

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/46_2019

УДК 004:553.98

Карнаухов А.М.Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский нефтяной геологоразведочный институт» (АО «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, ins@vnigri.ru

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ «ЦИФРОВОГО РЫВКА» В ГЕОЛОГОРАЗВЕДКЕ

В современных условиях усложняющихся геологоразведочных работ на нефть и газ эффективность решения задач будет определяться, в первую очередь, возможностями новых технологий на всех их этапах и стадиях. Новые технологии базируются как на объеме накопленных знаний и информации, способах их обработки, так и на применении принципиально новых решений, определяемых теоретическими разработками и практическими исследованиями.

Роль цифровизации для сохранения и обработки геолого-геофизической информации, полученной в разные периоды времени, с применением существенно отличающихся регистрирующей аппаратуры и технологий, а также для подтверждения результатов будет все время возрастать. Особенно это актуально при неизбежности внедрения искусственного интеллекта в геологоразведочные процессы, автоматизированную обработку больших массивов данных, в первую очередь, геофизических, а применительно к нефти и газу – сейсморазведочных, с возможностью принятия на основе их обработки бизнес-решений.

Рассмотрены пути достижения наиболее оптимального результата геологоразведочных работ за счет внедрения цифровых технологий: Big Data, искусственного интеллекта и IoT технологий; корпоративных информационные систем; иммерсивного обучения; платформенного подхода.

***Ключевые слова:** цифровые технологии в геологоразведке, Big Data, искусственный интеллект, корпоративная информационная система.*

Преобладающей точкой зрения на современном этапе проведения геологоразведочных работ (ГРР) на нефть и газ является мнение о том, что эффективность развития нефтегазового комплекса России, повышение его конкурентоспособности на мировом рынке должны базироваться на все возрастающей активизации научной деятельности, подготовке современных высококвалифицированных специалистов, использующих современные возможности накопления, систематизации, анализа, ускоренной обработки информации, позволяющих принимать в короткие сроки управленческие решения с минимизацией рисков на базе цифровых технологий [Прищепа, 2017а].

Наиболее быстрый эффект для нефтегазовой отрасли, безусловно, может быть получен при внедрении цифровизации, а на ее основе использования искусственного интеллекта непосредственно в процессах управления разработкой залежей углеводородов (УВ), построения и использования постоянно действующих моделей (гидродинамических, геологических и др.). На этом фоне эффект от исследований, направленных на создание

заделов будущего освоения путем существенного повышения качества теоретических разработок и прикладных исследований на этапах ГРП на УВ [Прищепа, 2017б], которые должны обеспечить более уверенный прогноз всех параметров (развития нефтегазоносных толщ, литологии, свойств коллекторов, условий и критериев нефтегазоносности, фазового состава и пр.), влияющих не только на возможность выявления залежей углеводородов, но и на прогноз и оценку целой группы параметров, определяющих будущий характер эксплуатации и экономические показатели будущих проектов, часто остается недооцененным и не связывается с непосредственными успехами или провалами нефтегазовой промышленности.

Основной эффект, который может быть получен от цифровизации в геологоразведке, заключается в возможности накопления, сохранения и оперативной обработке больших массивов данных, приводящих к снижению временных потерь, себестоимости работ, оперативности принятия управленческих решений и росту производительности труда специалистов (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма факторов повышения эффективности геологоразведки

Основные геолого-технологические вызовы современной геологоразведки и нефтегазовой геологии сформулированы следующим образом [Конторович, 2018]:

1. Смена парадигмы поиска и освоения традиционных скоплений нефти и газа на нестандартные и нетрадиционные.

- неприменимость стандартных подходов к геологическому моделированию;

- необходимость использования результатов настройки образов по большим массивам ретроспективной информации;

- невозможность выявить перспективные участки без привлечения данных геофизических исследований и бурения на обширной прилегающей территории.

2. Усложнение геологического строения разведываемых и разрабатываемых месторождений нефти и газа.

- решение нестандартных задач как на этапах поисков, так и освоения;
- необходимость адаптации применяемых технологий по ходу разведки месторождений и получения новой информации.

Эффективного ведения ГРП можно достичь глубокой трансформацией основных бизнес-процессов при внедрении инновационных технологий (рис. 2) и устранении ограничивающих факторов (рис. 3).

