

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ АСПЕКТОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

GIS AND CARTOGRAPHIC SUPPORT OF ECOLOGICAL, ECONOMIC AND SOCIAL ASPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

УДК: 519.72; 51-7

DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-5-34

О.И. Маркова¹, В.С. Тикунов²

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОИНФОРМАТИКИ

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена новым информационным технологиям, которые уже применяются или перспективны для применения в геоинформатике и географических исследованиях. Рассмотрены исторические моменты развития, технические характеристики, области использования, особенности применения в географической отрасли исследований основных информационных технологий, ставших популярными в последние десятилетия, а также их недостатки. Последовательно с раскрытием основных особенностей и составляющих описаны технологии мобильного Интернета, социальных сетей, больших данных, майнинга социальных данных, облачных технологий, блокчейн, искусственного интеллекта, машинного обучения, нейронных сетей, виртуальной и дополненной реальности, роботизации, использования беспилотных летательных аппаратов, инфографики, мультимедиа, изображений в неевклидовой метрике, дистанционного обучения и дистанционного образования. Проведены анализ и обобщение новых информационных технологий, призванных повысить качество географических исследований в области изучения природы, экологии, охраны окружающей среды, социально-экономических явлений. Материалы расположены в порядке связанности технологий между собой. Тексты проиллюстрированы ассоциативными рисунками, созданными цифровым способом. Рассмотренные технологии обобщены в таблице, где представлены преимущества технологий, особенности применения их в географии и геоинформатике, а также недостатки, в т.ч. проблемы социальные и экологические. Отмечено, что новые технологии перспек-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: solntsevaolga1401@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва; Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, 33, 299 053, Севастополь, Россия, *e-mail*: vstikunov@yandex.ru

тивны с точки зрения концентрации больших объемов данных, их анализа, построения моделей географических явлений, их динамики и прогноза. Мощные технологии продолжают развиваться и совершенствоваться в направлениях увеличения скорости и качества обработки информации, доставки ее пользователю, уменьшения в размерах, удешевления и усовершенствования аппаратных средств. Информационные технологии способны изменять реального человека, социокультурную реальность, происходит биотехнологическая эволюция. Экологические проблемы мира усиливаются: растет потребление электроэнергии, усиливаются выбросы CO₂ и увеличивается парниковый эффект, растет количество электронного мусора при несовершенстве и экологической небезопасности технологии его переработки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: базы данных, геоинформатика, информационные системы, научно-технический прогресс, новые информационные технологии

Olga I. Markova¹, Vladimir S. Tikunov²

NEW TECHNOLOGIES FOR MODERN GEOINFORMATICS

ABSTRACT

The article is devoted to new information technologies that are already in use or are promising for use in geoinformatics and geographical research. The historical moments of development, technical characteristics, areas of use, features of application in the geographic branch of research of the main information technologies that have become popular in recent decades, as well as their shortcomings are considered. The technologies of mobile Internet, social networks, big data, social data mining, cloud technologies, blockchain, artificial intelligence, machine learning, neural networks, virtual and augmented reality, robotization, use of unmanned aerial vehicles, infographics, multimedia, images in non-Euclidean metrics, distance learning and distance education are described sequentially with the disclosure of the main features and components. The analysis and generalization of new information technologies designed to improve the quality of geographical research in the study of nature, ecology, environmental protection, socio-economic phenomena are carried out. The materials are arranged in the order of the relatedness of technologies to each other. The texts are illustrated with associative digitally created pictures. The considered technologies are summarized in the table, which presents the advantages of technologies, features of their application in geography and geoinformatics, as well as disadvantages, including social and environmental problems. The article notes that new technologies are promising in terms of the concentration of large amounts of data, their analysis, building models of geographical phenomena, their dynamics and forecast. Powerful technologies continue to develop and improve in the directions of increasing the speed and quality of information processing, delivering it to the user, reducing in size, reducing the cost and improving hardware. Information technologies are capable of changing a real person, socio-cultural reality, biotechnological evolution is taking place. The environmental problems of the world are intensifying: electricity consumption is growing, CO₂ emissions are increasing and the greenhouse effect is increasing, the amount of electronic waste is growing with the imperfection and environmental unsafety of its processing technology.

KEYWORDS: databases, geoinformatics, information systems, scientific and technological progress, new information technologies

¹Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* soltsevaolga1401@gmail.com

²Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow; Sevastopol State University, Universitetskaya st. 33, 299 053, Sevastopol, Russia, *e-mail:* vstikunov@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Информационный взрыв, готовившийся и зревший в течение прошлого века, теперь достиг своего расцвета. В современном мире исследователь-географ и картограф оказываются в совершенно иных, чем прежде, условиях, в окружении новых информационных технологий, в изобилии постоянно поступающих разнообразных данных, которые требуют упорядочения и быстрой обработки для повышения эффективности географических исследований. Эти технологии продолжают развиваться и совершенствоваться, появляются новые. Некоторые из них уже активно применяются в геоинформатике, а другие еще только входят в жизнь географов и требуют осмысления и обработки для их применения.

Благодаря технологиям мобильного Интернета и социальных сетей новые технологии стремительно входят в жизнь, в научную деятельность и в геоинформатику. Они весьма перспективны с точки зрения концентрации больших объемов данных (технологии больших данных, майнинга социальных данных, облачные технологии, блокчейн), их анализа и построения моделей географических явлений, динамики и прогноза (технологии искусственного интеллекта, машинного обучения, нейронных сетей, виртуальной и дополненной реальностей). В процесс создания гео- и атласных информационных систем все больше входит роботизация, использование беспилотных летательных аппаратов для получения новых данных о земной поверхности. Разнообразные, как традиционные, так и не известные ранее графические изображения объектов и явлений создаются в технологиях инфографики, мультимедиа, в т.ч. с использованием неевклидовой метрики.

Новые технологии продолжают развиваться и совершенствоваться в направлениях увеличения скорости и качества обработки информации, доставки ее пользователю, уменьшения в размерах, удешевления и усовершенствования аппаратных средств.

Новые технологии имеют большие перспективы в дистанционном обучении и дистанционном образовании. В то же время отмечается опасность развития зависимости от погружения в виртуальный мир от чрезмерного увлечения новыми технологиями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Статья написана по материалам литературных источников, как российских, так и зарубежных. Привлечены материалы специалистов в разных отраслях информационных технологий.

Учитывался как исторический аспект развития технологий, многие из которых уже давно используются в мировой практике, однако постоянно развиваются, так и современное их состояние. Описание технологий проведено по возможности в порядке их распространенности, времени появления и связанности между собой.

Для иллюстраций использованы ассоциативные рисунки, созданные цифровым способом в программе Adobe Photoshop. В некоторых случаях они дополнялись фрагментами фотоснимков, взятых из Интернета и подвергнутых авторской обработке.

Рассмотрим характеристики и возможности этих новых технологий.



РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Мобильный Интернет (mobile Internet) включает в себя технологии подключения из любого места к сети Интернет. Он из технологии передачи данных *CSD (Circuit Switched Data)* для мобильных телефонов стандарта *GSM (Groupe Spécial Mobile, позже Global System for Mobile Communications)* в конце 1980-х гг. Это первое поколение беспроводных технологий (1G) было очень дорогим, трафик считался по времени сессии.

Появившаяся в 1997 г. технология **WAP (Wireless Application Protocol)** позволила платить только за размер скачанной информации и заходить через мобильный Интернет в почту. Технология имела несколько последовательно выпущенных версий. В WAP максимально используется технология **WWW (World Wide Web)** и существуют свои аналоги языка **JavaScript** [Русеев, 2001; Шереметьева, 2003]. Интернет стал по-настоящему мобильным.

В 2000 г. технология **GPRS (General Packet Radio Service)** сделала мобильный Интернет ещё более быстрым и доступным. Каждому устройству присваивается уникальный адрес, что превращает его в сетевой узел. Технология открыла доступ к программе **ICQ (I seek You)**, что позволило использовать новые методы коммуникации. Со временем **GPRS** эволюционировала в более быструю технологию **EDGE (2G)** [Лурье, 2006].

Следующим этапом развития технологии в мобильных сетях 3G в 2001 г. стали стандарты **UMTS (Universal Mobile Telecommunication System, или W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access))** и **CDMA2000 (Code Division Multiple Access; IMT-MC (International Mobile Telecommunications – Multi-Carrier))** с более надежной связью при передвижении устройства между базовыми станциями, высокоскоростной передачей данных и доступом к Интернет с помощью мобильных терминалов [Дмитриев, 2003].

При распространении технологий мобильного доступа в Интернет 2-го и 3-го поколений стали популярны беспроводные модемы, позволяющие подключить компьютеры к сети оператора мобильной связи.

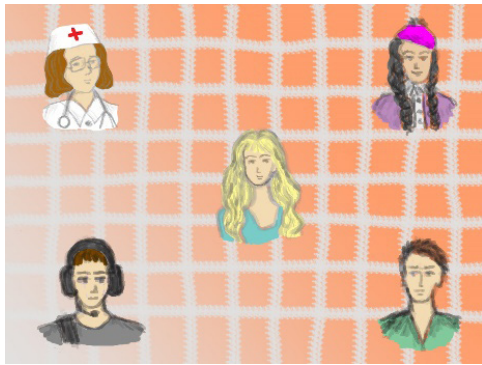
С 2005 г. внедрились технологии **LTE (Long-Term Evolution, 4G)**. Они имеют шведское происхождение и преемственны по отношению к 3G. Этой сетью со скоростями в десятки и сотни Мб/с покрыты многие города и агломерации.

В 2018 г. в Финляндии оператором Elisa Oyj запущена первая коммерческая сеть 5G (скорость передачи выше 1 Гб/с). Стандарты для развертывания 5G-сетей еще разрабатываются. Технологии 5G должны обеспечивать большую доступность широкополосной мобильной связи и использование режимов **device-to-device**.

Беспроводная технология **Wi-Fi (Wireless Fidelity)** на основе стандартов **IEEE 802.11** реализована сегодня практически во всех мобильных устройствах. Благодаря ей в любом месте можно войти в Интернет. Через маршрутизаторы (роутеры) и модемы возможно подключаться к мобильным сетям 3G и 4G и одновременно организовывать точку доступа через Wi-Fi.

С каждым годом возрастают скорость и качество мобильного Интернета, а стоимость снижается. Его преимущества – свобода перемещений с доступом к информации, корпоративным компьютерам, сетям, приложениям и базам данных (**интранету** – внутренней сети – компании), работа с почтой, с документами. Для мобильных платформ смартфонов (**Android, iOS, BlackBerry** и др.) разработано множество приложений на базе мобильного интернета как для бытового использования, так и для компаний; такие приложения увеличивают эффективность бизнеса. Приложения **Whatsapp, Telegram, Viber** позволяют эффективно обмениваться информацией как на деловом, так и на бытовом уровнях. К 2028 г. ожидается запуск технологии 6G с огромными пропускными возможностями, исключая опоздание в передаче сигнала, которая способна отменить все проводные сети.

В геоинформатике давно приняты термины и существуют явления «Веб-ГИС», «Интернет-ГИС», «Интернет-картографирование». На различных сайтах размещены карты и атласы, полученные сканированием печатных оригиналов; аэро- и космические снимки, в т.ч. в цифровом формате, пригодные для использования в ГИС; карты, атласы, трёхмерные модели и др. геоизображения, созданные для Интернета; интерактивные геоизображения, составляемые и обновляемые по запросам пользователей [Лурье, 2008]. С развитием мобильного Интернета эти сайты становятся доступны в разных точках Земли.



Социальные сети (social networks) создали новые перспективы в обмене информацией между отдельными личностями и организациями, находящимися в разных точках земного шара. На сегодня это наиболее посещаемый ресурс Интернета (около 85 % всех пользователей). **Социальная сеть** представляет собой **социальную структуру**, состоящую из **группы узлов**, которыми являются **социальные объекты** (люди, группы людей, сообщества, организации) и **связей между ними** (социальных взаимоотношений) [Воронкин, 2014]. Социальная сеть

– сообщество людей, объединенных общими интересами, делом или имеющих другие причины для общения. В философии под социальной сетью понимают множество социальных объектов и множество отношений между ними [Патаракин, 2007].

Социальные сети обладают функциями коммуникационной, информационной, социализирующей, самоактуализирующей, идентификационной, развлекательной, формирования идентичности [Садыгова, 2012]. К наиболее популярным сетям в мире относятся **Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn**, в России – **ВКонтакте, Одноклассники**.

