

Современная наука и инновации.
2023. № 2 (42). С. 33–40
Modern Science and Innovations.
2023; 2(42):33-40

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /
TECHNICAL SCIENCE

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ /
INFORMATICS, COMPUTER
ENGINEERING AND MANAGEMENT

Научная статья / Original article

УДК 519.876.5
DOI: 10.37493/2307-910X.2023.2.3

Юлия Юрьевна Липко
[Yulia Yu. Lipko]¹,
Залина Асланбековна Шогенова
[Zalina A. Shogenova]²

К вопросу о концептуальных подходах
формирования и реализации моделей
интерфейсов информационных систем
поддержки принятия медицинских решений

On the issue of conceptual approaches to the
formation and implementation of models of
interfaces of information systems to support medical
decision-making

¹Институт компьютерных технологий и информационной безопасности, г. Таганрог, Россия /
Institute of Computer Technology and Information Security, Taganrog, Russia, yulipko@sfnedu.ru

²Кабардино–Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, Россия /
Kabardino–Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik, Russia, shogenova.88@mail.ru

Аннотация. Медицинские информационные системы и эталонные подходы при разработке их информационных моделей все чаще основываются на принципах, моделирующих три различных типа информации. Это – данные о пациентах, терминология и поддержка принятия медицинских решений. Между этими тремя типами моделей требуются четко определенные интерфейсы. Основными проблемами, которые возникают при определении таких интерфейсов, являются взаимодействия между онтологическими и логическими выводами. В статье представлен подход, основанный на разработке программного обеспечения, ориентированный на концептуальную схему, где надлежащим образом предоставляются концептуальные примитивы, предназначенные для определения статических, динамических и диалоговых аспектов.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, концептуальные модели, онтология, информационная модель, инкапсуляция.

Для цитирования: Липко Ю. Ю., Шогенова З. А. К вопросу о концептуальных подходах формирования и реализации моделей интерфейсов информационных систем поддержки принятия медицинских решений // Современная наука и инновации. 2023. № 2 (42). С. 33–40. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.3>

Abstract. Medical information systems and reference approaches in developing their information models are increasingly based on principles that model three different types of information: patient data, terminology, and medical decision support. Well-defined interfaces are required between these three model types. The main problems that arise when defining such interfaces are the interactions between ontological and logical conclusions. The paper presents a concept-driven software development approach, where conceptual primitives are appropriately provided to define static, dynamic, and conversational aspects.

Key words: medical information systems, conceptual models, ontology, information model, encapsulation.

For citation: Lipko Yu. Yu., Shogenova Z. A. On the issue of conceptual approaches to the formation and implementation of models of interfaces of information systems to support medical decision-making. Modern Science and Innovations. 2023;2(42):33-40. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2023.2.3>

Введение. За последние тридцать лет медицинские информационные системы (МИС) совершили существенное развитие в России и на международном уровне как в организационном, научно-техническом, так и в практическом плане. Впервые о МИС говорилось в Концепции информатизации здравоохранения России [1] как об информационной системе (ИС) поддержки здравоохранения. В последующем были приняты документы, в определенном смысле регламентирующие конфигурационные элементы МИС. В теории ИС известно, что, как правило, создавать ИС можно на базе типовой модели, которая находится в репозитории и содержит базовую (эталонную) модель ИС, а также конфигурации для определенных отраслей производства. Поэтому была создана «Типовая медицинская информационная система персонифицированного учета оказания медицинской помощи» [2] как основа для ИС в здравоохранении.

Рынок программного обеспечения в России получил новый импульс для своего бурного развития [3]. В настоящее время в государственном реестре программ находится более 100 ИС медицинского назначения от простых для аптечных пунктов, лабораторий до больших программных комплексов для крупных больниц [4]. Можно выделить минимальный набор элементов, который присутствует в МИС и который позволяет отнести ее к тому или иному уровню. Это наличие электронной истории болезни и/или амбулаторной карты (электронной карточки пациента), статистической и финансовой отчетности, средств планирования, основных подсистем, наиболее востребованных при комплексной автоматизации лечебного учреждения.

