

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2023, Том 11, № 4 / 2023, Vol. 11, Iss. 4 <https://mir-nauki.com/issue-4-2023.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/60PSMN423.pdf>

5.3.4. Педагогическая психология, психодиагностика цифровых образовательных сред (психологические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

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

**For citation:**

Molchanov K.A., Molchanov A.S. History of emergence, current state and prospects of knowledge mapping and visualization development. *World of Science. Pedagogy and psychology*. 2023; 11(4): 60PSMN423. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/60PSMN423.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 159.98

**Молчанов Кирилл Александрович**

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова»,  
Москва, Россия

Доцент кафедры «Психологии и технологии педагогической деятельности»

Кандидат психологических наук

E-mail: [mkirill24@gmail.com](mailto:mkirill24@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6505-8452>

**Молчанов Александр Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова»,  
Москва, Россия

Заведующий кафедрой «Психологии и технологии педагогической деятельности»

Кандидат психологических наук, доцент ВАК

E-mail: [molcthanov@mail.ru](mailto:molcthanov@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1411-1225>

## **История возникновения, текущее состояние и перспективы развития картирования и визуализации знаний**

**Аннотация.** Методы картирования и визуализации знаний развивались на протяжении десятилетий, начиная с бумажных карт и продолжаясь, в настоящее время, использованием компьютерной техники и специального программного обеспечения. В данной обзорной статье авторами прослеживается эволюция этих методов. Описывается, как первые специалисты по картированию знаний, вдохновленные идеями гештальтпсихологии, для описания ментальных моделей структуры различных областей знаний, как Т. Бьюзан, строили радиальные диаграммы. С развитием сначала компьютерной техники, а затем в 1990-х годах Интернета, широкое распространение получило концептуальное картирование, позволяющее создавать более совершенные схемы. В проведенных исследованиях было показано, что концептуальные карты значительно ускоряют обучение и запоминание информации. Развитие Интернета позволило дистанционно работать над общей картой знаний группе людей. В настоящее время интенсивно исследуется возможность применения, с теми же целями, новых технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность. Они предоставляют дополнительные возможности для многомерного концептуального картирования и исследования доменов знаний. Однако, несмотря на целесообразность применения методов картирования и визуализации знаний как в учебном процессе, так и различных видах деятельности, эти методы не лишены недостатков. В

статье указывается на возможность чрезмерного упрощения описания структуры предметной области и его субъективизм. Основные выводы раскрывают потенциал иммерсивной визуализации, анализа значительных объемов информации, учета данных нейронауки, более совершенных интерфейсов для раскрытия новых возможностей картирования знаний и расширения границ человеческого познания. Таким образом, данное исследование представляет собой обзор истоков развития концептуального картирования, анализ основополагающих работ, оценку текущего состояния и наиболее вероятных направлений дальнейшего развития этих методов.

**Ключевые слова:** картирование знаний; эволюция методов; преимущества и недостатки методов; направления дальнейшего развития

Поиск наиболее удобного и экономного способа сохранения и передачи информации осуществлялся на протяжении многих тысячелетий. Графические способы её фиксации и структурирования были одними из основных. Современными способами графической записи понятий, концепций, не требующих специальных технических средств, являются ментальные карты (mind mapping). Их создание связывают с психологическими и педагогическими исследованиями 60-х годов прошлого столетия [1].

Tony Buzan предложил организовывать информацию в виде разветвленной, радиальной схемы, напоминающей нейрон с отростками. В центре находится основная концепция, от которой расходятся ветви ключевых идей. От них, в свою очередь, берут начало ветви менее значимых положений и тем. Для краткости полные предложения описаний сокращены до ключевых слов или кратких словосочетаний.

Сами понятия «ментальная карта», «ментальное картирование» также введены этим автором. Карты рассматривались в качестве способа анализа больших массивов данных, упрощения обучения и запоминания. Tony Buzan и его последователи E. de Bono [2], M. Gelb [3], V. Beyerstein [4] были активными пропагандистами метода структурирования информации.

