AABB:
    def __init__(self, min_point, max_point):
        self.min_point = np.array(min_point)
        self.max_point = np.array(max_point)
    def merge(self, other):
        min_point = np.minimum(self.min_point, other.min_point)
        max_point = np.maximum(self.max_point, other.max_point)
        return AABB(min_point, max_point)
    def contains(self, point):
        return np.all(point >= self.min_point) and np.all(point <=
        self.max_point)
class BVHNode:
    def __init__(self, aabb, left=None, right=None):
        self.aabb = aabb
        self.left = left
        self.right = right
        self.objects = []
    def is_leaf(self):
        return len(self.objects) > 0
```

Класс AABB представляет ограничивающую прямоугольную рамку, которая задается двумя углами: минимальной и максимальной точками. Инициализация в (`__init__`) `min_point` и `max_point`, которые принимаются как списки или массивы. Точки преобразуются в `numpy` массивы для более удобной работы.

Метод `merge` принимает объект типа AABB и возвращает новый объект AABB, который охватывает две рамки. Для этого используются функции `np.minimum` и `np.maximum`, возвращающие поэлементные минимумы и максимумы для двух массивов. Таким образом, границы нового AABB будут устанавливаться так, чтобы охватить обе области.

Метод `contains` проверяет, содержится ли данная точка внутри ограничивающей рамки. Другой метод использует `np.all` для проверки того, что все координаты точки находятся в пределах минимальных и максимальных значений точки AABB.

Класс BVHNode представляет узел иерархии ограничивающих объемов (BVH) =, где при инициализации (`__init__`) принимаются параметры `aabb` (объект типа AABB), а также два возможных дочерних узла `left` и `right`, которые по умолчанию равны `None`. Список

objects содержит объекты, связанные с данным узлом (если он является листом дерева).

Метод `is_leaf` проверяет, является ли узел листом. Это происходит, если в списке `objects` есть хотя бы один элемент. Если список `objects` пустой, это значит, что узел является промежуточным и не содержит объектов.

```
class BVH:
    def __init__(self, objects, max_objects_in_node=2):
        self.root = self.build(objects, max_objects_in_node)
    def build(self, objects, max_objects_in_node):
        if len(objects) == 0:
            return None
        aabb = AABB(np.inf, -np.inf)
        for obj in objects:
            aabb = aabb.merge(obj.aabb)
        if len(objects) <= max_objects_in_node:
            node = BVHNode(aabb)
            node.objects = objects
            return node
        axis = np.argmax(aabb.max_point - aabb.min_point)
        objects.sort(key=lambda obj: obj.aabb.min_point[axis])
        mid = len(objects) // 2
        left_node = self.build(objects[:mid], max_objects_in_node)
        right_node = self.build(objects[mid:], max_objects_in_node)
        return BVHNode(aabb, left_node, right_node)
    def update(self, new_object):
def main():
    objs = [AABB([1, 1], [2, 2]), AABB([2, 3], [3, 4]), AABB([5, 5],
    [6, 6])]
    bvh = BVH(objs)
    print(«BVH создан!»)
if __name__ == "__main__":
    main()
```

Класс `AABB` определяет ограничивающий объем, т. е. объединяет другие объемы и проверяет, содержится ли точка внутри его границ. Класс `BVHNode` определяет узел `BVH`, который может быть листом, т. е. содержит объекты, или внутренним узлом, т. е. содержит ссылки на другие узлы. Класс `BVH` – класс, который строит иерархию.

В методе `build` выполняются следующие действия: создается `AABB` для всех объектов; проверяется общее количество объектов и создается лист, если их не слишком много; производится выбор

оси разделения; сортируются объекты по выбранной оси и делятся на две группы; создаются левая и правая части.

Экземпляр BVH с набором объектов AABB создается в функции main. Адаптивная BVH повышает производительность за счет уменьшения числа проверок на пересечение в задачах, связанных с обработкой коллизий и рендерингом. Иерархическая структура узлов представляет собой эффективное объединение объемов и возможность адаптации к изменениям в наборе объектов.

SIMD (Single Instruction Multiple Data) – это архитектурный метод, который позволяет одной и той же инструкции обрабатывать несколько данных параллельно. Программы, использующие SIMD, могут значительно ускорять выполнение задач при обработке массивов данных. Технология широко применяется в векторной арифметике и при обработке графики, что делает ее подходящей для реализации алгоритмов: трассировка лучей и работа с ограничивающими объемами (BVH). Для демонстрации реализации SIMD на Python используем библиотеку NumPy, которая предоставляет средства для работы с векторизованными операциями.

SIMD позволяет обрабатывать одновременно множество данных, что существенно повышает производительность решения задач, связанных с графикой. Число необходимых инструкций уменьшается, и растет коэффициент использования ресурсов процессора. За счет этого сокращается число циклов, необходимых для обработки данных, что делает код более компактным [Воронцов и др. 2018].

В настоящее время разработано несколько способов ускорения SIMD:

- за счет выбора оптимального размера пакета лучей архитектуры;
- за счет сведения обращений к памяти к минимуму в результате оптимизации данных для кэширования и использования структурированных массивов;
- за счет использования данных в формате SIMD для избежания дополнительных временных затрат;
- за счет увеличения степени параллелизма при проектировании кода.

Библиотека numpy позволяет выполнять операции с массивами более эффективно по сравнению с использованием стандартных циклов. Это возможно из-за внутренней оптимизации и использования SIMD в библиотеке. Python является интерпретируемым языком, использование NumPy и других специализированных библиотек, например numba или Cython, значительно ускоряет вычисления. В массиве использовали тип float32. Он компактен

и часто применяется в научных вычислениях с целью уменьшения использования оперативной памяти.

```
import numpy as np
def simd_multiply(arr1, arr2):
    return result
if __name__ == "__main__":
    size = 10000000
    array1 = np.random.rand(size).astype(np.float32)
    array2 = np.random.rand(size).astype(np.float32)
    result = simd_multiply(array1, array2)
    print(result[:10])
```

Для работы с многомерными массивами и векторизованными вычислениями используем библиотеку NumPy, которая применяется в научных вычислениях и предоставляет функциональность. Функция `simd_multiply` – работает с двумя массивами и возвращает их произведение. Использование векторизационных операций `arr1 * arr2` позволяет NumPy использовать SIMD-вычисления.

В блоке `if __name__ == "__main__"` создаются два больших массива случайных чисел, в каждом массиве – 10 миллионов элементов. Операция `np.random.rand(size)` используется для генерации массива с равномерным распределением. Эти массивы передаются в функцию `simd_multiply`, и получается новый массив. На вывод идут первые 10 элементов результата.

При работе с большими объемами данными SIMD применяется для оптимизации вычислительных задач. При правильном использовании он позволяет повысить производительность и уменьшить время обработки данных, что является важным для большинства современных приложений. Однако необходимо учитывать его ограничения и особенности, чтобы достигнуть максимальной эффективности.

Использование SIMD для трассировки лучей и работы с BVH значительно повышает производительность и оптимизирует использование ресурсов, что является важным для современных графических приложений.

Алгоритм Bounding Volume Hierarchy (BVH) строит иерархическую структуру для группировки объектов и оптимизации поиска пересечений лучей с ними. Традиционный метод BVH проявляет замедление вычислений в динамичных сценах, где объекты могут перемещаться, изменяться или удаляться. Dynamic BVH значительно улучшает вычисления, обеспечивая более эффективное и гибкое решение для динамических сценариев.

Dynamic BVH разработан с целью уменьшения затрат времени на переработку иерархической структуры при изменении сцен. В отличие от статических вариантов BVH, где дерево полностью пересчитывается при каждом изменении, Dynamic BVH использует стратегии, позволяющие частично обновлять иерархию. Это снижает вычислительные затраты и время рендеринга. Dynamic BVH использует такие подходы, как «обновление» и «перераспределение». Обновление заключается в изменении существующих узлов и их границ, тогда как перераспределение включает в себя перемещение объектов между узлами для достижения оптимального разбиения [Wang 2022].

Применение Dynamic BVH становится особенно заметным в интерактивных приложениях и играх, где рендеринг должен происходить в реальном времени. Здесь алгоритм не только улучшает качество визуализации, но и отрабатывает требование по обеспечению плавности работы приложения. Динамические структуры обладают и некоторыми недостатками. Программирование и тестирование таких усовершенствованных алгоритмов требуют дополнительных усилий и глубоких знаний.

Dynamic BVH представляет собой важный шаг вперед в области рендеринга и трассировки лучей, предлагая гибкие и мощные инструменты для работы с динамическими сценами. Dynamic BVH является ключевым компонентом современных графических движков.

Существует еще один путь совершенствования алгоритма BVH. MRBVH (Multi-Resolution BVH) – концепция многоуровневой детализации, которая позволяет сгруппировать объекты не только по их пространственному положению, но и по уровням их детализации. Осуществляется посредством разделения иерархии на несколько уровней, каждый из которых соответствует определенной разрешающей способности. Для объектов, требующих высокой детализации, используются более сложные границы, в то время как для объектов меньшей важности используются более грубые объемы. Таким образом, эффективнее управляется сложная геометрия, сохраняя при этом скорость трассировки [Wechsler et al. 2023].

Использование MRBVH снижает количество проверок пересечений лучей с объектами, что актуально при наличии множества объектов с различной геометрической сложностью в сцене. Объекты с низкой детализацией могут быть сразу отсеяны без необходимости проверки каждого отдельного полигона, что уменьшает вычислительную нагрузку. Адаптация к изменениям сцены происходит за счет динамического обновления структуры MRBVH. Дви-

жущимся или изменяющимся объектам назначается более низкий уровень детализированного разбиения, если это возможно.

За счет увеличения параллелизма обеспечивается эффективность MRBVH. Так как современные графические процессоры могут эффективно обрабатывать множество запросов одновременно, то структура MRBVH равномерно распределяет нагрузку по узлам и уровням иерархии. MRBVH показывает превосходные результаты по сравнению с традиционными BVH, как на статических, так и на динамических сценах. Исследования показали, что алгоритм MRBVH ускоряет рендеринг и улучшает качество картинки за счет более «умного» распределения вычислительных ресурсов [Титов 2024].

Multi-Resolution BVH представляет собой алгоритм оптимизации рендеринга в сложных сценах 3D-графики. Он обеспечивает значительные улучшения за счет использования многоуровневой детализации по сравнению с традиционными методами инкрементальной перестройки и повышения параллелизма. MRBVH используют для областей, работающих с объемной 3D-графикой.

В статье рассмотрен алгоритм Bounding Volume Hierarchy, который относится к методу оптимизации трассировки лучей в компьютерной графике, особенно в рендеринге трехмерной графики. Этот алгоритм имеет ряд проблем и ограничений, которые влияют на его эффективность и интеграцию в современные графические движки и системы. Авторами предложен вариант реализации метода, обеспечивающий улучшение за счет использования многоуровневой детализации, инкрементальной перестройки и повышения параллелизма. На основе выполненных исследований выбраны направления развития алгоритмов BVH, а также изучены вводимые ограничения и трудности интеграции.

Современные модификации BVH, такие как Dynamic BVH и Multi-Resolution BVH, созданы для более эффективной обработки сложных сцен с динамическими объектами. Именно эти методы позволяют улучшать BVH менее затратными способами при изменении сцены.

BVH алгоритм для интеграции требует значительных изменений в алгоритмах и структуре данных, он может быть оптимизирован для графических процессоров. Во время проверки пересечения необходимо усложнение реализации. Разработчики сталкиваются с трудностями при использовании существующих систем для поддержки новых, более сложных версий BVH, а это требует больших затрат времени и ресурсов. Алгоритм BVH необходимо адаптиро-

вать под работу с другими алгоритмами и структурами данных, такими как Octrees или K-D деревьями. Все вышеизложенное усложняет разработку системы и требует решений, которые обеспечивают совместимость и эффективность.