За эти же годы в различных редакциях Всемирной организацией здравоохранения были приняты рамочная модель и стандарты национальных информационных систем здравоохранения [5]. Новый этап, существенно влияющий на развитие МИС, представлен в Национальном проекте «Здравоохранение» – это Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» [6]. Современное состояние развития медицины и биомедицины таково, что накоплены весьма большие объемы информации и знаний в различных областях медицинской науки.

Поэтому уже остро стоит вопрос о создании единых, универсальных, интегрированных систем для хранения, систематизации и использования таких данных и знаний. При этом следует учитывать, что в системах используются разнообразные формы представления данных, находящихся изначально в различных хранилищах. Успешная синхронизация данных из различных МИС возможна в случае передачи по протоколам и преобразования в формат, который принят в другой МИС, и обратно. Проблема интеграции МИС в настоящее время является весьма актуальной. Решение данной проблемы представляется на основе международных стандартов, определяющих правила обмена информацией в медицине. Среди разработчиков стандартов интеграции медицинских данных особо выделяется HL7 FHIR (Health Level 7 – Fast Healthcare Interoperability Resources) [7].

Кроме синхронизации при разработке и модернизации современных МИС возникают вопросы систематизации и интеграции знаний, данных и доступных информационных ресурсов. Причем должен быть обеспечен доступ к методам, средствам анализа и обработки данных. Концептуальную основу такого набора инструментов обработки знаний и данных составляет онтология. Понятие онтологии для ИС уже прочно вошло в практику, представлено в энциклопедиях [8] и широко известных книгах [9]. В настоящее время онтология де-факто является ядром и главным компонентом МИС. Она описывает систему знаний и задает формальные структуры для представления его контента.

Заметим, что онтология предметной области разработчиками МИС понимается как описание основных понятий, составляющих содержание информационной системы, и семантических связей между ними. Онтология содержит понятия моделируемой области, связывающие их отношения, атрибуты понятий и отношений, ограничения на значения атрибутов, а также аксиомы, определяющие семантику понятий и отношений. Построение

онтологии знаний представляет собой процесс моделирования этих знаний, фактически процесс построения модели мира решаемой задачи, который называется концептуализацией. Таким образом, онтология представляется как интерфейс к базе знаний [9]. Современные медицинские информационные системы и стандарты все чаще основываются на принципах определенных моделей.

При этом возникают вопросы описания взаимодействия между ними. Например, в работе [10] обсуждаются проблемы взаимодействия между тремя различными типами моделей, используемых разными группами для представления всевозможных аспектов клинической информации. Первый тип – информационная модель – «Информация» или «Данные пациента», то есть структура информации, которая должна храниться в определенной базе данных. Например, модель справочной информации HL7 (RIM) [7], архитектура электронных медицинских записей или моделей, которые лежат в основе архитектуры, обычно выражаются в UML диаграммах.

В настоящее время язык UML является общепринятым инструментом моделирования программного обеспечения [11]. Второй тип – концептуальная модель или «Онтология». Концептуальные модели обычно выражаются в иерархиях, системах фреймов или в логике описания [12]. Третий тип – это модели «Вывода» – модели, которые инкапсулируют знания, необходимые для получения выводов, решений и действий. Такое многофункциональное распределение отражает анализ потребностей в своевременной информации для систем поддержки принятия медицинских решений, основанных на методических рекомендациях. Эти информационные потребности делят на две категории.

Первая категория – это данные о пациентах и клинических ситуациях – информация, полученная от медицинских работников о клинических наблюдениях и результатах, и, кроме этого, могут быть представлены заключения, сделанные руководством или другими компьютерными программами, учитывающими человеческий фактор.

Вторая категория – это единая и независимая от пациента информация о медицине и врачебной практике, которая, в свою очередь, также делится на следующие подкатегории: –независимые от методических рекомендаций статические знания – определения и значения концепций и тесно связанных с ними прецедентов, таких как показания и противопоказания лекарств, причины и симптомы заболеваний, механизмы тестов и процедур, которые могут быть как относительно независимыми от отдельных рекомендаций, так и напрямую связанными с конкретными концепциями без сложных выводов; –динамическое понимание, зависящее от методических рекомендаций – модель того, как делать выводы и принимать решения на основе конкретной информации о пациенте и фактах, не зависящих от методических рекомендаций.