Из истории формирования соцсетей известно, что теория их начала складываться еще в конце XIX – начале XX вв.; тогда использовался термин «паутина отношений» [Зиммель, 1996]. В 1930-х гг. Дж. Морено положил начало аналитическому исследованию социальных сетей [Морено, 2004], а сам термин «**социальная сеть**» был введен в 1954 г. социологом Джеймсом Барнсом [Barnes, 1954]. В 1980–90-х гг. термин перешел из социологии в информатику. В начале 2000-х гг. социальные сети активно вошли в пользовательский обиход.

Социальные сети эффективно применяются в обучении и в обмене информацией, в т.ч. при создании групп по отдельным отраслям знаний. Например, в **Facebook** известны группы экологической направленности и сохранения памятников природного и культурного наследия («Птицы России», «Млекопитающие России», «Кактусы», «Москва, которую у меня украли»), а также группа Географического факультета МГУ. Соцсети позволяют общаться на избранные темы и получать новые знания неформально. Однако это общение при превышении разумного времени зачастую вызывает зависимость.

В соцсетях, например, хранится множество фотографий, привязанных к географическим координатам мест съемки, т.е. геолокализованных. Подобные геолокации – новый перспективный источник данных для различных географических исследований,

особенно в области туризма, а также оценки эстетической ценности ландшафтов, выявления культурных различий между социальными группами, исследования биоразнообразия, проблем рационального природопользования, охраны окружающей среды и др. [Грибок, 2020]. В полной мере это относится не только к фото-, но и к видеоинформации.



Большие данные (big data) – данные огромных объемов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемые программами, появившимися в конце 2000-х гг., альтернативными **традиционным системам управления базами данных** и решениям класса **Business Intelligence** (компьютерные методы и инструменты для перевода деловой информации в человекочитаемую форму и средства массовой работы с обработанной информацией) [Preimesberger, 2011; Власов и др., 2015].

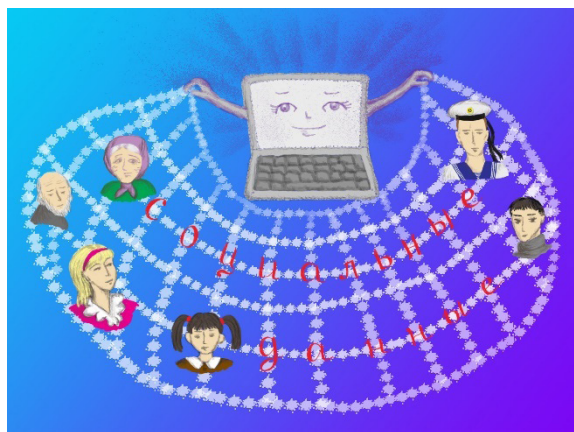
Большие данные – социально-экономический феномен, связанный с появлением технологических возможностей анализировать огромные массивы данных, а в некоторых проблемных областях – весь мировой объем данных. Основной поток информации в мире генерируют **роботы** (*приборы мониторинга, сенсоры, системы наблюдения, операционные системы персональных устройств, смартфоны, интеллектуальные системы, датчики*), которые задают бешеный темп роста объема данных. Это приводит к появлению потребности наращивать количество рабочих **серверов** и **data-центров** [Назаренко, 2017].

Большие данные имеют характеристики *объема, скорости, многообразия, достоверности, жизнеспособности (ценности)*, или 5V – *volume, velocity, variety, veracity, viability (value)*. К ним применяются следующие **техники и методы анализа**: *data mining, краудсорсинг, смешение и интеграция данных, машинное обучение, искусственные нейронные сети, распознавание образов, прогнозная аналитика, имитационное моделирование, пространственный и статистический анализ, визуализация аналитических данных*. К **технологиям обработки и анализа** больших данных относятся: *MapReduce* (модель распределенной обработки данных, когда данные организованы в виде некоторых записей и их обработка происходит в 3 стадии), *Hadoop* (хранение в отказоустойчивой распределенной файловой системе, обработка в программном интерфейсе MapReduce и управление данными в Apache Hadoop YARN), *NoSQL* (базы данных со свойствами базовой доступности (basic availability), гибкого состояния (soft state), согласованности в конечном счете (eventual consistency), проектирования с учетом масштабирования, различными типами хранилищ, возможности разработки без задания схемы, линейной масштабируемости, инновационности [Назаренко, 2017].

В геоинформатике и прикладных областях и во многих отраслях экономики технологии больших данных могут применяться очень широко. Например, цифровая модернизация нефтегазовой промышленности невозможна без них [Еремин и др., 2019]. Они активно используются и для обработки метеоданных, влияющих на воздушные суда, для точного расчета положения воздушного судна на всех этапах полета (4D траектории полета) [Власов и др., 2015].

С понятием **больших данных** тесно связан феномен **метаданных**, т.е. данных, вторичных по отношению к основным. **Метаданные** являются разновидностью информационных ресурсов. Они возникли как явление информатизации и функционируют как машинная информация, имеющая много общего с *семантической (смысловой)*. Машинная информация выражает смыслы через *машиночитаемые знаки*; эти смыслы связаны с командами и передаются в виде электрических импульсов по алгоритмическим программам и воспринимаются компьютером с соответствующим программным обеспечением. **Метаданные** классифицируются как *описательные (контентные* – характеризующие инфоресурс по структуре или предметным областям, целям и другим качествам, с помощью которых он может быть идентифицирован и аутентифицирован), *структурные* (описание объемов, структуры ресурса, его компонентов) и *административные* (технические, используемые в управлении сохранением и обработкой ресурса, в управлении правами собственников). Метаданные в целом раз-

нородны, а термин многозначен, что тормозит его научное осмысление и использование [Берестова, 2017].



Майнинг социальных данных (social data mining) – анализ социологических данных, предназначенный для поиска ранее неизвестных закономерностей в больших массивах информации для принятия эффективных управленческих решений и оптимизации бизнес-процессов. **Социологическая информация** – любые эмпирические данные с информацией о социальной реальности: соци-

альных явлениях, процессах, общностях, институтах, системах, группах и др. Прежде всего она исходит из **вещественных источников**: респондентов, наблюдаемых, документов, статистики, испытуемых [Леонов, 2019] и может собираться в разных формах.

На основе новых информационных технологий различные субъекты собирают огромные массивы данных (**big data**), которые используются в социальной диагностике и прикладных исследованиях. Термин **data mining** переводится как *добыча данных, извлечение информации, раскопка данных, интеллектуальный анализ данных, средства поиска закономерностей, извлечение знаний, анализ шаблонов, раскопка знаний в базах данных*. Это понятие появилось в 1978 г. и приобрело высокую популярность с первой половины 1990-х гг. **Data mining** – мультидисциплинарная область, возникшая на базе *прикладной статистики, распознавания образов, искусственного интеллекта, теории баз данных, машинного обучения, алгоритмизации, визуализации* и др. [Мосягин, 2015].

В основу технологии **social data mining** положена концепция *шаблонов (patterns)*, которые представляют собой закономерности выборки данных и могут быть выражены в форме, понятной человеку, с целью отражения и прогнозирования **социологических процессов**. В социологических исследованиях необходимо выбрать, очистить и преобразовать данные, иногда интегрировать информацию из внешних источников и установить специальную среду для работы **data mining алгоритмов**. Результаты при этом в большой мере (около 75 %) зависят от уровня подготовки данных. Технология дает мощный инструмент для облегчения и улучшения работы и является частью технологии хранения данных. **Data mining** теоретически не требует наличия строго определенного количества ретроспективных данных, что может стать причиной принятия неверных решений. Необходимо контролировать и *статистическую значимость* обнаруженных знаний. Одно из основных положений **data mining** – *самостоятельный поиск неочевидных закономерностей и построение гипотез о взаимосвязях*; учитывая сложность формулировки гипотез, преимущество **data mining** здесь очевидно [Мосягин, 2015].

Три основных источника **больших данных** в социологии – *информация из социальных сетей* от людей, *данные из бизнес-систем* и *данные, созданные машинами из Интернета*. Пользователь социальных сетей может делиться всеми видами мультимедийного контента, и **мультимедийная аналитика** привлекает большое внимание исследователей и практиков. **Большие данные** на 90 % не структурированы, поэтому весьма важно извлекать и анализировать информацию современными инструментами, обеспечивающими всесторонний охват **интеллектуального анализа больших данных**. Например, **SWOT-анализ** (метод *стратегического планирования*, выявляющий *факторы среды* по категориям *сильные, слабые стороны, возможности и угрозы*) проводится для понимания социального мультимедийного контента [Kumar et al., 2020].



Облачные технологии (cloud technologies) – удобный сетевой доступ по требованию к общему фонду конфигурируемых вычислительных ресурсов (сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам), которые могут быть оперативно предоставлены с минимальными затратами или обращениями к провайдеру [Mell, Grance, 2011].

Современные **облачные технологии** предоставляют пользователям огромные возможности хранения файлов на удаленно расположенных серверах. Они используются в разных видах деятельности и активно совершенствуются, в том или ином виде доступны каждому пользователю Интернета. Преимущества **облачных хранилищ** – объемное дисковое пространство, возможность бесплатно его увеличивать, редактирование необходимых документов. Развитие техно-

логий идет с увеличением работоспособности сетевого оборудования, уменьшением энергопотребления, наращиванием вычислительной мощности, снижением стоимости услуг, увеличением количества облачных сервисов [Вишняков и др., 2019].

По модели развертывания **облака** разделяются на: 1) **частные** – *внутренние в пределах* корпоративной сети, управление которыми может находиться у внешнего подрядчика, закрытые, но не всегда размещенные у заказчика; 2) **общедоступные (публичные)** – облачные услуги, предоставляемые поставщиком *за пределами корпоративной сети*, которыми не могут управлять или обслуживать их пользователи; 3) **гибридные** – *сочетающие общедоступные и частные облака*, обычно под управлением создающего предприятия и поставщика общедоступного облака [Батура и др., 2014].

В ближайшие годы приложения в облаке заменят локальные, информация станет дешевле, будет повсеместной и ее будет легче найти. Однако облачные вычисления страдают от внутренней задержки из-за подключения к глобальной сети, от падения производительности и дополнительных расходов на промежуточное программное обеспечение (сервисные брокеры, менеджеры транзакций и др.) [Курбанов, 2019].

Для **облачных вычислений** отмечаются *организационно-юридические проблемы*: данные облака должны подпадать под действие нормативных актов страны, в которой оно находится, а воспользоваться ими возможно из любой точки мира, и оно может быть распределенным. Юридически ситуация выглядит запутанной в смысле оценки уровня безопасности облачного сервиса и гарантии сохранности конфиденциальной информации [Бакалдин, 2013; Глухов, Волошина, 2017]. В 2019 г. вышло распоряжение Правительства РФ «Об утверждении концепции создания государственной единой облачной платформы», учитывающее мировой опыт.



Технологии блокчейн (blockchain) в последнее время из чисто финансовой отрасли постепенно переходят в другие области деятельности человека.

Блокчейн – распределенная база данных, состоящая из «цепочки блоков». Устройства хранения блоков не подключены к общему серверу, база данных позволяет контролировать достоверность транзакций без надзора регуляторов. Проверкой транзакций занимаются **майнеры** – участники системы, подтверждающие подлинность совершенных действий, а затем

формируют из записей транзакций блоки. Реестр хранится у всех участников системы и автоматически обновляется при малейшем изменении. Каждый имеет доступ к информации о любой транзакции. Пользователи выступают в качестве коллективного нотариуса, который подтверждает истинность информации в базе данных [Федотова и др., 2018].

Блокчейн – децентрализованная база данных, сформированная участниками, в которой невозможно фальсифицировать данные из-за хронологической записи и публичного подтверждения всеми участниками транзакции. Основными особенностями является использование алгоритмов математического вычисления и исключение человеческого фактора при принятии решения [Колесов, 2017]. Технология имеет следующие преимущества: доверие к алгоритму, децентрализованность системы, неизменность данных, отсутствие посредников между участниками, прозрачность системы [Буркальцева, 2017].

С помощью технологии блокчейн, например, осуществляется цифровой реестр транзакций криптовалют; блокчейн является их технологической основой. Майнинг криптовалют при помощи технологии блокчейн дает значительную нагрузку на окружающую среду – общие выбросы от майнинга в России составляют 4,466 млн т эквивалента CO₂. Блокчейн показывает себя как одна из самых энерго- и ресурсозатратных технологий [Черешня, 2021].

