

<https://doi.org/10.37878/2708-0080/2020.011>

КАК СДЕЛАТЬ КАЗАХСТАН САМОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ И ПЕРЕДОВОЙ НЕФТЯНОЙ СТРАНОЙ МИРА



Н.К. НАДИРОВ,¹

первый вице-президент Национальной инженерной академии РК,
академик АН Казахской ССР, Почетный нефтяник СССР

«Наша страна вступает в качественно **новую фазу** своего развития.
По сути, мы будем жить **в новой реальности**.
Поэтому предстоит осуществить **масштабную,
глубинную трансформацию экономики
и системы госуправления**».

*Заявление Главы государства Касым-Жомарта Токаева
(г. Нур-Султан, 27 апреля 2020 года)*

Нефтяную отрасль, как и мировую экономику в целом, потряс ранее невиданный кризис, связанный с пандемией COVID-19, который требует принять экстренные меры для его преодоления.

*Считая, что только опора на инновации, технологический прогресс, человеческий капитал обеспечат выживание отрасли, в статье **тезисно** отображена сущность принципиально новых, запатентованных или защищенных дипломами научных открытий, технологий, призванных обеспечить экономическое, экологическое и коммерческое лидерство Казахстана в деле производства нефти по единому циклу – от разведки на нефть до бензоколонки.*

В Национальной инженерной академии Республики Казахстан на протяжении нескольких десятилетий накоплена база таких решений.

В области геологоразведки: космические и инновационные геологические методы как региональные, так и детальные позволяют на порядок дешевле, точнее выявлять перспективные поисковые объекты и открывать новые месторождения нефти и газа.

В области добычи и транспортировки нефти: технологии GALEX обеспечат разработку высоковязких, трудноизвлекаемых нефтей: заводненных, истощенных

*Автор для переписки. E-mail: nnk32@mail.ru

месторождений с себестоимостью, не превышающей 4–5 доллара за баррель; транспортировку трубопроводами в разы больших объемов нефти без повышения затрат.

В области нефтепереработки: технологии низкотемпературной гидроконверсии, синтеза нефтепродуктов позволяют глубоко перерабатывать углеводородное сырье любого качества при относительно низких температурах, производить рыночно востребованные продукты с возможностью быстрого перепрофилирования производства.

В области эффективности и экологичности углеводородных топлив: рекомендовать углеводородные топлива при их сжигании в двигателях внутреннего сгорания с экономией на 30% и более, с сокращением эмиссии парниковых газов на 30% и более, исключение выбросов отравляющих веществ в биосферу на 95–98%, можно с использованием опробованных активаторов SALF.

В области возобновляемых источников энергии: технологии по производству возобновляемых источников энергии позволят значительно снизить энергоемкость всей отрасли, обеспечить население труднодоступных и удаленных районов дешевой энергией и пресной водой.

Приведенные в тексте ссылки – это база данных о научных публикациях, открытиях, инженерно-технических разработках, защищенных патентами и дипломами, рекомендациях, созданных учеными, профессионалами нефтяниками, изобретателями Национальной инженерной академии Республики Казахстан, которые могут быть представлены для использования по назначению в нефтегазовой отрасли.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Национальная инженерная академия Республики Казахстан, углеводородное сырье, геологоразведка, добыча, подготовка, транспортировка, переработка, возобновляемая энергетика, база данных о разработках и научных открытиях.

ҚАЗАҚСТАНДЫ ӘЛЕМНІҢ БӘСЕКЕГЕ БАРЫНША ҚАБІЛЕТТІ ЖӘНЕ АЛДЫҒЫ ШЕПТЕГІ МҰНАЙ ЕЛІНЕ ҚАЛАЙ АЙНАЛДЫРУҒА БОЛАДЫ

Н.К. НАДИРОВ, ҚР Ұлттық инженерлік академиясының бірінші вице-президенті, академик, КСРО-ның құрметті мұнайшысы

Тұтастай әлемдік экономика сияқты мұнай саласын COVID-19 індетімен байланысты бұрын-соңды болмаған дағдарыс дүр сілкіндірді, оны еңсеру үшін шұғыл шаралар қабылдау қажет болуда.

Инновацияларға, технологиялық прогреске, адами капиталға сүйену ғана саланың дағдарысқа төтеп беруін қамтамасыз етеді деген оймен мақалада **тезис түрінде** Қазақстанның мұнайды оны барлаудан бастап бензин бағаншасына дейін бірыңғай цикл бойынша өндіру ісінде экономикалық, экологиялық және коммерциялық көшбасшылығын қамтамасыз ететін, түбегейлі түрде жаңа болып келетін, патенттелген немесе дипломдармен қорғалған ғылыми жаңалықтардың, технологиялардың мәні көрсетілген.

Қазақстан Республикасының Ұлттық инженерлік академиясында бірнеше ондаған жылдар ішінде осындай шешімдердің қоры жинақталған.