Проблемы интерфейса между концептуальной моделью и информационной моделью МИС. Опишем технологию и возникающие проблемы по формированию протоколов или методических рекомендаций в исполняемой форме, которая взаимодействует с электронной картой пациента (и более широкими клиническими информационными системами и данными). Допустим, что основными компонентами в моделях вывода являются «критерии» – логические выражения, которые запускают выводы или действия.

Для того чтобы осуществить рекомендации для каждого пациента, критерии из модели вывода должны быть преобразованы в запросы к соответствующей электронной базе данных болезни пациента. Каждая модель определяет соответствующие базы данных – записи пациентов, динамические исполняемые руководства и статическую информацию. Однако электронные медицинские карты пациентов и системы клинических данных будут попрежнему разрабатываться независимо от систем поддержки принятия медицинских решений, основанных на методических рекомендациях, поэтому важно разработать четкий определенный интерфейс работы между этими моделями [13].

На рисунке 1 представлены интерфейсы между тремя блоками моделей и их соответствующие репозитории [10]. Три модели показаны в виде блоков, затененных их

соответствующими репозиториями. Для наглядности номер, относящийся к типу приведенной выше классификации, указан в скобках для каждого хранилища. Интерфейсы показаны в виде трех частей лопастей ветрогенератора. Каждый интерфейс является двунаправленным. В каждом направлении каждый интерфейс фильтрует и преобразует информацию таким образом, чтобы принимающая модель видела только ту часть исходной модели и связанного с ней хранилища, которая имеет отношение к ее собственным целям, что символизируется стрелками, выходящими из каждой модели в виде множества широких линий и продолжающимися от интерфейса в виде отдельных тонких линий. Помимо того, что стрелки несут информацию, они несут обязательства. Каждый интерфейс накладывает взаимные обязательства на две модели, которые он соединяет, и все эти обязательства должны быть согласованными, что символизируется наложением интерфейсов в центре чертежа.

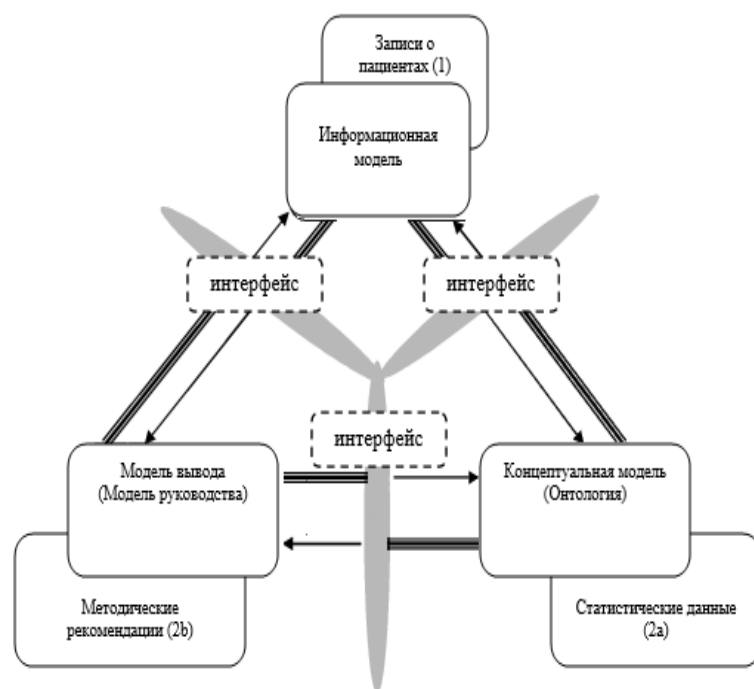


Рисунок 1. Интерфейсы, модели и соответствующие репозитории (см. [10])
Figure 1. Interfaces, models and corresponding repositories (see [10])

