

НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР – ФУНДАМЕНТ КАЧЕСТВЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ



А.И. ДАБАЕВ*,

кандидат технических наук,
директор ТОО «Казгеозонд»,
эксперт АКФ «Tech Garden»

<https://orcid.org/0000-0002-2688-8066>

ТОО «КАЗГЕОЗОНД»,
Республика Казахстан, 050010, г. Алматы ул. Чайковского, 174/8

Главные «драйверы» казахстанской экономики - геологическая отрасль, горно-металлургический и нефтегазовый комплексы. Минерально-сырьевая база РК по количеству и разнообразию ресурсов занимает одно из ведущих мест в мире. Вместе с тем, остро стоит вопрос обеспеченности действующих предприятий разведанными запасами и организации на перспективу новых высокотехнологичных производств готовой продукции по всем видам полезных ископаемых, увязанный с госпрограммой развития регионов на 2020-2025 г.

*В этой связи Лидер нации **Н.А. Назарбаев** поручил активизировать геологоразведку, критически переосмыслить организацию сырьевых индустрий, стимулировать частные инвестиции и развивать региональную инфраструктуру. Президент **К.К. Токаев** поручил придать «второе дыхание» моногородам, расширять доступ инвесторов к качественной геологической информации, придать новый импульс развитию науки и комплексному изучению недр. Выполнение поручений руководства страны эффективно на базе синергии «государства - науки - бизнеса» с «целесообразным главенством результата над процессом». Предложены новые подходы взаимодействия национальных и частных геологоразведочных компаний на принципах государственно-частного партнерства, sharing есопоту (экономической модели, основанной на коллективном использовании оборудования, услуг, обмене или аренде вместо владения), в мотивации использования космических методов дистанционного зондирования Земли в геологоразведке. Акцен-*

* Адрес для переписки. E-mail: aidar59@inbox.ru

тирована приоритетная роль науки в геологическом изучении недр. Проведен анализ современных вызовов и угроз, состояния водных ресурсов в целях обеспечения водной безопасности страны.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геологическое изучение недр, космические методы ДЗЗ, вода, наука.

ЖЕР ҚОЙНАУЫН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУДІ ҒЫЛЫМИ СҮЙЕМЕЛДЕУ – САПАЛЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ АҚПАРАТТЫҢ ІРГЕТАСЫ

А.И. ДАБАЕВ*, «Қазгеозонд» ЖШС директоры, техника ғылымдарының кандидаты, «Tech Garden» АҚФ сарапшысы, <https://orcid.org/0000-0002-2688-8066>

«ҚАЗГЕОЗОНД» ЖШС

Қазақстан Республикасы, 050010, Алматы қ., көш. Чайковский, 174/8

Қазақстан экономикасының негізгі «жүргізушілері» геологиялық өнеркәсіп, тау-кен металлургия және мұнай-газ кешендері болып табылады. Қазақстан Республикасының минералдық-шикізаттық базасы ресурстарының саны мен алуан түрлілігі бойынша әлемде жетекші орындардың бірін алады. Сонымен бірге, жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарды барланған қорлармен қамтамасыз ету және өңірлерді дамытудың мемлекеттік бағдарламасына байланысты пайдалы қазбалардың барлық түрлері бойынша болашақта дайын өнімнің жаңа жоғары технологиялық өндірісін ұйымдастыру мәселесі өткір тұр. 2020-2025 жылдарға арналған. Осы орайда Ұлт Көшбасшысы **Н.Ә. Назарбаев** геологиялық барлау жұмыстарын жандандыруды, шикізаттық өндірістерді ұйымдастыруды сыни тұрғыдан қарастыруды, жеке инвестицияларды ынталандыруды және өңірлік инфрақұрылымды дамытуды тапсырды. Президент **Қ.Қ. Тоқаев** моноқалаларға «екінші жел» соғуды, инвесторлардың сапалы геологиялық ақпаратқа қолжетімділігін кеңейтуді, ғылымды дамытуға және минералдық ресурстарды жан-жақты зерттеуге тың серпін беруді тапсырды. Ел басшылығының тапсырмаларын орындау «мемлекет – ғылым – бизнес» синергиясының «процесстен нәтиженің басымдылығын мақсат қою» негізінде тиімді. Ұлттық және жеке геологиялық барлау компанияларының мемлекеттік-жекешелік әріптестік, ортақ экономика (жабдықтарды ұжымдық пайдалануға, қызметтерді, айырбастауға немесе меншіктің орнына жалға алуға негізделген экономикалық модель) негізделген өзара әрекеттесуіне жаңа тәсілдер ұсынылады. барлауда ғарыштық қашықтықтан зондтау әдістерін қолдану. Жер қойнауын геологиялық зерттеуде ғылымның басым рөлі атап өтілді. Еліміздің су қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында заманауи сын-қатерлер мен қауіп-қатерлерге, су ресурстарының жағдайына талдау жасалды.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: жер қойнауын геологиялық барлау, ғарыштық қашықтықтан зондтау әдістері, су, ғылым.

SCIENTIFIC SUPPORT OF THE GEOLOGICAL STUDY OF MINERALS – THE FOUNDATION OF QUALITATIVE GEOLOGICAL INFORMATION

A.I. DABAYEV, director «Kazgeozond» LLP, candidate of technical sciences, expert of ACF «Tech Garden», <https://orcid.org/0000-0002-2688-8066>

«KAZGEOZOND» LLP

174/8, st. Tchaikovsky, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan

*The main drivers of the Kazakh economy are the geological industry, mining and metallurgical and oil and gas industries. The mineral resource base of the Republic of Kazakhstan in terms of the number and variety of resources occupies one of the leading places in the world. At the same time, there is an acute issue of the provision of existing enterprises with proven reserves and the organization for the future of new high-tech production of finished products for all types of minerals, linked to the state program for the development of regions for 2020-2025. In this regard, the Leader of the Nation **N.A. Nazarbayev** instructed to intensify geological exploration, critically rethink the organization of raw materials industries, stimulate private investment and develop regional infrastructure. President **K.K. Tokayev** instructed to give a "second wind" to single-industry towns, expand investors' access to high-quality geological information, give a new impetus to the development of science and comprehensive study of mineral resources. Fulfillment of the instructions of the country's leadership is effective on the basis of the synergy of "state - science - business" with "goal-setting of the primacy of the result over the process." New approaches are proposed for interaction between national and private exploration companies based on the principles of public-private partnership, the sharing economy (an economic model based on the collective use of equipment, services, exchange or lease instead of ownership), in motivating the use of remote sensing space methods in exploration. The priority role of science in the geological study of subsoil is emphasized. It has been done analysis of current challenges and threats, the state of water resources in order to ensure the water security of the country.*

KEY WORDS: geological exploration of subsoil, space remote sensing methods, water, science.

Поручение Главы государства

В Послании Главы государства **К. Токаева** народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» от 01.09.2021 г. в отношении геологической отрасли отмечено следующее: «Ресурсный потенциал нашей страны полностью не раскрыт, геологическая изученность остается на низком уровне. Необходимо расширять доступ инвесторов к качественной геологической информации. Отрасль недропользования нуждается в новом импульсе, особенно в части геологоразведки и комплексного изучения недр. Недра – это национальное достояние» [1].

Геологоразведка: Государство и Бизнес

Почему Президент акцентировал внимание на необходимости расширения доступа инвесторов именно к качественной геологической информации?

Важнейшей и отличительной особенностью геологоразведочных работ является их научный характер. Товарной продукцией геологоразведчиков является не выданные «на-гора» тонны руды или стали, как у коллег горняков и металлургов, а именно информация. Беспристрастная, достоверная, качественная геологическая информация. Только такая информация представляет интерес как для самого государства (собственника недр), так и частных инвесторов.

С учетом того, что геологоразведка (ГРП) несет большие финансовые риски и неопределенность в конечном результате, существует определенная граница в общем процессе геологического изучения недр, разделяющая интересы государственных геологических служб и частных компаний.