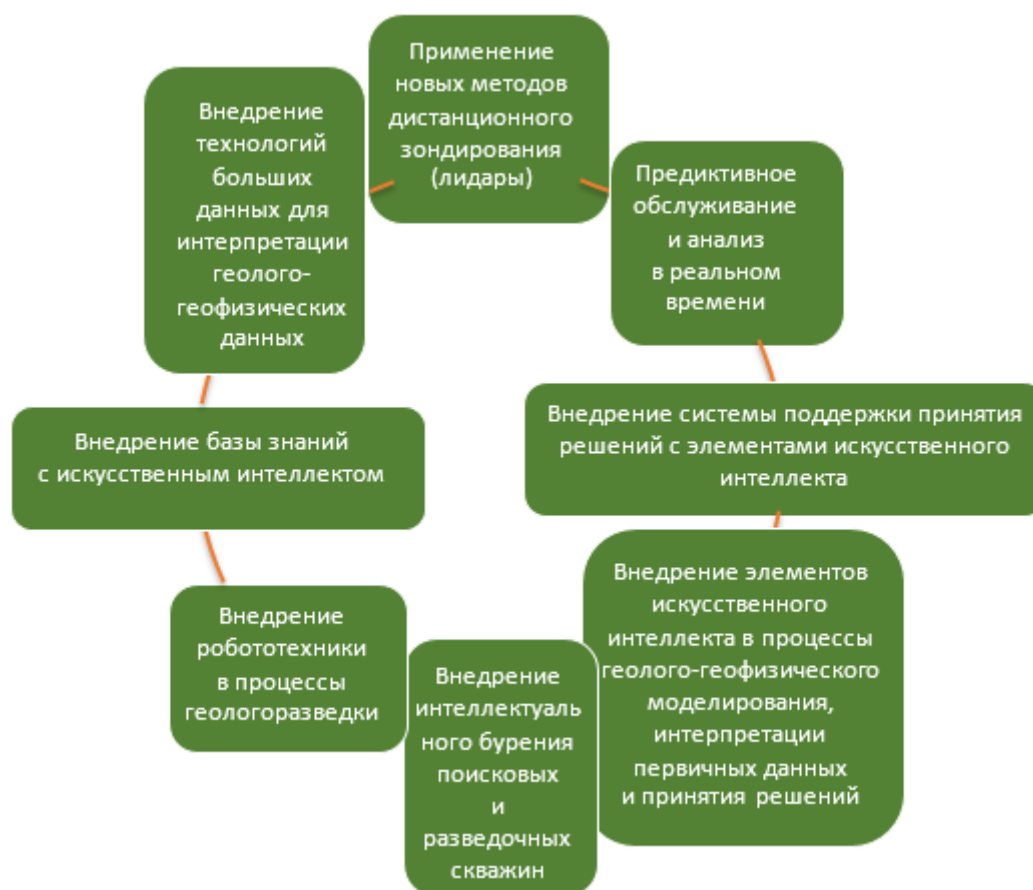


Рис. 2. Схема инновационных технологий геологоразведки

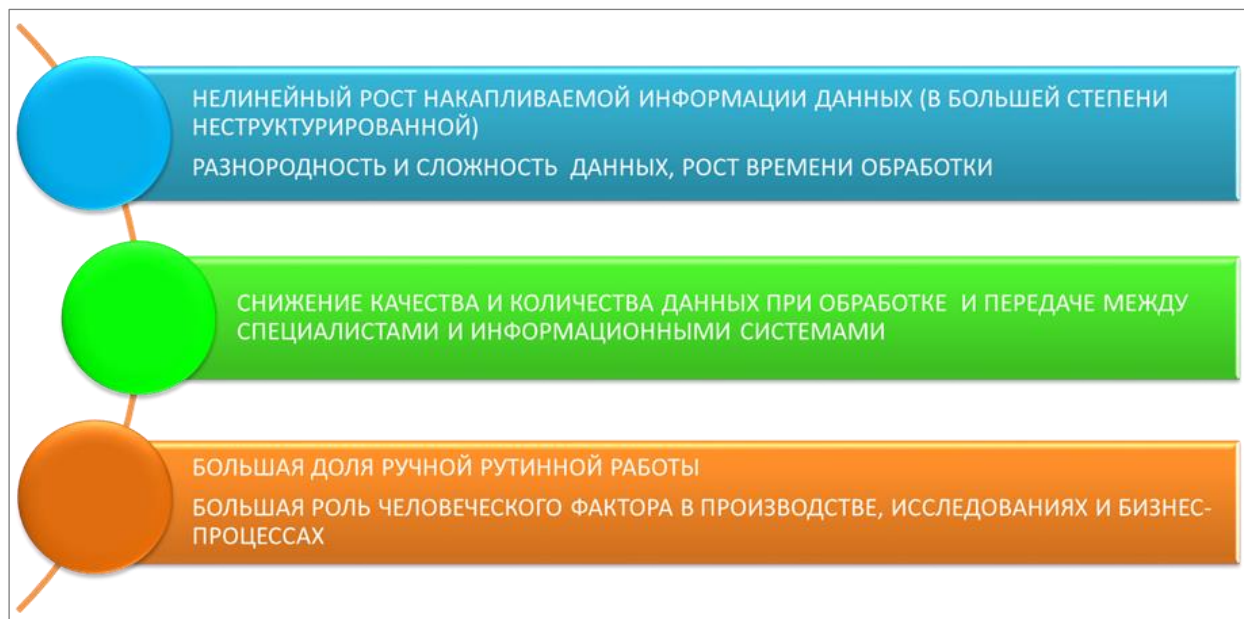


Рис. 3. Схема факторов ограничения эффективности геологоразведки

Разработка и внедрение инновационных технологий в организациях (в том числе и нефтегазовой отрасли) неразрывно связаны с