Для более наглядного представления номер, относящийся к типу приведенной выше классификации, показан в скобках для каждой базы данных. Интерфейсы представлены в виде «лопастей», и каждый интерфейс является двунаправленным. Каждый из этих интерфейсов фильтрует и преобразует данные таким образом, чтобы принимающая модель видела только ту часть исходной модели и связанную с ней базу данных, которая имеет отношение к ее собственным целям, что обозначено стрелками, выходящими из модели. Стрелки не только несут информацию и обязательства, каждый интерфейс накладывает взаимные обязательства на две модели, которые он соединяет, и все эти обязательства должны быть согласованными [10].

Структура инкапсуляции, используемая в различных моделях вывода информации, может весьма сильно различаться. Ключевой проблемой для интерфейса между информационной и концептуальной моделями является инкапсуляция [10]. Аналогичные проблемы возникают и с моделью вывода. Например, синтаксис Ардена предполагает, что данные пациента могут быть представлены в виде списков значений с отметками времени [10]. Причем синтаксис Ардена определяет язык критериев, содержит операторы для управления такими списками, проводит сравнения значений и временных меток. Авторы [10, 12] считают, что информация о пациентах может быть выражена в виде экземпляров структурированных объектов, таких как Investigation Result и Note Entry, обозначающих

периоды действия. В работе [12] информацию представляют, как часть временной базы данных, которая допускает сложные временные запросы и выводы. Все данные этих трех моделей вывода напрямую не соответствуют какой-либо эталонной модели медицинской карты пациента. Существует три подхода к этой проблеме:

1. Особое представление.
2. Использование информационной модели, основанной на стандартах.
3. Создание виртуальной медицинской карты в рамках модели вывода и определения сопоставления этой модели с каждой отдельной информационной моделью.

В рамках эталонного (стандартизованного) подхода, примером которого является синтаксис Ардена для модулей медицинской логики, различия в инкапсуляции устраняются специальными программами. Альтернативой является создание отображения на основе стандартной информационной модели, но подобные подходы создают следующие проблемы:

- достижение стандартного представления, отвечающего требованиям как интерфейса, так и информационных моделей, может быть затруднено;
- ни одна из существующих в настоящее время систем медицинской документации не основана на информационной модели (RIM) или любом подобном стандарте, хотя некоторые из них находятся в разработке.

Чтобы обойти такие проблемы, как EON systems, определили «виртуальные системы медицинских записей» – по сути, модели медицинских записей, адаптированные к потребностям методических рекомендаций. Приведенный выше анализ предполагает ряд требований к интерфейсу, начиная от модели вывода и заканчивая информационными и концептуальными моделями. Такой анализ, в частности, дан в работе о пользовательских требованиях между тремя моделями [14].

1. Среди трех моделей:
 - согласованность значения: значение всех используемых понятий, где бы они ни появлялись, должно быть одинаковым и выведено из определений в концептуальной модели;
 - конкретная инкапсуляция данных между информационной и концептуальной моделями: интерфейс между концептуальной моделью и информационной моделью должен определять ответственность и структуру для концепций статуса таких, как «История болезни».
2. От модели вывода к информационной модели пациента:
 - соответствие структуры: информационная модель должна содержать информацию о пациенте, необходимую для определения соответствия критериям.
3. От модели вывода к концептуальной модели:
 - степень выводов в концептуальной модели: модель вывода требует, чтобы концептуальная модель предоставляла выводы на уровне «сахарный диабет», «заболевание почек» и «заболевание сердца»;
 - содержание онтологической базы знаний: выводимые данные от лабораторных значений до «постоянно повышенного уровня холестерина» потребуют сохранения соответствующих пороговых значений в онтологической базе знаний.

Если «отсутствие почечной недостаточности» должно быть получено путем логической абстракции, для этого также потребуются соответствующие пороговые значения в онтологической базе знаний.

Заключение. Проведенный анализ показал, что части архитектуры, изображенные на рисунке 1, реализованы частично, но полная реализация, в которой интерфейсы определены достаточно хорошо, чтобы обеспечить легкую интеграцию и масштабирование, еще не достигнута. Соответственно необходимо разработать подходы к проектированию интерфейсов, с помощью которых можно будет обеспечить поддержку принятия медицинских решений.