Помимо финансовой сферы, технологии блокчейн особенно перспективны для внедрения в медицине, энергетике и промышленности. При создании **блокчейн-инфраструктуры** технология может использоваться в различных сферах человеческой деятельности. С геоинформационными технологиями могут сочетаться следующие сферы применения блокчейна: *хранение данных на распределительном облаке* (сокращение до 80 % затрат на хранение), *управление идентификацией* (создание собственного охранного теста цифровой идентификации), *регистрация и верификация данных* (хранение любой информации с неизменным распределительным регистром, значительно более безопасным, чем в традиционных базах данных).



Искусственный интеллект (ИИ; artificial intelligence) – «раздел информатики, изучающий методы, способы и приемы моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ разумной деятельности человека, связанной с решением задач» [Математический..., 1988]. **Искусственный интеллект** всегда базируется на **больших данных** и современной **облачной платформе**.

Период с 1969 г. стал временем создания экспертных систем (ЭС). Экспертную систему можно определить как «систему искусственного интеллекта, использующую знания из сравнительно узкой предметной области для решения возникающих в ней задач, причем так, как это делал бы эксперт-человек, т.е. в процессе диалога с заинтересованным лицом, поставляющим необходимые сведения по конкретному вопросу» [Экспертные..., 1987, с. 5].

Основу ЭС составляет **база знаний** о предметной области, которая накапливается в процессе построения и эксплуатации ЭС. Накопление и организация знаний – важнейшее свойство ЭС.

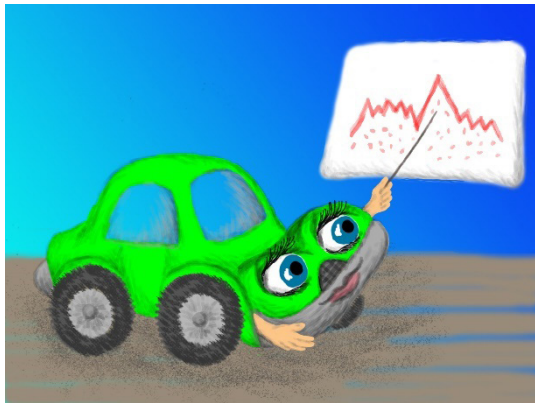
Другой важный элемент ЭС – **механизм логических выводов (машина вывода)**. «Машина логического вывода является универсальной думающей машиной, а база знаний – это то, над чем ей предстоит думать» [Экспертные..., 1987, с. 65]. Иными словами, в ответ на запрос система способна строить логические выводы и на их основе приходиться к заключениям.

Модуль приобретения знаний проверяет непротиворечивость вновь поступающих сведений имевшимся правилам. Достигается это путем проверки семантической непротиворечивости, а также автоматическим тестированием.

Модуль советов и объяснений (система объяснений) используется для разъяснения пользователю того, как ЭС пришла к тому или иному конкретному выводу. Причем в процессе работы пользователь может задавать дополнительные вопросы о получении промежуточных результатов, уточнять цели, инспектировать правила с точки зрения их согласования между собой и соответствия поставленным целям и др. «Метод рассуждения, который не может быть объяснен человеку, является неудовлетворительным, даже если с ним система работает лучше, чем специалист» [Экспертные..., 1987, с. 19].

Важны классификационные аспекты географии, и здесь роль ЭС в решении не поддающихся математической формализации и сложных для логического анализа задач может быть велика и разнообразна [Тикунов, 1989].

Машинное обучение (machine learning) – методика анализа данных, позволяющих компьютерам самостоятельно обучаться посредством решения массива сходных задач [Полетаева, 2020]. Оно относится к **искусственному интеллекту** и автоматизирует построение аналитической модели. Машинное обучение использует данные для изменения действий программы [Черкасов, Иванов, 2018] средствами **математической статистики и матанализа, численных методов, методов оптимизации, теории ве-**



роятностей и графов, работы с цифровыми данными.

Идеи машинного обучения возникли при разработке методов искусственного интеллекта и начали развиваться в 1990-х гг. В 2006 г. были разработаны предпосылки **глубокого обучения нейронных сетей** [Hinton et al., 2006], открывшего путь высокотехнологичным достижениям, которые в наше время уже активно применяются. В геоинформатике и экологии технологии перспективны для создания **движущихся моделей местностей и динамики территорий**.

Машинное обучение имеет категории с разной степенью контроля человеком [Жерон, 2018; Полетаева, 2020]:

1) **обучение с учителем** – обучающие данные, поставляемые алгоритму, включают желательные решения, называемые **метками**. Для этого используются алгоритмы **линейной и логистической регрессии, k-ближайших соседей, опорных векторов, деревьев принятия решений и случайных лесов, нейронных сетей**. Решает задачи **классификации, распознавания образов, регрессии (прогнозирования), управления**;

2) **обучение без учителя** – система обучается самостоятельно, обучающие данные не помечены. К наиболее важным алгоритмам в данном случае относятся **кластеризация (k-средние, иерархический кластерный анализ, максимизация ожиданий, нейронная сеть Кохонена), визуализация и понижение размерности (анализ и ядерный анализ главных компонент, локальное линейное вложение, стохастическое вложение соседей с t-распределением), обучение ассоциативным правилам (apriori, eclat)**. Система может решать задачи **визуализации, выделения признаков, обнаружения аномалий, интересных зависимостей между атрибутами**, что может применяться в геоинформатике очень широко;

3) **частичное обучение** – работа системы с частично помеченными (в небольшом количестве) обучающими данными. Алгоритмы являются комбинациями алгоритмов обучения без учителя и с учителем (например, **глубокие сети доверия**). С их помощью могут решаться задачи **распознавания фотоизображений, в т.ч. космо- и аэроснимков**;

4) **обучение с подкреплением** – обучающая система (**программный агент**) может наблюдать, выбирать и выполнять действия внутри **среды (замкнутого физического или виртуального объекта)**, выдавая в ответ **награды или штрафы**. Затем она выбирает наилучшую **стратегию (политику)**. Например, так осуществляется обучение роботов хождению и играм. В геоинформатике эта технология может способствовать **принятию решений**, например, по **развитию территорий**.

Активное внедрение машинного обучения приводит к **автоматизации** и потере рабочих мест, а также вызывает **конфликт** с существующей правовой базой [Боброва, Мاستилин, 2021].



Нейронные сети (нейросети; neural networks) – математическая модель и ее программное или аппаратное воплощение, построенные по принципу **организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма**.

Нейросети – мощный инструмент работы с **большими данными**. Они обучаемы и основаны на изучении примеров из загруженной базы данных путем выбора примера, который проходит через сеть в виде сигнала,

затем на выходе сеть выдает ответ; если ошибка мала, то сеть обучена, если нет, происходит подстройка весов, и сеть обучается снова. Нейросеть может работать с различными источниками данных и одновременно решать несколько задач [Малыгина, 2018]. **Нейросеть** – основное направление изучения возможности моделирования естественного интеллекта с помощью алгоритмов, позволяющее революционно ускорить обработку информации [Васильев, Абрамов, 2018].

Одна из проблем **нейронных сетей** – недостаточная скорость передачи сигнала внутри нейронной сети из-за слабости аппаратной составляющей [Малыгина, 2018].

Нейросети применяются для голосового поиска, анализа изображений, распознавания лиц, в областях умного транспорта (беспилотное такси, светофоры), прогнозирования цен, курсов валют, оптимизации торговли, в агропромышленной отрасли (автоматизация процессов посева, ухода за растениями и сбора урожая). С помощью нейросетей создаются портреты, в т.ч. движущиеся, исторических лиц, например, римских императоров на основе образов их мраморных статуй – как, например, портреты македонского царя Александра Македонского (автор Хидрели Диао, Бразилия)¹ и римского императора Октавиана Августа (автор Харун Бинус, Швейцария)², представленные на рисунке.

В геоинформатике перспективно применение **нейросетей** для распознавания образов различных географических объектов, их последующего анализа и создания изображений динамики и прогнозирования географических процессов.



Виртуальная (искусственная) реальность (VR; virtual reality) – искусственно создаваемая информационная среда, фокусирующаяся на замене привычного восприятия окружающей среды информацией, создаваемой техническими средствами [Тихонов, 2020]. Она передается человеку через ощущения и имитирует воздействие и реакции на него, для большей убедительности – в реальном времени.

Системы виртуальной реальности можно реализовать на обыкновенных персональных компьютерах, при этом создаются все новые специфические устройства: *шлемы, кубические (трехмерные) мыши, перчатки, виброполы* и т.д. (для многих еще нет устоявшихся терминов) [Чернышева и др., 2015].

Виртуальная реальность используется в развлекательных и познавательных областях, начиная от *диалоговых видеоигр* до *туризма, пилотирования, медицины, фармацевтики, архитектуры, авиа- и автомобилестроения, военных учений, спасательных работ, действий в космическом пространстве и условиях повышенного риска*. Например, на ее основе построена экскурсия по территории разрушенного Златоустова монастыря в Москве, в ходе которой экскурсанты наблюдают утраченные здания. **Виртуальная реконструкция** и **компьютерная анимация** композиций исторических памятников совместно с изучением традиций и новаций мемориального зодчества способствуют выявлению *эвристических принципов* проектирования и помогают в реальной реконструкции и проектировании архитектурных комплексов [Сергеев, 2013].

Для геоинформатики большую важность имеет построение **виртуальных моделей местности (ВММ)**, содержащих информацию о рельефе земной поверхности, ее

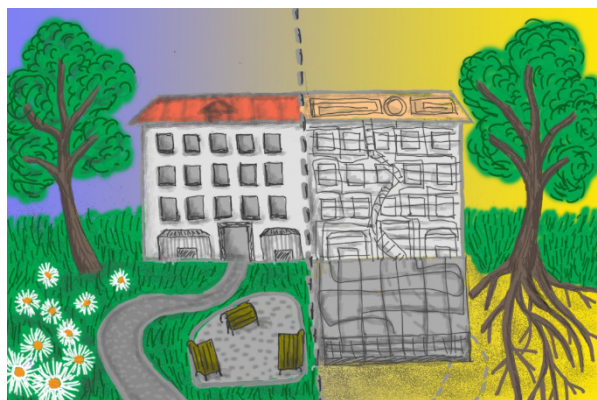
¹ Бразильский художник превращает изображения исторических личностей в современные портреты с помощью ИИ. Жизнь. TJournal. Электронный ресурс: <https://dtf.ru/life/1091206-brazilskiy-hudozhnik-prevrashchaet-izobrazheniya-istoricheskikh-lichnostey-v-sovremennye-portrety-s-pomoshchyu-ii> (дата обращения 30.04.2022)

² Тихонов И. 20 великих римских императоров, чья внешность была восстановлена с помощью нейросетей и фотопоста. Twizz. Электронный ресурс: <https://twizz.ru/20-velikix-rimskix-imperatorov-chnav-neshnost-349510/> (дата обращения 30.04.2022)

спектральных яркостях и различных объектах, предназначенных для **интерактивной визуализации** и обладающих *эффектом присутствия на местности* [Капралов и др., 2004].

В некоторых областях знания возможно обучение на основе виртуальной реальности. В последнее время это становится весьма актуальным в географии и геоинформатике. Образовательные ресурсы, основанные на виртуальной реальности, могут осуществляться на трех уровнях: 1) достижение *полной виртуальности* с помощью технических средств (шлем-дисплей, специальные перчатки); 2) *создание изображения* с помощью трехмерных (или стереоскопических) мониторов или проектора и специальных очков; 3) *демонстрация* на основе стандартного монитора или инструмента проекции [Тахиров, 2020].

В **виртуальном моделировании в 3D-технологиях** создаются достаточно реалистичные *изображение* и *звук*, однако другие органы чувств (*тактильные ощущения, запахи, вкус*) передавать сложнее, но технологии **виртуальной реальности** имеют широкие перспективы [Чернышева и др., 2015]. В геоинформатике они могут применяться для реалистичного показа географических объектов и быть в этом смысле незаменимыми.



Дополненная реальность (AR; augmented reality) – результат введения в зрительное поле любых сенсорных данных (*текста, изображения, видео, звука, трехмерных объектов*) с целью дополнения сведений об окружении и изменения восприятия окружающей среды. Эта технология позволяет совмещать слой **виртуальной реальности** с **физическим окружением** и в реальном времени соприкасаться с миром 3D. **Дополненная реальность** – воспринимаемая смешанная

реальность, которая совмещает виртуальное и реальное, взаимодействует в реальном времени, работает в 3D [Azuma, 1997].