эффективностью системы научных исследований, уровнем подготовки специалистов и процессами их цифровизации (рис. 4-6).

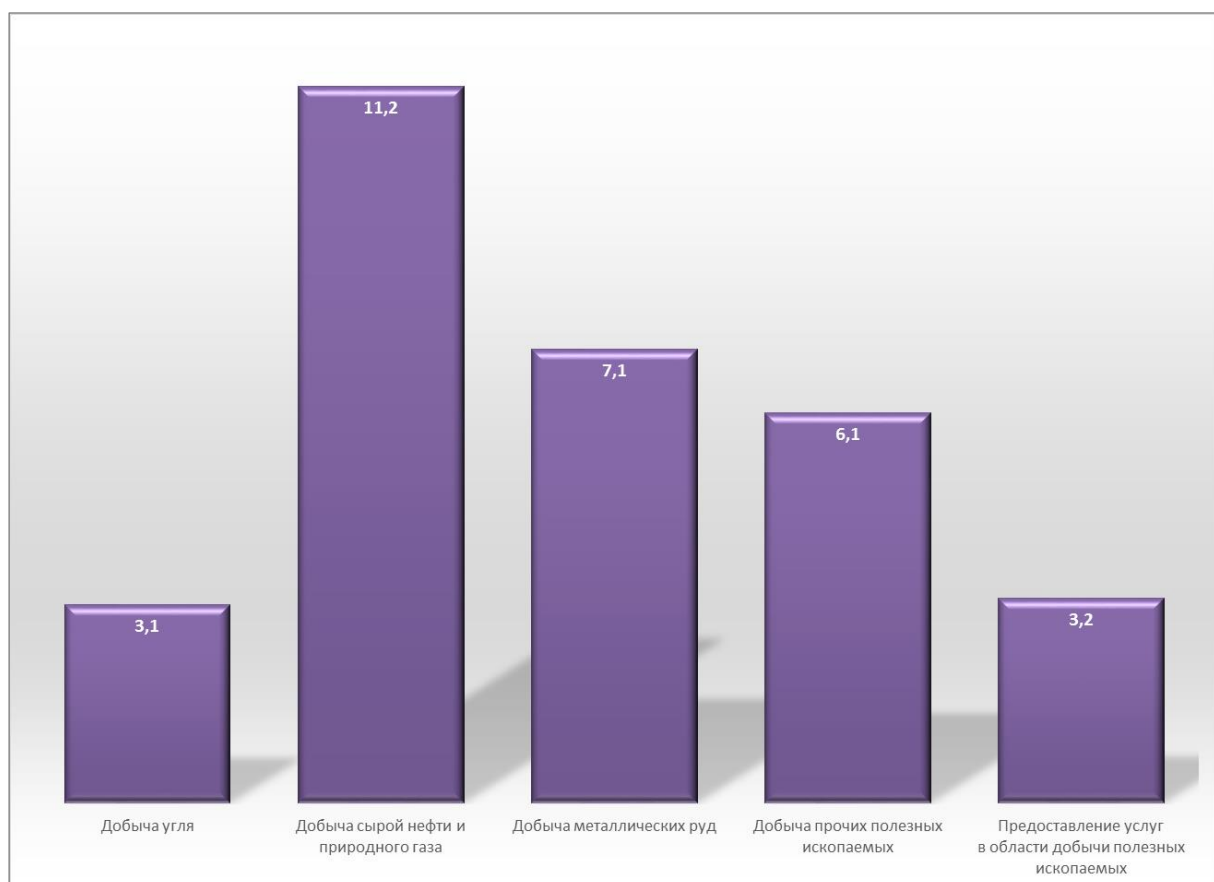


Рис. 4. Диаграмма совокупного уровня инновационной активности научных организаций (в процентах от общего числа научных организаций) [Индикаторы цифровой экономики, 2019]

