

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2024. Т. 30, № 2. С. 91–96. ISSN 2073-1426

Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2024, vol. 30, No. 2, pp. 91–96.

ISSN 2073-1426

Научная статья

УДК 378

EDN MTRZXQ

<https://doi.org/10.34216/2073-1426-2024-30-2-91-96>

КОНЦЕПТ-КАРТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ВНУТРИДИСЦИПЛИНАРНЫХ И МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Чередникова Алла Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент, Костромской государственной университет, Кострома, Россия, a_cherednikova@ksu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0657-0982>

Землякова Ирина Владимировна, доктор технических наук, профессор, Костромской государственной университет, Кострома, Россия, izeml@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3448-7307>

Аннотация. В статье рассматривается вопрос использования концептуальных карт в качестве средства реализации интегративного подхода к процессу обучения дисциплинам математического блока студентов бакалавриата по направлению «Информационная безопасность». Современные криптографические системы защиты информации основаны на алгебраических структурах, центральное место среди которых занимают кольца классов вычетов по модулю n . В работе предлагается концептуальное картирование в качестве визуального аналитического инструмента связей между различными алгебраическими структурами в рамках математических и профессиональных дисциплин. Построена концептуальная карта, в фокусе которой находится сложное для понимания студентов абстрактное понятие «кольцо классов вычетов по модулю n ». В качестве программного обеспечения для создания карты была выбрана программа XMind. В процессе построения концептуальной карты выявились существующие внутридисциплинарные и междисциплинарные связи в рассматриваемой предметной области между дисциплинами дискретная математика, теория информации и кодирования, дополнительные главы высшей математики, математические основы криптологии, методы и средства криптографической защиты информации. Это позволило эффективно распределить теоретический и связанный с ним практический материал по рабочим программам дисциплин математического и профессионального блоков, продумать методику обучения, обеспечивающую интеграцию образовательного процесса.

Ключевые слова: когнитивная визуализация, концепт-карта, образовательный процесс, внутридисциплинарные связи, междисциплинарные связи, интегративный подход в обучении, преподавание математики

Для цитирования: Чередникова А.В., Землякова И.В. Концепт-карты как инструмент реализации внутридисциплинарных и междисциплинарных связей в образовательном процессе высшей школы // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2024. Т. 30, № 2. С. 91–96. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2024-30-2-91-96>

Research Article

CONCEPT MAPS AS A TOOL FOR THE REALIZATION OF INTRASUBJECT AND INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER EDUCATION

Alla V. Cherednikova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Dozent, Kostroma State University, Kostroma, Russia, a_cherednikova@ksu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0657-0982>

Irina V. Zemlyakova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kostroma State University, Kostroma, Russia, izeml@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3448-7307>

Abstract. The article considers the question of using concept maps as a means of implementing an integrative approach to the process of teaching mathematical disciplines to undergraduate students in the field of Information Security. Modern cryptographic information security systems are based on algebraic structures, the central place among which is occupied by rings of residue classes modulo n . The paper proposes concept mapping as a visual analytical tool of connections between various algebraic structures within the framework of mathematical and professional disciplines. A concept map has been constructed, which

focuses on the abstract concept “ring of residue classes modulo n ”, which is difficult for students to understand. The XMind program was chosen as the software for creating the map. In the process of constructing the concept map, the existing intrasubject and interdisciplinary connections in the subject area under consideration between the disciplines of discrete mathematics, information theory and coding, additional chapters of higher mathematics, mathematical foundations of cryptology, methods and means of cryptographic information protection were revealed. This made it possible to effectively distribute theoretical and related practical material according to the work programs of the disciplines of the mathematical and professional blocks, to think over the teaching methodology that ensures the integration of the educational process.

Keywords: cognitive visualization, concept map, educational process, intrasubject connections, interdisciplinary connections, integrative approach in teaching, mathematics teaching

For citation: Cherednikova A. V., Zemlyayakova I. V. Concept maps as a tool for the realization of intrasubject and interdisciplinary connections in the educational process of higher education. Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2024, vol. 30, No. 2, pp. 91–96. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2024-30-2-91-96>

Воспитание математической культуры у студентов направления бакалавриата «Информационная безопасность» включает знание основных алгебраических структур и умение ими оперировать для решения прикладных профессиональных задач в связи с тем, что криптографические методы защиты информации существенно опираются на ряд алгебраических структур, центральное место среди которых занимают кольца классов вычетов по модулю n .