Например, «виртуальную медицинскую карту» можно рассматривать как «полную» версию интерфейса между логическими и информационными моделями [15]. Часть интерфейса с моделью вывода четко определена, но информационная модель и ее

сопоставление с системой электронной медицинской документации по-прежнему состоит из специальных разделов программирования [12].

Платформа разработки сообщений [7] с ее развитием от эталонной информационной модели (RIM) через информационную модель сообщения (MIM) к контекстносвязанной информационной модели сообщения (RMIM) представляет собой одну часть интерфейса от информационной модели к модели вывода, которая потенциально имеет дело со многими проблемами инкапсуляции и преобразования, но в рамках, которых каждое сообщение должно быть проработано (почти) индивидуально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция информатизации здравоохранения России (Минздрав РФ, 29 июня 1992 г.). URL: www.med-obr.info/med-organisation/actual-documents/informatisation/2.pdf.
2. Орлов Г., Власова А., Шифрин Ф. Типовая медицинская информационная система персонифицированного учета оказания медицинской помощи в вопросах и ответах // Врач и информационные технологии. 2009. Вып. 4. С. 56–59; Вып. 5. С. 54–57.
3. Гусев А. В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды // Врач и информационные технологии. 2012. Вып. 3. С. 6–15.
4. Официальный сайт оператора единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/>.
5. Рамочная модель и стандарты национальных информационных систем здравоохранения. 2-е изд. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2014. 63 с.
6. Национальный проект «Здравоохранение». Федеральный проект «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)». Концепция и план разработки единой системы нормативно-справочной информации в сфере здравоохранения на период 2019–2024 гг. (Версия: 1.0): утв. Минздравом России 16.10.2019, ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России 01.10.2019 // СПС КонсультантПлюс. Москва, 2022.
7. Официальный сайт некоммерческой, аккредитованной ANSI организации по разработке стандартов Health Level Seven International (HL7). URL: <http://www.hl7.org/>.
8. Machado L.M.O. Ontologies in Knowledge Organization // Encyclopedia. 2021. Vol. 1 (1). P. 144–151. DOI: 10.3390/encyclopedia1010015.
9. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Науч. мир, 2010. 222 с.
10. Interface of Inference Models with Concept and Medical Record Models / A.L. Rector, P.D. Johnson, S. Tu, C. Wroe, J. Rogers // Proc. Artificial Intelligence in Medicine Europe (AIME2001). Springer, 2001. P. 314–323.
11. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования: введение в объективно-ориентированный анализ, проектирование и итеративную разработку: перевод с английского / Крэг Ларман. 3-е изд. М.: Диалектика; СПб.: Диалектика, 2020. 727 с.
12. Tu S. W., Musen M. A. Modeling data and knowledge in the EON guideline architecture // MEDINFO. Series Studies in Health Technology and Informatics. 2001. Vol. 84. P. 280–284. DOI:10.3233/978-1-60750-928-8-280.
13. Липко Ю. Ю., Крымшохалова Д. А., Шогенова З. А. Методы исследования пользовательских требований к программному обеспечению // Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе: сб. науч. трудов по материалам науч.-практ. конф. Нальчик, 2021. С. 53–60.
14. Крымшохалова Д. А., Шогенова З. А., Тхакумашев К. Р. Формализация и валидация пользовательских требований при разработке информационных систем // Сборник научных трудов по материалам всероссийской научно-практической конференции «Информационные технологии в экологии, образовании и бизнесе». Нальчик, 2022. С. 101–110.
15. On beyond Gruber: “Ontologies” in today’s biomedical information systems and the limits of OWL / A. L. Rector, S. Schulz, J. M. Rodrigues, C. G. Chute, H. Solbrige // Journal of Biomedical Informatics. 2019. Vol. 100. 100002.