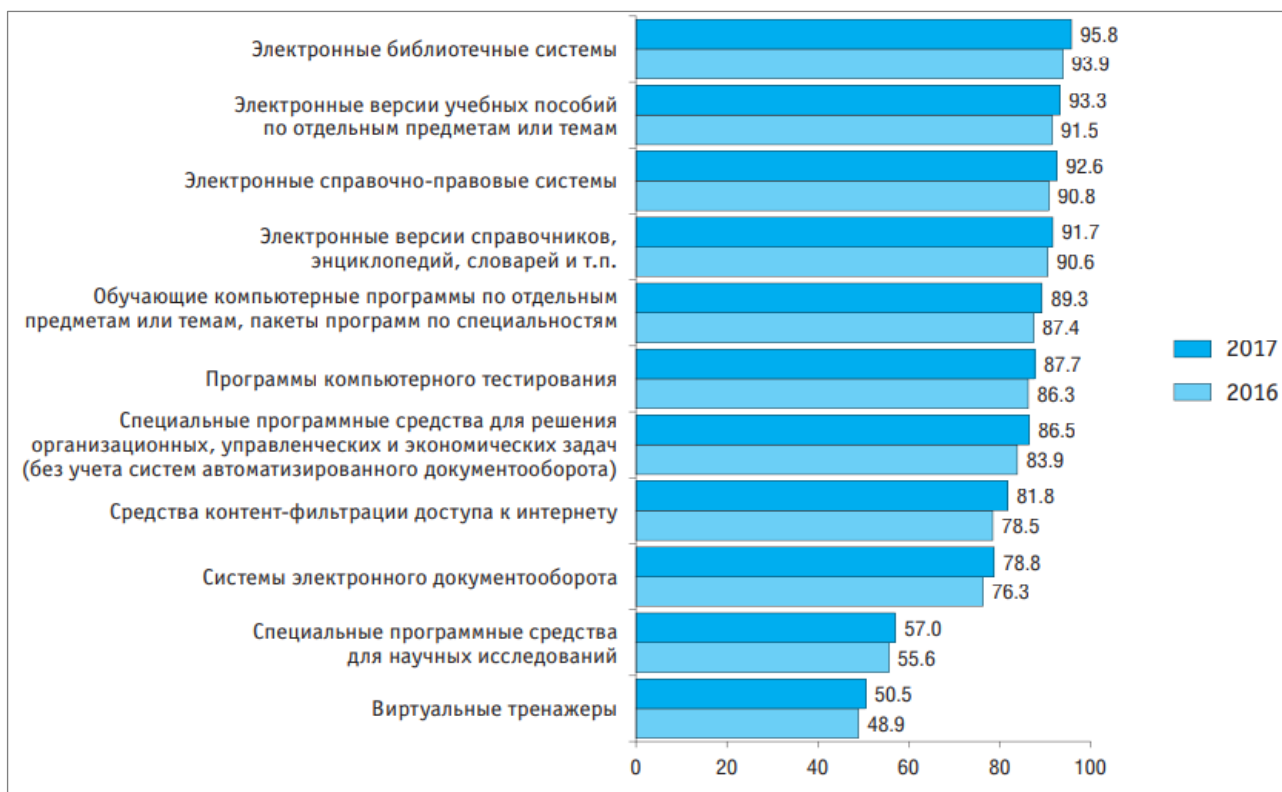


Рис. 5. Диаграмма использования программных средств в образовательных организациях высшего образования (в процентах от общего числа образовательных организаций высшего образования; на конец года) [Индикаторы цифровой экономики, 2019]