Следует отметить, что студенты испытывают большие трудности с восприятием и пониманием учебного материала с высоким уровнем абстракции. Кроме этого, у них отсутствует мотивация к изучению алгебраических структур, связанная с непониманием их практического применения. Однако математические модели криптографических систем, основанные на этом теоретическом материале, изучаются студентами лишь в 5-м семестре ввиду их сложности.

Одним из путей преодоления проблем при изучении алгебраических структур является реализация внутридисциплинарных и междисциплинарных связей. Внутрипредметная интеграция обеспечивает целостность знаний, умений и навыков внутри дисциплин. «Межпредметная интеграция представляет синтез фактов, понятий, теории нескольких дисциплин» [Адамко: 98]. Анализ научных работ [Адамко; Гаврилова, Лещёва; Молчанов К.А., Молчанов А.С.; Погребнова 2017; Погребнова 2018; Novak, Sañas] и учебных пособий [Гаврилова, Кудрявцев; Муромцев; Поллак] показал, что эффективным визуальным инструментом представления интегрированного знания являются концептуальные карты или, кратко, концепт-карты (concept maps).

«Концептуальные карты – это графические инструменты для организации и представления знаний. Они включают понятия, обычно заключенные в кружки или прямоугольники того или иного типа, и отношения между понятиями, обозначенные линией, соединяющей два понятия. Слова в строке, называемые связующими словами или связующими фразами, определяют связь между двумя понятиями» [Novak, Sañas: 1].

Концепт-карты были разработаны в 1972 году исследовательской группой американских педагогов под руководством Джозефа Новака (Joseph Novak) в Корнелльском университете. Программа исследования была основана на когнитивной психологии Дэвида Аусубеля (David Ausubel), согласно которой «обучение происходит путем ассимиляции новых концепций и предложений в существующие концептуальные и пропозиционные рамки, которыми владеет учащийся» [Novak, Sañas: 3]. Создание концептуальной карты стало лучшим решением исследовательской группы проблемы представления концептуального понимания учащихся. С тех пор концепт-карты активно используются в сфере образования и науки, а также нашли эффективное применение в области бизнеса.

Чаще всего концепт-карты имеют структуру иерархической пирамиды. В этом случае наиболее общие концепции размещаются в верхней части карты, а более специфические располагаются под ними. Таким образом, иерархические концептуальные карты читаются сверху вниз. Кроме этого, концепт-карты могут принимать паукообразную форму, где концепт-фокус «помещается в центре документа, откуда затем ответвляются второстепенные элементы» [Что такое]. Именно такая разновидность концептуальных карт используется в данной работе. Для построения карты нами была использована бесплатная версия программы XMind [Официальный сайт], позволяющая после завершения работы экспортировать документ в форматах PDF, JPEG, PNG. Интерфейс программы прост и нагляден. Составитель карты может использовать готовые шаблоны, редактируя их под свои цели с помощью имеющихся инструментов.

На рис. 1 представлена концепт-карта, имеющая паукообразную структуру, в фокусе которой находится понятие «кольцо классов вычетов по модулю n ». Концептуальное картирование было проведено в рамках математических дисциплин «Дискретная математика» (ДМ, 1 семестр), «Дополнительные главы высшей математики» (ДГВМ, 3 семестр), «Математические основы криптологии» (МОК, 4 семестр)