## *Литература*

---

- Воронцов и др. 2018 – *Воронцов Г.В., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.* Быстрое построение BVH дерева на GPGPU // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. Т. 6. № 2 (21). С. 24–34.
- Титов 2024 – *Титов А.П.* Анализ моделей адаптивных нейро-нечетких систем // Вестн. РГГУ. Сер. «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2024. № 1. С. 21–35.
- Doyle et al. 2013 – *Doyle M.J., Fowler C., Manzke M.* A hardware unit for fast SAH-optimised BVH construction // ACM Transactions on Graphics. 2013. Т. 32. № 4. С. 139.
- Lubbe et al. 2020 – *Lubbe R., Xu W.-J., Wilke D.N., Pizette P., Govender N.* Analysis of parallel spatial partitioning algorithms for GPU based DEM // Computers and Geotechnics. 2020. Vol. 125. Art. 103708.
- Shafique et al. 2023 – *Sadaf Shafique, Syed Saad Gardezi, Raees Abbas Lail, Muhammad Sami Ullah, Raheel Khan.* Histopathological spectrum of prostatic diseases in bahawalpur; an ex-perience at QAMC/BVH // The Professional Medical Journal. 2023. Т. 30. № 9. P. 1102–1106.
- Wang 2022 – *Wang X.* Research on interactive picking method of 3D model graphics based on BVH and QT // Journal of Physics: Conference Series. 2022. Т. 2278. № 1. P. 12–39.
- Wechsler et al. 2023 – *Wechsler I., Wolf A., Fleischmann S., Waibel Ju., Molz C., Scherb D., Shanbhag Ju., Franz M., Wartzack S., Miehling J.* Method for using imu-based experimental motion data in BVH format for musculoskeletal simulations via OPENSIM // Sensors. 2023. Т. 23. № 12. P. 5423.

## *References*

---

- Doyle, M.J., Fowler, C. and Manzke, M. (2013), “A hardware unit for fast SAH-optimised BVH construction”, *ACM Transactions on Graphics*, Т. 32, no. 4, pp. 139.
- Lubbe, R., Xu, W.-J., Wilke, D.N., Pizette, P. and Govender, N. (2020), “Analysis of parallel spatial partitioning algorithms for GPU based DEM”, *Computers and Geotechnics*, vol. 125. Art. 103708.
- Shafique, S., Gardezi, S.S., Lail, R. A., Ullah, M.S. and Khan, R. (2023), “Histopathological spectrum of prostatic diseases in bahawalpur; an ex-perience at QAMC/BVH”, *The Professional Medical Journal*, Т. 30, no. 9, pp. 1102–1106.

- Titov, A.P. (2023), "Analysis of models of adaptive neuro-fuzzy systems", *RSUH/RGGU Bulletin. "Information Science. Information Security. Mathematics" Series*, no. 1, pp. 21–35, DOI: 10.28995/2686-679X-2024-1-21-35.
- Vorontsov, G.V., Preobrazhenskii, A.P. and Choporov, O.N. (2018), "Fast construction of BVH tree on GPGPU", *Modeling, optimization and information technology*, vol. 6, no. 2 (21), pp. 24–34.
- Wang, X. (2022), "Research on interactive picking method of 3D model graphics based on BVH and QT", *Journal of Physics: Conference Series*, Т. 2278, no. 1, pp. 12–39.
- Wechsler, I., Wolf, A., Fleischmann, S., Waibel, Ju., Molz, C., Scherb, D., Shanbhag, Ju., Franz, M., Wartzack, S. and Miehling, J. (2023), "Method for using imu-based experimental motion data in BVH format for musculoskeletal simulations via OPENSIM", *Sensors*, vol. 23, no. 12. p. 5423.

### *Информация об авторах*

*Андрей П. Титов*, кандидат технических наук, доцент, Российский технологический университет МИРЭА, Москва, Россия; 107076, Россия, Москва, ул. Стромьнка, д. 20, titov\_and@mail.ru

*Дарья Н. Титова*, студент, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия; 129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4, стр. 1; decestoeva@gmail.com

### *Information about the authors*

*Andrei P. Titov*, Cand. of Sci. (Mechanical Engineering), associate professor, Russian Technological University MIREA, Moscow, Russia; bld. 20, Stromynka Str., Moscow, 107076, Russia; titov\_and@mail.ru

*Dar'ya N. Titova*, student, Russian State Social University, Moscow, Russia; bld. 1, bld. 4, Wilhelm Pik Str., Moscow, 129226, Russia; decestoeva@gmail.com

# Информационная безопасность

УДК 004.8

DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-70-94

## Модель угроз личности обучающихся при применении систем искусственного интеллекта

Юлия И. Богатырева

*Тульский государственный педагогический университет  
им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия, bogatirevadji@yandex.ru*

Александр Н. Привалов

*Тульский государственный педагогический университет  
им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия, privalov.61@mail.ru*

Вадим А. Смирнов

*Ивановский государственный университет, Шуяский филиал,  
Шуя, Ивановская область, Россия, v.a.d.i.m@bk.ru*

*Аннотация.* В статье показана актуальность выявления угроз безопасности, возникающих в связи с распространением и активным использованием (в том числе, в сфере образования) систем искусственного интеллекта. Представлена схема, отражающая выделенные в процессе анализа угрозы безопасности личности пользователя таких систем. Для каждой из описанных угроз представлены научные и нормативные источники, указывающие на актуальность угрозы, описание негативных последствий реализации угрозы для пользователей системы, возможные пути предотвращения последствий. При этом процесс выявления и защиты от угроз требует комплексного подхода, включающего технические, правовые, организационные и морально-этические меры. В частности, сохраняет актуальность использование следующих решений: DLP-систем для блокировки передачи сторонним системам искусственного интеллекта защищаемых данных, средства анализа присутствия противоправного содержимого в сгенерированном тексте (с использованием библиотеки GenSim) и на изображениях (с использованием модели YOLOv3), средства выявления недостоверного и сгенерированного контента (определение авторского инварианта для текста, модель GLTR и др.). В заключении представлен общий перечень негативных последствий от угроз безопасности пользователю системы (включая деградацию навыков поиска и обработки информации, общения и кооперации в процессе совместной деятельности,

---

© Богатырева Ю.И., Привалов А.Н., Смирнов В.А., 2025

получение искаженного представления об истории, географии и в других областях знаний), отличающих применение искусственного интеллекта от внедрения других инновационных технологий.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, безопасность искусственного интеллекта, модель угроз безопасности, безопасность использования интеллектуальных систем, информационная безопасность личности

*Для цитирования:* Богатырева Ю.И., Привалов А.Н., Смирнов В.А. Модель угроз личности обучающихся при применении систем искусственного интеллекта // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2025. № 1. С. 70–94. DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-70-94

## The model of threats to the personality of students in the application of artificial intelligence systems

Yuliya I. Bogatyreva

*Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula, Russia,  
bogatyrevadj@yandex.ru*

Aleksandr N. Privalov

*Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula, Russia,  
privalov.61@mail.ru*

Vadim A. Smirnov

*Ivanovo State University, Shuya branch, Shuya, Ivanovo region,  
Russia, v.a.d.i.m@bk.ru*

*Abstract.* The article shows the relevance of identifying security threats arising from the spread and active use (including in the field of education) of artificial intelligence systems. A diagram is presented reflecting the threats to the security of the user of such systems identified in the process of analysis. For each of the described threats, the following are presented: scientific and regulatory sources indicating the relevance of the threat, a description of the negative consequences of the threat, realized for users of the system, possible ways to prevent the consequences. At the same time, the process of identifying and protecting against threats requires an integrated approach, including technical, legal, organizational, and moral and ethical measures. In particular, the use of the following solutions remains relevant: DLP systems to block the transfer of protected data to third-party artificial intelligence systems, tools for analyzing the presence of illegal content in the generated text (using the GenSim library) and in images (using the YOLOv3 model), tools for identifying unreliable and

generated content (determining the author's invariant for text, model GLTR and others). In conclusion, a general list of negative consequences from threats to the security of the system user is presented (including degradation of information retrieval and processing skills, communication and cooperation in the process of joint activities, obtaining a distorted view of history, geography and other fields of knowledge) that distinguish the use of artificial intelligence from the introduction of other innovative technologies.

*Keywords:* artificial intelligence, artificial intelligence security, security threat model, safety of using intelligent systems, information security of a person

*For citation:* Bogatyreva, Yu.I., Privalov, A.N. and Smirnov, V.A. (2025), "The model of threats to the personality of students in the application of artificial intelligence systems", *RSUH/RGGU Bulletin. "Information Science. Information Security. Mathematics" Series*, no. 1, pp. 70–94, DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-70-94

## *Введение*

Проблема обеспечения безопасности личности обучающихся является одним из приоритетных направлений как в научных исследованиях, так и в работе различных государственных органов Российской Федерации. Значимость данной проблемы подтверждает наличие таких нормативных документов, как Федеральный закон от 29.12.2010 № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»<sup>1</sup>, Концепция информационной безопасности детей в Российской Федерации<sup>2</sup>.

В исследовании [Гавриленко 2021] рассматривается техническая защита информации, расположенной в системах дистанционного обучения. В частности, автор выделяет последствия нарушений информационной безопасности, связанные с получением доступа к персональным данным субъектов образовательного процесса, нарушением доступности учебных материалов, внесением несанкционированных изменений в данные об учеб-

---

<sup>1</sup> Федеральный закон от 29 декабря 2010 г. № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» (с изменениями и дополнениями) // Информационно-правовой портал ГАРАНТ. РУ. URL: <https://base.garant.ru/12181695/> (дата обращения 09.10.2024).

<sup>2</sup> О концепции информационной безопасности детей в Российской Федерации от 28 апреля 2023 // Профессиональная справочная система «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1301495102> (дата обращения 09.10.2024).

ных достижениях студентов, кражей данных о научно-исследовательской и инновационной деятельности и др. Данные последствия, безусловно, требуют действий по их предотвращению, а защита подобных систем необходима в каждой образовательной организации.

В то же время актуальной остается защита не только данных, размещенных в информационных образовательных системах, но и личности обучающегося. Д.Н. Бранников, И.А. Русецкая отмечают, что обучающиеся являются наиболее уязвимой группой с точки зрения информационной безопасности. «В качестве причин повышенной уязвимости этой категории населения к деструктивным информационным воздействиям можно назвать: недостаточную в силу возраста развитость критического мышления, эмоциональную нестабильность, незнание принципов и правил обеспечения личной информационной безопасности, желание соответствовать моде на социальную самопрезентацию без учета требований безопасности» [Бранников, Русецкая 2024, с. 71]. При этом не все угрозы безопасности личности вызваны вероятными действиями тех или иных лиц, которые могут быть рассмотрены как нарушители. В ряде случаев угроза возникает от неправильного или чрезмерного использования новых технологий, методика применения которых еще находится в разработке.

Не является новой необходимостью повышения осведомленности пользователей о наличии недостоверной информации на различных интернет-ресурсах, обязательность ее перепроверки и критического анализа. Существуют технические исследования, направленные на разработку средств для выявления ложного и вредоносного контента в текстовых документах [Алексеев и др. 2024].

В настоящее время появляются новые средства получения информации, которые отличаются от поисковых систем и социальных сетей. Такими средствами являются системы искусственного интеллекта (далее – СИИ), которые способны выдавать на запрос пользователя уже обработанный и достаточно конкретный ответ. В связи с повсеместным распространением искусственного интеллекта (далее – ИИ) становятся актуальными исследования в области обеспечения безопасного использования таких систем. Одним из первых этапов этой разработки является выявление возникающих угроз личности обучающихся при использовании СИИ и формальное представление перечня таких угроз. Последнее обуславливает необходимость постановки и решения научной задачи – разработать модель угроз личности обучающихся при применении систем ИИ.