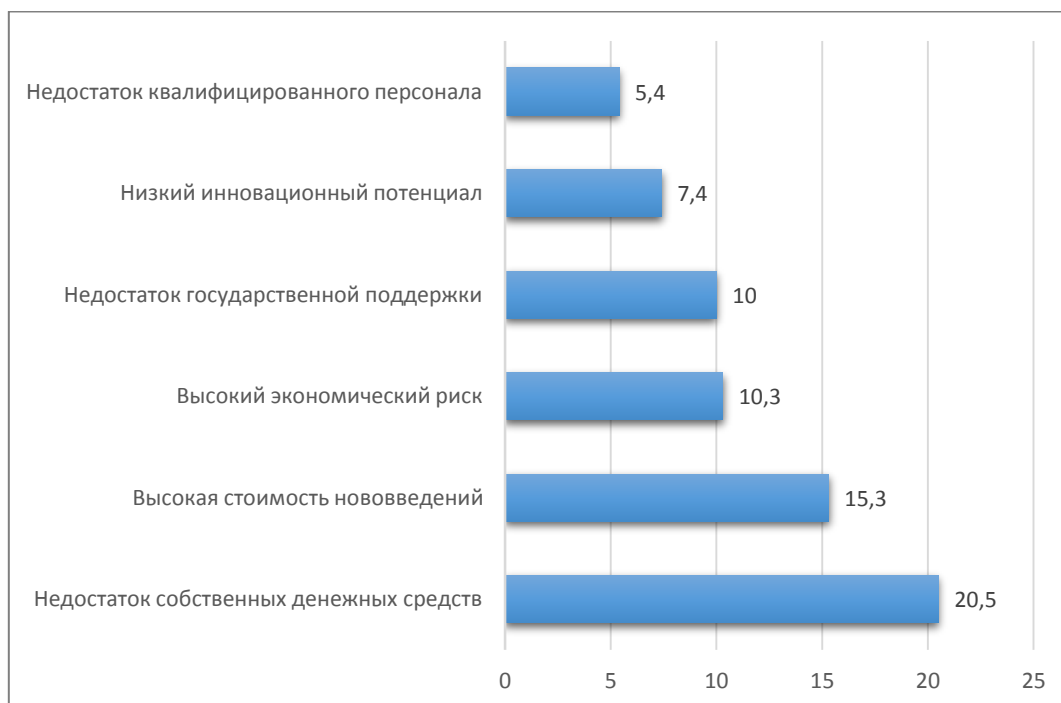


Рис. 6. Диаграмма основных факторов, препятствующих инновациям (в процентах от общего числа научных организаций) [Индикаторы цифровой экономики, 2019]

Цифровизация геологоразведочного процесса – это не только переход с аналоговой формы информации на цифровую, а прежде всего внедрение цифровой автоматической

регистрации первичных (полевых) данных, их онлайн передача в обрабатывающие центры с возможностью автоматизированного управления, в том числе путем корректировки систем наблюдений, применяемой техники текущих полевых работ с целью достижения наиболее оптимального результата. Такой процесс может изменить парадигму проведения ГРП, применяемую сегодня в России.

Так, например, сегодня при выполнении сейсморазведочных работ по заказу компаний недропользователей в вертикально-интегрированных компаниях часто используется типовое техническое задание, базирующееся на опыте предыдущих исследований, но никак не учитывающее индивидуальные особенности площади исследования или объектов внимания. Применение предусмотренной техническим заданием технологии и схемы размещения пунктов регистрации данных является неотъемлемой частью выполнения договора, особенно, если это связано с конкурсными процедурами выявления подрядчика. Небольшие изменения технологий обычно возможны, только если предусмотрено проведение этапа опытных работ. Основная же масса исследований выполняется по заранее предусмотренному плану. На следующем этапе ведется полевая обработка данных, поступающих затем на камеральную обработку. Традиционно с учетом географических условий России полевые и камеральные работы проводятся в разные сезоны. И, соответственно, результаты интерпретации поступают в компанию после завершения всех видов полевых исследований и часто с большим разрывом во времени. Полевые работы, обработка и интерпретация производятся разными компаниями и группами, что ведет к потере информации и прочим особенностям, связанным с системами наблюдений, обработкой и интерпретацией данных, индивидуальными особенностями специалистов.

Приведенный пример свидетельствует о том, что при автоматизации поступления цифровой информации, обработке данных в онлайн режиме и возможности внесения корректировок в системы наблюдения и в ее сети может быть достигнут наилучший результат последовательной оптимизации и настройки уже непосредственно в условиях получения первичных данных. Качественный рывок может быть сделан даже при достаточно простой схеме организации параллельного выполнения работ двумя полевыми группами с независимой настройкой и корректировкой отдельных независимых сетей и онлайн сравнения результатов. При соответствующем увеличении групп будет повышаться качество результата. Безусловно, такая схема приведет к незначительному увеличению затрат на этапе настройки наблюдательной сети, но и существенно повысит эффективность работ, сократит время получения значимого результата и возможности принятия решений.

Основные сдерживающие факторы «цифрового рывка» представлены на рис. 7.