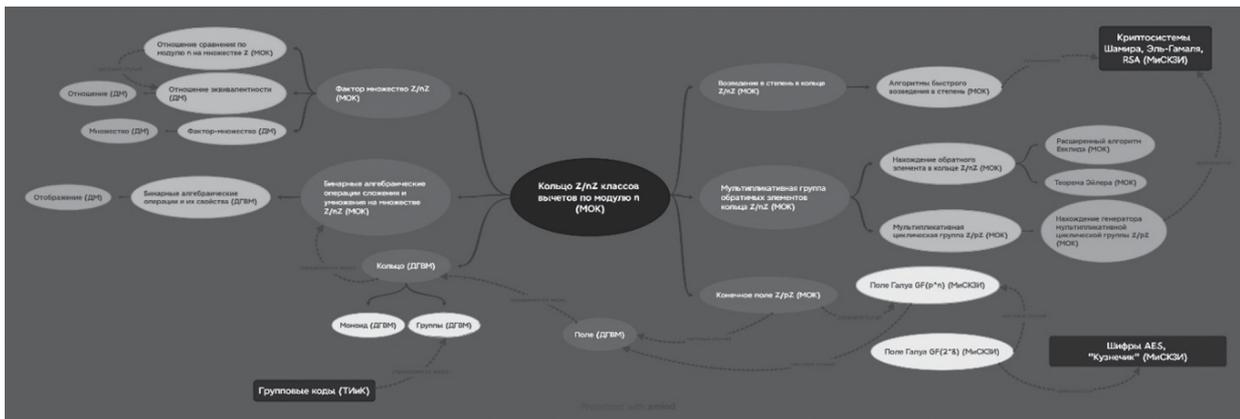


Рис. 1. Визуализация внутридисциплинарных и междисциплинарных связей

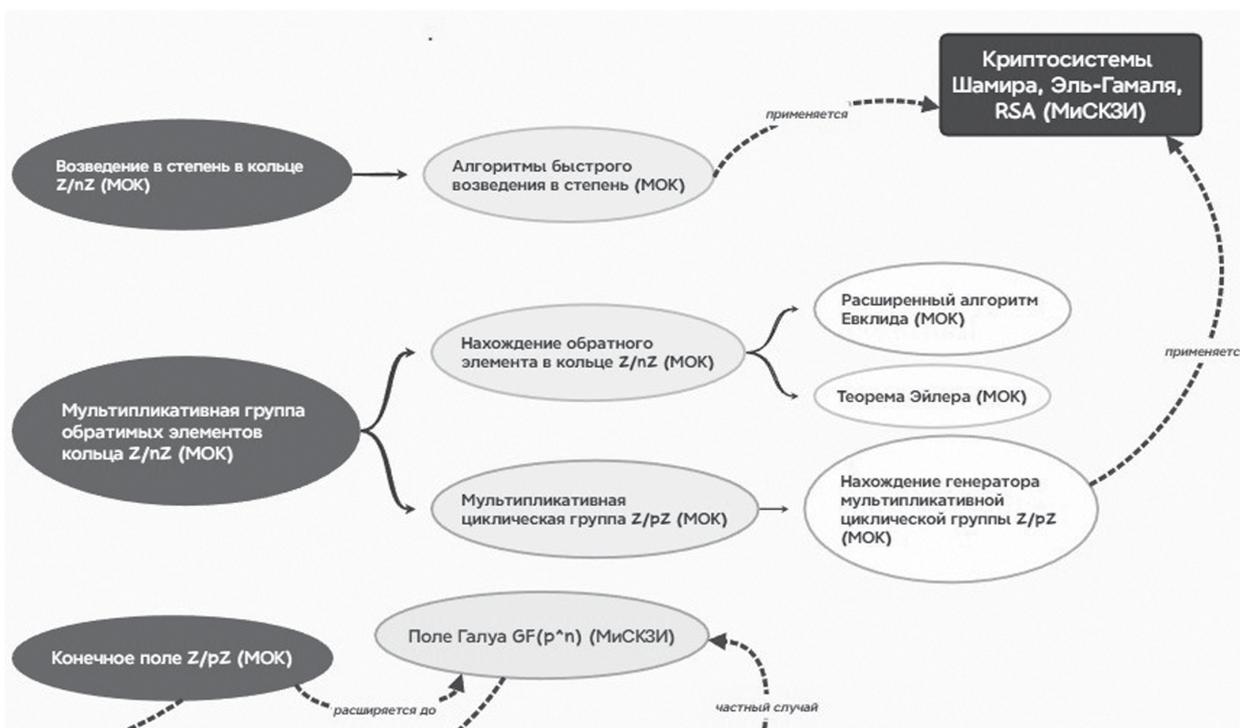


Рис. 2. Фрагмент правой части концепт-карты

и профессиональных дисциплин «Теории информации и кодирования» (ТИиК, 2 семестр), «Методы и средства криптографической защиты информации» (МиСКЗИ, 5 семестр) согласно учебному плану направления бакалавриата 10.03.01 «Информационная безопасность» (В100301_23_1_ИБ).

Перекрёстные ссылки в виде стрелок визуализируют отношения между концептами, характер отношений фиксируется в виде слова или фразы: «определяется через», «частный случай», «расширяется до», «применяется». В каждом узле (овале или прямоугольнике) в круглых скобках указана аббревиатура дисциплины, в которой, по мнению авторов, целесообразно изучать соответствующее понятие (рис. 2).