В современной трактовке данный способ описания и его варианты рассматриваются как инструменты визуального отображения взаимосвязей между отдельными понятиями и концепциями. Как правило, речь идет о значительных объемах информации, объединенных системой внутренних и внешних связей, относящихся к определенной области знаний. Такие описания используются во многих видах профессиональной деятельности.

За прошедший, с первых работ Т. Бьюзена, период времени, разработано большое число ее вариантов, которые ранее создавались на бумаге и, с появлением доступной компьютерной техники, программного обеспечения, информационно-коммуникационных сетей, стали чаще выполняться с использованием вычислительной техники. Такие карты широко используются во всех сферах деятельности человека: техническом конструировании, производстве, образовании, медицине, науке, художественном творчестве.

Первыми компьютерными программами для составления подобных карт стали ThinkTank и MindMan. Однако возможности вычислительной техники были ещё очень ограниченными, а программы несовершенными и потому они не получили широкого распространения.

Метод построения ментальных карт Т. Бьюзена основан на теории лучевого мышления и семантических сетей. В отличие от традиционного конспектирования, в ментальных картах сразу рассматривается система понятий, концепций и их взаимосвязи. Такая структура карты отражает ассоциативные связи между понятиями, возникшими у автора. Специфика этих связей

может обозначаться цветом или каким-либо другим способом. Такое описание структуры предметной области облегчает ее запоминание [5].

Авторы первых ментальных карт и инструментов визуализации знаний связывали психологические механизмы их создания и функционирования с теоретическими положениями гештальтпсихологии. Ее основоположники М. Вертгеймер, К. Коффка, В. Келер и другие психологи описывали картину восприятия накопленного опыта как цельный образ, не сводимый к сумме свойств отдельных элементов. Ими подчеркивалась целостность паттернов воспринятой информации. Основная концепция воспринятого была сформулирована в положении: «Целое больше суммы его частей». Основоположники гештальтпсихологии исходили из положения о целостности восприятия и познания, а также утверждения, что целое отличается от суммы его частей [6].

Такие основные свойства гештальта, как холизм, эмерджентизм, реификация, овеществленность, мультистабильность, влияние прошлого опыта присутствуют в ментальных картах понятий и концепций. По их мнению, создаваемых ими карты является примером гештальта, структура и внутренние связи которых воспринимаются как единое целое, а не набор разрозненных элементов.

Сторонники такой интерпретации карт считают, что именно целостное восприятие графического изображения структуры учебного материала облегчает его усвоение, запоминание, возможность переноса интерпретации с одного модуля учебной информации на другой [7]. Принципами, порождающими связь зрительных ощущений и восприятия паттернов информации, являются: их близость, сходство, непрерывность, закрытость, согласованность фигуры с фоном, простота. Причем восприятие и поиск адекватного графического описания информации на карте происходит в процессе «творческого конструирования» [8]. Именно творческий подход, при рассмотрении информации, приводит к озарению (ага-эффекту), сопровождается пониманием и лучшим запоминанием материала.

К середине прошедшего столетия гештальтпсихология уступила лидирующие позиции иным психологическим направлениям, однако, в последнее время, в связи с изучением когнитивных процессов, интерес к ней возрождается. Многие авторы и в настоящее время связывают механизмы графического отображения структуры знаний с идеями гештальтпсихологии, считая и процесс их составления, и восприятия схемы с соответствующими гештальт-качествами: интегративностью, иерархической организацией, влиянием соотношения фигуры и фона [9].

Рядом авторов, положения гештальт-теории, относительно восприятия информации паттернами, стали замещаться идеями системного подхода [10]. В теоретических и экспериментальных исследованиях по педагогической психологии данный подход используется часто [11].