Рис. 7. Схема основных сдерживающих факторов «цифрового рывка»

Цифровизация предполагает инновационное научно-обоснованное развитие техники, применяемых технологий, организационных структур, организации производственных и сервисных работ, а также эффективных управленческих решений и бизнес-моделей на основе прорывных цифровых технологий [Цифровая экономика РФ, 2017]: большие данные; нейротехнологии и искусственный интеллект; системы распределенного реестра; квантовые технологии; новые производственные технологии; промышленный интернет; компоненты робототехники и сенсорики; технологии беспроводной связи; технологии виртуальной и дополненной реальностей.

Компании-лидеры нефтегазовой отрасли уже активно прорабатывают различные варианты цифровизации: Интеллектуальное рабочее место геолога; Цифровой керн; Машинное обучение в интерпретации керна; Машинное обучение в интерпретации ГИС; Машинное обучение прогнозирования литологии; Виртуальная лаборатория экспериментов; Когнитивные инструменты геологического анализа; Экспертная система верификации данных; Экспертная система поиска пропущенных интервалов; Экспертная система планирования исследований; Цифровой двойник сейсморазведочных данных и многие другие.

Актуальными тенденциями цифровизации исследовательской деятельности в ГРП и при подготовке специалистов являются:

- Big Data, искусственный интеллект и IoT технологии;
- автоматизация организационно-технических бизнес-процессов;
- иммерсивное обучение специалистов;

- платформенный подход.

Одной из важнейших и актуальных задач для получения важной информации за счет повторной обработки сейсморазведочных данных прошлых лет и применения более совершенных вычислительных устройств является анализ и переобработка больших массивов данных с применением технологий Big Data.

С применением искусственного интеллекта и IoT технологий в научно-исследовательской деятельности для ГРП предлагается создать системы, представленные на рис. 8.



Рис. 8. Интеллектуальные системы в исследовательской деятельности геологоразведки на базе технологий искусственного интеллекта и интернета вещей [Карнаухов, 2017]

Автоматизацию организационно-технических бизнес-процессов научно-исследовательской деятельности в ГРП на УВ целесообразно проводить на базе корпоративной информационной системы организации. На рис. 9 приведены элементы системы АО «ВНИГРИ», включающей подсистемы информационного обеспечения, управления информацией и проектами, а также специализированные приложения, систему безопасности и сквозного поиска информации с реализацией всего программного обеспечения на отказоустойчивом кластерном решении с технологиями виртуализации.

Внедрение технологий иммерсивного (смешанного) обучения выведет процессы переподготовки корпоративных специалистов нефтегазовой отрасли и подготовки геологов и инженеров в специализированных ВУЗах на новый уровень. В этих процессах должны активно

применяться эффекты присутствия, погружения и симуляции реальных процессов, то есть дополненная и виртуальная реальности AR/VR (виртуальные среды, смоделированные среды, имитирующие реальный мир и др.). Согласно отчету исследовательской компании ABI Research, мировой рынок обучения на основе корпоративных решений VR/AR может вырасти до \$6,3 млрд. [Подплетько, 2019].