Узлы в форме прямоугольников соответствуют областям применения концептов, связанных с фо-

кусом карты – понятием «кольцо классов вычетов по модулю n ». Наглядность представления информации повышает применение различной цветовой гаммы для узлов, принадлежащих разным уровням иерархии.

Анализ построенной концепт-карты позволяет преподавателю рационально распределить изучение понятий и связанных с ними действий по рабочим программам рассматриваемых нами дисциплин, продумать систему связанных и дополняющих друг друга «сквозных» задач, сфокусированных вокруг понятия «кольцо вычетов по модулю n ».

Из анализа левой части карты (рис. 3) следует, что формирование у студентов понятийных представлений о кольцах классов вычетов следует начать еще при изучении отношения эквивалентности в кур-

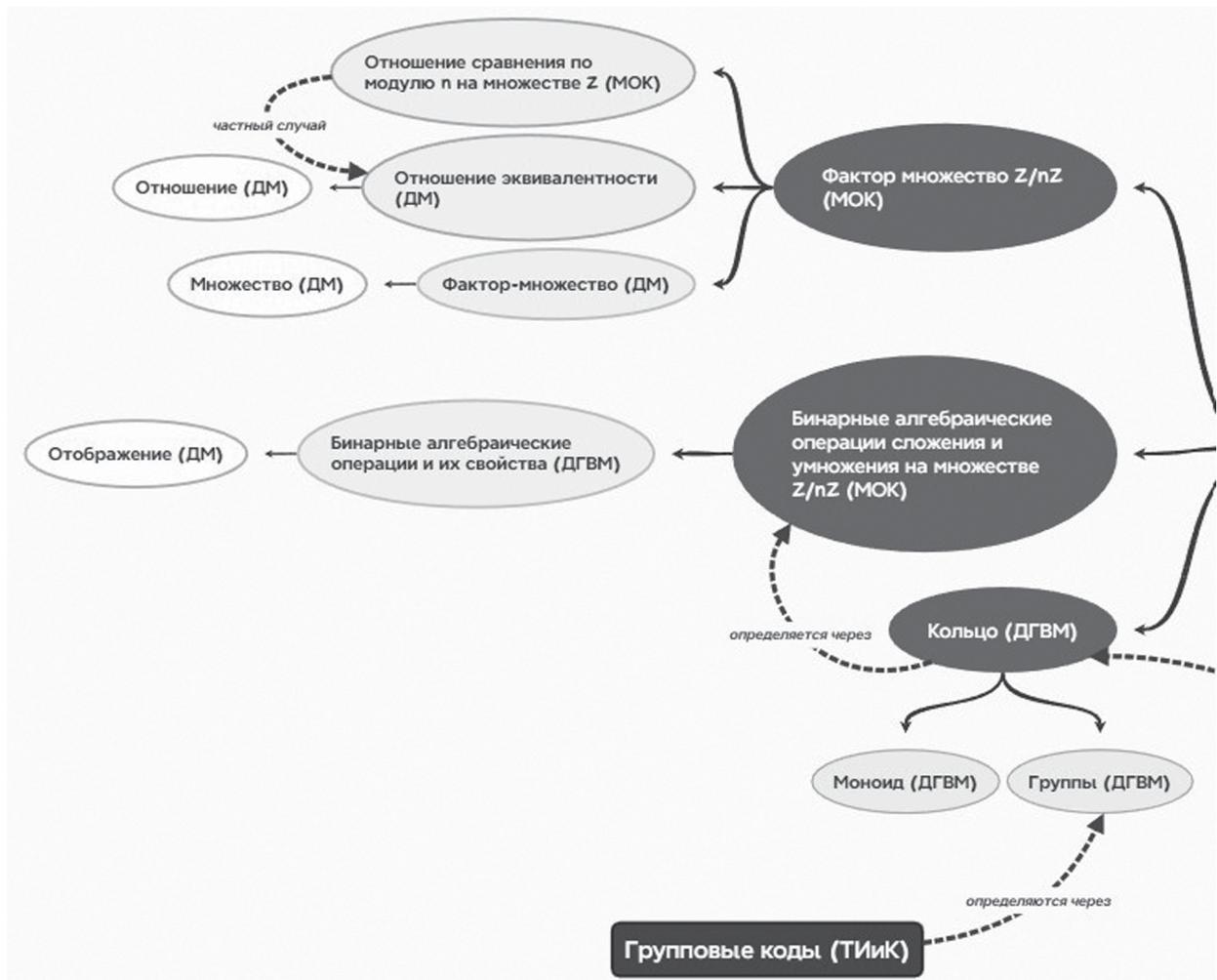


Рис. 3. Фрагмент левой части концепт-карты

се «Дискретная математика» (1-й семестр), рассмотрев в качестве примера отношение делимости на n , где $n = 2, 3, 4, 5$, а в качестве примера фактор-множества – множество классов эквивалентности по этому отношению.