Совершенствование методик мануального составления карт и их создание, в значительной части случаев, при помощи специального программного обеспечения, продолжает раскрывать потенциал методов картирования. Им нашлось применение не только в образовании, но и в научной деятельности, художественном и техническом творчестве, на производстве, в здравоохранении, менеджменте, сфере услуг.

С 90-х годов прошлого столетия началась активная работа по совершенствованию программного обеспечения. Так, компанией Inspiration Software были созданы программные продукты, получившие названия Mindjet и MindManager, а также программные приложения, предназначенные для настольных компьютеров. Чуть позже появились инструменты для сетевых платформ, возможность их использование в сочетании с мультимедийным оборудованием.

Расширение технических возможностей стимулировало дистанционную работу над картами целыми группами людей. Возросло количество лиц, создающих и постоянно работающих с собственными картами знаний в учебной деятельности, делопроизводстве, планировании, промышленном дизайне интерфейсов и т. д. Примером оптимизации трудовой деятельности при помощи дружественного интерфейса, по примеру ментальной карты, в медицине может служить организация поста дежурной медсестры по принципу «Лиц Чернова» («Chernoff's faces») [12].

К началу 2000-х годов визуализация значительных по объёму баз знаний и данных превратилась в междисциплинарную область описания понятий и концепций. Обобщающие работы, посвященные принципам систематизации и визуализации обширных объемов знаний [13; 14], связывают их со свойственными человеку особенностями системного мышления. Карты знаний стали широко применяться в качестве инструментов визуализации мышления, ускорения обучения.

В это время появились и получили широкое распространение такие программные продукты, как Mindjet MindManager, приложение Mindomo. С развитием Интернета, созданы их веб-версии, а с усилением вычислительной мощности носимых гаджетов, распространение получили их мобильные версии. Синергия инструментов для создания баз данных и знаний, имеющие удобный для работы дизайн, привела к образованию взаимосвязанных экосистем обработки и визуализации больших массивов информации. Они значительно ускоряют текущее и стратегическое планирование, творческий процесс, результаты которых могут быть оформлены в виде законченных документов [15].

В настоящее время широкое распространение получили такие настольные приложения, как Mindjet MindManager, XMind, Coggle и LibreOffice Draw. Существуют также приложения, которые входят в состав таких известных пакетов, как Microsoft Office и Apple iWork. При помощи усовершенствованных облачных инструментов, таких как Mindmeister, Mindomo, MindMup, Stormboard можно создавать и обмениваться картами в режиме онлайн.

Эти программные продукты позволяют создавать карты с разветвленной иерархией, встроенными изображениями, ссылками и документами, позволяющих осуществлять мониторинг хода работ, составлять аннотации и комментарии в заданном стиле. Карты можно экспортировать как изображения PDF-файлы, HTML документы для их встраивания в веб-сайты.

Мощность современных технических средств позволяет обобщать и структурировать значительные объемы документов, как узкой тематической направленности, так и информации, носящей междисциплинарный характер. Ключевым этапом установления взаимосвязей между далёкими, абстрактными понятиями, концепциями остаётся их систематизация и картирование.

Современные программные продукты позволяют обрабатывать значительные объёмы мультимедийных материалов и количественных данных, которые обобщаются в виде диаграмм и графиков. Инфографика позволяет иллюстрировать результаты их количественного анализа. Работа со столь значительными объемами документов вызывает у оператора сильное напряжение.

Современные базы знаний и данных создаются с учетом психофизиологических возможностей переработки информации человеком. С целью препятствия развития у оператора утомления, поддерживается оптимальный режим поступления данных. Для этого используется принцип двойного кодирования, когда изображение сопровождается текстом, содержащим пояснения. Такой двойной поток данных, адресованный одновременно к двум ведущим сенсорным системам человека, облегчает его восприятие и ментальную обработку. В процесс

создания таких карт оказываются вовлеченными больше областей мозга, чем при их вербально-лингвистическом описании [16].