Дополненная и виртуальная реальности в глобальном масштабе сравнимы с влиянием Интернета и смартфонов. Они применимы в очень многих областях человеческой деятельности – от компьютерных игр и киноискусства до медицины и военного дела.

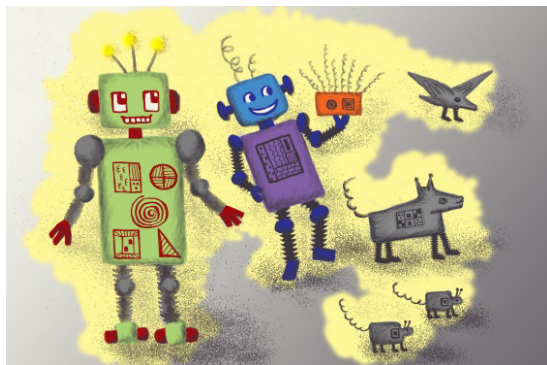
Дополненная реальность в геоинформационных технологиях позволяет решить, например, такие проблемы в строительстве и городском планировании, как наблюдение скрытых под землей или за искусственными преградами коммуникаций, которые нельзя повредить при дальнейшей строительной и геодезической работе. Также с помощью **технологий AR** моделируют распространение шума, загрязняющих веществ, районов, подверженных воздействию солнца или находящихся в тени, находят скрытые коммуникации или информацию о здании или организацию в здании, наведя на него мобильное устройство, наблюдают аварии и перемещение инженерных бригад. В итоге с помощью **AR/VR-технологий** может быть создана **единая многоуровневая многофункциональная масштабируемая трехмерная модель** города [Куликов и др., 2019].

С помощью **дополненной реальности** можно сделать **образование** более увлекательным – *выразительная анимация книжных страниц, игровые элементы, обучающие приложения, визуальное моделирование объектов* упрощают восприятие [Черкасов и др., 2017 (1)].

Перспективы связаны с более точным наложением виртуального мира на реальный, геолокацией и распознаванием объектов, регистрацией движения в пространстве [Куликов и др., 2019].

Проблемы в развитии **AR/VR-технологий** – *усталость от ношения очков, получение излишней информации, недостаток поддерживающих мобильных средств*. Они

будут преодолеваться и технологии имеют тенденции становиться массовыми [Зыкова, 2017].



Роботы (robots) – автоматические устройства, кибернетические системы, предназначенные для осуществления операций из физической и умственной деятельности человека, действующие по заложенной программе. Система управления контролирует конструкцию и связывает робота с внешней средой. Название произошло от чешского «*robota*» – «подневольный труд», впервые оно было употреблено К. Чапеком в пьесе «R.U.R.» [Пешкова, 2020].

Датчики робота являются техническими аналогами органов чувств. Робот может самостоятельно осуществлять различные операции, частично или полностью заменяя труд человека, находясь при этом на ручном или автоматическом управлении [Попов, Медведев, 1985; Пети, 1987].

Роботы 1-го поколения начали применяться в промышленности в 1960-е гг. и работают по жесткой программе, 2-го поколения – имеют гибкую программу и используются для сложных задач, 3-го поколения – являются интегральными или интеллектуальными системами, оснащенными новейшими средствами адаптации и обладающие элементами **искусственного интеллекта (самообучение, распознавание образов, моделирование внешней среды, анализ обстановки, принятие решений, планирование собственных действий)**. Хорошие коммерческие перспективы имеют **коботы** – коллаборативные роботы нового поколения, изобретенные в 1999 г., которые могут распознавать человека в окружающей среде и работать вместе с ним без защит и систем безопасности [Пешкова, 2020].

Роботы могут выполнять весьма разнообразные задачи: они применяются в промышленности, в быту, в социальной и творческой сфере, сочиняют музыку, пишут романы, нянчат детей, избавляют от одиночества. В то же время рост их применения неоднозначен: недостатками **роботизации** являются потеря рабочих мест, деградация населения, необходимость технического обслуживания, рост энергопотребления и др. Сбои в программах иногда приводят к ошибкам и даже трагедиям со смертельным исходом; тем не менее, роботизация неуклонно развивается.

В картографии и геоинформатике **роботизация** перспективна прежде всего для сложного картографического производства, для избавления от рутинных задач оцифровки.



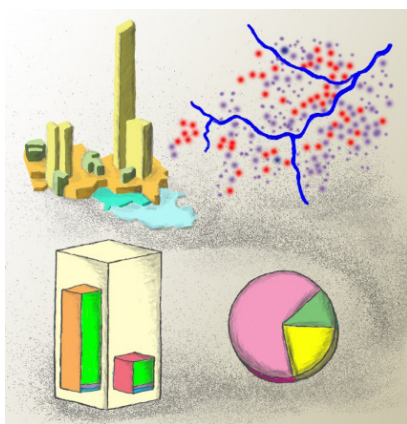
Беспилотные летательные аппараты (беспилотники, дроны, БПЛА, БЛА; unmanned aerial vehicles, drones, UAVs) – управляемые летательные аппараты без экипажа на борту, которые уже прочно вошли в жизнь и находят все большее и большее применение.

По-настоящему популярными БПЛА стали с развитием **системы глобального позиционирования (GPS)** на рубеже 1990-х гг. За десятилетие 2015–2025 гг. в их развитие во всем мире может быть инвестировано до 89 млрд долл. США [Rule, 2015]. В России технологии БПЛА начали развиваться в 2010-х гг.

Современные БПЛА имеют на борту фото- или видеокамеру для аэросъемки и создания на ее основе картографических и геодезических материалов. Стоимость специ-

ализированных БПЛА для получения высокоточных данных в 2–3 и более раз выше по сравнению с неспециализированными решениями. На основе съемок с БПЛА создаются: топопланы (1: 500 – 1: 10 000), ортофотопланы (1: 200 – 1: 10 000), 3D-модели (1: 200 – 1: 2 000), ГИС-слои (1: 200 – 1: 2 000). При их создании необходимо достижение высокой пространственной точности результатов, высокой скорости и низкой себестоимости работы. Для этого существуют *геодезические дроны* с высокоточными *ГНСС-приемниками* (глобальных навигационных спутниковых систем), высокоточными *гиросtabilизированными подвесами* для камер, качественными *камерами* с более резкими снимками, меньшими угловыми искажениями и более стабильными результатами съемки. Камеры с *электромеханическими затворами* избавляют фотоснимки от перекоса изображения, с более емким аккумулятором – обеспечивают большую длительность полета. *Системы управления* имеют *увеличенный радиус действия* (до 7 км и более). Геодезические дроны имеют глубокую *интеграцию устройств* [Рыльский и др., 2020].

По мере развития технологии маловысотное воздушное пространство превращается в зону конфликтов между операторами дронов и лицами, использующими земельные участки. Использование беспилотников в сочетании с *видеотехнологиями* вносит коррективы в представления о границах участков. Необходимо установление ограничений и правил использования маловысотного воздушного пространства [Эйриян, 2020].



Инфографика (информационная графика; infographics) – графический способ подачи данных и знаний, целью которого является быстро и четко преподнести сложную информацию, одна из форм графического и коммуникативного дизайна [Newson, Haynes, 2010].

Инфографика представляет вербальную информацию – связи, числовые данные, знаки, местоположения и знания – и формирует связанные с ней визуальные образы. Она имеет междисциплинарный характер, относится к средствам массовой информации и используется в журналистике, математике, социологии, экономике, статистике и др. науках, в т.ч. в географии и геоинформатике.

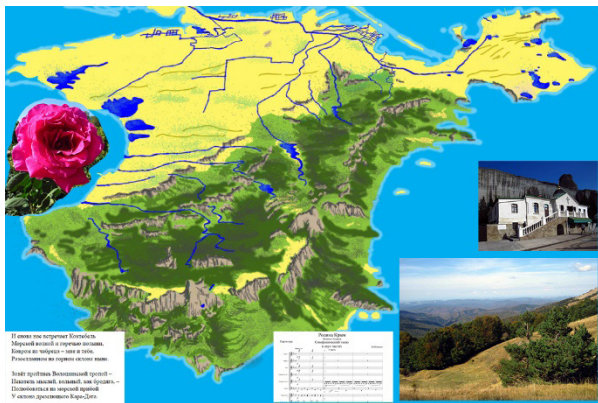
Существует тесная связь между *инфографикой* и *иллюстрацией*, определяемой термином «*научно-техническая визуализация*». *Инфографика* от нее отличается *схематичностью, условностью и эстетичностью* [Лаптев, 2013].

Инфографика выполняет *иллюстративную, когнитивную и коммуникативную функции*. Ее особенностями являются *наличие графических объектов, полезная и актуальная информация, красочное представление, внятное и осмысленное освещение темы*. Преимущества *инфографики* как способа подачи информации состоят в том, что она представляет собой визуализированное сообщение, которое большинство современных читателей усваивают наилучшим образом, коммуникация их с отправителями сообщений становится более успешной, исключается информационный шум, характерна достаточность, но не избыточность сведений, выбор визуализирующего образа предполагает точный отбор графических решений (концептуализация темы) [Трушко, Шпаковский, 2017].

Инфографика может быть дополнением к тексту, даже полностью заменить текст и явиться смысловым центром сообщения, а также быть одним из сегментов большой мультимедийной статьи. В настоящее время пространство визуального расширяется. *Инфографика* становится все более яркой, зрелищной и динамичной, активно развивается *интерактивная инфографика*, что позволяет создавать уникальные продукты, многократно повышающие лояльность аудитории. Действительно качественный материал увлекательно преподает тему, идею и цель сообщения, т.е. его содержательную часть [Симакова, Енбаева, 2018].

Термин «**геоинфографика**» характеризует инфографику, элементом содержания которой является какое-либо геоизображение – картографическая модель, космический снимок, картоид и др. Геоинфографика может быть как статичной, так и **интерактивной, анимированной** или **видеоинфографикой**. При создании видеоинфографики важны умения подбора исходного материала, выстраивания сюжета (сценария), управления вниманием зрителя, использования навыков картографического и другого дизайна [Грибок, Прохорова, 2020].

С помощью интерактивной инфографики, например, был осуществлен опыт визуализации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников с созданием онлайн-версий. Наглядная визуализация подобных данных необходима в сфере экологического мониторинга и управления, экологического образования и просвещения. По итогам исследования удобным для создания интерактивных карт России признан онлайн-сервис Datawrapper [Грибок, 2021].



Мультимедиа (много сред; multimedia) – система современных аппаратных и программных средств, позволяющих работать в интерактивном режиме с разными формами информации в едином комплексе. В основе этого лежит комплексный способ реализации принципа наглядности; для максимального эффекта восприятия информации она представляется в различных формах, которыми являются текст, звук, графика, мультипликация, видеоизображение и простран-

ственное моделирование. Системы мультимедиа вызывают интерес у аудитории, они формируют информацию, воспринимаемую разнообразными органами чувств: зрением, слухом, обонянием, осязанием и т.д. Технология **мультимедиа** – обязательная составляющая информатизации образования [Смирнов, 2006].

Использование **мультимедиа** оказывает *положительное влияние* на интенсификацию труда педагогов и на эффективность обучения: стимулирует восприятие и осознание информации, повышает мотивацию, развивает навыки совместной работы и коллективного познания, развивает более глубокий подход к обучению и понимание материала. Но во многих случаях мультимедиа имеет *негативный эффект*: свертывание социальных контактов, сокращение социального взаимодействия и общения, индивидуализм, трудность перехода от знаковой формы представления знания к системе практических действий, использования большого объема информации, сложность способов представления информации и отвлечение от сути изучаемого материала [Зайцев, 2018].

Геоинформатика – выгодная среда для использования технологий **мультимедиа**. Разнообразная информация о географических явлениях может быть сконцентрирована в **географических** и **атласных информационных системах**, цель которых – визуализация и анализ геопространственных данных, в т.ч. разработка вариантов развития комплексных систем «природа – общество – хозяйство» [Яблоков, Тикунов, 2016].