### *Актуальные угрозы безопасности личности*

В процессе исследования были выделены различные угрозы безопасности личности, наличие которых вызвано применением СИИ. Вероятность возникновения таких угроз может быть различной в зависимости от ситуации в конкретном образовательном учреждении и перечня применяемых СИИ. В частности, к СИИ можно относить как локальные СИИ, размещенные на оборудовании конкретного учреждения или муниципалитета и др., так и общедоступные СИИ, управление деятельностью которых осуществляется иными организациями. Наличие или отсутствие внешнего управления является одним из факторов, влияющим на перечень актуальных угроз, рассмотрение которых необходимо в данной ситуации.

В общем виде перечень из 10 актуальных угроз может быть сформулирован следующим образом.

УЛ-1. Угроза получения обучающимися недостоверной информации.

УЛ-2. Угроза конфиденциальности информации обучающихся, предоставленной СИИ для дальнейшей обработки.

УЛ-3. Угроза получения противоправной или запрещенной к просмотру несовершеннолетними информации.

УЛ-4. Угроза совершения ошибки при анализе цифрового следа и выборе неправильного образовательного маршрута для обучающегося.

УЛ-5. Угроза модификации ответов СИИ со стороны сервиса, предоставляющего доступ к данной системе.

УЛ-6. Угроза недобросовестного использования СИИ обучающимися при решении учебных задач поискового характера.

УЛ-7. Угроза чрезмерного использования СИИ обучающимися при разработке проектов.

УЛ-8. Угроза чрезмерного использования СИИ обучающимися при решении творческих и научных задач.

УЛ-9. Угроза цифрового неравенства обучающихся, не имеющих доступ к СИИ, и других обучающихся в учреждениях, где у большинства субъектов образовательного процесса есть такой доступ.

УЛ-10. Угроза чрезмерного использования педагогом материалов, сгенерированных с применением СИИ, в образовательном процессе.

Приведем описание для каждой из вышеуказанных угроз, построенное на основе анализа нормативных источников и научной литературы.

### *Описание угроз и способы их предотвращения*

Угроза УЛ-1 может быть соотнесена с такими угрозами, как «УБИ.222: Угроза подмены модели машинного обучения»<sup>3</sup>, «УБИ.221: Угроза модификации модели машинного обучения путем искажения (“отравления”) обучающих данных». Используемые в образовательном процессе чат-боты, генераторы изображений и другие средства могут быть обучены на различных открытых источниках. В подобных источниках может содержаться фейковая информация, размещенная как преднамеренно, так и в связи с недостаточным уровнем ее верификации автором. Следствием данной угрозы становится возможность получения обучающимися искаженного представления об истории России, географии и в других областях.

Актуальность данной угрозы подтверждают исследования, в процессе которых Е.Н. Ивахненко, В.С. Никольский получили от ChatGPT обзор научной литературы, где присутствовала ссылка на несуществующую публикацию в известном журнале [Ивахненко, Никольский 2023]; несуществующая книга была представлена ChatGPT в ответ на запрос П.В. Сысоева, Е.М. Филатова [Сысоев, Филатов 2023]; Е.В. Васильева получила от YaGPT в ответ на свои запросы названия мероприятий в Воронеже, которые никогда не проводились [Васильева 2023]. В исследовании [Андрейченко, Гусев 2023] сказано о возможности генерации с использованием ИИ правдоподобных, но несуществующих данных клинических исследований; там же указано о неправильных ответах ChatGPT на вопросы пациентов о профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, неправильные советы Bing Chatbot по вопросам оказания первой медицинской помощи [Андрейченко, Гусев 2023].

Предотвращение негативных последствий описанной угрозы заключается в развитии навыков критического мышления у обучающихся и перепроверке получаемой информации от системы, а также в определении сфер, где бесконтрольное применение СИИ недопустимо. К таким сферам можно отнести медицину, юриспруденцию и образование, когда получаемая информация оказывает влияние на здоровье, защиту прав или формирование личности пользователей соответственно. В этих случаях системы могут быть использованы только при условии проверки их рекомендаций специалистом. Обучающимся стоит рекомендовать

---

<sup>3</sup> Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России // Федеральная служба по техническому и экспортному контролю. URL: <https://bdu.fstec.ru/threat> (дата обращения 09.10.2024).

применять СИИ только в малозначимых задачах, например при генерации фоновых изображений для презентации к докладу, поиске музыки при организации мероприятия, для получения информации о названиях библиотек Python, применяемых при решении тех или иных задач.

Угроза УЛ-2 связана с тем, что в СИИ сохраняется профиль пользователя и история составленных им запросов. Для каждого пользователя системы может быть накоплен перечень его запросов, позволяющих идентифицировать данного пользователя. Часто эта ситуация возникает тогда, когда в запросы включены персональные данные пользователя. Данная угроза может быть соотнесена с угрозой «УБИ.054: Угроза недобросовестного исполнения обязательств поставщиками облачных услуг»<sup>4</sup>. Необходимость учитывать данную проблему описана в исследовании [Мухамадиева 2021].

Техническим средством защиты от угроз конфиденциальности информации в подобных случаях может становиться DLP-система. В частности, может быть заблокирована отправка паспортных данных, номеров банковских карт и других защищаемых сведений в чат-бот с ИИ. Для блокировки передачи необходимо решение проблемы определения наличия таких сведений в сетевом трафике, которая становилась предметом исследований в области кибербезопасности. Например, в публикации [Таганов, Бессонов 2024] предложено использование регулярных выражений для поиска DLP-системой телефонов и адресов электронной почты, а также метода определения тематики текста на основе латентного размещения Дирихле (LDA) и запрет передачи сообщений, посвященных определенной теме или содержащей охраняемые сведения. В исследовании [Недогарок и др. 2020] рассмотрены перехват и проверка SMTP-трафика, при которых выбор дальнейших действий DLP-системой производится на основе классификации текста искусственной нейронной сетью (далее – ИНС) с архитектурой 1D CNN.

Педагогическим направлением комплекса мероприятий по предотвращению негативных последствий описанной угрозы является обучение школьников навыкам безопасной работы в сети Интернет. В частности, онлайн-сервисам не должны сообщаться персональные данные, в том числе паспортные. Отметим, что для работы в чат-ботах с ИИ нет необходимости указывать свой возраст, фамилию, имя и отчество. Любые запросы к СИИ должны

---

<sup>4</sup> Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России // Федеральная служба по техническому и экспортному контролю. URL: <https://bdu.fstec.ru/threat> (дата обращения 09.10.2024).

проверяться на наличие конфиденциальной информации, при обнаружении которой необходимо вносить исправления в текст запроса для удаления защищаемых данных. При выборе онлайн-сервисов стоит отдавать предпочтение тем, которые разработаны крупными российскими организациями, как правило, имеющими более высокую степень защиты от проникновения злоумышленников и сложившуюся репутацию, которая не позволит компании самостоятельно принять решение о размещении информации в открытом доступе.

В современные онлайн-сервисы, предоставляющие доступ к СИИ, встроены механизмы защиты, не позволяющие пользователям получать противоправную или запрещенную к просмотру информацию. Несмотря на это, существуют подходы к формулировке запросов, которые позволяют эти ограничения обойти. В связи с этим возникает угроза УЛ-3 доступа к запрещенной информации, которая в частном случае ее реализации может быть соотнесена с угрозой «УБИ.063: Угроза некорректного использования функционала программного и аппаратного обеспечения»<sup>5</sup>. С возможностью создания ИНС недопустимого контента, включая экстремистский и оскорбительный, согласны исследователи Е.В. Горина, С.М. Уфимцева [Горина, Уфимцева 2024].

Для предотвращения негативных последствий описанной угрозы необходимо рекомендовать использовать обучающимся только локальные СИИ, либо принадлежащие доверенным российским организациям, обладающим сложившейся репутацией. Вместе с тем развитие системы ограничений, не позволяющих СИИ выдавать деструктивный контент, должно происходить при наличии государственного контроля. Общедоступные СИИ, не предназначенные для специализированных целей (например, медицинских), не должны выдавать запрещенную к просмотру несовершеннолетними и шокирующую информацию при любых запросах, даже если пользователь пытается сообщить в нем, что уже преодолел возрастной порог. Помимо этого, в операционные системы и браузеры должны быть внедрены защитные решения, дополнительно анализирующие изображения и текстовое содержимое на наличие запрещенного контента.

Различные методы анализа изображений и текстового содержимого на предмет наличия запрещенного контента становятся предметом исследования многих авторов. В работе [Минаев, Симонов 2021] показана возможность анализа текстов на предмет принадлежности классам деструктивности («Реабилитация

---

<sup>5</sup> Там же.

нацизма», «Радикальный ислам» и «Антисемитизм») с использованием библиотеки GenSim и встроенных в нее средств для построения модели Word2Vec. В рассмотренном методе для каждого класса деструктивности выделяются ключевые слова, для которых в соответствии с моделью формируется векторное представление. Кроме того, векторные представления формируются для слов из анализируемого текста, среди которых осуществляется поиск 10 семантически близких слов к ключевым словам деструктивности. Оценка близости векторных представлений слов  $A$  и  $B$  осуществляется по формуле косинусного сходства:

$$\cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}},$$

где  $\|A\|$ ,  $\|B\|$  – длины (Евклидова норма) векторов  $A$  и  $B$  соответственно,  $A_i$ ,  $B_i$  – элементы  $i$  векторов  $A$  и  $B$  соответственно,  $n$  – количество элементов векторов  $A$  и  $B$  (размерность векторного пространства, используемого при формировании представлений слов).

Эксперимент, проведенный авторами, показал, что предложенный метод позволит эксперту вместо оценки объемного текста с публикацией осуществлять оценку только 10 найденных слов, в связи с чем сократить время, затрачиваемое на анализ деструктивного контента. В исследовании [Минаев, Симонов 2023] в процессе предсказания класса публикации (нейтральный или экстремистский) использовалась модель BERT.

В публикации [Бурлуцкий, Балуев 2020] описан процесс разработки агента-анализатора, позволяющего распознавать противоправный текст на изображениях. Представленная в статье модель была разработана в формате микросервиса, интегрированного в АИС «Поиск» (система Югорского НИИ). Такой формат создания средства защиты позволяет предположить возможность его внедрения и в сервисы, осуществляющие взаимодействие с ИИ для блокировки противоправного контента в случае его генерации. В работе [Шевченко и др. 2022] предложено использовать модель YOLOv3 для детекции запрещенной символики на изображениях.

Таким образом, для профилактики негативного влияния деструктивного контента при реализации угрозы УЛ-3 могут быть применены технические средства защиты. В то же время остаются актуальными и педагогические воздействия, связанные с формированием у обучающихся нравственных и семейных ценностей,

критического мышления, что сходно с предложенными мерами защиты от угрозы УЛ-1.

СИИ могут применяться не только как инструмент для объяснения учебного материала, но и как инструмент, способствующий выстраиванию индивидуальных образовательных траекторий на основе учебных достижений обучающихся. В частности, существуют исследования, где предлагаются «сопоставление цифрового следа обучения с индикаторами усвоения компетенций», «адаптивный подбор задания для выполнения», «анализ результатов выполнения задания» [Шамсутдинова 2024]. Являясь востребованным средством, сопровождающим образовательный процесс, ИНС при появлении ошибок в оценке текущего уровня компетенций или качества выполнения задания становятся источником угрозы УЛ-4, приводящей к недостаточному уровню освоения тех или иных разделов дисциплины, либо к избыточному количеству однотипных заданий, посвященных уже освоенной обучающимся теме. Один из частных случаев ошибок СИИ в этой области представлен в статье [Фурс 2023]. В описанной ситуации алгоритм предсказывал шансы поступления в университеты выпускников школ. При анализе результатов работы этого алгоритма специальной комиссией было выявлено более 100 тысяч случаев неправомерного занижения баллов у выпускников.