В настоящее время концептуальные карты широко применяются на всех ступенях образовательного процесса. Карты, авторами которых являются опытные преподаватели или специалисты в данной области, позволяют учащимся быстро ориентироваться в понятийном аппарате изучаемой дисциплины, познакомиться с основными концепциями, взаимосвязями между ними. По сути, такие карты являются краткими учебными пособиями.

В случае самостоятельной работы студентов над созданием карты, данный вид учебной деятельности превращается в способ формирования умений самостоятельно работать с учебным материалом, становится способом знакомства с приемами выполнения творческого задания. Совместная работа над общей картой группы обучающихся, формирует навыки совместной деятельности.

Графическое отображение системы понятий и концепций, ускоряет процесс их усвоения, запоминания, развивает критическое мышление, повышает интерес учащихся к учебной деятельности [17]. Указанные методы позволяют формировать у студентов медицинских специальностей целостную картину патогенеза заболеваний, клиническое мышление. Практикующие медицинские работники также часто используют указанные методы оперирования информацией. Методы картирования и визуализации знаний используются ими для составления максимально полной картины функционального состояния пациентов, составления планов лечения и результатов клинических наблюдений за ходом лечения.

Инженеры, дизайнеры, представители других профессий также используют в своей работе карты знаний, в частности с целью создания дружественного интерфейса между оператором и техническими системами с искусственным интеллектом, повышения прозрачности принимаемых машиной решений, формулирования новых концепций и структурирования архивов.

Применение карт знаний является эффективным методом формирования таких важных умений, как постановка целей, самостоятельная работа с учебной и научной литературой, саморегуляция, усидчивость, доведение выполнения задуманного плана до конца, принятие решений, повышение продуктивности интеллектуальной деятельности. Данный вид работы развивает когнитивные процессы: память, мышление, воображение, формирует умение использовать мнемонические приемы, вести дневник наблюдений, систематически делать в нем заметки, составлять конспекты, овладевать новыми программными средствами и тем самым повышать свою компьютерную грамотность как пользователя.

Опыт построения карт знаний позволил выявить ряд недостатков данного метода, таких как зависимость результата от глубины знаний и мотивированности составителя, его субъективной трактовки анализируемого материала. Карты оказываются максимально эффективными в случае их использования в качестве инструмента мышления, которое в этом случае осуществляется с опорой на систематизированные текстовые справки. Слабая теоретическая подготовленность составителя карты, поверхностные знания, не подкрепленная эмпирическими данными тенденциозность толкования фактов с высокой вероятностью приведут к смещению акцентов, неверной интерпретации фактического материала, значительным искажениям в структуре карты в сравнении с общепринятой их трактовкой.

Остаются нерешенными ряд частных вопросов. Так, продолжается сопоставление эффективности мануального и компьютерного вариантов составления ментальных карт [18]. И тот, и другой подходы позволяют решать сходные задачи: создавать карты знаний, облегчающие понимание концепций и их взаимосвязи. Считается, что мануальное картирование предоставляет больше свободы для творчества, а компьютерное — создавать

аккуратные карты, которые проще трансформировать и использовать дистанционно группой людей. Компьютерная техника также позволяет оперировать большими массивами данных. Однако выбор способа, в конечном счёте, зависит от поставленной цели и предпочтений составителя карты.

У метода картирования знаний существуют ограничения. Так, схематизация информации может приводить к излишнему упрощению глубокого по содержанию материала, утрате значимых связей. Недостаточная изученность зависимостей затрудняет их интерпретацию.

Однако возможности картирования далеко не исчерпаны и перспективы его развития представляют большой интерес. Оно востребовано как инструмент управления процессом познания [19], принятия инновационных решений менеджера [20], операторов, работающих с устройствами, снабженными искусственным интеллектом [21].