С понятием **мультимедиа** связано понятие **медиаконтента**, которое стало актуальным с развитием **web-технологий**, преобразующих *средства массовой информации* в особые **информационно-коммуникационные каналы**. Новая концепция **Интернет-СМИ** включает *трансформацию содержания медиаконтента, внешнего оформления, организации, системы коммуникации и формирование навигации*, что выводит на новый уровень процессы его подготовки, обработки, хранения и доставки аудитории [Лободенко, 2015]. **Гео- и атласные информационные системы** постепенно будут становиться более доступными для широкой аудитории и приближаться в этом к СМИ.

Изображения в неевклидовой метрике (images in non-Euclidean metrics) составляют небольшую часть моделей, применяемых в географии и экологии. Среди них выде-

являться как самостоятельной формой обучения, так и дополнением к традиционной форме обучения [Артюхов, 2021]. Это обучение, когда обучаемый отделен от обучающего расстоянием, образовательная технология, при которой любой человек, проживающий в любом месте, получает возможность изучить программу любого колледжа или университета, новая форма получения образования, основанная на принципе самостоятельного обучения студента. В системе дистанционного обучения используются также твердые копии учебно-методической литературы на бумажных носителях (*книги*) [Пьянников, 2010].

Дистанционное образование – комплекс образовательных услуг, предоставляемых широким слоям населения в стране и за рубежом с помощью специализированной информационно-образовательной среды, базирующейся на средствах обмена учебной информацией на расстоянии (спутниковое телевидение, радио, компьютерная связь и т.п.). Оно предполагает наличие средств приема и передачи данных, единых протоколов их взаимодействия, соответствующего программного обеспечения, а также группу административного управления [Пьянников, 2010]. Дистанционное образование представляет собой систему, в которой реализуется процесс дистанционного обучения и осуществляется индивидуумом достижение и подтверждение образовательного ценза [Андреев, Солдаткин, 1999].

Основными **дистанционными образовательными технологиями** являются *кейсовая технология (обучение действием)*, *Интернет-технология*, *телекоммуникационная технология*, допускается их сочетание. В качестве **педагогических технологий** перспективны методы *проектов, ролевых и деловых игр, ситуационного анализа, дифференциации обучения на основе гипертекстовых технологий* [Андрюхина, 2015].

При разработке и использовании **дистанционного образования** выявлены следующие спорные вопросы: непривычная форма обучения, ошибки и сбои в программах, качество и актуальность образования, проблемы с аттестацией и выдачей дипломов, защита данных об учащих и сохранение конфиденциальности [Черкасов и др., 2017 (2)].

По итогам проведенных исследований составлена следующая таблица, в которой, помимо преимуществ, указаны также проблемы, в т.ч. экологические, развития новых технологий.

Табл. 1. Преимущества и недостатки новых информационных технологий
Table 1. Advantages and disadvantages of new information technologies

Технологии	Преимущества технологии и использования	Применение в географии и геоинформатике	Недостатки, экологические проблемы
Мобильный Интернет	Повышение скорости и качества Интернета, снижение цены; свобода перемещений с доступом к информации, корпоративным компьютерам, сетям, приложениям, базам данных, почте, документам	Развитие Веб-ГИС, Интернет-ГИС, Интернет-картографирования, доступных в любых точках Земли	Большое количество отходов при производстве и утилизации мобильных телефонов, токсичные элементы в их составе при производстве (Pb, Hg, As, Cd, полибромированные дифениловые эфиры, поливинилхлорид, диоксин) ¹ , высокие энергетические затраты при эксплуатации (парниковый эффект), электромагнитное загрязнение от передатчиков мобильной связи ² , нарушения ландшафта

¹ Вещества, повреждающие нервную систему, систему пищеварения, лёгкие, почки, приводящие к развитию различных форм рака [Гуляева, Мурадова, <https://school-science.ru>]

² Плотность потока энергии электромагнитного поля базовых станций [Мовчан, Шмаков, 2016]

Технологии	Преимущества технологии и использования	Применение в географии и геоинформатике	Недостатки, экологические проблемы
Социальные сети	Эффективный и быстрый обмен информацией, в т.ч. неформальной, между личностями и организациями из разных точек земного шара, обучение	Обучение и обмен географической информацией, создание групп по отдельным отраслям географических знаний, использование геолокализованных фотографий и видео в разных отраслях географических знаний	Психологическая зависимость от пребывания в соцсетях, рост потребления электроэнергии и парникового эффекта
Большие данные	Возможность обрабатывать огромные массивы данных или (в некоторых областях) весь мировой объем данных	Широкое применение в разных географических отраслях (обработка огромных объемов данных по климату, промышленности, транспорту и др.)	Наращивание количества рабочих серверов и data-центров, усиление потребления электроэнергии и парникового эффекта
Майнинг социальных данных	Принятие эффективных управленческих решений и оптимизация бизнес-процессов, структурирование больших данных в социологии	Использование прежде всего в социально-экономической географии, возможно в рациональном природопользовании	Наращивание количества рабочих серверов и data-центров, усиление потребления электроэнергии и парникового эффекта
Облачные технологии	Удобство хранения и передачи объемных данных на удаленно расположенных серверах с возможностью редактирования	Широкое использование в разных отраслях географии и геоинформатики с большими объемами данных	Внутренняя задержка из-за подключения к глобальной сети, падения производительности и доп. расходов на промежуточное программное обеспечение, организационно-юридические проблемы (нормативные акты разных стран, безопасность облачного сервиса, гарантии конфиденциальности)
Технологии блокчейн	Отсутствие общего сервера, контроль транзакций без надзора регуляторов, невозможность фальсификации данных, доверие к алгоритму, децентрализованность системы, неизменность данных, отсутствие посредников между участниками, прозрачность системы	Хранение данных на распределительном облаке (сокращение до 80 % затрат на хранение), управление идентификацией, регистрация и верификация данных в геоинформационных системах	Энерго- и ресурсозатратная технология, высокая нагрузка на окружающую среду – выбросы CO ₂ , парниковый эффект

Технологии	Преимущества технологии и использования	Применение в географии и геоинформатике	Недостатки, экологические проблемы
Искусственный интеллект	Возможность построения классификаций сложных объектов и принятия решений, уменьшение ошибок, правильное принятие решений, устранение опасных ситуаций, круглосуточная работа ¹	Большая роль экспертных систем в сложных и разнообразных классификационных аспектах географии и принятии решений	Исключение человека от принятия решений, неудовлетворительность методов рассуждения, не подлежащих объяснению человеку, высокая стоимость, зависимость от машин, устранение рабочих мест
Машинное обучение	Автоматизация построения аналитических моделей, изменение программ классификации, распознавания образов, регрессии (прогнозирования), управления, визуализации, выделения признаков, обнаружения аномалий, распознавания фотоизображений, принятия решений	Технология перспективна для создания движущихся моделей местностей и их динамики, распознавания космо- и аэроснимков, принятия решений по развитию территорий	Потеря рабочих мест, конфликт с существующей правовой базой, плохие намерения или предвзятость разработчиков, отсутствие этики или сложность ее формального описания, влияние на умы и манипуляция людьми, ложные корреляции, петли обратной корреляции, «грязные» и «отравленные» исходные данные, взлом машинного обучения [Маланов, 2018]
Нейронные сети	Работа с различными источниками данных, одновременное решение несколько задач, не решаемых другими методами, революционное ускорение обработки информации, самообучение, получение результатов в режиме реального времени, креативность, создание новых знаний внутри сети	Распознавание образов географических объектов, последующий анализ, создание изображений динамики и прогнозирования географических процессов	Недостаточная скорость передачи сигнала внутри нейронной сети из-за слабости аппаратной составляющей, дороговизна аппаратной реализации, трудность тиражирования накопленных знаний, для больших сетей невозможность заранее оценить время обучения сети ²
Виртуальная реальность	Широкое использование в развлекательных и познавательных областях на новом уровне, реалистичная передача изображения и звука, новые эмоции и профилактика стресса, создание моделей дорогостоящих проектов	Построение виртуальных моделей местности, содержащих информацию об объектах, обладающих эффектом присутствия на местности, реалистичный показ географических объектов, обучение	Сложность или невозможность передачи тактильных ощущений, запаха, вкуса; воздействие на психическое и физическое здоровье человека, развитие зависимости, дискомфорт при использовании, возможность ухудшения зрения, высокая стоимость оборудования ³

¹ Плюсы и минусы искусственного интеллекта. Igor Kerber & Co, 2020. Электронный ресурс: <https://zen.yandex.ru/media/ikandco/pliusy-i-minusy-iskusstvennogo-intellekta-5e5cd1b47e75e009372391d9> (дата обращения 23.04.2022)

² Классификация искусственных нейронных сетей. Studbooks.net. Электронный ресурс: https://studbooks.net/2145406/informatika/klassifikatsiya_iskusstvennyh_neyronnyh_setey (дата обращения 23.04.2022)

³ Что такое виртуальная реальность? Polycent. Электронный ресурс: <https://polycent.ru/blog/chto-takoe-virtualnaya-realnost/> (дата обращения 23.04.2022)

Технологии	Преимущества технологии и использования	Применение в географии и геоинформатике	Недостатки, экологические проблемы
Дополненная реальность	<p>Более увлекательный процесс образования, взаимодействие с клиентами на новом уровне, новые возможности рекламы, повышение онлайн-продаж, сокращение дорогостоящих возвратов и предложение более персонализированного, интегрированного пользовательского опыта, презентации, интерактивная коммуникация, удалённая экспертиза</p>	<p>Строительство и городское планирование (коммуникации, здания, шум, загрязняющие вещества, воздействие солнца или затенение, аварии, перемещение инженерных бригад), единая многоуровневая многофункциональная масштабируемая трёхмерная модель; более точное наложение виртуального мира на реальный, геолокация и распознавание объектов, регистрация движения в пространстве, туризм, обучение</p>	<p>Влияние на психологическое здоровье (негативное восприятие собственного образа, тревога, неудовлетворенность) [Яворник и др., https://hbr-russia.ru/innovatsii/], дороговизна, неточный расчет, утечка информации, отсутствие сертификации по безопасности, ошибки пользовательского опыта, технические сложности (проблемы с перемещением, маленький угол зрения и большой вес очков)</p>
Роботы	<p>Замена труда человека, новейшие средства адаптации, элементы искусственного интеллекта (самообучение, распознавание образов, моделирование внешней среды, анализ обстановки, принятие решений, планирование действий, работа вместе с человеком, решение разных задач</p>	<p>Эффективны в сложном картографическом производстве, для избавления от рутинных операций, подобных оцифровке</p>	<p>Потеря рабочих мест, деградация населения, необходимость технического обслуживания, высокие затраты, рост энергопотребления, сбои в программах, приводящие к ошибкам, а иногда трагедиям и смертям, конфликты с правовой системой</p>
Беспилотные летательные аппараты	<p>Качественная аэросъемка в маловысотном воздушном пространстве высокой пространственной точности, длительности и скорости, с увеличенным радиусом действия, с глубокой интеграцией устройств, высокая маневренность, дешевизна по сравнению с пилотируемыми воздушными судами, перемещение в труднодоступных местах, безопасность</p>	<p>Геодезическая съемка дронами с высокоточными ГНСС-приемниками, гиростабилизированными подвесами для камер, качественными камерами с более резкими снимками, меньшими угловыми искажениями, более стабильными результатами съемки, коррективами границ земельных участков, создание трехмерных карт и интерактивных трехмерных моделей</p>	<p>Высокая стоимость БПЛА для получения высокоточных данных, угловые искажения, нестабильные результаты съемки, конфликты между операторами дронов и собственниками земельных участков, ограничения использования маловысотного воздушного пространства, возможные столкновения и падения дронов, опасные особенно при скоплении людей, нарушения конфиденциальности¹</p>

¹ Плюсы и минусы дронов и беспилотных летательных аппаратов. О balkonah.ru, 2021. Электронный ресурс: <https://obalkonah.ru/interesnoe/plyusy-i-minusy-dronov-i-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov#> (дата обращения 25.04.2022)