REFERENCES

1. The concept of informatization of health care in Russia (Ministry of Health of the Russian Federation, June 29, 1992). URL: www.med-obr.info/medorganisation/actualdocuments/informatisation/2.pdf.
2. Orlov G., Vlasova A., Shifrin F. Typical medical information system for personalized accounting of medical care in questions and answers // Doctor and Information Technologies.. 2009. Vol. 4. P. 56–59; Vol. 5. P. 54–57.
3. Gusev A.V. Market of medical information systems: review, changes and trends // Doctor and Information Technologies. 2012. Vol. 3. P. 6–15.
4. Official website of the operator of the unified register of Russian programs for electronic computers and databases. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/>.
5. Framework model and standards of national health information systems. 2nd ed. Geneva: World Health Organization, 2014. 63 p.
6. National project of “Healthcare”. Federal project of “Creation of a unified digital contour in healthcare based on a unified state information system in the field of healthcare (EGISZ)”. The concept and plan for the development of a unified system of regulatory and reference information in the field of healthcare for the period 2019–2024. (Version: 1.0): approved by the Ministry of Health of Russia 16.10.2019, FGBU “TsNII OIZ” of the Ministry of Health of Russia 01.10.2019 // SPS ConsultantPlus. Moscow, 2022.
7. Official website of the non-profit, ANSI-accredited standards development organization Health Level Seven International (HL7). URL: <http://www.hl7.org/>.
8. Machado L.M.O. Ontologies in Knowledge Organization // Encyclopedia. 2021. Vol. 1 (1). P. 144–151. DOI: 10.3390/encyclopedia1010015
9. Lapshin V.A. Ontologies in computer systems. Moscow: Nauch. mir, 2010. 222 p.
10. Interface of Inference Models with Concept and Medical Record Models / A.L. Rector, P.D. Johnson, S. Tu, C. Wroe, J. Rogers // Proc. Artificial Intelligence in medicine Europe (AIME2001). Springer, 2001. P. 314–323.
11. Larman C. Application of UML 2.0 and design patterns: Introduction to object-oriented analysis, design and iterative development: translation from English / Craig Larman. 3rd ed. Moscow: Dialectics; St. Petersburg: Dialectics, 2020. 727 p.
12. Tu S.W., Musen M.A. Modeling data and knowledge in the EON guideline architecture // MEDINFO. Series Studies in Health Technology and Informatics. 2001. Vol. 84. P. 280–284. DOI: 10.3233/978-1-60750-928-8-280
13. Lipko Yu. Yu., Krymshokalova D. A., Shogenova Z. A. Methods for researching user requirements for software // Information technologies in ecology, education and business: coll. of proceedings based on the materials of scient. and pract. conf. Nalchik, 2021. P. 53–60.
14. Krymshokalova D. A., Shogenova Z. A., Tkhakumashev K. R. Formalization and validation of user requirements in the development of information systems // Collection of proceedings based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference “Information Technologies in Ecology, Education and Business”. Nalchik, 2022. P. 101–110.
15. On beyond Gruber: “Ontologies” in today’s biomedical information systems and the limits of OWL / A. L. Rector, S. Schulz, J. M. Rodrigues, C. G. Chute, H. Solbrige // Journal of Biomedical Informatics. 2019. Vol. 100. 100002.

ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Липко Юлия Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры системного анализа и телекоммуникаций, института компьютерных технологий и информационной безопасности, г. Таганрог. Тел.: +7(863) 437-17-87, e-mail: ylipko@sfedu.ru

Lipko Yulia Yurievna, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of System Analysis and Telecommunications, Institute of Computer Technology and Information Security, Taganrog. Tel.: +7(863) 437-17-87, e-mail: ylipko@sfedu.ru

Шогенова Залина Асланбековна, старший преподаватель кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности Кабардино – Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик. Тел.: +79969163092, e-mail: shogenova.88@mail.ru

Shogenova Zalina Aslanbekovna, Senior Lecturer of the Department of Computer Technologies and Information Security of Kabardino – Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik. Tel.: +79969163092, e-mail: shogenova.88@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 19.04.2023

После рецензирования: 13.105.2023

Дата принятия к публикации: 07.06.2023