Предотвращение негативных последствий описанной угрозы связано с контролем за вердиктами СИИ, а также с выстраиванием системы обратной связи педагога с обучающимися. Благодаря такой системе может быть получена информация о том, что курс стал слишком однообразным, и траектория обучения может быть скорректирована. Изучение деятельности обучающихся и вердиктов СИИ экспертом позволит выявить как факты избыточного количества однотипных заданий, так и недостатка заданий. В случае онлайн-курсов и дополнительного образования, где набор слушателей происходит на добровольной основе, могут отслеживаться параметры пользователя, связанные: с количеством времени, проведенном на ресурсе в том или ином упражнении; с количеством пользователей, которые прекратили прохождение курса; с частотой посещений электронного образовательного ресурса и другими параметрами, которые позволяют оценить качество функционирования образовательного курса в целом. Применение СИИ при построении образовательного маршрута должно носить рекомендательный характер, т. е. любая система должна допускать возможность смены траектории обучения на вариант, который не совпадает с вариантом, предложенным СИИ.

Угроза УЛ-5 применима к СИИ, управляемым иными организациями, и может быть соотнесена с угрозой «УБИ.021: Угроза злоупотребления доверием потребителей облачных услуг»<sup>6</sup>. Пользователь онлайн-сервиса не может проконтролировать, что ответ действительно получен от модели машинного обучения, а не обработан с использованием каких-либо иных алгоритмов. Е.В. Горина, С.М. Уфимцева по итогам анализа студенческих работ делают вывод, что студенты некритично оценивают тексты ИНС, чрезмерно доверяют СИИ [Горина, Уфимцева 2024].

И предотвращение последствий УЛ-2, и противодействие УЛ-5 связаны с использованием только проверенных СИИ: локальных или созданных российскими организациями, обладающими высоким уровнем репутации.

Появление современных чат-ботов с ИИ приводит к тому, что пользователь может получить ответ на многие вопросы, сформулировав тем или иным образом сообщение в онлайн-сервисе. Сервис предоставляет пользователю готовый обработанный ответ, тогда как в поисковой системе пользователь сталкивается с набором ссылок, каждую из которых необходимо критически оценить, проанализировать, а результаты анализа систематизировать. В ряде случаев этот навык сопоставим с анализом текстов печатной (в том числе учебной) литературы. При наличии быстрого способа получения информации у обучающегося пропадает необходимость проводить собственные поисковые исследования, что приводит к деградации навыков самостоятельного поиска и обработки информации. Таким образом, приобретает актуальность угроза УЛ-6.

Следствиями такой угрозы становится ограниченность полученных сведений лишь теми данными, которые были в обучающем наборе для ИНС и к моменту запроса обучающегося могли устареть. Не получив опыта поиска информации в учебных задачах, в перспективе при потере доступа к СИИ обучающийся вынужден будет развивать навыки самостоятельного поиска информации уже в процессе работы над сложными задачами.

Потребность в информации является стимулом не только к ее поиску, но и к учебному взаимодействию с другими субъектами образовательного процесса, у которых эта информация может быть. В частности, информация обучающимся может быть получена при общении с одноклассниками или с преподавателем. Данная

---

<sup>6</sup> Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России // Федеральная служба по техническому и экспортному контролю. URL: <https://bdu.fstec.ru/threat> (дата обращения 09.10.2024).

ситуация характерна не только для общения в образовательном процессе, но и в бытовых условиях, в исследовательской деятельности. Подобное общение становится менее востребованным при появлении универсального специалиста в виде чат-бота с ИИ.

Создание масштабных учебных проектов связано с привлечением большого количества обучающихся, играющих различные роли в данном проекте. В частности, при подготовке учебной презентации могут быть выделены роли, направленные на поиск необходимой информации, на создание сопроводительного иллюстративного материала. При применении СИИ пропадает необходимость отдельной роли художника (благодаря ИНС для генерации изображений), роли аналитика (благодаря чат-ботам с ИИ, позволяющим получить готовый ответ на вопрос). В связи с этим подобный учебный проект может быть сделан одним обучающимся, у которого нет необходимости с кем-либо контактировать.

Описанные ситуации совместной подготовки проекта и обмена информацией в процессе учебного взаимодействия важны в развитии навыков общения и кооперации обучающихся. В связи с этим приобретает актуальность угроза УЛ-7, при которой чрезмерное использование СИИ может стать причиной деградации навыков общения и кооперации в процессе совместной деятельности обучающихся.

Наличие угрозы УЛ-8 подтверждается исследованиями различных авторов. В соответствии с опросом, проведенном П.М. Лукичевым, О.П. Чекмаревым, 92,9% студентов второго курса используют ChatGPT при подготовке учебных заданий. При этом запросы студентов направлены не только на поиск информации, но и на процесс генерации новых идей или вариантов решения задачи [Лукичев, Чекмарев 2024]. В этом же источнике рассматривается «риск увеличения объема плагиата в студенческих работах» [Лукичев, Чекмарев 2024]. В исследовании Н.В. Тихоновой, Г.М. Ильдугановой упоминаются статистические данные: 80% педагогов из Франции считают, что их подопечные регулярно «копируют» ответы, созданные чат-ботами, при выполнении самостоятельной работы; «что касается отношения ливанских преподавателей к искусственному интеллекту, по мнению многих (67%), ИИ подталкивает студентов к плагиату» [Тихонова, Ильдуганова 2024]. В статье А.В. Вишнекова, Е.А. Ерохиной, Е.М. Ивановой, Н.К. Трубочкиной отмечается, что «результаты опроса магистрантов магистерской программы “Компьютерные системы и сети” МИЭМ НИУ ВШЭ показывают, что 35% студентов постоянно обращаются к генеративным СИИ с целью решения учебных и профессиональных задач» [Вишнеков и др. 2023].

В работе Е.В. Гориной, С.М. Уфимцевой приведена следующая статистика, полученная в результате опроса 82 студентов: «78,8% используют нейросети для учебы», «25% писали курсовую работу; 48,8% выполняли домашние задания; 25% писали сочинения» [Горина, Уфимцева 2024]. В этой же публикации представлен следующий факт: «...по мнению студентов, 65% преподавателей не видят разницы между работой, выполненной нейросетью и человеком» [Горина, Уфимцева 2024].

Проанализированные исследования подтверждают, что у ряда обучающихся возникает желание не использовать СИИ как вспомогательный инструмент, позволяющий сократить объем монотонной работы, а полностью переложить на них выполнение учебных, исследовательских и творческих работ. Следует учитывать, что преподавание учебных дисциплин строится на базе дидактического принципа «от простого к сложному», в логической последовательности с соблюдением принципа преемственности. Применение СИИ влечет за собой риск деления дисциплины на две части: простая, для выполнения задач в которой достаточно применять СИИ и участия со стороны обучающегося не требуется; сложная, для выполнения которой только средств ИИ недостаточно и требуется дальнейшая работа со стороны обучающегося. К выполнению задач второй (сложной) части обучающийся будет не готов, поскольку отсутствует необходимая подготовка, которая должна была быть сформирована в первой (простой) части.

В случае реализации данного сценария обучающийся теряет возможность и мотивацию к изучению дисциплины и образовательному процессу в целом. Не имея возможности получить полноценный опыт создания учебных проектов, обучающийся не может применить данный опыт при реализации полноценных научных и творческих проектов. Таким образом, следствием угрозы УЛ-8 становится снижение мотивации к творческой, учебной и исследовательской деятельности.

Предотвращение негативных последствий описанных угроз УЛ-6, УЛ-7 и УЛ-8 состоит в ограничении отведенного учебного времени на использование СИИ, вводе штрафных санкций за признаки ИИ в работах, где применение подобной системы не было рекомендовано преподавателем. В каждом учебном предмете должен быть выделен ряд заданий, которые должны выполняться обучающимся самостоятельно и исключительно традиционными средствами. Данная мера будет равносильна ограничению в Сан-ПиН 2.4.2.2821-10 продолжительности непрерывного применения технических средств обучения на уроках.

Кроме того, в процессе обучения возможно создание ситуаций, когда применение СИИ становится невозможным. Дополнением вышеописанных мер должна стать разъяснительная работа с обучающимися, цель которой – показать, что СИИ являются инструментом, доступность которого в любых ситуациях не может быть гарантирована. Например, одним из аргументов для выпускников школ может стать то, что использование Интернета на экзаменах ОГЭ и ЕГЭ запрещено, в связи с чем и применение СИИ не представляется возможным.

Угроза УЛ-9 отчасти сходна с угрозой «УБИ.043: Угроза нарушения доступности облачного сервера». СИИ позволяют существенно сократить время на выполнение какой-либо монотонной работы. Преподаватель, ориентируясь на то, что элементы учебных задач по его предмету будут выполняться быстро, может увеличить объем задаваемой монотонной работы. При таком подходе неизбежным становится существенный рост нагрузки на тех обучающихся, которые в силу различных причин будут вынуждены выполнять задание без использования данных систем. Если учебные задания не будут рассчитаны на подобный вариант выполнения, то обучающийся не успеет сделать все задания. В связи с этим реализация данной угрозы приводит к снижению продуктивности обучающихся, не имеющих доступ к СИИ, в учреждениях, где у большинства обучающихся есть такой доступ. Проблема цифрового неравенства, связанного с недоступностью СИИ, показана в исследовании [Мухамадиева 2021].

С этой угрозой может быть сравнима ситуация, когда у большинства обучающихся есть устойчивый доступ к сети Интернет, позволяющий просматривать видео, а у отдельных школьников такого доступа нет, из-за чего весь учебный материал они вынуждены осваивать самостоятельно.

Предотвращение негативных последствий описанной угрозы может заключаться в мониторинге доступности СИИ для обучающихся и построении образовательного процесса с учетом полученных показателей. В случае низкого показателя доступности применение СИИ может быть ограничено до минимального уровня (например, только в дополнительных индивидуальных заданиях).

Е.В. Горина, С.М. Уфимцева отмечают, что «тексты нейросетей отличаются отстраненностью, низкой выразительностью, отсутствием авторского стиля, повторяемостью синтаксических конструкций», «в работах, созданных нейросетью, встречается обобщенность там, где требуется детальный анализ по разработанной методике» [Горина, Уфимцева 2024]. А.Р. Айдагулова отмечает, что

сгенерированный текст не имеет научной новизны, теоретической и практической значимости [Айдагулова 2023].

В исследовании [Shumailov et al. 2024] показано, что обучение генеративных моделей на сгенерированном контенте приводит к тому, что качество генерации данных начинает существенно снижаться. В связи с этим для качественного процесса обучения необходимы данные, полученные естественным путем. При этом количество сгенерированного контента в Интернете увеличивает, что затрудняет отбор данных для обучения.

Проводя аналогию с обучением человека, можно прогнозировать, что использование в большей степени сгенерированного учебного материала может негативно повлиять на формирование личности и привести к ухудшению качества дальнейшей деятельности обучающихся. Вместо того чтобы ознакомиться с различными деталями литературных текстов, математических задач, рисунков, обучающийся будет работать с материалами, основанными на усредненных характеристиках текстов и изображений. В связи с этим становится актуальной угроза УЛ-10.

Стоит отметить, что указанная угроза наступает даже в том случае, если субъектами образовательного процесса СИИ не применяются непосредственно. Этот факт связан с тем, что сгенерированный контент может присутствовать в печатных изданиях и на интернет-ресурсах без указания того факта, что данный контент написан с использованием ИНС.

Описанная угроза нуждается в повсеместном контроле, принятии законодательных ограничений, требующих явно указывать на интернет-ресурсах или в печатных изданиях факт применения СИИ при их разработке. Подобные издания и ресурсы должны иметь такое же ограничение доли их присутствия в образовательном процессе, как предлагаемое выше ограничение использования СИИ при подготовке учебных заданий. Любые созданные СИИ учебные материалы должны проверяться как учителем, так и обучающимися (в случае использования их при выполнении учебных заданий).