Во втором семестре при изучении групповых кодов в курсе «Теория информации и кодирования» начинается формирование понятия группы на примере двоичных последовательностей, образующих множество разрешённых кодовых слов линейного кода, где в качестве бинарной алгебраической операции используется сложение по модулю два.

Согласно построенной концепт-карте основные алгебраические структуры – моноиды, группы, кольца, поля – целесообразно изучать в курсе «Дополнительные главы высшей математики» (3-й семестр). Изучение колец классов вычетов по модулю n включено в содержание дисциплины «Математические основы криптологии» (4-й семестр). Студенты должны хорошо понимать, что представляет собой класс вычетов по модулю m , уметь определять принадлежность целого числа классу вычетов по любому модулю m .

Необходимо сформировать у студентов умения достаточно быстро выполнять бинарные алгебраические операции сложения и умножения на множестве Z_m по любому модулю m , рассмотреть аддитивные и мультипликативные группы классов вычетов. Особое внимание следует уделить мультипликативной группе обратимых элементов кольца Z/nZ классов вычетов по модулю n и кольцам Z/pZ классов вычетов по простому модулю p . Для мотивации изучения этого абстрактного материала в качестве практического приложения полезно уже в курсе «Математические основы криптологии» рассмотреть систему шифрования RSA как пример криптосистемы с открытым ключом. Для ручной генерации ключей системы RSA, шифрования и расшифрования студентам потребуются умения находить обратный элемент в кольце классов вычетов по модулю n , применять алгоритмы быстрого возведения в степень. Поля Галуа $GF(2^8)$ и выполнение операций сложения и умножения полиномов над этим полем целесообразнее изучать в курсе «Методы и средства криптографической защиты информации» (5-й семестр) в виду её непосредственной связи с симметричными алгоритма-

ми шифрования AES (Rijndael) и «Кузнечик» (ГОСТ Р 34.12-2015).

Таким образом, построение и анализ концепт-карты позволяет преподавателю:

- эффективно распределить учебный материал, связанный с фокусным понятием, по математическим дисциплинам и углублённо наполнить содержание соответствующих рабочих программ;
- составить систему «сквозных» задач для пропедевтики фокусного понятия;
- определить области и характер применения фокусного понятия в профессиональных дисциплинах;
- составить систему профессионально направленных задач, использующих фокусное понятие.

Концепт-карты являются эффективным инструментом логического структурирования знаний в рамках рассматриваемой общей концепции и установления интегративных связей как внутри математических дисциплин, так и между математическими и профессиональными дисциплинами.

Список литературы

Адамко М.А. Содержательные аспекты интегративного подхода в вузовском процессе изучения английского языка // Вестник ТвГУ. Серия: Педагогика и психология. 2016. Вып. 3. С. 96–104.

Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2016. 324 с.

Гаврилова Т.А., Лещева И.А., Страхович Э.В. Об использовании визуальных концептуальных моделей в преподавании // Вестник Санкт-Петербургского ун-та. Сер.: Менеджмент. 2011. Вып. 4. С. 124–150.

Молчанов К.А., Молчанов А.С. История возникновения, текущее состояние и перспективы развития картирования и визуализации знаний // Мир науки. Педагогика и психология. 2023. Т. 11, № 4. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/60PSMN423.pdf>

Муромцев Д.И. Концептуальное моделирование знаний в системе Concept Map. Санкт-Петербург: СПб ГУ ИТМО, 2009. 83 с.

Официальный сайт программы Xmind. URL: <https://xmind.app> (дата обращения: 01.05.2024).

Погребнова А.Н. К вопросу об актуальности метода когнитивной визуализации и его применении к решению различных учебных задач в контексте высшей школы // Педагогический журнал. 2017. Т. 7, № 4А. С. 230–246.