В сфере государственных геологических служб находится самый ранний этап ГРП – региональные геологические изучения недр (региональные геологические исследования – РГИ). В сфере интересов частного сектора, главной целью которого является прибыль, остаются разведка, освоение месторождений и добыча (рисунк 1).



Рисунок 1 – Стадийность геологоразведки

От начала РГИ до эксплуатационной разведки с использованием только наземных методов геологоразведки (ГРР) в среднем проходит около 10-15 лет. Это большой срок. Его нужно сокращать, чтобы оперативно в пределах года, максимум двух можно было принять решение – стоит далее инвестировать в геологоразведочные работы или уже на самой ранней стадии оценить ситуацию, остановиться и внести соответствующие корректировки в бизнес-план. Это возможно путем комплексирования наземных методов ГРР с оперативными космическими и иными инновационными технологиями. Чем больше различных методов ГРР и специалистов задействовано в геологоразведочном процессе, тем достовернее (качественнее) результат.

В «Государственной программе геологической разведки Республики Казахстан на 2021–2025 гг.» в этой связи было указано, что «с целью внедрения современных методов регионального геологического изучения для прогноза рудной минерализации планируется применить метод геохимического картирования методом подвижных форм, аэрогеофизические методы в составе гравиразведки, аэромагнитной и аэрогаммаспектро-метрической съемки, а также использование дистанционного зондирования Земли. Эти методы будут применяться как в виде опережающих методов исследований, так и в качестве самостоятельных поисковых методов».

В такой трудозатратной и рискованной сфере деятельности, каковой является геологоразведка, оптимально работать на принципах sharing economy (экономической модели, основанной на коллективном использовании оборудования, услуг, обмене или аренде вместо владения. На идее, что удобнее и дешевле платить за временный доступ к продукту, чем владеть этим продуктом).

Зачем, к примеру, государству покупать дорогостоящие буровые станки, если можно взять их в аренду на взаимовыгодных условиях или нанять опытную частную буровую компанию и т.д.

Результативнее работать на базе государственно-частного партнерства (ГЧП), гибкого синергетического сотрудничества национальных и частных компаний, принципах взаимовыручки, не конкурируя, а дополняя друг друга.

Основная цель у государственных (национальных) и частных компаний одинаковая – обеспечить стабильную доходность акционеров (учредителей).

В этой связи Глава государства **К.К. Токаев** в своем Послании народу Казахстана 1 сентября 2020 г. «Казахстан в новой реальности: Время действий» (раздел I. Новая модель государственного управления) отметил: «В стране функционируют десятки национальных компаний и десятки тысяч государственных предприятий. При этом *крупные квазигосударственные организации являются акционерными обществами, цель которых – обеспечить прибыль. Но если им передается часть государственных функций, то их деятельность должна носить сугубо сервисный, вспомогательный характер для граждан и экономики*» [2].

В этом же Послании (раздел II. Экономическое развитие в новых реалиях) Президент Казахстана отметил: «Новый экономический курс нашей страны должен базироваться на семи основных принципах:

1. Справедливое распределение благ и обязанностей.
2. Ведущая роль частного предпринимательства.
3. Честная конкуренция, открытие рынков для нового поколения предпринимателей.
4. Рост производительности, повышение сложности и технологичности экономики.
5. Развитие человеческого капитала, инвестиции в образование нового типа.
6. «Озеленение» экономики, охрана окружающей среды.
7. Принятие государством обоснованных решений и ответственность за них перед обществом».

В Казахстане достаточное число научных организаций и частных специализированных компаний, обладающих необходимыми и достаточными профессиональными компетенциями в области геологии, геофизики, гидрогеологии, оценке запасов по международным стандартам, обработке и интерпретации геолого-геофизических и данных ДЗЗ, бурении скважин и т.д. Необходимо использовать их интеллектуальный и производственный потенциал для качественного выполнения государственного геологического изучения недр (ГГИН) и других задач. Законодательная база для этого имеется. С вводом в действие Кодекса «О недрах и недропользовании» созданы условия для развития рынка юниорных компаний в сфере геологоразведки. Есть Предпринимательский кодекс, Закон «О государственно-частном партнерстве».

По мнению почетного разведчика недр РК, первооткрывателя ряда месторождений, включая месторождение «Кашаган», руководителя работ по изданию «Атласа нефтяных и газовых месторождений Республики Казахстан» *О.С. Туркова*, существующие многочисленные специализированные геологические частные организации фактически должны рассматриваться в качестве подрядчиков Министерства геологии РК в решении общей для Казахстана задачи по расширению минерально-сырьевой базы страны. Только при таком тесном сотрудничестве госструктуры с уже имеющимися и создаваемыми в перспективе организациями можно будет добиться максимального экономического эффекта от государственно-частного предпринимательства в освоении сырьевых ресурсов страны [15].

РГИ: Синергия наземных и космических методов ГРП

В геологической отрасли стоят две масштабные задачи:

- 1) общегеологическое (региональное) изучение территории суши и шельфа страны;

2) поддержание объемов запасов, ресурсов полезных ископаемых и структуры минерально-сырьевой базы страны в соответствии с намеченными объемами добычи.

Это обеспечит доступные цены и достаточные объемы сырьевых товаров для отечественной промышленности.

Региональное геологическое изучение недр (РГИ) – это первая и важная стадия геологоразведки, направленная на получение собственно геологической информации (геолого-геофизической, геохимической, гидрогеологической, сейсмологической и пр.), которая, наряду с ресурсной составляющей (прогнозные ресурсы и запасы полезных ископаемых), относится к основному целевому продукту геолого-разведочного производства. Цель РГИ – создание фундаментальной основы прогнозирования полезных ископаемых, обеспечение различных отраслей хозяйственной деятельности систематизированной геологической информацией.

Объектом РГИ является вся территория Казахстана, его крупные регионы, глубинные части земной коры. Целью РГИ на нефть и газ является изучение основных закономерностей геологического строения малоизученных территорий и осадочных бассейнов (МОБ), оценка перспектив их нефтегазоносности и определение первоочередных районов для постановки поисковых работ на нефть и газ на конкретных объектах. Целью РГИ на твердые полезные ископаемые является комплексная оценка металлогенического потенциала изученных территорий с выделением перспективных рудных районов, зон и определение прогнозных ресурсов.

В общем цикле современных РГИ и дальнейшего развития минерально-сырьевой базы нашей республики «обороты» набирают оперативные, экономичные и пространственно-точные космические методы. На основе комплексной интерпретации данных ДЗЗ из Космоса и материалов геолого-геофизических съемок достигается возможность более оперативного и экономного выявления новых геологических закономерностей отдельных регионов страны и конкретных перспективных участков недр.

Активное использование космических методов ДЗЗ в геологоразведке стало возможным благодаря усилиям авторитетных ученых и практиков (*Сатпаев А.Г., Трохименко М.С., Зейлик Б.С., Жантаев Ж.Ш., Турков О.С., Куандыков Б.М., Назаров М.Ш., Карабалин У.С., Абилахасимов К.Б., Сайдуакасов М.А., Мухамедяров Р.Д., Курскиева А.К., Фазылов Е.М., Антипов С.М. и др.*) **под руководством академика Надирова Н.К.** [5,6,13].

Впервые в Кодекс «О недрах и недропользовании» (п.1 ст.74) для проведения ГГИН наряду с системными региональными исследованиями были включены исследования с использованием космических методов ДЗЗ. В приказе Министра по инвестициям и развитию РК от 29 мая 2018 года № 402 от 29 мая 2018 года «Об утверждении норм времени и расценок на проведение работ по государственному геологическому изучению недр» в приложении № 49 установлены нормы времени и расценки на поиск подземных вод, твердых полезных ископаемых, углеводородов и урановых руд с использованием космических методов ДЗЗ.