Технологии	Преимущества технологии и использования	Применение в географии и геоинформатике	Недостатки, экологические проблемы
Инфографика	Быстрое и четкое преподнесение сложной информации, научно-техническая визуализация, междисциплинарный характер, схематичность, условность, эстетичность, иллюстративная, когнитивная и коммуникативная функции, усвоение современным читателем, исключение информационного шума, достаточность сведений, дополнение к тексту, интерактивность	Геоинфографика содержит геоизображения – картографические модели, космические снимки, картоиды и др. (статичные, интерактивные, анимированные, видеоинфографика) с подбором исходного материала, сюжета, управлением вниманием зрителя, использованием навыков дизайнера; применение для экологического мониторинга и управления, образования и просвещения, а также в других областях	Возможность легкого отклонения от темы, дополнительных затрат, несерьезного отношения к материалу, неточного донесения информации, претензии на всеобщность, возможные конфликты с производителями графических объектов [Неретин, https://in-scale.ru/blog/infografika-chto-eto/].
Мультимедиа	Реализация принципа наглядности, разнообразный интерес у аудитории, информация воспринимается разными органами чувств, положительное влияние на интенсификацию труда педагогов и на эффективность обучения	Разнообразное использование в географических и атласных информационных системах, в базах геопространственных данных, которые становятся более доступными для широкой аудитории, подобными СМИ	Сокращение социального взаимодействия и общения, индивидуализм, трудность перехода от знаковой формы знаний к практическим действиям, использования большого объема информации и сложность способов ее представления, отвлечение от сути изучаемого материала
Изображения в неевклидовой метрике	Неевклидова метрика (в геометрии Лобачевского, Римана) может быть эффективно использована при разработке моделей (упрощение математического вида модели, облегчение решения связанных задач) [Павлов, 2018]	Применение части моделей в географии (политической, электоральной и медицинской, отображения населенности территории, качества окружающей среды): картоиды, «мысленные» изображения и анаморфозы линейные, площадные и объемные, возможно анимированные	Проблема графического показа трансформаций, непривычность изображений, сложность построения
Дистанционное обучение и дистанционное образование	Преподавание без контакта обучаемых и преподавателей, самостоятельная форма обучения или дополнение, любой человек в любом месте может изучить любую программу, новая форма предоставляется с помощью специализированной информационно-образовательной среды, имеет группу административного управления	Широкое применение в обучении географии и геоинформатике	Непривычная форма обучения, отсутствие прямого контакта педагога и учащихся, ошибки и сбои в программах, качество и актуальность образования, проблемы с аттестацией и выдачей дипломов, защита данных об учащихся и сохранение конфиденциальности

ВЫВОДЫ

Новые технологии стремительно вошли как в нашу повседневную жизнь, так и в научную деятельность и, в частности, в геоинформатику. Одни из этих технологий просты и понятны (как технологии *мобильного Интернета и социальных сетей*), а другие пока представляют сложность для постоянного использования в рабочих моментах (*нейронные сети, виртуальная и дополненная реальность*). Однако они весьма перспективны с точки зрения концентрации больших объемов данных, их анализа и построения моделей географических явлений, их динамики и прогноза развития. Геоинформатика получила мощные средства, которые продолжают развиваться и совершенствоваться в направлениях увеличения скорости и качества обработки информации, доставки ее пользователю, уменьшения в размерах, удешевления и усовершенствования аппаратных средств.

Наше время – время набора и роста огромного количества разнообразных данных, структурированных и неструктурированных, которые эффективно могут быть обработаны технологиями *больших данных*, а также *майнинга социальных данных*, отменяющего традиционные способы сбора данных о социальных явлениях. В сбор, хранение и распространение данных, а также в их обработку все настойчивее входит *роботизация*, сокращающая или отменяющая рутинные операции и действия. Эффективным способом получения данных о земной поверхности является использование *беспилотных летательных аппаратов*, управляемых дистанционно.

Облачные технологии хранения и поставки данных с удаленных серверов открывают новые возможности удобного сетевого доступа к большому количеству данных. Технологии *блокчейн*, пришедшие из финансовой отрасли, открывают возможность создания распределенных баз данных из цепочки блоков, не связанных общим сервером и не имеющих централизованного контроля.

Технологии *машинного обучения, искусственного интеллекта, нейронных сетей* позволяют сблизить действия компьютера с мышлением человека и создавать не известные ранее продукты человеко-машинной интеграции.

Получение разнообразных графических изображений, выбранных и построенных по заказу пользователя для наилучшего отображения изучаемого явления, стало возможным благодаря технологиям *инфографики*, а при необходимости построения изображений в *неевклидовой метрике* для получения *картоидов*, *«мысленных» изображений, анаморфоз* как специфических средств отображения географической действительности. Технологии *мультимедиа* позволяют концентрировать и организовывать в гео- и атласных информационных системах разнообразную графическую, текстовую и звуковую информацию, характеризуя изучаемые объекты наиболее полно.

AR/VR-технологии (виртуальной и дополненной реальностей) позволяют строить трехмерные и движущиеся модели местности и осуществлять визуальные реконструкции не существующих в реальности объектов (разрушенных, исчезнувших или, наоборот, проектируемых), которые возможно наблюдать при помощи специальных аппаратных средств.

Подобные технологии имеют большие перспективы в *дистанционном обучении и дистанционном образовании*, которые имеют, однако, недостатки в области восприятия информации, качества образования, конфиденциальности, аттестации.

Распространению разнообразных геоданных и вхождению их в быденную жизнь активно способствуют технологии *мобильного Интернета и социальных сетей*.

Информационные технологии имеют обратную сторону – они достигли такого уровня, который способен изменять реального человека. Изменилась *социокультурная реальность* – пользователи начинают испытывать аномальную тягу к нездоровому виртуальному миру. Параллельно происходит *биотехнологическая эволюция*, намечаются тенденции превращения человека в *кибернетический организм (киборг)*. Для сохранения своей сущности при научно-техническом прогрессе человек не должен терять равновесие и гармонию с окружающим миром [Elkhova, 2014].

Экологические проблемы мира также усиливаются из-за развития информационных технологий; растет потребление электроэнергии, соответственно, усиливаются выбросы CO₂ и увеличивается парниковый эффект, разогреваются нижние слои атмосферы. Растет количество электронного мусора, который перерабатывается далеко не весь, а технологии добычи из него ценных компонентов несовершенны и также экологически небезопасны.

В наше время вхождение новых информационных технологий в географию и геоинформатику неизбежно, желательно, чтобы оно способствовало качеству и облегчению получения географических данных, охране окружающей среды, функционированию общества и экономики, повышению эффективности научных исследований.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено по теме государственного задания ГЗ 121051100163-3 (упорядочение всех моделей как инструментального аппарата для исследования природно-социальных комплексов) и гранту РФФИ 20-47-01001 (характеристика путей их применимости для описания сложных географических систем на примере экологического компонента).

ACKNOWLEDGMENTS

The study was carried out on the topic of the state task 121051100163-3 (ordering all models as a tool for the study of natural and social complexes) and on RSF grant 20-47-01001 (characterization of the ways of their applicability for describing integrated geographic systems using the example of the ecological component).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев А.А., Солдаткин В.И. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. М.: Изд-во МЭСИ, 1999. 196 с.
2. Андрюхина Т.Н. Дистанционное обучение в вузе. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки, 2015. № 2 (26). С. 6–10.
3. Артюхов А.А. Некоторые аспекты теории и практики организации «дистанционного обучения» при изучении географии в основной школе. Международный научно-исследовательский журнал, 2021. № 5 (107). Ч. 4. С. 49–55. DOI: 10.23670/IRJ.2021.107.5.111.
4. Бакалдин Е.Ю. Облачные технологии: неоднозначный прогноз погоды на рынке. Russian Journal of Education and Psychology. Современные исследования социальных проблем, 2013. № 6 (26). Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-neodnoznachnyy-prognoz-pogody-na-rynke> (дата обращения 26.10.2021). DOI: 10.12731/2218-7405-2013-6-7.
5. Батура Т.В., Мурзин Ф.А., Семич Д.Ф. Облачные технологии: основные модели, приложения, концепции и тенденции развития. Программные продукты и системы, 2014. № 3 (107). С. 64–72.
6. Берестова Т.Ф. Что скрывается за термином «Метаданные»? Вестник культуры и искусств, 2017. № 1 (49). С. 7–11.
7. Боброва М.В., Мастилин А.Е. Машинное обучение в кибербезопасности. Научные междисциплинарные исследования, 2021. № 2. С. 24–29.
8. Буркальцева Д.Д. Точки экономического и инновационного роста: модель организации эффективного функционирования региона. Мир (модернизация, инновации, развитие), 2017. Т. 8. № 1 (29). С. 8–30. DOI: 10.18184/2079-4665.2017.8.1.8-30.
9. Васильев А.П., Абрамов А.Х. Искусственный интеллект на основе нейронных сетей. Academy, 2018. № 5 (32). С. 15–17.
10. Власов А.И., Новиков П.В., Ривкин А.М. Особенности планирования воздушного движения с использованием синоптических карт, построенных с применением техноло-

- гии Big Data. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение», 2015. № 6. С. 46–62. DOI: 10.18698/0236-3933-2015-6-46-62.
11. Вишняков А.С., Макаров А.Е., Уткин А.В., Зажогин С.Д., Бобров А.В. Современные подходы разработки облачных сервисов хранения данных. Наука и образование сегодня, 2019. № 7 (42). С. 13–19.
12. Воронкин А.С. Социальные сети: эволюция, структура, анализ. Образовательные технологии и общество, 2014. Т. 17. № 1. С. 650–675.
13. Глухов Н.И., Волошина П.С. Исследование законодательства Российской Федерации в сфере облачных технологий. Academy, 2017. № 6 (21). Т. 2. С. 79–83.
14. Грибок М.В. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников: анализ возможностей визуализации с помощью интерактивной инфографики. ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2021. Т. 27. Ч. 2. С. 315–326. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-315-326.
15. Грибок М.В. Геолокализованные фотографии в Интернете как источник данных для географических исследований. Известия РАН. Серия географическая, 2020. Т. 84. № 3. С. 461–469. DOI: 10.31857/S2587556620030061.
16. Грибок М.В., Прохорова Е.А. Разработка анимированной инфографики как новое направление в обучении студентов-картографов. ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2020. Т. 26. Ч. 1. С. 400–409. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-400-409.
17. Гусейн-Заде С.М., Тикунов В.С. Анаморфозы: что это такое? М.: Эдиториал УРСС, 1999. 168 с.
18. Гуляева И.И., Мурадова Г.Г. Экологический след сотовых телефонов. Электронный ресурс: <https://school-science.ru/5/1/35587> (дата обращения 20.04.2022).
19. Дмитриев П. Реинкарнация CDMA. Сети/Networkworld. Открытые системы, 2003. № 16–17. Электронный ресурс: <https://www.osp.ru/nets/2003/16-17/150320> (дата обращения 07.10.2021).
20. Еремин Н.А., Степанян А.А., Столяров В.Е. Управление нефтегазовыми активами в эпоху технологий хранения и обработки больших массивов данных. Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, 2019. № 12 (557). С. 5–14. DOI: 10.33285/0132-2222-2019-12(557)-5-14.
21. Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. Пер. с англ. СПб.: Альфа-книга, 2018. 688 с.
22. Зайцев В.С. Мультимедийные технологии в образовании: современный дискурс. Челябинск: Изд-во ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2018. 30 с.
23. Зиммель Г. Избранное. Т.2. Созерцание жизни. М.: Юрист, 1996. 607 с.
24. Зыкова С. 8 предсказаний Роберта Скоубла о будущем AR/VR-технологий. Rusbase, 2017. 23 августа. Электронный ресурс: <https://rb.ru/story/ar-vr-predictions/> (дата обращения 22.10.2021).
25. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С., Заварзин А.В., Лурье И.К., Рыльский И.А., Трофимов А.М., Флейс М.Э., Яровых В.Б. Основы геоинформатики. Учебное пособие для вузов. В 2-х книгах. Книга 1. М.: Академия, 2004. 352 с.
26. Колесов В.А. Использование технологии блокчейн в учебном процессе для защиты интеллектуальной собственности. Дистанционные образовательные технологии. Материалы II Всероссийской научно-практической Интернет-конференции, 2017. С. 343–347.
27. Куликов А.С., Мавлютов А.Р., Мавлютов А.Р. Применение дополненной реальности в ГИС. Вестник науки и образования, 2019. № 2 (56). Ч. 2. С. 25–28.
28. Курбанов З.М. Облачные технологии: обзор и применение. Вестник науки и образования, 2019. № 4 (58). С. 55–60.
29. Лаптев В.В. Инфографика: основные понятия и определения. Общество. Коммуникация. Образование. Научно-технические ведомости СПбГПУ. Гуманитарные и общественные науки, 2013. № 4 (184). С. 180–187.
30. Леонов А.К. Анализ социологических данных (качественная парадигма): учеб. пособие. Благовещенск: Изд-во Амур. гос. университета, 2019. 137 с.