Технической мерой защиты, необходимой для противодействия угрозам УЛ-1, УЛ-6, УЛ-7, УЛ-8 и УЛ-10, должны стать методы и средства, выявляющие недостоверный и сгенерированный контент. В исследовании [Шумская 2013] рассматривается возможность использования авторского инварианта (численные значения характеристик текста, позволяющие выявить его причастность автору или группе авторов) для идентификации искусственно созданных текстов. Автор предполагает, что можно определить характеристики искусственных текстов и выявить наборы пара-

метров, присущих конкретным методам автоматического создания текста. В работе [Маилян, Куликов 2020] в качестве средства поиска машинного текста указана модель GLTR. Идея данной модели основана на определении предсказуемости слов в тексте. Тексты, созданные человеком, обычно состоят как из предсказуемых, так и непредсказуемых слов, тогда как в текстах, сгенерированных ИИ, большинство слов являются предсказуемыми. В статье [Усиков, Сатаев 2023] представлен обзор публикаций, посвященных определению сгенерированного текста на основе построенных графов знаний, графовых нейронных сетей и систем автоматической проверки фактов с использованием доверенных источников. С целью препятствия использованию сгенерированного контента в научной литературе, в системы проверки текста на плагиат внедряются программные модули, определяющие сгенерированный текст. Один из таких модулей разработан для ООО «Национальный цифровой ресурс “Руконт”»<sup>7</sup>.

Общеизвестным для обнаружения факта фальсификации изображений является метод, основанный на проверке соответствия интенсивности света закону Бенфорда:

$$P(d) = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{d} \right),$$

где  $d$  – первая значащая цифра в числе ( $d \in 1, 2, \dots, 9$ ),  $P(d)$  – вероятность появления величины в наборе данных, первая значащая цифра которой равна  $d$ .

В исследовании [Никитенкова 2023] проведен эксперимент, направленный на оценку возможности использования данного метода для обнаружения deepfake-изображений. В статье производится сравнение значений вычисленного азимутально-усредненного спектра мощности изображения и закона Бенфорда с помощью расхождения Кульбака–Лейблера. Автору удалось с высокой степенью вероятности обнаружить изображения, сгенерированные ИНС StyleGAN2. При этом метод показал недостаточную точность обнаружения при использовании для генерации StyleGAN3.

Описанный вариант распознавания сгенерированных изображений в статье [Гашников, Кузнецов 2022] направлен на обнару-

---

<sup>7</sup> Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024664504 Российская Федерация. Модуль обнаружения текста, сгенерированного с помощью искусственного интеллекта: № 2024662866: заявл. 07.06.2024; опубл. 20.06.2024 / А.А. Водяник; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Национальный цифровой ресурс “Руконт”».

жение особенностей изображения, появившихся из-за встроенного в большинство ИНС блока повышения разрешения.

Представленное описание выделенных угроз безопасности личности позволяет разработать схему, отражающую связь между выделенными угрозами и компонентами личности.

### *Влияние угроз на личность и ее компоненты*

Графическое отображение описанных угроз представлено на схеме, изображенной на рис. 1. На данном изображении в структуре личности выделены компоненты в соответствии с позицией С.Л. Рубинштейна<sup>8</sup>.



*Рис. 1. Угрозы безопасности личности*

<sup>8</sup> Рубинштейн Сергей Леонидович – российский психолог и философ, член-корреспондент Академии наук СССР, один из создателей деятельностного подхода в психологии. Основатель кафедры и отделения психологии факультета философии МГУ, а также сектора психологии Академии наук СССР.

В соответствии с данной схемой угрозы УЛ-4 и УЛ-8 влияют на направленность личности (потребности, интересы, мотивы и убеждения), угрозы УЛ-1, УЛ-6 и УЛ-7 – на качество приобретенных знаний, умений и навыков, угрозы УЛ-2, УЛ-3, УЛ-5, УЛ-9, УЛ-10 воздействуют на информационную безопасность личности в целом.

### *Заключение*

В соответствии с результатами проведенного исследования к последствиям от реализации информационных угроз личности обучающегося можно отнести:

- деградация навыков самостоятельного поиска и обработки информации при работе с большим количеством информационных источников;
- снижение мотивации к творческой, учебной и исследовательской деятельности;
- получение обучающимися искаженного представления об истории России, географии и в других областях;
- деградация навыков общения и кооперации в процессе совместной деятельности обучающихся;
- ухудшение качества дальнейшей деятельности обучающихся при использовании в обучении преимущественного сгенерированного контента;
- некорректное распределение времени в процессе обучения по дисциплине, а именно излишняя трата времени на рекомендованную системой отработку уже освоенных тем учебного курса, недостаточное освоение других тем курса;
- некорректная оценка текущего уровня развития обучающегося;
- эмоциональное потрясение от получения несоответствующего возрасту контента;
- снижение продуктивности обучающихся, не имеющих доступ к СИИ, в учреждениях, где у большинства обучающихся есть такой доступ;
- потеря денежных средств и утечка персональных данных в открытый доступ при использовании ненадежных сервисов.

Степень защищенности от типовых угроз, связанных с конфиденциальностью данных и получением противоправного контента, может быть повышена путем применения существующих технических и организационных мер защиты. В разработанной модели представлены вероятные угрозы, для противодействия которым

наряду с техническими мерами защиты должны использоваться методические рекомендации, включающие описание применяемых в системе образования СИИ, правовые и этические нормы, а также ограничения по использованию данных систем. При реализации на практике специального набора правил безопасной работы обучающихся с СИИ возможно их эффективное использование в образовательном процессе.

### *Благодарности*

Статья написана при поддержке Благотворительного фонда «Вклад в будущее» на реализацию проекта содействия в сфере образования «Снижение рисков и угроз личности обучающихся при использовании искусственного интеллекта в образовании» (Договор № КИП-02/23 от 3 июня 2024 г.).

### *Acknowledgements*

The article was written with the support of the Charitable Foundation “Contribution to the Future” for the implementation of the educational assistance project “Reduction of risks and threats to the personality of students when using artificial intelligence in education” (Contract No. KIP-02/23 dated June 3, 2024).

### *Литература*

---

- Айдагулова 2023 – *Айдагулова А.Р.* Особенности текстов, сгенерированных искусственным интеллектом // Вестн. Башкирского гос. пед. ун-та им. М. Акмуллы. 2023. № 4 (72). С. 154–156.
- Алексеев и др. 2024 – *Алексеев Л.Е., Самохвалов А.Э., Смолина Е.Р.* Система интеллектуального анализа текстов и выявления элементов информационного противоборства // Вестн. РГГУ. Сер. «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2024. № 2. С. 58–72. DOI: 10.28995/2686-679X-2024-2-58-72.
- Андрейченко, Гусев 2023 – *Андрейченко А.Е., Гусев А.В.* Перспективы применения больших языковых моделей в здравоохранении // Национальное здравоохранение. 2023. Т. 4. № 4. С. 48–55. DOI: 10.47093/2713-069X.2023.4.4.48-55.
- Баранников, Русецкая 2024 – *Баранников Д.Н., Русецкая И.А.* Современные подходы к обеспечению информационной безопасности детей // Вестн. РГГУ. Сер. «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2024. № 1. С. 65–79. DOI: 10.28995/2686-679X-2024-1-65-79.

- Бурлуцкий, Балуев 2020 – *Бурлуцкий В.В., Балуев В.А.* Реализация агента анализа изображений в рамках интеллектуальной мультиагентной системы поиска противоправных материалов в сети Интернет // Вестн. Югорского гос. ун-та. 2020. № 4 (59). С. 7–12. DOI: 10.17816/byusu20200407-12.
- Васильева 2023 – *Васильева Е.В.* К проблеме влияния языковых моделей искусственного интеллекта на школьный образовательный процесс // Проблемы изучения живого русского слова на рубеже тысячелетий: Сб. науч. ст. Воронеж: Воронежский гос. пед. ун-т, 2023. С. 577–582.
- Вишнеков и др. 2023 – *Вишнеков А.В., Ерохина Е.А., Иванова Е.М., Трубочкина Н.К.* Особенности учебного процесса подготовки it-специалистов в условиях возрастания возможностей генеративного искусственного интеллекта // Инженерное образование. 2023. № 34. С. 123–135. DOI: 10.54835/18102883\_2023\_34\_11.
- Гавриленко 2021 – *Гавриленко А.В.* Дистанционное обучение и информационная безопасность // Вестн. РГГУ. Сер. «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2021. № 1. С. 51–65. DOI: 10.28995/2686-679X-2021-1-51-65.
- Гашников, Кузнецов 2022 – *Гашников М.В., Кузнецов А.В.* Обнаружение искусственных фрагментов, встроенных в изображения дистанционного зондирования составительными нейросетями // Компьютерная оптика. 2022. Т. 46. № 4. С. 643–649. DOI: 10.18287/2412-6179-СО-1064.
- Горина, Уфимцева 2024 – *Горина Е.В., Уфимцева С.М.* Особенности использования текстов нейросетей в медиа и образовании // Рус. лингвист. бюллетень. 2024. № 1 (49). URL: <https://rulb.org/archive/1-49-2024-january/10.18454/RULB.2024.49.27> (дата обращения 09.10.2024). DOI: 10.18454/RULB.2024.49.27.
- Ивахненко, Никольский 2023 – *Ивахненко Е.Н., Никольский В.С.* ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 4. С. 9–22. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22.
- Лукичев, Чекмарев 2024 – *Лукичев П.М., Чекмарев О.П.* Риски применения искусственного интеллекта в системе высшего образования // Вопр. инновац. экономики. 2024. Т. 14. № 2. С. 463–482. DOI: 10.18334/vines.14.2.120731.
- Маилян, Куликов 2020 – *Маилян Э.К., Куликов А.А.* Анализ алгоритмов обнаружения fake news // Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации (Социальный инженер–2020): Сб. материалов Всеросс. конф. молодых исследователей с междунар. участием, Москва, 7–10 декабря 2020 г. Ч. 2. М.: Росс. гос. ун-т им. А.Н. Косыгина, 2020. С. 204–209.
- Минаев, Симонов 2021 – *Минаев В.А., Симонов А.В.* Количественная оценка деструктивности больших текстовых массивов в социальных медиа // Информация и безопасность. 2021. Т. 24. № 2. С. 267–280. DOI: 10.36622/VSTU.2021.24.2.011.

- Минаев, Симонов 2023 – *Минаев В.А., Симонов А.В.* «Просеивание» телеграм-каналов при поиске контента экстремистского характера // Информация и безопасность. 2023. Т. 26. № 1. С. 25–30. DOI: 10.36622/VSTU.2023.26.1.003.
- Мухамадиева 2021 – *Мухамадиева К.Б.* Искусственный интеллект в развитии молодежи // Образование и проблемы развития общества. 2021. № 2 (15). С. 27–33.
- Недогарок и др. 2020 – *Недогарок А.А., Федоров Н.В., Швычков В.С., Калайда М.И.* Программная реализация модуля DLP-системы для мониторинга и анализа трафика корпоративной сети с использованием машинного обучения // Безопасность информационных технологий. 2020. Т. 27. № 1. С. 28–39. DOI: 10.26583/bit.2020.1.03.
- Никитенкова 2023 – *Никитенкова С.П.* Применение закона Бенфорда в обнаружении deepfake-изображений // Вестн. Томского гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. 2023. № 64. С. 128–137. DOI: 10.17223/19988605/64/13.
- Сысоев, Филатов 2023 – *Сысоев П.В., Филатов Е.М.* ChatGPT в исследовательской работе студентов: запрещать или обучать? // Вестн. Тамбовского ун-та. Сер. «Гуманитарные науки». 2023. Т. 28. № 2. С. 276–301. DOI: 10.20310/1810-0201-2023-28-2-276-301.