17 января 2014 года в своем Послании народу Казахстана «Казахстанский путь – 2050: «Единая цель, единые интересы, единое будущее» Елбасы **Н. А. Назарбаев**, отметив важность повышения эффективности традиционных добывающих секторов, поставил глобальную задачу – «*Казахстан должен выйти на мировой рынок в обла-*

сти геологоразведки». Это стало логическим продолжением его идей, изложенных в Стратегии «Казахстан – 2050» от 14.12.2012г., в которой он обозначил 10 глобальных вызовов XXI в., четвертый из которых – острый дефицит воды и шестой вызов – исчерпаемость природных ресурсов [3].

Исчерпаемость природных ресурсов, включая минеральные, естественный процесс. Несмотря на относительную стабильность работы казахстанского горно-металлургического комплекса основной его проблемой остается значительное истощение поискового задела. С переходом к «зеленой» экономике не падает, а нарастает спрос на литий, кобальт, никель, алюминий, редкие и редкоземельные металлы, необходимые для производства накопителей энергии, солнечных батарей и т.д. В тренде золото, медь, цинк, титан, битуминозный уголь. Нефть и газ также никто не отменяет. Казахстану, который стремится войти в 30-ку самых развитых стран мира и стать членом «ОЭСР», необходимо содействовать отечественным частным компаниям в развитии технологий и доступе к инвестициям для освоения минеральных ресурсов не только внутри страны, но и за рубежом. Тем самым вносить вклад в развитие национальной экономики за счет поставок необходимых минеральных ресурсов в условиях начавшейся 4-ой промышленной революции («Индустрия 4.0»).

Благо, с 2015 г. в Казахстане действует собственная космическая система дистанционного зондирования Земли Республики Казахстан (КС ДЗЗ РК) в составе двух космических аппаратов «KazEOSat-1» и «KazEOSat-2» и наземного сегмента ДЗЗ. КС ДЗЗ РК предназначена для обеспечения независимости в получении оперативной мониторинговой информации, а также в получении данных ДЗЗ для решения различных задач экономики, обороноспособности и национальной безопасности.

С использованием космогеологических технологий можно оперативно выявлять и оценивать минеральные ресурсы в любом интересующем регионе мира, поскольку ни для кого не секрет, что «из космоса видно все и всегда». В этой связи вполне разумна синергия космических и наземных методов разведки недр, которая позволяет выполнять работы «быстрее, точнее и дешевле».

На казахстанском рынке ДЗЗ работают такие компании, как АО «Қазақстан Ғарыш Сапары», ТОО «Центр дистанционного зондирования и ГИС «Терра», ТОО «Каззарубежгеология», АО «Национальный центр космических исследований и технологий», ТОО «КАЗГИСА», ТОО «Kazwaters Hunters», ТОО «Best Innovation Technology», ТОО «Munay Gorizont» и др. ТОО «Казгеозонд» работает с 2006 года. Используется коммерциализированная технология «МВГТМ» («Метод видеотепловизионной генерализации академика Р.Д. Мухамедярова»). На английском языке – «RMP» – Remote multispectral prospecting – дистанционная мультиспектральная разведка [6-12].

Спектр использования космических методов ДЗЗ широкий: для выявления нефтегазовых структур, линз подземных вод, зон минерализации полиметаллов, железа, хрома, алмазов, урана, природных термальных вод и др. Зарубежные геологические службы (BGS, USGS, JOMEG, KORES и др.) давно и активно используют космогеологические методы для поиска полезных ископаемых как внутри своих стран, так и за рубежом [17,19].

Особенно эффективно использование космических методов ДЗЗ для проведения РГИ на огромных по площади малоизученных территориях (территориях с неясными перспективами) нашей республики и малоизученных осадочных бассейнов (МОБ).

По данным президента Казахстанского общества нефтяников-геологов, доктора геолого-минералогических наук *Б.М. Куандыкова* [4] «на огромной территории Казахстана (площадь 2725 тыс. км²) размещаются полностью или частично 15 осадочных бассейнов (рисунк 2). Первая группа – Прикаспийский, Устьуртско-Бозашынский и Мангыстауский бассейны, расположены на западе, выполнены палеозойскими и мезозой-кайнозойскими отложениями большой толщины (4,0 – 20,0 км). Вторая группа – это девять бассейнов в зонах казахстанской складчатости, которые выполнены мезозойскими отложениями небольшой толщины (6,0 – 8,0 км). Третья группа включает три бассейна в межгорных впадинах на юго-востоке страны. К настоящему времени из 15 осадочных бассейнов нефтегазовые месторождения открыты только в шести: Прикаспийский, Мангыстауский, Устьуртско-Бозашынский, Южно-Торгайский, Шу-Сарысуыйский и Зайсанский бассейны. Остальные впадины изучены недостаточно и числятся как перспективные или с неясными перспективами».

С использованием космических методов ДЗЗ, в частности, технологии «МВГТМ» («RMP») за 1–2 года можно изучить малоизученные территории (территории с неясными перспективами) площадью более 200 – 300 тыс. км² на глубину 6 – 7 и более км.

В результате работ изучаемая территория (200 – 300 тыс. км²) будет «отсортирована» на абсолютно бесперспективную (где не требуется проведения каких-либо дальнейших исследований, исходя из нашей практики работ эта территория обычно занимает около 80 – 85% от общей территории) и перспективную, которая, в свою



очередь, будет детализирована и разбита по перспективности – на объекты: *высокоперспективные, перспективные и перспективы которых остаются неясными*. Результатами работ по технологии «RMP» являются:

1. Геолого-геофизическая обоснованная, непротиворечивая 3D модель всей изучаемой территории, включающая в себя как вновь полученные результаты с применением метода «RMP», так и все доступные геолого-геофизические данные предшественников, полученные в разное время и различными геолого-геофизическими методами.

2. Систематизированная геолого-геофизическая информация и данные об исследуемой территории с максимально исчерпывающей информацией, описывающей ее геологическое строение, геометрические размеры выявленных объектов, глубины залегания, типы ловушек и др. с рекомендациями по производству дальнейших целенаправленных наземных геологоразведочных работ и бурению скважин.

3. Результаты работ представляются в виде пояснительной записки, карт, схем, таблиц, графиков, проинтерпретированных геотермических и геологических вертикальных и горизонтальных разрезов, с нанесенными на них контурами перспективных нефтеносных участков и мест («точек») заложения бурения первоочередных скважин с указанием глубин бурения (подошвы и основания), на бумажных носителях и в электронном формате. Одновременно можно «посмотреть» зоны минерализации твердых полезных ископаемых, линзы подземных вод.

На рисунках 3 и 4 приведены некоторые примеры работ по технологии «МВГТМ».

Надеемся на активное использование космических методов ДЗЗ для регионального геологического изучения недр нашей республики и за ее пределами вновь создаваемой по поручению Главы государства Национальной геологической службой.

В результате обработки данных ДЗЗ Прикаспийского региона по технологии «МВГТМ» получены следующие предварительные результаты для обсуждения:

- показано, откуда «питались и питаются» два крупных месторождения – Кашаганское и Тенгизское;
- построены 4-х мерные модели известных месторождений надсолевого и подсолевого расположения в этом регионе;
- определено, в каких энергоактивных зонах эти месторождения имеют между собой связи – коровые волноводы;
- определены условия катагенеза нефтяных, газовых и нефтегазовых месторождений за счет определения термодинамических условий генерации, в частности, за счет определения температуры этих месторождений;
- намечен план поиска возможно новых нефтегазовых структур, аналогичных Кашаганскому и Тенгизскому.

В результате наложения космических данных на имеющие наземные были уточнены места (точки) заложения бурения новых нефтяных скважин. До совмещения космических и наземных данных разломные зоны по глубине (плановая глубина бурения 3000 +/- 250 м) видны не были.