Погребнова А.Н. Концепт-карта как инструмент познания в контексте развития навыков 21 века // Профессиональное лингвообразование: материалы XII междунар. науч.-практ. конф. 2018 г. Нижний Новгород: НИУ РАНХиГС, 2018. С. 242–250.

Поллак Г.А. Современные технологии анализа информации: учеб. пособие. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. 115 с.

Что такое концептуальная карта и как её создать? URL: <https://lucidspark.com/ru/blog/what-is-a-concept-map> (дата обращения: 01.05.2024).

Novak J.D., Cañas A.J. The theory underlying concept maps and how to construct them. Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006, vol. 1, No. 1, pp. 1-31.

References

Adamko M.A. *Soderzhatel'nye aspekty integrativnogo podhoda v vuzovskom processe izuchenija anglijskogo jazyka* [Substantive aspects of the integrative approach in the university process of learning English]. *Vestnik TvGU. Ser.: Pedagogika i psihologija* [Vestnik of Tver State University. Series: Pedagogy and Psychology], 2016, vol. 3, pp. 96-104. (In Russ.)

Chto takoe konceptual'naja karta i kak ejo sozdat' [What is a concept map and how do I create it]? URL: <https://lucidspark.com/ru/blog/what-is-a-concept-map> (access date: 01.05.2024). (In Russ.)

Gavrilova T.A., Kudrjavcev D.V., Muromcev D.I. *Inzhenerija znaniy. Modeli i metody: Uchebnik* [Knowledge engineering. Models and methods: Textbook]. Saint-Petersburg, Lan Publishing House, 2016, 324 p. (In Russ.)

Gavrilova T.A., Leshcheva I.A., Strahovich Je.V. *Ob ispol'zovanii vizual'nyh konceptual'nyh modelej v prepodavanii* [On the use of visual concept models in teaching]. *Vestnik S.-Peterb. un-ta. Ser.: Menezhment* [Vestnik of St. Petersburg University. Series: Management], 2011, vol. 4, pp. 124-150. (In Russ.)

Molchanov K.A., Molchanov A.S. *Istorija vozniknovenija, tekushhee sostojanie i perspektivy razvitiya kartirovaniya i vizualizacii znaniy* [The history of the emergence, current state and prospects for the development of knowledge mapping and visualization]. *Mir nauki. Pedagogika i psihologija* [The world of science. Pedagogy and psychology], 2023, vol. 11, No. 4. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/60PSMN423.pdf> (In Russ.)

Muromcev D.I. *Konceptual'noe modelirovanie znaniy v sisteme Concept Map* [Conceptual modeling of knowledge in the Concept system]. Saint-Petersburg, St. Petersburg State University ITMO Publ., 2009, 83 p. (In Russ.)

Oficial'nyj sajt programmy Xmind [The official website of the Xmind program]. URL: <https://xmind.app/desktop/thank-you-for-ownloading/?download=windows> (access date: 01.05.2024). (In Russ.)

Pogrebнова A.N. *K voprosu ob aktual'nosti metoda kognitivnoj vizualizacii i ego primenenii k resheniju razlichnyh uchebnyh zadach v kontekste vysshej shkoly* [On the relevance of the cognitive visualization method and its application to solving various educational tasks in the context of higher education]. *Pedagogicheskij zhurnal* [Pedagogical journal], 2017, vol. 7, No. 4A, pp. 230-246. (In Russ.)

Pogrebnova A.N. *Koncept-karta kak instrument poznaniya v kontekste razvitija navykov 21 veka* [Concept map as a tool of cognition in the context of 21st century skills development]. *Professional'noe lingvoobrazovanie: materialy dvenadcatoy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ijul' 2018 g.* [Professional language education: materials of the twelfth International scientific and practical conference. July 2018]. Nizhniy Novgorod, NRU RANHiGS Publ., 2018, pp. 242-250. (In Russ.)

Pollak G.A. *Sovremennye tehnologii analiza informacii: uchebnoe posobie* [Modern information analysis

technologies: a textbook]. Chelyabinsk, SUSU Publishing Center, 2013, 115 p. (In Russ.)

Novak J.D., Cañas A.J. The theory underlying concept maps and how to construct them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition*, 2006, vol. 1, No. 1, pp. 1-31.

Статья поступила в редакцию 09.03.2024; одобрена после рецензирования 14.04.2024; принята к публикации 18.04.2024.

The article was submitted 09.03.2024; approved after reviewing 14.04.2024; accepted for publication 18.04.2024.