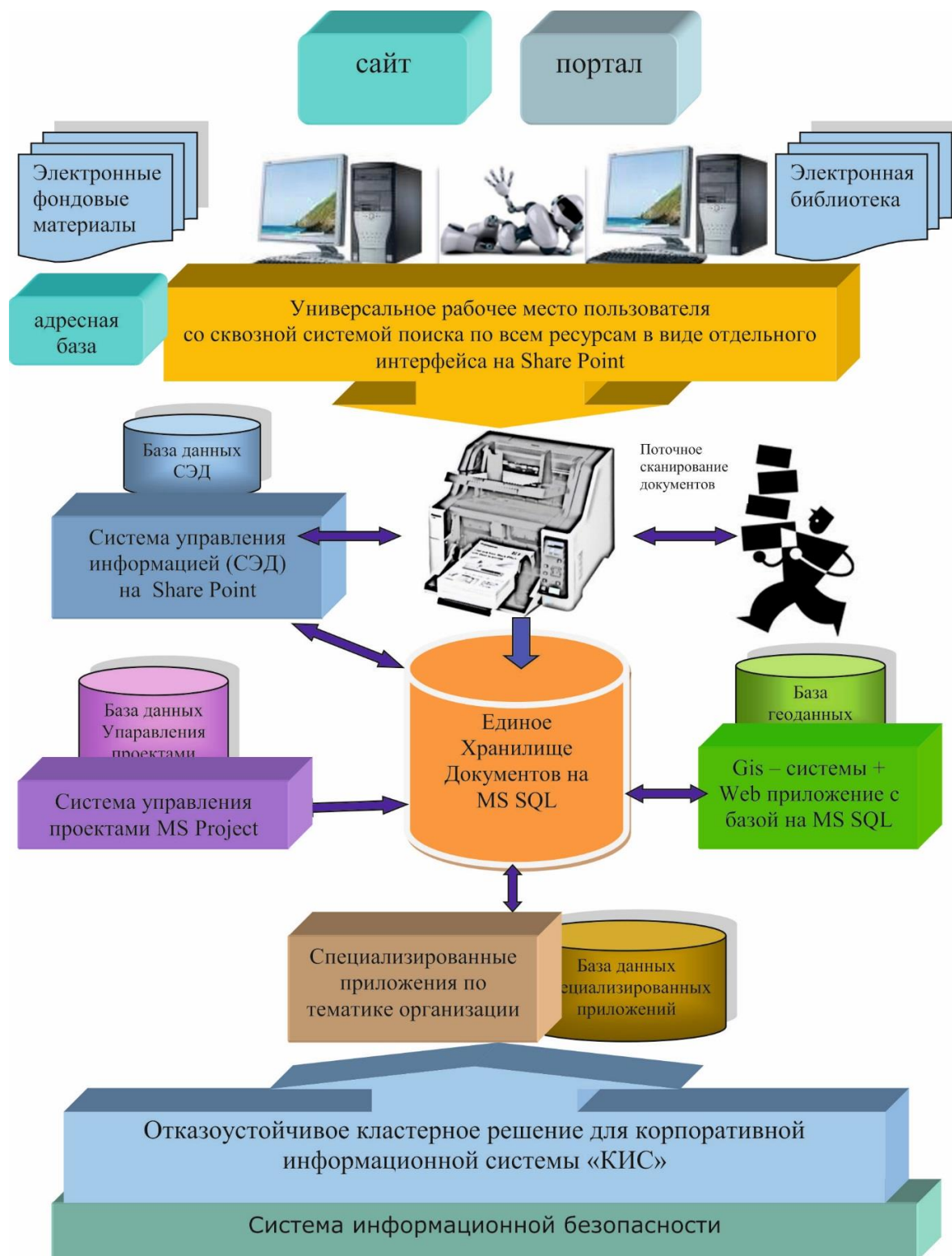


Рис. 9. Структура корпоративной информационной системы АО «ВНИГРИ»

Научным сотрудникам сегодня не хватает простых цифровых сервисов, поэтому их эффективное становление, развитие и сотрудничество предлагается реализовывать в рамках цифровой платформы взаимодействия как между собой, так и с информационными ресурсами на внутреннем рынке и на международном уровне. Платформа должна обеспечивать единое информационное пространство с различными формами доступа. Варианты уже прорабатываются на региональном и федеральном уровнях.

В рамках федерального проекта «Развитие научной и научно-производственной кооперации» (входит в нацпроект «Наука») создается Единая цифровая платформа научного и научно-технического взаимодействия, организации и проведения совместных исследований в удаленном доступе, в том числе с зарубежными учеными (ЦПСИ).

В геологоразведке на УВ сегодняшними вызовами являются направления интеграции с применением ЦПСИ и создание специализированных модулей по актуальным направлениям: новые районы ГРП, Арктический шельф, изучение трудноизвлекаемых запасов, нетрадиционные УВ; баженовская и ачимовская свиты Западной Сибири, доманиковская свита Тимано-Печорской и Волго-Уральской нефтегазовых провинций и прочим.

В процессе цифровизации научной деятельности и подготовки специалистов может применяться множество технологий, и здесь важную роль играет задача оптимального отбора тех, которые принесут максимальный эффект при заданных или минимальных затратах, что сэкономит время и ресурсы. Для принятия решений в условиях неопределенности могут быть использованы эвристические методы, теория игр и комбинированные методы, в том числе имитационное моделирование.

Успешное внедрение цифровых технологий в научную деятельность и процессы подготовки специалистов позволит достичь следующих результатов в ГРП:

- повышения качества изученности участков и территорий;
- выявления новых закономерностей в геолого-геофизических данных и уточнения структурно-геологических моделей;
- сокращения времени обработки скважинной информации;
- оперативной оптимизации параметров бурения;
- снижения уровня влияния человеческого фактора на эффективность ГРП;
- снижения затрат и сроков на проведение ГРП.

Следует отметить, что только цифровые технологии не решают проблемы кадрового дефицита и организационного развала научных школ и ведущих предприятий отрасли.

Литература

Индикаторы цифровой экономики: 2019: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневецкий, Л.М. Гохберг, А.В. Демьянова, М.А. Кевеш, Г.Г. Ковалева, М.Н. Коцемир, И.А. Кузнецова, И.С. Лола, Ю.В. Мильшина, Г.В. Остапкович, Т.В. Ратай, З.А. Рыжикова, Е.А. Стрельцова, А.Б. Суслов, М.С. Токарева, С.Ю. Фридлянова, К.С. Фурсов; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2019. – 248 с.