31. *Лободенко Л.К.* Медиаконтент Интернет-СМИ в информационно-коммуникативной системе региона. Вестник ЮУрГУ. Серия «Лингвистика», 2015. Т. 12. № 2. С. 33–38.
32. *Лурье И.К.* Основы геоинформатики. М.: Книжный дом «Университет», 2008. 424 с.
33. *Лурье С.* Технология EDGE: что это и зачем это нужно? iXBT.com, 2006. Электронный ресурс: <https://www.ixbt.com/mobile/itogi2006/edge.shtml> (дата обращения 07.10.2021).
34. *Маланов А.* 9 проблем машинного обучения. Блог Касперского, 2018. Электронный ресурс: <https://www.kaspersky.ru/blog/machine-learning-ten-challenges/21193/> (дата обращения 07.04.2022).
35. *Малыгина Ю.П.* Нейронные сети: особенности, тенденции, перспективы развития. Молодой исследователь Дона, 2018. № 5 (14). С. 79–82.
36. Математический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1988. 847 с.
37. *Мовчан В.Н., Шмаков И.А.* О влиянии базовых станций сотовой связи на экологическую ситуацию в крупном городе. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. № 5-3. С. 426–428.
38. *Морено Я.Л.* Социометрия: Экспериментальный метод и наука об обществе. М.: Академический Проект, 2004. 320 с.
39. *Мосягин А.Б.* Использование методологии Data Mining при решении задач обработки социальных данных. Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены, 2015. № 2 (126). С. 143–145.
40. *Назаренко Ю.Л.* Обзор технологии «большие данные» (Big Data) и программно-аппаратных средств, применяемых для их анализа и обработки. European science, 2017. № 9 (31). С. 25–30.
41. *Неретин Д.* Инфографика – что это: просто и с примерами. In-scale. Блог о маркетинге. Электронный ресурс: <https://in-scale.ru/blog/infografika-chto-eto/> (дата обращения 07.04.2022).
42. *Павлов К.В.* Использование неевклидовой метрики в экономико-математических и статистических исследованиях (или о формировании неевклидовой экономики и неевклидовой статистики). Россия: тенденции и перспективы развития. Математика, 2018. С. 879–881.
43. *Патаракин Е.Д.* Социальные сервисы Веб 2.0 в помощь учителю: уч.-метод. пос. 2-е изд. М.: Интуит.ру, 2007. 64 с.
44. *Петти Ж.-П.* О чем размышляют роботы? М.: Мир, 1987. 79 с.
45. *Пешкова И.* Роботы: что это такое и какими они бывают. Rusbases, 2020. Электронный ресурс: <https://rb.ru/story/robotics-dictionary/> (дата обращения 07.10.2021).
46. *Полемаева Н.Г.* Классификация систем машинного обучения. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические науки, 2020. № 1. С. 5–22.
47. *Попов Е.П., Медведев В.С.* Роботы и ЭВМ. М.: Знание, 1985. 63 с.
48. *Пьянников М.М.* К вопросу о понятиях «дистанционное обучение» и «дистанционное образование». Гуманитарный вектор, 2010. № 1. С. 41–45.
49. *Русеев С.* WAP. Технология и приложения. Наиболее полное руководство. СПб.: БХВ-Петербург, 2001. 432 с.
50. *Рыльский И.А., Маркова О.И., Еремченко Е.Н., Панин А.Н.* Аспекты улучшения производительности труда при использовании БПЛА, оптимизированных для высокоточного картографирования. Современные инновации, 2020. № 2 (36). С. 52–55.
51. *Садыгова Т.С.* Социально-психологические функции социальных сетей. Вектор науки ТГУ, 2012. № 3 (10). С. 192–194.
52. *Сергеев П.В.* Опыт виртуальной реконструкции и компьютерной анимации утраченных храмов-памятников. Architecture and Modern Information Technologies, 2013. № 4 (25). 26 с. Электронный ресурс: <https://marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/sergeev/abstract.php> (дата обращения 22.10.2021).
53. *Симакова С.И., Енбаева А.П.* Интерактивная инфографика в типологии инфографического контента. Знак: проблемное поле медиаобразования, 2018. № 1 (27). С. 129–136.
54. *Смирнов А.В.* Что такое мультимедиа? Наука и школа, 2006. № 4. С. 54–56.

55. *Тахиров Б.Н.* Понятие виртуальной реальности. Наука, образование и культура, 2020. № 8 (52). С. 12–14.
56. *Тикунов В.С.* Исследования по искусственному интеллекту и экспертные системы в географии. Вестник Московского университета. Сер. геогр., 1989. № 6. С. 3–9.
57. *Трушко Е.Г., Шпаковский Ю.Ф.* Инфографика как современный способ представления информации. Труды БГТУ. Серия 4: Принт- и медиатехнологии, 2017. № 1. С. 111–117.
58. *Федотова В.В., Емельянов Б.Г., Тиннер Л.М.* Понятие блокчейн и возможности его использования. European science, 2018. № 1 (33). С. 40–48.
59. *Черешня О.Ю.* Экологическая нагрузка от использования технологии блокчейн и майнинга криптовалют в России. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф., 2021. Т. 27. Ч. 1. С. 238–248. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-1-27-238-248.
60. *Черкасов Д.Ю., Иванов В.В.* Машинное обучение. Наука, техника и образование, 2018. № 5 (46). С. 85–87.
61. *Черкасов К.В., Чистякова Н.С., Чернов В.В.* (1). Применение дополненной реальности в образовании. Проблемы педагогики, 2017. № 1 (24). С. 40–41.
62. *Черкасов К.В., Чистякова Н.С., Чернов В.В.* (2). Спорные вопросы дистанционного образования. Проблемы педагогики, 2017. № 1 (24). С. 41–42.
63. *Чернышева А.В., Бойченко Т.А., Резниченко Г.А.* Виртуальная реальность в науке и технике. Гуманитарный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. № 8 (34). 8 с. DOI: 10.18698/2306-8477-2015-8-282. Электронный ресурс: <http://www.hmbul.ru/catalog/hum/phil/282.html> (дата обращения 22.10.2021).
64. *Шереметьева Т.Л.* Мобильные ресурсы интернета. Минск: Харвест, 2003. 208 с.
65. *Эйриян Г.Н.* Беспилотники: взгляд с позиции земельного законодательства. Lex russica, 2020. Т. 73. № 10. С. 63–72. DOI: 10.17803/1729-5920.2020.167.10.063-072.
66. Экспертные системы. Принципы работы и примеры. М.: Радио и связь, 1987. 224 с.
67. *Яблоков В.М., Тикунов В.С.* Атласные информационные системы для устойчивого развития территорий. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф., 2016. Т. 22. Ч. 1. С. 13–33. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-13-33.
68. *Яворник А., Мардер Б., Уорлон Л., Миццетти М.* «Я не я»: чем опасна дополненная реальность. Harvard Business Review Russia. Электронный ресурс: <https://hbr-russia.ru/innovatsii/issledovaniya/ya-ne-ya-chem-opasna-dopolnennaya-realnost/> (дата обращения 22.04.2022).
69. *Azuma R.T.* A Survey of Augmented Reality. Teleoperators and Virtual Environments 6, 1997. No. 4. P. 355–385.
70. *Barnes J.A.* Class and committees in a Norwegian Island Parish. Human Relations, 1954. V. 7. P. 39–58.
71. *Elkhova O.I.* Cyborg as a result the process of human evolution. Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета, 2014. Т. 18. № 5 (66). С. 118–121.
72. *Hinton G.E., Osindero S., Teh Y.-Wh.* A FastLearningAlgorithm for Deep Belief Nets. Neural Computation, 2006. No. 18. P. 1527–1554.
73. *Kumar A., Sangwan S.R., Nayyar A.* Multimedia Social Big Data: Mining. Multimedia Big Data Computing for IoT Applications. Concepts, Paradigms and Solutions. Intelligent Systems Reference Library (ISRL). V. 163. Singapore: Springer, 2020. P. 289–321. DOI: 10.1007/978-981-13-8759-3_11.
74. *Mell P., Grance T.* The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, 2011. 7 p. Web resource: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> (accessed 27.10.2021).
75. *Newsom D., Haynes J.* Public Relations Writing: Form & Style. Cengage Learning, 2010. 448 p.
76. *Preimesberger Ch.* Hadoop, Yahoo, “Big Data” Brighten BI Future. EWeek, 2011. 15 August. P. 1–6. Web resource: <https://www.eweek.com/c/a/Data-Storage/TBA-Hadoop-Yahoo-Big-Data-Brightens-BI-Future-254079/> (accessed 12.10.2021).
77. *Rule T.A.* Airspace in an age of drones. Boston University Law Abstract, 2015. V. 95. P. 155–208.

REFERENCES

1. *Andreev A.A., Soldatkin V.I.* Distance learning: essence, technology, organization. Moscow: Publishing House of the Moscow University of Economics, Statistics and Informatics, 1999. 196 p.
2. *Andryukhina T.N.* Distance learning at university. *Vestnik of Samara State Technical University. Series: Psychological and Pedagogical Sciences*, 2015. No. 2 (26). P. 6–10 (in Russian, abs English).
3. *Artiukhov A.A.* On some aspects of the theory and practice of organizing distance learning in primary school geography lessons. *International Research Journal*, 2021. No. 5 (107). Part 4. P. 49–55. DOI: 10.23670/IRJ.2021.107.5.111 (in Russian, abs English).
4. *Azuma R.T.* A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments* 6, 1997. No. 4. P. 355–385.
5. *Bakaldin E.Yu.* Cloud computing: an ambiguous weather forecast in the market. *Russian Journal of Education and Psychology. Modern Research of Social Problems*, 2013. No. 6 (26). Web resource: <https://cyberleninka.ru/article/n/oblachnye-tehnologii-neodnoznachnyy-prognoz-pogody-na-rynke> (accessed 26.10.2021). DOI: 10.12731/2218-7405-2013-6-7 (in Russian, abs English).
6. *Barnes J.A.* Class and committees in a Norwegian Island Parish. *Human Relations*, 1954. V. 7. P. 39–58.
7. *Batura T.V., Murzin F.A., Semich D.F.* Cloud technologies: basic models, applications, concepts and development tendencies. *Software & Systems*, 2014. No. 3 (107). P. 64–72 (in Russian, abs English).
8. *Berestova T.F.* What is hidden behind the “metadata” term? *Culture and Arts Herald*, 2017. No. 1 (49). P. 7–11 (in Russian, abs English).
9. *Bobrova M.V., Mastilin A.E.* Machine learning in cybersecurity. *Scientific Interdisciplinary Research*, 2021. No. 2. P. 24–29 (in Russian, abs English).
10. *Burkaltseva D.D.* Points of Economic and Innovative Growth: A Model for Organizing the Effective Functioning of the Region. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2017. V. 8. No. 1. P. 8–30. DOI: 10.18184/2079-4665.2017.8.1.8-30 (in Russian, abs English).
11. *Chereshnia O.Yu.* Environmental load from use of blockchain technology and cryptocurrency mining in Russia. *InterCarto. InterGIS. Proceedings of International Conference*, 2021. V. 27. Part 1. P. 238–248. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-1-27-238-248.
12. *Cherkasov D.Yu., Ivanov V.V.* Machine learning. *Science, technology and education*, 2018. No. 5 (46). P. 85–87 (in Russian, abs English).
13. *Cherkasov K.V., Chistyakova N.S., Chernov V.V.* Application of augmented reality in education. *Problems of pedagogy*, 2017. No. 1 (24). P. 40–41 (in Russian).
14. *Cherkasov K.V., Chistyakova N.S., Chernov V.V.* Controversial issues of distance education. *Problems of pedagogy*, 2017. No. 1 (24). P. 41–42 (in Russian).
15. *Chernysheva A.V., Boychenko T.A., Reznichenko G.A.* Virtual reality in science and technology. *Humanities Bulletin of BMSTU*, 2015. No. 8 (34). 8 p. DOI: 10.18698/2306-8477-2015-8-282. Web resource: <http://www.hmbul.ru/catalog/hum/phil/282.html> (accessed 22.10.2021) (in Russian, abs English).
16. *Dmitriev P.* Reincarnation of CDMA. *Networks/Networkworld. Open Systems*, 2003. No. 16–17. Web resource: <https://www.osp.ru/nets/2003/16-17/150320> (accessed 07.10.2021) (in Russian).
17. *Eiriyan G.N.* Drones: A View in the Context of Land Legislation. *Lex russica*, 2020. V. 73. No. 10. P. 63–72. DOI: 10.17803/1729-5920.2020.167.10.063-072 (in Russian, abs English).
18. *Elkhova O.I.* Cyborg as a result the process of human evolution. *Herald of USATU*, 2014. V. 18. No. 5 (66). P. 118–121 (in English).
19. *Eremin N.A., Stepanyan A.A., Stolyarov V.E.* Oil and gas asset management in the era of storage and processing technologies for big amounts of data. *Automation, Telemechanization and Communication in the Oil Industry*, 2019. No. 12 (557). P. 5–14. DOI: 10.33285/0132-2222-2019-12(557)-5-14 (in Russian).