Наука и геологоразведка

В своем Послании народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» 01.09.2021 г. Президент Казахстана **К.К. Токаев** о науке отметил:

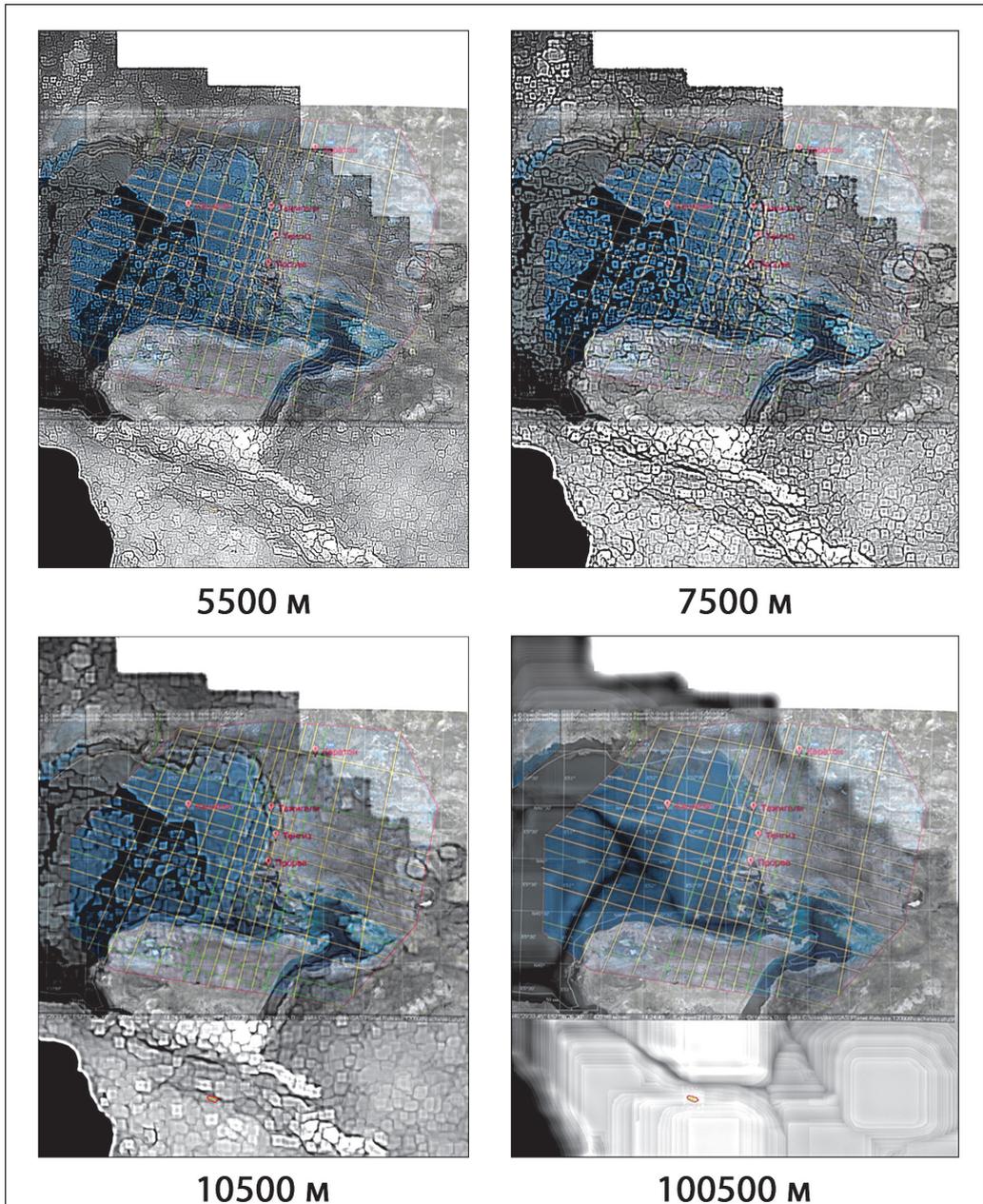


Рисунок 3 – Прикаспийский регион. Наложение блоково-разломной структуры (БРС) снимка со спутника Modis на снимок Google. 201 слой БРС структуры. Глубина проникновения 5500 – 100500 м

«Важнейший приоритет – развитие науки. В целом перед казахстанским образованием и наукой стоит масштабная, неотложная задача – не просто поспевать за новыми веяниями, а быть на шаг впереди, генерировать тренды. Нужен свежий взгляд, новые подходы, опора на международный опыт».

Разломы, выявленные по технологии «МВГТМ». Глубина проникновения от поверхности 3050 м

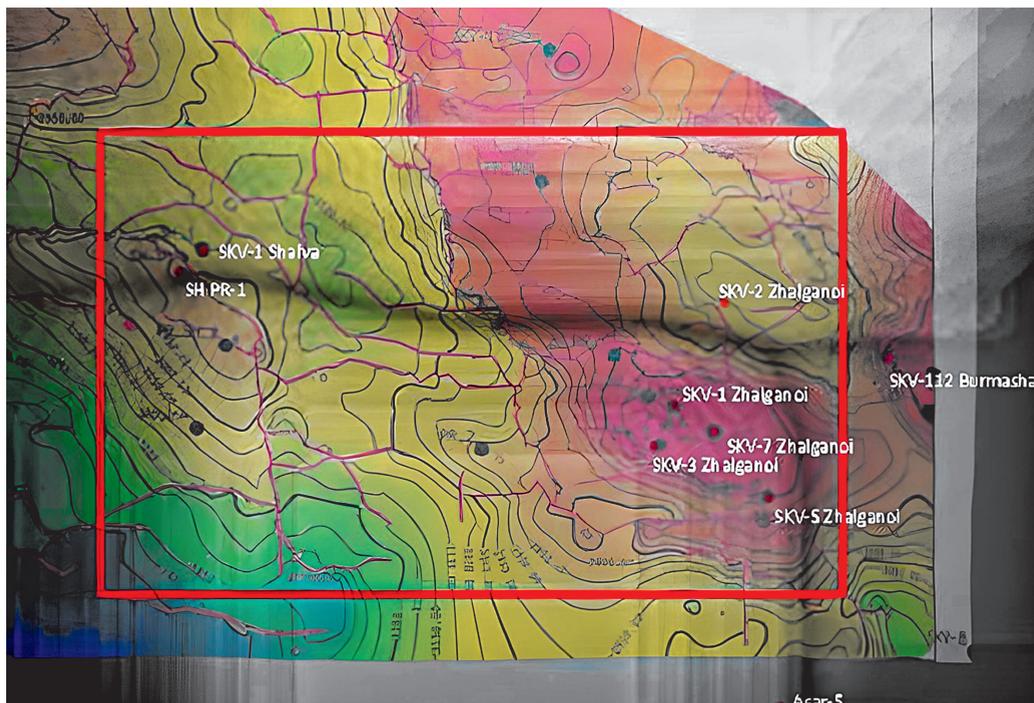


Рисунок 4 – Наложение блоково-разломной структуры по «МВГТМ» на структурную карту участка «Шалва» ТОО «Мунай-Service» (Мангыстауская область)

Согласно п.3 ст.6 Конституции РК «Земля и ее недра, воды, растительный и животный мир, другие природные ресурсы находятся в государственной собственности». Согласно п.1 ст.11 Кодекса РК «О недрах и недропользовании» – «недра находятся в государственной собственности».

Таким образом государство, являясь собственником недр и крупным инвестором, выделяющим значительные бюджетные средства на ГГИН, ждет от его исполнителей исключительно качественную геологическую информацию как основу формирования новых поисковых заделов (множеств перспективных участков недр) в целях привлечения инвесторов в недропользование.

Согласно п.1 ст.74 Кодекса «О недрах и недропользовании» ГГИН – это комплекс работ, включающий системные региональные геологические исследования, исследования с использованием космических методов дистанционного зондирования Земли, геологосъемочные работы, аэро- и (или) космический сейсмологический мониторинг с целью получения комплексной геологической информации и создания геологических карт, составляющих информационную основу недропользования; поиск и оценку полезных ископаемых, мониторинг состояния недр, инженерно-геологические изыскания для строительства; прикладные научные исследования в области изучения и использования недр, иные работы, проводимые в целях изучения земной коры и протекающих в ней процессов, проявлений полезных ископаемых и иных ресурсов недр.