Карнаухов А.М. Перспективы цифровизации исследовательской деятельности в геологоразведке // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. - Т.12. - №4. - http://www.ngtp.ru/rub/3/44_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/44_2017

Конторович А.Э. Вызовы нефтегазового комплекса России на первую половину 21 века и задачи геологоразведки // Нефтегаз. - 2018. - №3. - С. 8-9.

Подплетько К. Магические очки: проблемы и преимущества VR-обучения в школе // Экономика образования. РБК тренды: <https://www.rbc.ru/trends/education/5d8df78d9a7947725033da5a>

Прищепина О.М. Есть ли место научным исследованиям в современной системе геологической службы России // Минеральные ресурсы России. – 2017а. - №2. - С. 19-32.

Прищепина О.М. Научные исследования как основа современной деятельности государственной геологической службы России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017б. - Т.12. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/3/18_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/18_2017

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 г. № 1632-р. - <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>

Karnaukhov A.M.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, ins@vnigri.ru

DIRECTIONS OF "DIGITAL WRENCH" DEVELOPMENT IN GEOLOGICAL PETROLEUM EXPLORATION

Under the current conditions of complicated petroleum exploration activity, the effectiveness of solving problems will be determined, first of all, by the capabilities of new technologies at all their stages. New technologies are based both on the volume of accumulated knowledge and information, methods for their processing, and on the application of fundamentally new solutions, determined by theoretical developments and practical research.

The role of digitalization for the storage and processing of geological and geophysical data obtained at different time periods, using significantly different recording equipment and technologies, as well as for confirming the results, will increase all the time. This is especially true in the case of the inevitability of introducing artificial intelligence into geological exploration processes, the automated processing of large amounts of data, primarily geophysical, and, as applied to oil and gas, seismic exploration, with the possibility of making business decisions based on their processing.

Ways to achieve the most optimal result of exploration work through the introduction of digital technologies: Big Data, artificial intelligence and IoT technology; corporate information systems; immersive learning; platform approach.

Keywords: *digital technologies in geological exploration, Big Data, artificial intelligence, corporate information system.*

References

Indikatoriy tsifrovoy ekonomiki: 2019: statisticheskiy sbornik [Statistical Handbooks. Digital Economy Indicators: 2019]. G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevskiy, L.M. Gokhberg, A.V. Dem'yanova, M.A. Kevesh, G.G. Kovaleva, M.N. Kotsemir, I.A. Kuznetsova, I.S. Lola, Yu.V. Mil'shina, G.V. Ostapkovich, T.V. Ratay, Z.A. Ryzhikova, E.A. Strel'tsova, A.B. Suslov, M.S. Tokareva, S.Yu. Fridlyanova, K.S. Fursov; Nats. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki», Moscow: NIU VShE, 2019, 248 p.

Karnaukhov A.M. *Perspektivy tsifrovizatsii issledovatel'skoy deyatel'nosti v geologorazvedke* [Perspectives of research activities digitalization in geological exploration]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2017, vol. 12, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/3/44_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/44_2017

Kontorovich A.E. *Vyzovy neftegazovogo kompleksa Rossii na pervuyu polovinu 21 veka i zadachi geologorazvedki* [Challenges of the Russian oil and gas complex in the first half of the 21st century and exploration tasks]. *Neftgaz*, 2018, no. 3, pp. 8-9.

Podplet'ko K. *Magicheskie ochki: problemy i preimushchestva VR-obucheniya v shkole* [Magic glasses: problems and benefits of VR-learning at school]. *Ekonomika obrazovaniya*. RBK trendy: <https://www.rbc.ru/trends/education/5d8df78d9a7947725033da5a>

Prishchepa O.M. *Nauchnye issledovaniya kak osnova sovremennoy deyatel'nosti gosudarstvennoy geologicheskoy sluzhby Rossii* [Scientific research - basis of modern activity of Russian state geological service]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2017b, vol. 12, no. 2, available at: http://www.ngtp.ru/rub/3/18_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/18_2017

Prishchepa O.M. *Est' li mesto nauchnym issledovaniyam v sovremennoy sisteme geologicheskoy sluzhby Rossii* [Is there a place for scientific research in the modern system of the geological service of Russia]. *Mineral'nye resursy Rossii*, 2017a, no. 2, pp. 19-32.

Programma «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii» [Digital Economy of the Russian Federation]. <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>

©Карнауков А.М., 2019