- Таганов, Бессонов 2024 – *Таганов Н.С., Бессонов М.А.* Построение почтового анализатора DLP системы на основе ключевых слов // Изв. Ин-та инженерной физики. 2024. № 2 (72). С. 31–38.
- Тихонова, Ильдуганова 2024 – *Тихонова Н.В., Ильдуганова Г.М.* «Меня пугает то, с какой скоростью развивается искусственный интеллект»: восприятие студентами искусственного интеллекта в обучении иностранным языкам // Высшее образование в России. 2024. Т. 33. № 4. С. 63–83. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-4-63-83.
- Усиков, Сатаев 2023 – *Усиков Д.В., Сатаев М.Ю.* Наука определения LLM-сгенерированного текста: Пер. с англ. // Технологии XXI века в юриспруденции: Материалы Пятой Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 19 мая 2023 г. Екатеринбург: АНО «Центр содействия развитию криминалистики “КримЛиБ”», 2023. С. 453–475.
- Фурс 2023 – *Фурс С.П.* Искусственный интеллект в сфере образования – помощник педагога или «подрывная» технология? // Преподаватель XXI век. 2023. № 1-1. С. 40–49. DOI: 10.31862/2073-9613-2023-1-40-49.
- Шамсутдинова 2024 – *Шамсутдинова Т.М.* Вопросы управления траекторией электронного обучения с применением нейросетевых технологий // Эргодизайн. 2024. № 1 (23). С. 105–111. DOI: 10.30987/2658-4026-2024-1-105-111.
- Шевченко и др. 2022 – *Шевченко В.Д., Марьянков А.Н., Ханова А.А.* Анализ методов компьютерного зрения для выявления запрещенной символики на изображениях в сети Интернет // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2022. № 2 (58). С. 9–18. DOI: 10.54398/20741707\_2022\_2\_9.

- Шумская 2013 – Шумская А.О. Выбор параметров для идентификации искусственно созданных текстов // Докл. Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2013. № 2 (28). С. 126–128.
- Shumailov et al. 2024 – Shumailov I., Shumaylov Z., Zhao Y., Papernot N., Anderson R., Gal Ya. AI models collapse when trained on recursively generated data // Nature. 2024. Vol. 631. P. 755–759. DOI: 10.1038/s41586-024-07566-y.

## References

---

- Aidagulova, A.R. (2023), “Features of texts generated by artificial intelligence”, *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. M. Akmully = Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla*, no. 4 (72), pp. 154–156.
- Alekseev, L.E., Samokhvalov, A.E and Smolina, E.R. (2024), “The system of intellectual analysis of texts and identification of elements of information confrontation”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Information Science. Information Security. Mathematics” Series*, no. 2, pp. 58–72, DOI: 10.28995/2686-679X-2024-2-58-72.
- Andreichenko, A.E. and Gusev, A.V. (2023), “Perspectives on the application of large language models in healthcare”, *National Health Care (Russia)*, vol. 4, no. 4, pp. 48–55. DOI: 10.47093/2713-069X.2023.4.4.48-55.
- Barannikov, D.N. and Rusetskaya, I.A. (2024), “Modern approaches to ensuring children’s information security”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Information Science. Information Security. Mathematics” Series*, no. 1. pp. 65–79, DOI: 10.28995/2686-679X-2024-1-65-79.
- Burlutskiy, V.V. and Baluev, V.A. (2020), “Implementation of an image analysis agent within the framework of an intelligent multi-agent system of searching for illegal materials on the Internet”, *Yugra State University Bulletin*, no. 4 (59), pp. 7–12, DOI: 10.17816/byusu20200407-12.
- Furs, S.P. (2023). “Artificial Intelligence in Education – A Teacher’s Assistant or Disruptive Technology?”, *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*, no. 1, part 1, pp. 40–49, DOI: 10.31862/2073-9613-2023-1-40-49.
- Gashnikov, M.V. and Kuznetsov, A.V. (2022), “Detection of artificial fragments embedded in remote sensing images by adversarial neural networks”, *Computer Optics*, no. 46 (4), pp. 643–649, DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1064.
- Gavrilenko, A.V. (2021), “Distance learning and information security”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Information Science. Information Security. Mathematics” Series*, no. 1, pp. 51–65, DOI: 10.28995/2686-679X-2021-1-51-65.
- Gorina, E.V. and Ufimtseva, S.M. (2024), “Specifics of using neural network texts in media and education”, *Russian Linguistic Bulletin*, no. 1 (49), DOI: 10.18454/RULB.2024.49.27, URL: <https://rulb.org/archive/1-49-2024-january/10.18454/RULB.2024.49.27>.

- Ivakhnenko, E.N. and Nikolskiy, V.S. (2023), “ChatGPT in Higher Education and Science: a Threat or a Valuable Resource?”, *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*, vol. 32, no. 4, pp. 9–22, DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22.
- Lukichyov, P.M. and Chekmarev, O.P. (2024), “Risks of artificial intelligence in higher education”, *Russian journal of innovation economics*, vol. 14, no. 2. pp. 463–482. DOI: 10.18334/vinec.14.2.120731.
- Mailyan, E.K. and Kulikov, A.A. (2020). “Analiz algoritmov obnaruzheniya fake news”, *Sotsialno-gumanitarnye problemy obrazovaniya i professionalnoy samorealizatsii (Sotsialnyi inzhener–2020); sbornik materialov Vserossiyskoy konferentsii molodykh issledovateley s mezhdunarodnym uchastiem* [Analyzing algorithms for detecting fake news. Socio-humanitarian issues of education and professional self-realization (Social Engineer–2020). Coll. of articles of the All-Russian Conference of Young Researchers with International Participation], The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia, pp. 204–209.
- Minaev, V.A. and Simonov, A.V. (2021), “Quantitative assessment of the destructiveness of large text sets in social media”, *Information & Security*, vol. 24, no. 2, pp. 267–280, DOI: 10.36622/VSTU.2021.24.2.011.
- Minaev, V.A. and Simonov, A.V. (2023), “Screening of telegram channels when searching for extremism content”, *Information & Security*, vol. 26, no. 1, pp. 25–30, DOI: 10.36622/VSTU.2023.26.1.003.
- Mukhamadieva, K.B. (2021), “Artificial intelligence in the development of youth”, *Education and problems of society development*, no. 2 (15), pp. 27–33.
- Nedogarak, A.A., Fedorov, N.V., Shvychkov, V.S. and Kalayda, M.I. (2020), “Software implementation of a DLP-system module for monitoring and analysis of the corporate network traffic using machine learning”, *Bezopasnost' informatsyonnykh tekhnologii*, vol. 27, no. 1, pp. 28–39, DOI: 10.26583/bit.2020.1.03.
- Nikitenkova, S.P. (2023), “Application of Benford’s Law in deepfake image detection”, *Bulletin of Tomsk State University. Management, computer engineering and computer science*, no. 64, pp. 128–137, DOI: 10.17223/19988605/64/13.
- Shamsutdinova, T.M. (2024), “Questions of Managing the Trajectory of E-Learning Using Neural Network Technologies”, *Ergodesign*. no. 1 (23), pp. 105–111. DOI: 10.30987/2658-4026-2024-1-105-111.
- Shevchenko, V.D., Marienkov, A.N. and Khanova, A.A. (2022), “Analysis of computer vision methods for detecting prohibited symbols on images on the Internet”, *Prikladnyy zhurnal: upravlenie i vsokie tekhnologii = Caspian Journal: Management and High Technologies*, no. 2 (58), pp. 9–18, DOI: 10.54398/20741707\_2022\_2\_9.
- Shumailov, I., Shumaylov, Z., Zhao, Y., Papernot, N., Anderson, R. and Gal, Ya. (2024), “AI models collapse when trained on recursively generated data”, *Nature*, vol. 631, pp. 755–759, DOI: 10.1038/s41586-024-07566-y.
- Shumskaya, A.O. (2013), “Choice of parameters for identification of artificial texts”, *Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics*, no. 2 (28), pp. 126–128.

- Sysoyev, P.V. and Filatov, E.M. (2023), “ChatGPT in students’ research work. To forbid or to teach?”, *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki = Tambov University Review. Series: Humanities*, vol. 28, no. 2, pp. 276–301, DOI: <https://doi.org/10.20310/1810-0201-2023-28-2-276-301>.
- Taganov, N.S. and Bessonov, M.A. (2024), “Building a DLP system mail analyzer based on keywords”, *Proceedings of the Institute of Engineering Physics*, no. 2 (72), pp. 31–38.
- Tikhonova, N.V. and Ilduganova, G.M. (2024), “What Scares Me Is the Speed at Which Artificial Intelligence Is Developing”: Students’ Perceptions of Artificial Intelligence in Foreign Language Teaching, *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*, vol. 33, no. 4, pp. 63–83, DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-4-63-83.
- Usikov, D.V. and Satayev, M.Yu. (2023), “The science of detecting LLM-generated texts”, *Technologies of the 21<sup>st</sup> century in jurisprudence. Proceedings of the V International scientific and practical conference* (Ekaterinburg, May 19, 2023), ANO “Tsentr sodeistviya razvitiyu kriminalistiki ‘KrimLib’”, Ekaterinburg, Russia, pp. 453–475.
- Vasil’yeva, E.V. (2023), “On the issue of the artificial intelligence language models influencing the school educational process”, *Problemy izucheniya zhivogo russkogo slova na rubezhe tysyacheletii. Sb. nauch. st.* [Issues of studying the living Russian word at the turn of the millennium. Coll. of scientific articles], Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia, pp. 577–582.
- Vishnekov, A.V., Erokhina, E.A., Ivanova, E.M. and Trubochkina, N.K. (2023), “Features of the educational process of training IT-specialists in the conditions of increasing capabilities of generative AI”, *Engineering education*, no. 34, pp. 123–135, DOI: 10.54835/18102883\_2023\_34\_11.

### *Информация об авторах*

*Юлия И. Богатырева*, доктор педагогических наук, доцент, Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия; 300026, Россия, Тула, пр. Ленина, д. 125; bogatirevadj@yandex.ru

*Александр Н. Привалов*, доктор технических наук, профессор, Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия; 300026, Россия, Тула, пр. Ленина, д. 125; privalov.61@mail.ru

*Вадим А. Смирнов*, аспирант, Ивановский государственный университет, Шуйский филиал, Шуя, Ивановская область, Россия; 155908, Россия, Ивановская область, Шуя, ул. Кооперативная, д. 24; v.a.d.i.m@bk.ru

*Information about the authors*

*Yuliya I. Bogatyreva*, Dr. of Sci. (Pedagogics), associate professor, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula, Russia; bld. 125, Lenin Av., Tula, 300026, Russia; bogatirevadj@yandex.ru

*Aleksandr N. Privalov*, Dr. of Sci. (Mechanical Engineering), professor, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula, Russia; bld. 125, Lenin Av., Tula, 300026, Russia; privalov.61@mail.ru

*Vadim A. Smirnov*, postgraduate student, Ivanovo State University, Shuya branch, Shuya, Ivanovo region, Russia; bld. 24, Cooperativnaya Str., Shuya, Ivanovo region, 155908, Russia; v.a.d.i.m@bk.ru

Анализ уязвимостей  
в операционных системах  
и прикладных программных продуктах

Сергей Б. Вепрев

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте РФ, Москва, Россия, [veprevsb@yandex.ru](mailto:veprevsb@yandex.ru)*

Сергей А. Нестерович

*Российский государственный социальный университет,  
Москва, Россия, [NesterovichSA@rgsu.net](mailto:NesterovichSA@rgsu.net)*

Александр В. Макаров

*Российский государственный социальный университет,  
Москва, Россия, [MakarovVA@rgsu.net](mailto:MakarovVA@rgsu.net)*

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию современных проблем кибербезопасности и анализу уязвимостей, обнаруженных в операционных системах (ОС) и прикладных программных продуктах (ППП) в 2024 г. Рассматриваются основные типы уязвимостей, такие как уязвимости нулевого дня, проблемы управления памятью, недостатки в ядре ОС и механизмах аутентификации. В статье описаны современные методы их выявления, включая статический анализ кода, фаззинг и тестирование на проникновение. Особое внимание уделено угрозам в продуктах Ivanti, Microsoft и популярных веб-браузерах. Также подчеркивается важность использования систем мониторинга (например, Splunk и ELK Stack) для анализа событий безопасности и применения методологий безопасной разработки, таких как DevSecOps, которые помогают интегрировать безопасность на всех этапах жизненного цикла ПО. В статье акцентируется необходимость комплексного подхода к защите и использования передовых технологий, включая машинное обучение и виртуальные контейнеры, для повышения уровня защиты информационных систем и быстрого реагирования на угрозы. Подчеркивается, что такой подход позволит значительно снизить риски кибератак и обеспечить более надежную защиту данных.