20. Expert systems. Operating principles and examples. Moscow: Radio and Communication, 1987. 224 p. (in Russian).
21. *Fedotova V.V., Emelyanov B.G., Tipner L.M.* The concept of blockchain and the possibility of using it. *European science*, 2018. No. 1 (33). P. 40–48 (in Russian, abs English).
22. *Geron O.* Applied Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems. Translation from English. St. Petersburg: Alpha book, 2018. 688 p. (in Russian).
23. *Glukhov N.I., Voloshina P.S.* Research of the legislation of the Russian Federation in the field of cloud technologies. *Academy*, 2017. No. 6 (21). V. 2. P. 79–83 (in Russian).
24. *Gribok M.V.* Air pollution from stationary sources: analysis of visualization capabilities using interactive infographics. *InterCarto. InterGIS. Proceedings of International Conference*, 2021. V. 27. Part. 2. P. 315–326. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-315-326 (in Russian, abs English).
25. *Gribok M.V.* Geotagged Photos on the Internet as a Data Source for Geographic Research. *Izvestia RAN. Seriya Geograficheskaya (Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series)*, 2020. V. 84. No. 3. P. 461–469. DOI: 10.31857/S2587556620030061 (in Russian, abs English).
26. *Gribok M.V., Prokhorova E.A.* Development of animated infographics as a new direction in the training of students-cartographers. *InterCarto. InterGIS. Proceedings of International Conference*, 2020. V. 26. Part 1. P. 400–409. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-400-409 (in Russian, abs English).
27. *Gulyaeva I.I., Muradova G.G.* Ecological footprint of cell phones. Web resource: <https://school-science.ru/5/1/35587> (accessed 20.04.2022) (in Russian).
28. *Hinton G.E., Osindero S., Teh Y.-Wh.* A Fast-Learning Algorithm for Deep Belief Nets. *Neural Computation*, 2006. No. 18. P. 1527–1554.
29. *Huseyn-Zade S.M., Tikunov V.S.* Anamorphoses: what is it? Moscow: Editorial URSS, 1999. 168 p. (in Russian).
30. *Javornik A., Marder B., Warlop L., Mizzetti M.* “I am not me”: why augmented reality is dangerous. *Harvard Business Review Russia*. Web resource: <https://hbr-russia.ru/innovatsii/issledovaniya/ya-ne-ya-chem-opasna-dopolnennaya-realnost/> (accessed 04.22.2022) (in Russian).
31. *Kapralov E.G., Koshkarev A.V., Tikunov V.S., Zavarzin A.V., Lurie I.K., Rylsky I.A., Trofimov A.M., Fleis M.E., Yarovykh V.B.* Fundamentals of Geoinformatics. Textbook for universities. In 2 books. Book 1. Moscow: Academy, 2004. 352 p. (in Russian).
32. *Kolesov V.A.* Using blockchain technology in the educational process to protect intellectual property. *Distance educational technologies. Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Internet Conference*, 2017. P. 343–347 (in Russian).
33. *Kulikov A.S., Mavlyutov A.R., Mavlyutov A.R.* Application of augmented reality in GIS. *Herald of Science and Education*, 2019. No. 2 (56). Part. 2. P. 25–28 (in Russian, abs English).
34. *Kumar A., Sangwan S.R., Nayyar A.* Multimedia Social Big Data: Mining. *Multimedia Big Data Computing for IoT Applications. Concepts, Paradigms and Solutions. Intelligent Systems Reference Library (ISRL)*. V. 163. Singapore: Springer, 2020. P. 289–321. DOI: 10.1007/978-981-13-8759-3_11.
35. *Kurbanov Z.M.* Cloud technologies: overview and application. *Herald of Science and Education*, 2019. No. 4 (58). P. 55–60 (in Russian, abs English).
36. *Laptev V.V.* Infographics: basic concepts and definitions. *Society. Communication. Education. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Humanities and Social Sciences*, 2013. No. 4 (184). P. 180–187 (in Russian, abs English).
37. *Leonov A.K.* Analysis of Sociological Data (Qualitative Paradigm): Textbook. Blagoveshchensk: Publishing House of the Amur State University, 2019. 137 p. (in Russian).
38. *Lobodenko L.K.* Online media content in the information-communication system of the region. *Bulletin of the South Ural State University. Series Linguistics*, 2015. V. 12. No. 2. P. 33–38 (in Russian, abs English).

39. *Lurie I.K.* Fundamentals of Geoinformatics. Moscow: KDU, 2008. 424 p. (in Russian).
40. *Lurie S.* EDGE technology: what is it and why is it needed? iXBT.com, 2006. Web resource: <https://www.ixbt.com/mobile/itogi2006/edge.shtml> (accessed 07.10.2021) (in Russian).
41. *Malanov A.* 9 problems of machine learning. Kaspersky Blog, 2018. Web resource: <https://www.kaspersky.ru/blog/machine-learning-ten-challenges/21193/> (accessed 04.07.2022) (in Russian).
42. *Malygina Yu.P.* Neural networks: features, trends, development prospects. Young explorer of Don, 2018. No. 5 (14). P. 79–82 (in Russian, abs English).
43. Mathematical encyclopedic dictionary. Moscow: Soviet encyclopedia, 1988. 847 p. (in Russian).
44. *Mell P., Grance T.* The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, 2011. 7 p. Web resource: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> (accessed 27.10.2021).
45. *Moreno J.L.* Sociometry: An Experimental Method and the Science about Society. Moscow: Academic Project, 2004. 320 p. (in Russian).
46. *Mosyagin A.B.* Using the Data Mining methodology when solving problems of processing social data. Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes Journal (Public Opinion Monitoring), 2015. No. 2 (126). P. 143–145 (in Russian).
47. *Movchan V.N., Shmakov I.A.* On the impact of cellular base stations on the ecological situation in a large city. International Journal of Applied and Basic Research, 2016. No. 5-3. P. 426–428 (in Russian).
48. *Nazarenko Yu.L.* Technology review “Big Data” and software facilities applicable for it analysis and processing. European science, 2017. No. 9 (31). P. 25–30 (in Russian, abs English).
49. *Newsom D., Haynes J.* Public Relations Writing: Form & Style. Cengage Learning, 2010. 448 p.
50. *Neretin D.* Infographics – what is it: simple and with examples. In-scale. Blog about marketing. Web resource: <https://in-scale.ru/blog/infografika-chto-eto/> (accessed 04.07.2022).
51. *Patarakin E.D.* Social services Web 2.0 to help the teacher: teaching aid, 2nd ed. Moscow: Intuit.ru, 2007. 64 p. (in Russian).
52. *Pavlov K.V.* The use of non-Euclidean metrics in economic, mathematical and statistical research (or on the formation of non-Euclidean economics and non-Euclidean statistics). Russia: trends and development prospects. Mathematics, 2018. P. 879–881 (in Russian).
53. *Peshkova I.* Robots: what they are and what they are. Rusbase, 2020. Web resource: <https://rb.ru/story/robotics-dictionary/> (accessed 07.10.2021) (in Russian).
54. *Petit J.-P.* What are the robots thinking about? Moscow: Mir, 1987. 79 p. (in Russian).
55. *Poletaeva N.G.* Classification of machine learning systems. IKBFU’s Vestnik. Physics, mathematics, and technology, 2020. No. 1. P. 5–22 (in Russian).
56. *Popov E.P., Medvedev V.S.* Robots and computers. Moscow: Znanie, 1985. 63 p. (in Russian).
57. *Preimesberger Ch.* Hadoop, Yahoo, “Big Data” Brighten BI Future. EWeek, 2011. 15 August. P. 1–6. Web resource: <https://www.eweek.com/c/a/Data-Storage/TBA-Hadoop-Yahoo-Big-Data-Brightens-BI-Future-254079/> (accessed 12.10.2021).
58. *Pyannikov M.M.* On the question of the concepts of “distance learning” and “distance education”. Humanitarian Vector, 2010. No. 1. P. 41–45 (in Russian, abs English).
59. *Rule T.A.* Airspace in an age of drones. Boston University Law Abstract, 2015. V. 95. P. 155–208.
60. *Ruseev S.* WAP. Technology and applications. The most complete guide. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2001. 432 p. (in Russian).
61. *Rylsky I.A., Markova O.I., Eremchenko E.N., Panin A.N.* Aspects of improving labor productivity when using UAVs optimized for high-precision mapping. Modern innovations, 2020. No. 2 (36). P. 52–55 (in Russian).
62. *Sadigova T.S.* Social and psychological function of social networks. Science Vector of Togliatti State University, 2012. No. 3 (10). P. 192–194 (in Russian, abs English).

63. *Sergeev P.V.* Experience of virtual reconstruction and computer animation of the lost temples-monuments. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2013. No. 4 (25). 26 p. Web resource: <https://marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/sergeev/abstract.php> (accessed 22.10.2021) (in Russian, abs English).
 64. *Sheremetyeva T.L.* Mobile Internet resources. Minsk: Harvest, 2003. 208 p. (in Russian).
 65. *Simakova S.I., Enbayeva A.P.* Interactive infographic in the typology of the infographic content. *Sign: the problem field of media education*, 2018. No. 1 (27). P. 129–136 (in Russian, abs English).
 66. *Simmel G.* Favorites. V. 2. Contemplation of life. Moscow: Jurist, 1996. 607 p. (in Russian).
 67. *Smirnov A.V.* What is multimedia? *Science and School*, 2006. No. 4. P. 54–56 (in Russian).
 68. *Takhirov B.N.* Virtual reality concept. *Science, Education and Culture*, 2020. No. 8 (52). P. 12–14 (in Russian).
 69. *Tikunov V.S.* Research in artificial intelligence and expert systems in geography. *Moscow University Bulletin. Series 5, Geography*, 1989. No. 6. P. 3–9 (in Russian).
 70. *Trushko E.G., Shpakovsky Yu.F.* Infographics as a modern way of information presentation. *Proceedings of BSTU. Series 4: Print and Media Technologies*, 2017. No. 1. P. 111–117 (in Russian, abs English).
 71. *Vasiliev A.P., Abramov A.Kh.* Artificial intelligence based on neural networks. *Academy*, 2018. No. 5 (32). P. 15–17 (in Russian).
 72. *Vlasov A.I., Novikov P.V., Rivkin A.M.* Features of planning air traffic using weather maps constructed with application of the Big Data technologies. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series Instrument Engineering*, 2015. No. 6. P. 46–62. DOI: 10.18698/0236-3933-2015-6-46-62 (in Russian, abs English).
 73. *Vishnyakov A.S., Makarov A.E., Utkin A.V., Zazhogin S.D., Bobrov A.V.* Modern approaches to the development of cloud storage services. *Science and Education Today*, 2019. No. 7 (42). P. 13–19 (in Russian).
 74. *Voronkin A.S.* Social networks: evolution, structure, analysis. *Educational Technology and Society*, 2014. V. 17. No. 1. P. 650–675 (in Russian).
 75. *Yablokov V.M., Tikunov V.S.* Atlas information systems for sustainable development of territories. *InterCarto. InterGIS. Proceedings of International Conference*, 2016. V. 22. Part 1. P. 13–33. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-13-33 (in Russian, abs English).
 76. *Zaitsev V.S.* Multimedia technologies in education: modern discourse. Chelyabinsk: Publishing House of CJSC “A. Miller Library”, 2018. 30 p. (in Russian).
 77. *Zykova S.* 8 predictions by Robert Skoubl about the future of AR/VR technology. *Rusbase*, 2017. 23 August. Web resource: <https://rb.ru/story/ar-vr-predictions/> (accessed 10.22.2021) (in Russian).
-