Из самого понятия «ГГИН» ясно, что ГГИН – это изучение, исследование недр. Геологическая наука. Информационная основа недропользования. Первоначальный этап серьезных государственных инвестиций в региональное геологическое изучение недр (РГИ) для их дальнейшей подготовки к собственно недропользованию (разведке и добыче).

Так как ГГИН выполняется за счет государственных средств, он является своего рода «геологическим гособоронзаказом», который должен быть выполнен качественно и своевременно.

Чтобы изучать, исследовать недра, получать качественную геологическую информацию и формировать новый поисковый задел нужен качественный научный задел (высококвалифицированные ученые и специалисты).

Без привлечения профильных научных организаций, всестороннего научного анализа, оценки всевозможных рисков (геологических, гидрогеологических, сейсмических, горно-технических, техногенных, финансовых и т.д.), методологического обоснования и научного сопровождения всего геологоразведочного процесса добиться хороших результатов в виде качественной геологической информации, новых поисковых заделов и далее новых рентабельных месторождений практически невозможно.

Миссия мирового лидера, Геологической службы США (USGS, основана в 1879 г.), тому подтверждение: «Начни с науки. Находим умные решения об изменяющемся мире» (Start with science. Making smart decisions about a changing world) [17].

Целевое назначение выделяемых ежегодно USGS бюджетных средств предельно ясное – *за предоставление самой лучшей научно обоснованной надежной информации ключевым заинтересованным лицам, принимающим решения, для содействия рациональному использованию природных ресурсов, безопасности и процветания нации.* Бюджет Президента США **Байдена** USGS на 2022 г. (1,6 млрд долл. США) «отражает твердую приверженность признанию и применению науки в качестве важнейшего элемента стратегического будущего Америки путем финансирования». В 2018 – 2021 гг. ежегодный бюджет USGS составлял 860 – 983 млн долл. США [17].

О геологической науке

О накопившихся внутренних проблемах в геологии и минерально-сырьевом комплексе и путях решения изложено в статье почетного разведчик недр РК, первооткрывателя месторождения «Кашаган» *Туркова О.С.* «Геология в Казахстане: богатое прошлое и смутное будущее» [15]. О проблемах управления казахстанской наукой и научно-технической политикой в Казахстане изложено в работе академика НАН РК, директора Институт географии и водной безопасности *Медеу А.К.* [16]. Анализ состояния, тенденций и перспектив развития казахстанской науки опубликован в Национальном докладе по науке за 2020 г. [18]. О текущей ситуации в геологической науке приведено на *рисунке 5*. Роль геологической науки в развитии геологической отрасли РК малозаметна.

Глава государства в Послании народу Казахстана 1 сентября 2020 г. «Казахстан в новой реальности: время действий» отметил, что для поддержки науки необходимо привлекать средства крупнейших предприятий, особенно сырьевого сектора. Наряду с этим необходимо профильные научно-исследовательские институты обеспечить

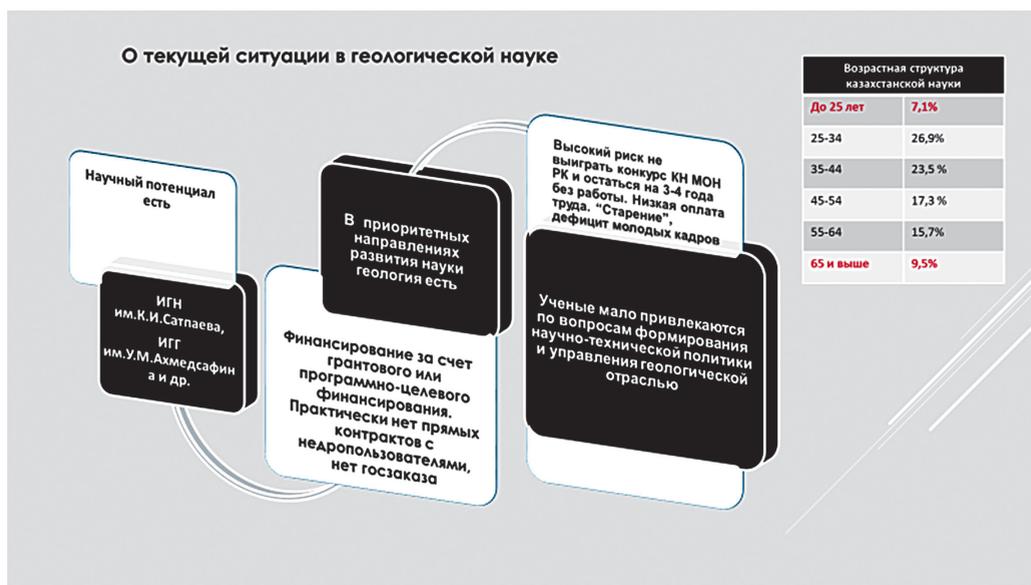


Рисунок 5 – Текущая ситуация в казахстанской геологической науке

постоянным базовым финансированием. Это позволит вне зависимости от грантовых и программно-целевых проектов стабильно работать, удерживать молодые кадры и проводить необходимые исследования.

В противном случае геологическая карта страны с годами будет представлять собой «лоскутное одеяло» с изученными, малоизученными, неизвестно как изученными и «неинтересными» для бизнеса территориями.

Научное сопровождение геологического изучения недр является неотъемлемым элементом получения качественной геологической информации, формирования новых поисковых заделов и как следствие обеспечения устойчивого воспроизводства и развития минерально-сырьевой базы страны.

Вода – главный стратегический ресурс

На расширенном заседании политсовета партии «Nur Otan» 23 ноября 2021г. Первый Президент Казахстана – Елбасы **Н.А. Назарбаев** назвал ряд серьезных вызовов, с которыми придется столкнуться нашей стране в современных реалиях (рисунок 6). Повседневной реальностью станет борьба с новыми пандемиями. Глобальный вызов – изменение климата.

В целях борьбы с негативными последствиями изменения климата более 190 стран мира в 2015 году приняли Парижское соглашение, цель которого сделать все возможное для удержания потепления в пределах 1,5°C. Это соглашение представляет собой «дорожную карту» действий, связанных с технологическим перевооружением промышленных предприятий, чтобы существенно сократить выбросы CO₂ в атмосферу.

Повышение температуры для водodefицитного Казахстана может привести к истощению водных ресурсов, засухе, засолению почв и как следствие усложнить обеспечение продовольствием. Начавшийся масштабный переход к «низкоуглеводной»

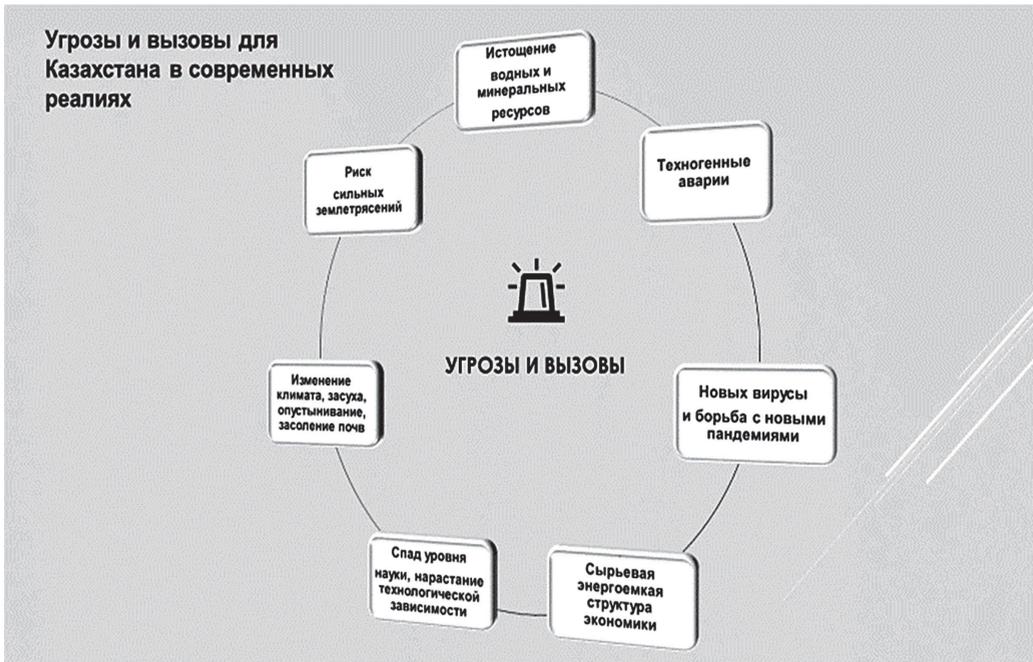


Рисунок 6 – Современные угрозы и вызовы

экономике потребует серьезных инвестиций для изменения сырьевой энергоемкой структуры казахстанской экономики.