В заключении указано на необходимость комплексного подхода к проблеме анализа защищенности программного обеспечения, в котором важное место занимают перспективные инструментальные средства, использующие методы машинного обучения и виртуальные контейнеры.

---

© Вепрев С.Б., Нестерович С.А., Макаров А.В., 2025

*Ключевые слова:* кибербезопасность, уязвимости, операционные системы, прикладные программные продукты, уязвимости нулевого дня, управление памятью, тестирование на проникновение, статический анализ, DevSecOps, информационная безопасность, автоматизированные системы мониторинга, машинное обучение, виртуальные контейнеры, защита информационных систем

*Для цитирования:* Вепрев С.Б., Нестерович С.А., Макаров А.В. Анализ уязвимостей в операционных системах и прикладных программных продуктах // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2025. № 1. С. 95–105. DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-95-105

## Vulnerability analysis in operating systems and application software products

Sergei B. Veprev

*Russian Presidential Academy of National Economy  
and Public Administration, Moscow, Russia, veprevsb@yandex.ru*

Sergei A. Nesterovich

*Russian State Social University, Moscow, Russia,  
NesterovichSA@rgsu.net*

Aleksandr V. Makarov

*Russian State Social University, Moscow, Russia,  
MakarovVA@rgsu.net*

*Abstract.* The article's abstract deals in studying the modern cybersecurity issues and the analysis of vulnerabilities identified in 2024 in operating systems (OS) and application software products (ASP). The main types of vulnerabilities are reconsidered, including zero-day vulnerabilities, memory management issues, flaws in OS kernels, and authentication mechanisms. The article describes modern methods for detecting those vulnerabilities, such as static code analysis, fuzzing, and penetration testing. Special attention is given to threats in products by Ivanti, Microsoft, and popular web browsers. The importance of using monitoring systems (e. g. Splunk and ELK Stack) for event analysis and applying secure development methodologies like DevSecOps, which help to integrate security at all stages of the software development lifecycle, is emphasized. The article highlights the necessity of a comprehensive approach to protection and the use of advanced technologies, including machine learning and virtual containers, to enhance the security of information systems and

ensure rapid response to threats. It is emphasized that only such an approach can significantly reduce the risks of cyberattacks and provide more reliable data protection. The conclusion emphasizes the necessity of a comprehensive approach to analyzing software security, in which promising toolkits using machine learning methods and virtual containers occupy an important place.

*Keywords:* cybersecurity, vulnerabilities, operating systems, application software, zero-day vulnerabilities, memory management, penetration testing, static analysis, DevSecOps, information security, automated monitoring systems, machine learning, virtual containers, information systems protection

*For citation:* Veprev, S.B., Nesterovich, S.A. and Makarov, A.V. (2025), "Vulnerability analysis in operating systems and application software products", *RSUH/RGGU Bulletin. "Information Science. Information Security. Mathematics" Series*, no. 1, pp. 95–105, DOI: 10.28995/2686-679X-2025-1-95-105

## Введение

2024 год ознаменовался значительными вызовами в области кибербезопасности, особенно в контексте уязвимостей в операционных системах (ОС) и прикладных программных продуктах (ППП). Количество атак в 2023 г. на ОС и ППП увеличилось по сравнению с предыдущими годами, более того, они становятся все более изощренными [Кириченко и др. 2023]. Это обуславливает необходимость улучшения мер безопасности программных средств. В данной статье рассматриваются новые уязвимости, выявленные в ОС и ППП в последние годы, а также средства их выявления и устранения.

Согласно данным, полученным за последние пять лет наблюдается устойчивый рост кибератак на ОС и ППП на основе выявленных новых уязвимостей в системном программном обеспечении [Гарманов, Ковалев 2024]. Статистика по зарегистрированным уязвимостям показывает, что их количество постоянно растет<sup>1</sup>. Это обусловлено, конечно же, постоянным совершенствованием информационных систем и внедрением новых методов обработки данных. Очевидно, что разработчики новых перспективных программных продуктов далеко не всегда в состоянии учесть все возможные угрозы, вследствие чего и появляются новые уязвимости.

---

<sup>1</sup> What Vulnerabilities Will Be the Main Threats in 2023. URL: <https://www.365.ptsecurity.com/ru-ru/about/news/positive-technologies-kakie-uyazvimostibudut-glavnymi-ugrozami-v-2023-godu/> (дата обращения 28.04.2023).

Анализ только лишь по зарегистрированным уязвимостям в программном обеспечении ОС и ППП за последние пять лет [Дровникова, Попова 2024] отражен на рис. 1.

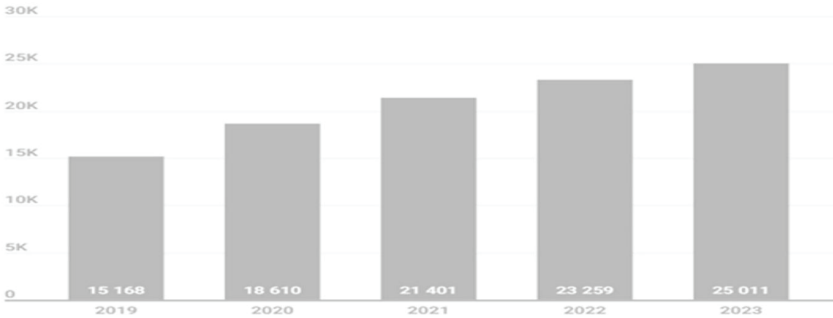


Рис. 1. Количество новых зарегистрированных CVE, 2019–2023 гг.



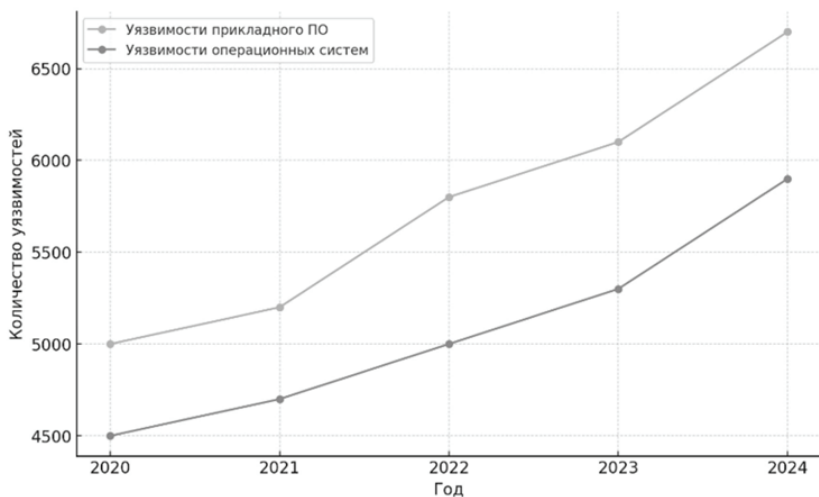
Рис. 2. Критические уязвимости 2019–2024 гг.

Значение для 2024 г. является прогнозной экспертной оценкой.

При этом нужно отметить, что разные уязвимости представляют и разный уровень угрозы для безопасности. В частности, среди них можно выделить критические, которые были получены из данных перечня зарегистрированных уязвимостей CVE (база данных общественных уязвимостей информационной безопасности), а также

в результате внутреннего тестирования на выявление уязвимостей [Кондауров, Митрофанов 2023].

С помощью открытых источников данных также был сделан прогноз устойчивого роста уязвимостей.



*Рис. 3.* Динамика уязвимостей прикладного программного обеспечения и операционных систем за последние пять лет (2020–2024)

В 34% успешных атак на организации злоумышленники использовали уязвимости в ПО и ОС [Внуков 2024]. Следует отметить, что в большинстве случаев реализации успешных кибератак была использована инсайдерская информация. Констатация использования этих данных, к сожалению, не имеет четкого количественного отображения.

По данным Coalition (компания по разработке компьютерных игр) [Ряпасов, Ганженко 2024], в 2024 г. число успешных кибератак на различные программные продукты может вырасти на 25%, что составит около 2900 новых уязвимостей ежемесячно. Особое внимание привлекли уязвимости в продуктах Ivanti Connect Secure (решение для доступа сотрудников, партнеров и клиентов к корпоративным данным и приложениям) и Ivanti Policy Secure (решение для контроля сетевого доступа). Эти уязвимости включают CVE-2023-46805 (высокий уровень опасности) и CVE-2024-21887 (критический уровень опасности). Первая уязвимость позволяет

обходить протокол аутентификации, а вторая – выполнять произвольные команды. Впервые специалисты зафиксировали использование этих уязвимостей в декабре 2023 г. и связали их с группировкой UNC5221. После публичного раскрытия информации к этой группировке присоединились и другие злоумышленники, что привело к резкому увеличению активности угроз с 11 января 2024 г., как отметила Ivanti (компания-разработчик ПО для управления системами, безопасностью и процессами).

Аналитики Censys (система анализа данных о хостах и веб-сайтах) обнаружили 412 скомпрометированных узлов (по состоянию на 22 января 2024 г.), расположенных в США, Германии, Южной Корее, Китае и Японии. Из-за массового характера эксплуатации Агентство по кибербезопасности и защите инфраструктуры США (CISA) выпустило в январе чрезвычайную директиву, требующую от всех федеральных агентств гражданской исполнительной власти (ФСБ) устранить выявленные уязвимости в продуктах Ivanti. Примечательно, что в феврале системы самого агентства были скомпрометированы вследствие эксплуатации указанных уязвимостей [Кириченко и др. 2023].

Уязвимости нулевого дня – программы, против которых еще не установлены защитные механизмы, и они могут осуществлять непосредственное воздействие на систему. Эти уязвимости остаются одними из самых опасных и сложных для обнаружения. В 2024 г. количество таких уязвимостей увеличилось на 30% по сравнению с предыдущим годом. Примеры включают уязвимости в Windows и Linux, которые позволяли злоумышленникам получить полный контроль над системой до выпуска патчей. В 2024 г. наблюдается рост числа уязвимостей нулевого дня в популярных прикладных программах, таких как веб-браузеры и офисные приложения.

Уязвимости, связанные с управлением памятью – это такие уязвимости, как переполнение буфера памяти. Они продолжают представлять серьезную угрозу. В 2024 г. было зафиксировано несколько крупных инцидентов, связанных с этим типом уязвимостей, что позволило злоумышленникам выполнять произвольный код на целевых системах [Карасев 2024].

Уязвимости в ядре ОС. Отметим, что ядро ОС является критическим компонентом, и его уязвимости могут иметь серьезные последствия. В 2024 г. было обнаружено несколько критических уязвимостей в ядрах Windows, Linux и macOS, что позволило злоумышленникам получить повышенные привилегии.