Важной особенностью картирования знаний является его способность обеспечивать визуализацию соотношения понятий, концепций и их взаимосвязей. В настоящее время картирование знаний все чаще используют для повышения прозрачности решений, предлагаемых искусственным интеллектом, что облегчает внесение в человеко-машинную систему управляющих воздействий. Эффективность корректирующих вмешательств определяется субъективной картиной функционирования системы и особенностями метапознания.

Карты знаний теперь могут размещаться или сразу составляться в виртуальном пространстве, что облегчает манипуляции и операции с большими массивами данных. Иммерсивность и интерактивность условий виртуальной среды значительно расширяют возможности визуального мышления. Благодаря ее многомерности появляется возможность приобретения мультисенсорного опыта навигации в этом созданном мире, создания новых увлекательных форм картирования, выходящих далеко за пределы привычных двухмерных схем. Виртуальная среда позволяет отображать порождаемые воображением структуры в трехмерном физическом пространстве и пространствах большей мерности.

Картирование в виртуальной среде не составит труда, в силу привычности для человека создавать трёхмерные образы и манипулировать ими. Благодаря пространственному мышлению мы способны осуществлять навигацию, управление объектами в гиперпространствах большей мерности. Появляются технические условия для манипуляций с многомерными массивами данных. Это позволит человеку значительно эффективнее использовать свои интеллектуальные возможности.

Человеку без особого труда удастся манипулировать объектами в воображаемом многомерном пространстве. Такие действия мы совершаем, используя мнемонические приемы, получившие название Дворца памяти, Дороги Цицерона, Римской комнаты. Мысленное размещение в ней информации помогает ее запомнить. Эта же техника может использоваться в виртуальном пространстве. В [22; 23] показано, что иммерсивные визуальные и пространственные эффекты виртуальной среды способствуют запоминанию.

Визуальная среда может настраиваться в соответствии с индивидуальными особенностями познавательной деятельности и предпочтениями автора. Узлы на карте можно быстро создавать и размещать в 3D-пространстве движениями рук. Сенсорные контроллеры и система распознавания жестов обеспечат необходимое в картировании пространственное взаимодействие объектов. Перемещать и помечать узлы, изменять их местоположение, осуществлять поиск на карте можно будет голосовыми командами без использования рук, возможно перемещение по карте между узлами.

Виртуальное пространство предоставляет неограниченные возможности для оформления карт, включая любые изображения, цветовые решения, формы, текстуры, анимацию, фотореалистичное или шаржевое оформление 3D-пространства. Одним из основных критериев выбора является сила их воздействия, способность вовлечь учащегося в учебный процесс, повысить качество обучения.

Учебная виртуальная среда может легко быть организована так, чтобы она соответствовала теме занятия, стилю учебной деятельности. Ее иммерсивность сводит к минимуму воздействие отвлекающих факторов, способствуя концентрации внимания учащихся на изучаемом материале. Условия для отдыха с лёгкостью могут быть организованы так, что будут вызывать ощущение новизны или эскапизма и релаксации. Усилить впечатление могут звуковые и визуальные эффекты.

Социальные виртуальные платформы позволяют учащимся, находящимся на удалении друг от друга, работать вместе над созданием общей карты, а преподавателю руководить этим процессом. Проведение таких практических занятий в режиме реального времени будет способствовать развитию коллективного интеллекта. Понятно, что в виртуальной среде заложен колоссальный потенциал геймификации обучения.

Не менее перспективным направлением применения карт знаний является их интеграция в дополненную реальность. В отличие от иммерсивной виртуальной среды, дополненная реальность — это наложение визуальных эффектов на образы воспринимаемого реального мира.

Внедрение в учебный процесс виртуальной среды и дополненной реальности создает неограниченные возможности для творчества в процессе создания карт знаний [24]. Виртуальные карты становятся не плоской иллюстрацией, а глубоким многомерным пространством, позволяющим совершать путешествие не только, скажем, по телу человека, но и за мгновение преодолевать огромные расстояния или посетить иные измерения.