Вода – источник жизни. Ее потребительская стоимость значительно выше потребительской стоимости алмазов или золота. Вода давно уже является важнейшим и крайне ограниченным природным ресурсом, за обладание которым уже разворачивается серьезная борьба на геополитическом уровне. Следует отметить, что по степени обеспеченности водой Казахстан относится к наименее водообеспеченным государствам Центрально-Азиатского региона. В средний по водности год объем водных ресурсов Казахстана оценивается в 100,5 км³. При этом, около 44 % (43,9 км³) формируется за его пределами – в России, Китае и странах Центральной Азии.

Баланс водных ресурсов Республики Казахстан, по данным Комитета водных ресурсов Министерства сельского хозяйства РК, приведен на *рисунке 7*.

Удельная водообеспеченность Республики Казахстан составляет 37 тыс. м³ на 1 км² и 6,0 тыс. м³ на одного человека в год. При этом ситуация с обеспеченностью водой в республике существенно различается по регионам. Есть водообеспеченные регионы, например, бассейн реки Иртыш (Восточно-Казахстанская область), но в то же время есть и регионы, где вода является дефицитом (Мангистауская область, Арало-Сырдарьинский регион).

Исключительную роль в обеспечении страны питьевой водой играют подземные воды, так как они наиболее защищены от загрязнения, и представляют собой стратегический ресурс. Основные запасы подземных вод у нас сосредоточены в южных регионах страны.



Рисунок 7 – Баланс водных ресурсов Казахстана

Подробный ситуационный анализ о состоянии водных ресурсов нашей республики выполнен профессором, доктором сельскохозяйственных наук, депутатом Сената Парламента РК *Куришбаевым А.К.* [14]: «По мнению экспертов Всемирного банка, объем водных ресурсов в Казахстане к 2030 году снизится с 90 до 76 км³/год. Вместе с тем фактический износ инфраструктуры водохозяйственного сектора превышает 70%. В результате коэффициент полезного действия оросительных систем в республике не превышает 0,45 – 0,55, в то время как в развитых странах этот показатель достигает до 0,8. В настоящее время у нас только на 4% земель используются современные методы капельного орошения, а это всего 62 тыс. га. По расчетам специалистов, экономике Казахстана требуется в 3 раза больше воды на 1 доллар внутреннего продукта, чем в США.

В мае 2021 года проводилось выездное заседание Комитета по аграрным вопросам, природопользованию и развитию сельских территорий в Туркестанской области. Уже сегодня в регионе почти повсеместно наблюдается серьезный дефицит оросительной воды. Как указывают международные эксперты, главной нашей проблемой является неэффективное управление водными ресурсами, несовершенство системы планирования и контроля воды в бассейнах рек. Т. е. водный кризис в нашей стране является прежде всего следствием кризиса управления.

Приведу несколько примеров. В Комитете водных ресурсов большинство работников не имеют практического опыта работы в отрасли, из 38 человек 18, или только 40%, специалисты водного хозяйства, в целом в системе РГП «Казводхоз» из 7 197 человек лишь половина имеют соответствующее профильное образование, многие из которых предпенсионного возраста. В одной из крупнейших стране Бал-

хаш-Алакольской бассейновой инспекции, где располагаются 761 река, 529 озер, 71 водохранилище и самые крупные в стране водоемы, работает всего 21 специалист. В Жайык-Каспийской бассейновой инспекции, охватывающей территории четырех областей, общая численность работников – 12 человек. Вдобавок в этих бассейновых инспекциях планируется сократить еще по два инспектора.

В отрасли катастрофически не хватает инженеров-гидротехников, инженеров-строителей гидротехнических сооружений, гидрогеологов, гидрологов и гляциологов (специалистов по ледникам). Многих из них нет даже в классификации специальностей в вузах. А для развития отрасли нужны кадры, владеющие современными водосберегающими и цифровыми технологиями. Уже который год поднимается вопрос о необходимости повышения качества подготовки специалистов-водников в вузах, восстановления Жамбылского гидромелиоративного института, открытия в Казахстане филиала ведущего в мире университета по водным проблемам, реанимации НИИ водного хозяйства, создания региональных центров по повышению знаний и переподготовке специалистов. Но, как говорится: «Воз и ныне там».

Для недопущения дефицита водных ресурсов в период водопотребления нам нужно обеспечить правильность составления планов водопользования, распределения лимита водопользователям. Вместе с тем в большинстве водных объектов у нас до сих пор нет гидрологических постов, поэтому мы не знаем, какими водными ресурсами располагаем. Аварии на гидротехнических сооружениях и плотинах зачастую являются результатом непрофессионализма работающих там специалистов. Неправильное планирование и строительство новых водных объектов приводит не только к неэффективному использованию государственных средств, но и непроизводительным потерям воды. На международных переговорах по трансграничным рекам мы сильно проигрываем из-за слабости наших научных обоснований и часто меняющегося состава членов комиссии. В частности, в этом плане мы значительно отстаем от наших китайских партнеров, это одна из причин, почему мы слабо продвигаемся в вопросах водodelения с соседними странами. Таким образом, вопросы кадрового и научного обеспечения стратегически важной отрасли страны – водного хозяйства – проблема назревшая, и ее необходимо рассматривать как основной приоритет государственной политики, требующий безотлагательного решения».

Подземные воды представляют критический по важности источник водоснабжения. Постановлением Правительства № 1137 от 4.10.2011 г. «Об утверждении перечня участков недр, месторождений, имеющих стратегическое значение, а также критериев их отнесения к таковым» месторождения пресных подземных вод наравне с ураном и нефтью относились к стратегическим.

Сейчас действует Постановление Правительства РК от 28 июня 2018 года № 389, где остались нефть, газ и уран.

Отдельной темы требует уникальное месторождение пресных подземных вод «Кокжиде» (Актюбинская область), а также вопрос освоения термальных вод и разработки технологий извлечения из них лития и др. ценных металлов, спрос на которые растет в связи с 4-й промышленной революцией («Индустрия 4.0»).

В целом по территории Казахстана выявлено 169 проявлений природных термальных вод, температура которых колеблется в диапазоне 20°С – более 100°С.

Такие химические элементы, как Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Be, Al, Ni, Mn, Fe, Zn, Cu, La, Y, Nb, Sn, Ta, U, B, F, Cl, Br, I, Ge, As, Mo, W обладают способностью к концентрированию в таких природных водах.

В настоящее время инженеры нашего партнера, компании «Space technology» (г. Казань) прорабатывают возможность собрать большой Dataset (набор данных) на заранее известных термальных источниках для обучения сверхточной нейронной сети из небольших участков, например, 1×1 км и использовать их далее как основной маркер термального источника на этапе предварительной геологоразведки. Другими словами, обученная модель будет пропускать через себя большие объемы космических снимков исследуемой территории, и находить те места, которые похожи на области с термальными источниками. Обученная нейросеть будет выдавать прогнозы по каждому участку, и далее строить общую карту прогнозов. Подобным подходом для полезных ископаемых (используя магнитометрию с дронов, а не термометрию со спутников) пользуется геологоразведочная компания «Earth AI» в Австралии. Они сумели доказать правильность такого подхода и на порядок удешевили геологоразведочные работы по рудным полезным ископаемым. Важно заметить, что при положительном результате на термальных источниках можно будет перейти и на другие полезные ископаемые, используя больше геофизических данных. Таким методом можно искать рудные месторождения (бокситы, медь, золото и др.), приповерхностные грунтовые воды и другие полезные ископаемые вблизи поверхности Земли.