Уязвимости в механизмах аутентификации и авторизации продолжают угрожать безопасности систем. В 2024 г. отмечены случаи

обхода механизмов аутентификации, что позволило злоумышленникам получить несанкционированный доступ к системам.

Статический анализ программного кода. Применение инструментария, такого как Coverity или Checkmarx (программные продукты, которые позволяют обнаружить недочеты в безопасности исходных кодов), дает возможность обнаруживать уязвимости на этапе разработки, что значительно снижает риски.

Технологии генерации случайных данных и ввод их в приложение (фаззинг) помогают выявлять непредвиденные ошибки и уязвимости. Для этого можно использовать программные продукты AFL и libFuzzer,

Платформы, такие как HackerOne и Bugcrowd, привлекают внешних экспертов для проведения тестов на проникновение вредоносных программных продуктов. Это позволяет обнаруживать уязвимости, пропущенные внутренними командами. Для этого можно использовать такие платформы, как HackerOne и Bugcrowd.

Традиционные методы устранения основываются на оперативном выпуске обновлений безопасности, что является критически важным для защиты операционных систем. Автоматизированные системы позволяют значительно сократить время реакции на угрозы.

Современные системы мониторинга – Splunk и ELK Stack – предоставляют мощные инструменты для анализа и корреляции событий безопасности. Методологии безопасной разработки, такие как DevSecOps, помогают интегрировать безопасность на всех этапах жизненного цикла ПО. Современные системы мониторинга позволяют оперативно обнаруживать инциденты безопасности и своевременно реагировать на них.

Уязвимости в библиотеках и зависимостях. Современное ПО часто использует множество внешних библиотек. Уязвимости в этих компонентах могут стать причиной серьезных проблем безопасности, как это было с уязвимостями в OpenSSL и Log4j. Инструменты, такие как Snyk и Dependabot, помогают выявлять уязвимости в используемых библиотеках и зависимостях. Регулярное обновление библиотек и компонентов, используемых в прикладном ПО, позволяет минимизировать риски.

Классические уязвимости, такие как SQL-инъекции и межсайтовый скриптинг (XSS), остаются актуальными и в 2024 г. Они позволяют злоумышленникам выполнять произвольный код или получать доступ к данным. Использование методологий безопасной разработки помогает интегрировать безопасность на всех этапах жизненного цикла ПО. Инструменты, такие как SonarQube и OWASP ZAP, позволяют обнаруживать уязвимости как на этапе разработки, так и во время выполнения программ.

В январе 2024 г. была обнаружена критическая уязвимость в ядре Windows, позволяющая злоумышленникам выполнить произвольный код с правами системного администратора. Уязвимость была быстро исправлена с помощью экстренного обновления. Уязвимости были найдены в продуктах Microsoft. Первая из них, CVE-2024-30040, затрагивает процессы обработки и отображения HTML-страниц Windows MSHTML. Она может использоваться в фишинговых атаках и в результате приводит к удаленному выполнению кода.

Вторая уязвимость в библиотеке ядра Windows DWM Core Library CVE-2024-30051 может использоваться для повышения привилегий до уровня системных (т. е. максимальных).

Третья уязвимость была выявлена в инструменте для сбора и обработки логов Fluent Bit (CVE-2024-4323), четвертая – в корпоративной Confluence (CVE-2024-21683). Эти продукты принадлежат вендорам Treasure Data и Atlassian соответственно. Обе уязвимости являются уязвимостями удаленного выполнения кода [Лупанов, Зузлов 2024].

В марте 2024 г. была выявлена уязвимость в механизме аутентификации Linux [Кириченко и др. 2023], позволяющая злоумышленникам обходить процедуру аутентификации и получать доступ к системе. Уязвимость была устранена в рамках регулярного обновления безопасности.

В апреле 2024 г. была обнаружена уязвимость в популярном веб-браузере, связанная с неправильным управлением памятью, что позволяло злоумышленникам выполнять произвольный код. Уязвимость была оперативно устранена с помощью патча.

## *Заключение*

Анализ уязвимостей в операционных системах и прикладных программных продуктах в 2024 г. демонстрирует, что угрозы безопасности продолжают расти и усложняться. Текущие тенденции указывают на необходимость разработки и внедрения новых методик и технологий для повышения уровня безопасности, включая использование искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматического обнаружения уязвимостей. Для уменьшения числа уязвимостей требуется более глубокая интеграция практик безопасной разработки. Использование методологии DevSecOps, методологии безопасной разработки приложений в условиях непрерывной циркуляции данных и модернизации программного продукта обеспечит более эффективное использование программного

продукта. Эффективная защита требует комплексного подхода, включающего выявление, устранение и мониторинг уязвимостей.

Использование передовых инструментов и методологий, а также постоянное повышение уровня знаний и навыков специалистов по безопасности позволит значительно снизить риски и обеспечить надежную защиту информационных систем. К новым методам относятся технологии машинной виртуализации – например, виртуальные контейнеры, «песочницы», а также экспертные системы. Очевидно, что применение интеллектуальных систем позволит более эффективно реагировать на неизвестные для системы безопасности угрозы.

### *Литература*

---

- Внуков 2024 – *Внуков А.А.* Защита информации: Учеб. пособие для вузов. М.: Юрайт, 2024. 161 с.
- Гарманов, Ковалев 2024 – *Гарманов С.С., Ковалев И.А.* Атаки и уязвимости в операционной системе Ubuntu 23.04.2 “Lunar Lobster” // Научный аспект. 2024. Т. 30. № 3. С. 3736–3749.
- Дровникова, Попова 2024 – *Дровникова, И.Г., Попова А.Д.* Анализ возможностей стандарта CVSS по оцениванию уязвимостей операционных систем // Охрана, безопасность, связь. 2024. № 9–3. С. 15–19.
- Карасев 2024 – *Карасев Е.В.* Анализ уязвимостей операционной системы РЕД ОС // Форум молодых ученых. 2024. № 6 (94). С. 239–242.
- Кириченко и др. 2023 – *Кириченко В.А., Денисенко В.В., Седых Ю.И.* Уязвимости операционных систем, их виды и влияние // Проблемы естественных, математических и технических наук в контексте современного образования: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., Липецк, 26–27 октября 2023 г. Липецк: Липецкий гос. пед. ун-т им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2023. С. 250–255.
- Кондауров, Митрофанов 2023 – *Кондауров С.Н., Митрофанов А.В.* Актуальные угрозы цифровых сервисов // Современные информационные технологии и информационная безопасность: Сб. науч. ст. II Всеросс. науч.-техн. конф. Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2023. С. 46–49.
- Лупанов, Зузлов 2024 – *Лупанов М.Ю., Зузлов А.С.* Методика поиска уязвимостей в драйверах антивирусных средств для операционных систем семейства Windows // Тр. междунар. симпозиума «Надежность и качество». 2024. Т. 1. С. 181–185.
- Ряпасов, Ганженко 2024 – *Ряпасов Т.Ю., Ганженко Н.В.* Анализ критической уязвимости мобильной операционной системы IOS // Инфокоммуникационные технологии: актуальные вопросы цифровой экономики: Сб. науч. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 30–31 января 2024 г. Екатеринбург: Сибирский гос. ун-т телекоммуникаций и информатики, 2024. С. 178–180.

## References

---

- Drovnikova, I.G. and Popova, A.D. (2024), “Analysis of the CVSS Standard Capabilities for Evaluating Vulnerabilities in Operating Systems”, *Protection, Security, Communication*, no. 9–3, pp. 15–19.
- Garmanov, S.S. and Kovalev, I.A. (2024), “Attacks and Vulnerabilities in Ubuntu 23.04.2 “Lunar Lobster” Operating System”, *Nauchnyi aspekt*, vol. 30, no. 3, pp. 3736–3749.
- Karasev, E. V. (2024), “Analysis of Vulnerabilities in the Red OS Operating System”, *Forum of Young Scientists*, no. 6 (94), pp. 239–242.
- Kirichenko, V.A., Deniseko, V.V. and Sedykh, Yu.I. (2023), “Operating System Vulnerabilities, Their Types, and Impact”, *Issues of Natural, Mathematical, and Technical Sciences in the Context of Modern Education. Proceedings of the International Scientific-Practical Conference*, Lipetsk, October 26–27, 2023, Lipetsk Semenov-Tian-Shanskii State Pedagogical University, Lipetsk, Russia, pp. 250–255.
- Kondaurov, S.N. and Mitrofanov, A.V. (2023), “Current Threats to Digital Services”, *Sovremennye informatsionnye tekhnologii i informatsionnaya bezopasnost'. Sb. nauch. st. II Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Modern Information Technologies and Information Security. Coll. of scientific articles of the 2<sup>nd</sup> All Russian Scientific-Technical Conference], Southwest State University, Kursk, Russia, pp. 46–49.
- Lupanov, M.Yu. and Zuzlov, A.S. (2024), “Methodology for Finding Vulnerabilities in Antivirus Drivers for Windows Family Operating Systems”, *Proceedings of the International Symposium “Reliability and Quality”*, vol. 1, pp. 181–185.
- Ryapasov, T.Yu. and Ganzhenko, N.V. (2024), “Analysis of Critical Vulnerabilities in the IOS Mobile Operating System”, *Infocommunication Technologies. Current Issues of Digital Economy. Coll. of Scientific Papers of the 4<sup>th</sup> International Scientific-Practical Conference*, Ekaterinburg, January 30–31, 2024, Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Ekaterinburg, Russia, pp. 178–180.
- Vnukov, A.A. (2024), *Zashchita informatsii: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Information Security. A Textbook for Higher Education Institutions], Yurait, Moscow, Russia, 161 p.

## Информация об авторах

Сергей Б. Вепрев, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Москва, Россия; 119606, Россия, Москва, просп. Вернадского, д. 84, стр. 1; veprevsb@yandex.ru

*Сергей А. Нестерович*, кандидат технических наук, доцент, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия; 129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4, стр. 1; NesterovichSA@rgsu.net

*Александр В. Макаров*, кандидат технических наук, доцент, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия; 129226, Россия, Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4, стр. 1; MakarovAV@rgsu.net

### *Information about the author*

*Sergei B. Veprev*, Dr. of Sci. (Mechanical Engineering), professor, senior researcher, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia, bld. 1, bld. 84, Vernadskii Av., Moscow, 119606, Russia; veprevsb@yandex.ru

*Sergei A. Nesterovich*, Cand. of Sci. (Mechanical Engineering), associate professor, Russian State Social University, Moscow, Russia; bld. 1, bld. 4, Wilhelm Pik Str., Moscow, 129226, Russia; NesterovichSA@rgsu.net

*Aleksandr V. Makarov*, Cand. of Sci. (Mechanical Engineering), associate professor, Russian State Social University, Moscow, Russia; bld. 1, bld. 4, Wilhelm Pik Str., Moscow, 129226, Russia; MakarovAV@rgsu.net

*Научный журнал*  
Вестник РГГУ  
Серия «Информатика.  
Информационная безопасность. Математика»  
№ 1  
2025

Дизайн обложки  
*Е.В. Амосова*

Корректор  
*Т.Ю. Журавлева*

Компьютерная верстка  
*Н.В. Москвина*

Учредитель и издатель  
Российский государственный гуманитарный университет  
125047, Москва, Миусская пл., 6

Свидетельство о регистрации СМИ  
ПИ № ФС77-72977 от 25.05.2018 г.  
Периодичность 4 раза в год

Подписано в печать 24.03.2025  
Выход в свет 31.03.2025  
Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Уч.-изд. л. 6,5. Усл. печ. л. 6,6  
Тираж 1050 экз. Свободная цена  
Заказ № 2135

Отпечатано в типографии Издательского центра  
Российского государственного гуманитарного университета  
125047, Москва, Миусская пл., 6  
[www.rsuh.ru](http://www.rsuh.ru)