По мере совершенствования и распространения технологий использования виртуальной среды, эти методы станут широко использоваться в учебном процессе для систематизации знаний, описания концепций, развития коллективного интеллекта.

### Выводы

1. Развитие методов картирования и визуализации знаний развивалось в направлении от простых двумерных схем до иммерсивных многомерных сред.
2. Развитие компьютерных методов анализа больших объемов информации, данных нейронауки, демократизации устройства интерфейса, технологий погружения в виртуальную среду будет способствовать появлению новых возможностей отображения знаний.
3. Концептуальное картирование знаний ускоряет овладение понятийным аппаратом и структурой определенной предметной области, тем самым облегчая обучение, способствуя развитию креативности.
4. Методы картирования и визуализации знаний имеют ряд недостатков: возможно чрезмерное упрощение описания структуры предметной области и субъективизм его трактовки, что указывает на недостаточный уровень теоретической подготовленности и неопытность составителя. До сих пор отсутствует общепринятый понятийный аппарат описания процедур составления карт, что может быть вызвано разобщенностью специалистов разных областей знания и

практической деятельности, проявляющих интерес к методам картирования и визуализации знаний. Метод картирование знаний имеет ограничения: схематизация информации может приводить к излишнему упрощению глубокого по содержанию материала, утрате значимых связей.

5. Перспективные технологии виртуальной и дополненной реальности предоставляют большое число вариантов графического отображения интерактивных, удобных для изучения и практического использования многомерных концептуальных карт. Это будет способствовать установление тесных междисциплинарных связей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бьюзен Т., Бьюзен Б. Супермышление / Пер. Самсонов Е. ООО «Попурри», 2003, 304 с.
2. De Bono, E. Six thinking hats. Little, 1985 Brown 137 p. <https://nochillinmzasi.co.za/wp-content/uploads/2022/05/Six-thinking-hats-PDFDrive-1.pdf>.
3. Gelb, M. How to Think Like Leonardo da Vinci: Seven Steps to Genius Every Day. Dell Publishing. 1998, 336 p.
4. Beyerstein, B. Why Bogus Therapies Seem to Work. *Skeptical Inquirer*. 1997, 21(5), 29–34.
5. Müller, A., Sonntag, K., Winkler, G., and Hermann, F. Mind Mapping for Condensing Medical Study Content and Fostering Capstone Medical Education. *The Journal of Medical Education and Development*. 2018, 13(3): e89-e100.
6. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. — М.: Прогресс, 1987, с. 336.
7. Nesbit, J.C., & Adesope, O.O. Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 2006, 76(3), 413–448.
8. Henle, M. The Palimpsest Theory of Memory and Problem Solving. In R. Shaw & J. Bransford (Eds.), *Perceiving, Acting, and Knowing* Lawrence Erlbaum Associates, 1978, pp. 67–82.
9. Tversky, B. Visuospatial reasoning. In K.J. Holyoak & R.G. Morrison (Eds.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* Cambridge: Cambridge University Press, 2005, pp. 2092240.
10. Ломов Б.Ф. Системность в психологии: избранные психологические труды / Б.М. Ломов; Российская академия. Образования, Московский психолого-социальный ин-т. — 3-е изд. — М.: Москва. Изд.-во Моск. психолого-социального ин-та: Воронеж: МОДЭК, 2011, 423 с.
11. Заикина Е.С., Реализация системного подхода в области психолого-педагогических исследований // Вестник ПГГПУ, Серия N3. Гуманитарные и общественные науки. 2022, с. 103–115.
12. Hamamoto, J., Lichtenauer, W. and Chernov, N. A New Mandrillization Method — Mapping Multivariate Data onto Chernoff Faces. *Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on*, 1998, 28(3), 349–359.