В целях рационального использования и сохранения пресной воды, предупреждения истощения водных ресурсов необходимо восстановить пресные подземные воды в перечень стратегических ресурсов и организовать «Единый государственный инструментальный мониторинг состояния подземных вод» на базе Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина.

Кроме того, подземные воды резервный источник питьевой воды, по их состоянию контролируется сейсмическая активность территории страны (более 40% территории Казахстана находится в зоне возможных ощутимых землетрясений).

Важно перестроить работу по наведению жесткого учета и контроля водных ресурсов, цифровизации водной отрасли в целях многократного сокращения потерь воды как в промышленности, сельском хозяйстве, субъектах предпринимательства, так и на уровне многоквартирных и частных домов, учебных заведений, социальных объектов и т.д. Нужно как в развитых странах «кнутом и пряником» прививать культуру бережного и экономного отношения к воде.

На сегодня стоимость воды недооценена. Пришло время пересмотреть тарифную политику и переходить на водосберегающие технологии. Субъекты предпринимательства должны в обязательном порядке перейти на внедрение водосберегающих технологий и выращивание менее влагоемких культур.

Как известно, Указом Президента РК 7 октября 2021 года № 670 «Об утверждении перечня национальных проектов» были утверждены 10 национальных проектов, в том числе «Зеленый Казахстан», целью которого является создание благоприятной среды проживания для населения и улучшение экологической ситуации, в том числе: улучшение качества атмосферного воздуха, эффективное обращение с отходами производства и потребления, эффективное и бережное использование

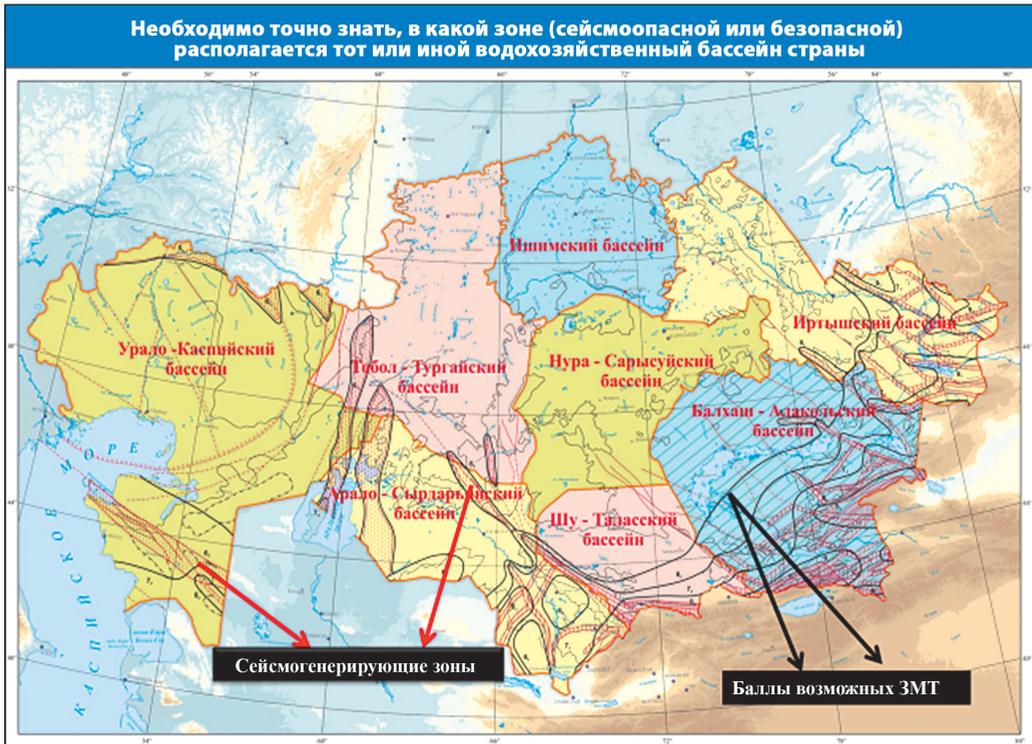


Рисунок 8 – Совмещенная карта общего сейсмического зонирования и размещения водных бассейнов Казахстана

воды, сохранение экосистем озера Балхаш и Северного Аральского моря, сохранение биологического разнообразия путем увеличения численности редких и исчезающих видов животных и ихтиофауны, а также создание особо охраняемых природных территорий, увеличение площади зеленых насаждений, привитие бережного отношения к природе и животному миру, а также модернизация экологического сознания населения. Объем финансирования – 1 413 126,354 млн тенге.

Ранее принимались отраслевая программа «Питьевая вода» на 2002 – 2010 гг. (Постановление Правительства РК от 23 января 2002 года N 93 с объемом финансирования 119 720 млн тенге) и затем Программа «Ақ бұлақ» на 2011 – 2020 годы (Постановление Правительства РК от 24 мая 2011 г. № 570. Объем финансирования – 1 273 859 млн тенге. Утратило силу Постановлением Правительства РК от 28 июня 2014 г. № 728).

Для оценки результативности и востребованности госпрограмм (национальных проектов) разумно на стадии их планирования привлекать научные организации, практиков и затем проводить ситуационный анализ их исполнения.

Водный кодекс, который в основном ориентирован на хозяйственное использование воды, эффективно переформатировать на сохранение водноресурсного потенциала страны, цифровизацию учета и контроля расходования водных ресурсов, кратное сокращение потерь воды, эффективное управление качеством, спросом и предложением на воду.

Геологическая отрасль, являющаяся одним из базовых элементов экономики Казахстана, должна работать во исполнение поручений Первого Президента Казахстана – Елбасы **Н.А. Назарбаева** и Главы нашего государства **К.К. Токаева** в тесной увязке с «Стратегическим планом развития Республики Казахстан до 2025 года», «Государственной программой развития регионов на 2020 – 2025 годы», Указом Президента РК от 17 января 2014 года № 732 «О Концепции по вхождению Казахстана в число 30 самых развитых государств мира» на базе синергии «государства-науки-бизнеса» с *«целесолаганием главенства результата над процессом»*. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Послание Главы государства К. Токаева народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» 01.09.2021 г. [Poslanie Glavy gosudarstva K. Tokaeva narodu Kazahstana «Edinstvo naroda i sistemnyye reformy – prochnaya osnova procvetaniya strany» 01.09.2021 g.]
- 2 Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. 1 сентября 2020 г. Казахстан в новой реальности: время действий. [Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana. 1 sentyabrya 2020 g. Kazahstan v novoy real'nosti: vremya dejstvij]
- 3 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 14 декабря 2012 г. Стратегия «Казахстан-2050» Новый политический курс состоявшегося государства [Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan N. Nazarbaeva narodu Kazahstana. 14 dekabrya 2012 g. Strategiya «Kazahstan-2050» Novyj politicheskij kurs sostoyavshegosya gosudarstva]
- 4 Куандыков Б.М. Атлас нефтяных и газовых месторождений Республики Казахстан // Нефть и газ. – 2020. – № 5 (119). – С.146-149. [Kuandykov B.M. Atlas neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij Respubliki Kazahstan // Neft' i gaz. – 2020. – № 5 (119). – S.146-149.]
- 5 Жантаев Ж.Ш., Бибосинов А.Ж., Фремд А.Г. Роль дистанционного зондирования земли в нефтегазовом секторе // Нефть и газ. – 2017. – № 2 (98). – С. 26-32. [Zhantaev Zh.Sh., Bibosinov A.Zh., Fremd A.G. Rol' distancionnogo zondirovaniya zemli v neftegazovom sektore // Neft' i gaz. – 2017. – № 2 (98). – S. 26-32.]
- 6 Мухамедьяров Р., Сатпаев А. Дабаев А. Разведка новых месторождений: Быстрее, точнее, дешевле / Казахстанская правда. От 13 мая 2009 г. <http://www.kazpravda.kz/c/1242167674> [Muhamedyarov R., Satpaev A. Dabaev A. Razvedka novyh mestorozhdenij: Bystree, tochnee, deshevle / Kazahstanskaya pravda. Ot 13 maya 2009 g. <http://www.kazpravda.kz/c/1242167674>]
- 7 Мухамедьяров Р.Д., Халиков Д.К., Дабаев А.И. Аэрокосмическая система мониторинга и предсказания природных и техногенных катастроф, выявления термодинамической структуры геологической среды для поиска полезных ископаемых «Око Земли-Всевидающий глаз». VII казахстанско-китайский международный симпозиум «Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии». Институт сейсмологии МОН РК, 2-4 июня 2010 года г. Алматы. [Muhamedyarov R.D., Halikov D.K., Dabaev A.I. Aerokosmicheskaya sistema monitoringa i predskazaniya prirodnyh i tekhnogennyh katastrof, vyyavleniya termodynamicheskoy struktury geologicheskoy sredy dlya poiska poleznyh iskopaemyh «Oko Zemli-Vsevidyashchij glaz». VII kazahstansko-kitajskij mezhdunarodnyj simpozium «Prognoz zemletryasenij, ocenka sejsmicheskoy opasnosti i sejsmicheskogo riska Central'noj Azii». Institut sejsmologii MON RK, 2-4 iyunya 2010 goda g. Almaty.]