13. Novak, J.D. & Cañas, A.J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC CmapTools, Florida Institute for Human and Machine Cognition. 2008, Rev 01-2008, pp. 2006-01.
14. Senge, P., Cambron-McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J. Schools That Learn: A Fifth Discipline Fieldbook for Educators, Parents, and Everyone Who Cares About Education. New York: Crown Business. 2012, 592 p. [https://books.google.ru/books?id=\\_2oTKVa2EZ8C&lr=&redir\\_esc=y](https://books.google.ru/books?id=_2oTKVa2EZ8C&lr=&redir_esc=y).
15. Sweller, J., van Merriënboer, J.J., & Paas, F.G. Cognitive architecture and instructional design. Educational psychology review, 1998, 10(3), 251–296.
16. Clark J., Paivio A. Dual coding theory and education. Educational Psychology Review, 1991, vol. 3 N 3, 149–210.
17. Дронова Е.Н. Ментальные карты в учебном процессе: роль и основы разработки // Проблемы современного образования. № 2, 2017, с. 118–124. <http://www.pmedu.ru>.
18. Eppler, M.J. A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing. Information Visualization, 2006, 5(3), 202–210.
19. Васильев П. Управление развитием интеллектуального и человеческого капиталов: практика, проблемы и их решение // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2013. № 3. С. 64–73.
20. Голенко И.В., Остапенко А.А. Интеллект-карты как помощь менеджеру // Электронный вестник Ростовского социально-экономического института. выпуск № 3–4 (июль — декабрь), 2015, с. 549–553.
21. Zhavoronkov, M. Mind mapping for AI systems control. Proceedings of the 25th International Conference on Computer Graphics and Vision. 2020 <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/3377325?tocHeading=heading6>.
22. Krokos, E., Plaisant, C., Varshney, A. Virtual memory palaces: immersion aids recall. Virtual Real. 2019, 23, pp. 1–15.
23. Mazarakis, A., Balkos, K., Nifakos, S. et al. Memorization Tool Based on Virtual Reality and Mnemonics for Seniors. J Med Syst, 2019, 43, 9.
24. Кокин А. Периодичность творческой активности: проблема управления творчеством // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2009. № 4. С. 35–56.

**Molchanov Kirill Alexandrovich**

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia  
E-mail: mkill24@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6505-8452>

**Molchanov Alexander Sergeevich**

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia  
E-mail: molthanov@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1411-1225>

## History of emergence, current state and prospects of knowledge mapping and visualization development

**Abstract.** Methods of knowledge mapping and visualization have evolved over decades, starting with paper maps and continuing, at present, with the use of computer technology and special software. In this review article, the authors trace the evolution of these methods. It describes how the first knowledge mapping specialists, inspired by the ideas of Gestalt psychology, constructed radial diagrams to describe mental models of the structure of different knowledge domains, as T. Buzan did, in order to describe the mental models of the structure of different knowledge domains. With the development first of computer technology and then in the 1990s of the Internet, conceptual mapping became widespread, allowing for the creation of more advanced diagrams. It has been shown in studies that concept maps significantly accelerate learning and memorization of information. The development of the Internet has made it possible for a group of people to work remotely on a common knowledge map. Currently, new technologies such as virtual and augmented reality are being intensively explored for the same purposes. They provide additional opportunities for multidimensional conceptual mapping and exploration of knowledge domains. However, despite the usefulness of knowledge mapping and visualization methods in the learning process and various activities, these methods are not without drawbacks. The article points out the possibility of oversimplification of the subject area structure description and its subjectivism. The main conclusions reveal the potential of immersive visualization, analysis of significant amounts of information, consideration of neuroscience data, and better interfaces to reveal new possibilities of knowledge mapping and expand the boundaries of human cognition. Thus, this study provides an overview of concept mapping origins, an analysis of seminal works, an assessment of the current state and the most likely directions of further development of these methods.

**Keywords:** knowledge mapping; evolution of mapping; advantages and disadvantages of methods; directions of further development