- 8 Дабаев А.И., Мухамедьяров Р.Д., Туманов В.Р. Метод видеотепловизионной генерализации и его геолого-геофизическое значение // Нефть и газ. – 2011. – № 2(62). – С. 39-48. [Dabaev A.I., Muhamedyarov R.D., Tumanov V.R. Metod videoteplovizionnoj generalizacii i ego geologo-geofizicheskoe znachenie // Neft' i gaz. – 2011. – № 2(62). – S. 39-48.]
- 9 Мухамедьяров Р.Д., Дабаев А.И., Антипов С.М. Технология «МВТГМ» для выявления нефти на больших глубинах и заложения мест бурения скважин // Нефть и газ. – 2017. – № 2 (98). – С. 25-32. [Muhamedyarov R.D., Dabaev A.I., Antipov S.M. Tekhnologiya «MVTGM» dlya vyyavleniya nefti na bol'shikh glubinah i zalozheniya mest bureniya skvazhin // Neft' i gaz. – 2017. – № 2 (98). – S. 25-32.]
- 10 Дабаев А.И., Мухамедьяров Р.Д., Сатпаев А.Г. Метод видеотепловизионной генерализации для выявления подземных вод / Межд. научно-теоретическая конференция «100 лет со дня рождения выдающегося ученого-гидрогеолога Казахстана, академика Академии наук Казахской ССР, Героя Социалистического Труда У.Ф. Ахмедсафина». Алматы, 2012. – С. 252-255. [Dabaev A.I., Muhamedyarov R.D., Satpaev A.G. Metod videoteplovizionnoj generalizacii dlya vyyavleniya podzemnyh vod / Mezhd. nauchno-teoreticheskaya konferenciya «100 let so dnya rozhdeniya vydayushchegosya uchenogo-gidrogeologa Kazahstana, akademika Akademii nauk Kazahskoj SSR, Geroya Socialisticheskogo Truda U.F. Ahmedsafina». Almaty, 2012. – S. 252–255.]
- 11 Дабаев А.И., Мухамедьяров Р.Д. Метод видеотепловизионной генерализации для поиска нефтегазовых месторождений // Нефть и газ. – 2013. – № 1 (73). – С. 23-31. [Dabaev A.I., Muhamedyarov R.D. Metod videoteplovizionnoj generalizacii dlya poiska neftegazovyh mestorozhdenij // Neft' i gaz. – 2013. – № 1 (73). – S. 23-31.]
- 12 Мухамедьяров Р.Д., Дабаев А.И., Улыкпан М.Е. Каспийский регион: проблемы выявления энергоактивных зон технологией МВТГМ // Каспийский регион: проблемы строения и нефтегазоносности глубокозалегающих комплексов и генетическая природа углеводородов. Труды КОНГ. Вып. 5 (На базе докладов Третьей Международной геологической конференции «АтырауГео-2015»). Под ред.: Б.М. Куандыкова, К.М. Таскинбаева, М.С. Трохименко. Алматы: 2015., – С. 173-187. [Muhamedyarov R.D., Dabaev A.I., Ulykpan M.E. Kaspijskij region: problemy vyyavleniya energoaktivnyh zon tekhnologiej MVTGM // Kaspijskij region: problemy stroeniya i neftegazonosnosti glubokozalegayushchih kompleksov i geneticheskaya priroda uglevodorodov. Trudy KONG. Vyp. 5 (Na baze dokladov Tre'tej Mezhdunarodnoj geologicheskoy konferencii «AtyrauGeo-2015»). Pod red.: B.M. Kuandykova, K.M. Taskinbaeva, M.S. Trohimenko. Almaty: 2015., – S. 173-187.]
- 13 Дабаев А.И., Антипов С.М., Рыскалиев А. Космические методы – важный элемент поиска полезных ископаемых и мониторинга окружающей среды // Нефть и газ. – 2017. – № 2 (98). – С. 52-67. [Dabaev A.I., Antipov S.M., Ryskaliev A. Kosmicheskie metody – vazhnyj element poiska poleznyh iskopaemyh i monitoringa okruzhayushchej sredy // Neft' i gaz. – 2017. – № 2 (98). – S. 52-67.]
- 14 Куришбаев А., депутат Сената Парламента РК. Одной из главных угроз безопасности Казахстана в ближайшие годы может стать дефицит воды / Казахстанская правда. От 17.06.2021 г. <https://www.kazpravda.kz/news/obshchestvo/odnoi-iz-glavnih-ugroz-bezopasnosti-kazahstana-v-blizhaishie-godi-mozhet-stat-defitsit-vodi> [Kurishbaev A., deputat Senata Parlamenta RK. Odnog iz glavnyh ugroz bezopasnosti Kazahstana v blizhajshie gody mozhet stat' deficit vody / Kazahstanskaya pravda. Ot 17.06.2021 g. <https://www.kazpravda.kz/news/obshchestvo/odnoi-iz-glavnih-ugroz-bezopasnosti-kazahstana-v-blizhaishie-godi-mozhet-stat-defitsit-vodi>]
- 15 Турков О.С. Геология в Казахстане: богатое прошлое и смутное будущее / <https://camonitor.kz/32521-geologiya-v-kazahstane-bogatoe-proshloe-i-smutnoe-budushee.html>

[Turkov O.S. Geologiya v Kazahstane: bogatoe proshloe i smutnoe budushchee / <https://samonitor.kz/32521-geologiya-v-kazahstane-bogatoe-proshloe-i-smutnoe-buduschee.html>]

- 16 Медеу А.Р. Проблема управления наукой и научно-технической политикой в Казахстане (Тезисное изложение). Источник: сайт Института географии и водной безопасности КН МОН РК / <https://ingeo.kz/?p=9369> [Medeu A.R. Problema upravleniya naukoj i nauchno-tehnicheskoy politikoj v Kazahstane ((Tezisnoe izlozhenie). Istochnik: sajt Instituta geografii i vodnoj bezopasnosti KN MON RK / <https://ingeo.kz/?p=9369>]
- 17 Сайт Геологической службы США. <https://www.usgs.gov/bpi> [Sajt Geologicheskoy sluzhby SSHA. <https://www.usgs.gov/bpi>]
- 18 Национальный доклад по науке. – Нур-Султан; Алматы, 2021. – 250 с. [Nacional'nyj doklad po nauke. – Nur-Sultan; Almaty, 2021. – 250 s.]
- 19 Сайт Британской геологической службы. <https://www.bgs.ac.uk/about-bgs/> [Сajt Britanskoj geologicheskoy sluzhby. <https://www.bgs.ac.uk/about-bgs/>]