Геологиялық барлау саласында: өңірлік, сондай-ақ егжей-тегжейлі ғарыштық және инновациялық геологиялық әдістер келешегінен үміт күттіретін іздеу нысандарын біршама арзан, дәлірек анықтауға және жаңа мұнай мен газ кенорындарын ашып отыруға мүмкіндік береді.

Мұнайды өндіру мен тасымалдау саласында: GALEX технологиялары тұтқырлығы жоғары, алынуы қиын мұнайларды, суланған, сарқылған кенорындарын бір баррелі үшін 4–5 доллардан аспайтын өзіндік құнмен игеруді; құбырлар арқылы мұнайдың

бұрынғыдан жоғары көлемдерін шығынын арттырмай тасымалдап отыруды қамтамасыз ететін болады.

Мұнай өңдеу саласында: мұнай өнімдерін төмен температуралық гидроконверсиялау, синтездеу технологиялары кез келген сападағы көмірсутекті шикізатты салыстырмалы түрде төмен температураларда қайта өңдеп, өндірісті тез арада қайта бейіндеу мүмкіндігімен нарықта сұранысқа ие өнімдерді өндіріп отыруға мүмкіндік береді.

Көмірсутекті отындардың тиімділігі мен экологиялық тазалығы саласында: көмірсутекті отындарды іштен жану қозғалтқыштарында 30% және одан артық пайызбен, бу газдарының эмиссиясын 30% және одан артық пайызға қысқартумен қайта құрылымдау, биосфераға бөлінетін улаушы заттардың 95–98%-ын болдырмау SALF активаторларын қолдану арқылы мүмкін болады.

Жаңғыртылатын энергия көздері саласында: жаңғыртылатын энергия көздерін өндіру технологиялары тұтастай саланың энергия сыйымдылығын елеулі мөлшерде азайтуға, қолжетімсіз және қашықтағы аудандардың халқын арзан энергия мен тұтқи сумен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Мәтінде келтірілген сілтемелер – бұл мұнай-газ саласында нысаналы мақсаты бойынша қолдануға арнап ұсынуға болатын, Қазақстан Республикасының Ұлттық инженерлік академиясының ғалымдары, кәсіпқой мұнайшылары, өнертапқыштары әзірлеп шығарған, патенттер мен дипломдармен қорғалған ғылыми жарияланымдар, жаңалық ашулар, инженерлік-техникалық әзірлемелер туралы деректер қоры.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: Қазақстан Республикасының Ұлттық инженерлік академиясы, көмірсутекті шикізат, геологиялық барлау, өндіру, әзірлеу, тасымалдау, қайта өңдеу, жаңғыртылатын энергетика, әзірлемелер мен ғылыми жаңалықтар туралы деректер қоры.

HOW TO MAKE KAZAKHSTAN THE MOST COMPETITIVE AND TECHNOLOGICALLY INNOVATIVE COUNTRY OF THE WORLD

N.K. NADIROV, First Vice-President of the National Engineering Academy of Kazakhstan, Academician, Honorary Oilman of the USSR

The oil industry, like the world economy as a whole, has been shaken by the previously unseen crisis triggered by the COVID-19 pandemic. Urgent measures requires to challenge and overcome it.

Believing that only reliance on innovation, technological progress, human capital will ensure the survival of the industry, the article below outlines the essence of fundamentally new, patented or diploma-protected scientific discoveries, technologies that address to resolve the challenges and ensure the Kazakhstan's economic, environmental and commercial supremacy in every step of oil production – from oil exploration all the way to a gas tank.

The National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan has accumulated a large base of such solutions.

In the field of exploration: space sciencecomplimenting geologicalinnovative methods, both regional and detailed, allow for an order of magnitude cheaper, more accurately identify promising search sites and discover new oil and gas fields.

In the field of oil production and transportation: GALEX technologies will ensure the production of ultra-viscous, hard-to-recover oil, high water cut, depleted fields at a cost of not exceeding 4–5 dollars per barrel; transportation by pipelines of oil volumes times greater than the base volume at no costs increase.

In the field of oil refining: low-temperature hydro-conversion technology, technology foron-site synthesizing petroleum products from crude oil will allow deep processing of hydrocarbon products of any specifications at relatively low temperatures, produce market-demanded products with the possibility of rapid reprofiling of production.

In the area of hydrocarbon fuel efficiency and environmental efficiency: to reformat hydrocarbon fuels prior being burned in internal combustion engines with savings of 30% or more,

with a reduction in greenhouse gas emissions by 30% or more, the elimination of poisonous substances emissions into the biosphere by 95–98%, can be used with patented and proven SALF technology and devices.

In the field of renewable energy: renewable energy technologies will significantly reduce the energy intensity of the entire industry, provide the population of hard-to-reach and remote areas with cheap energy and fresh water.

The references in the text are a database of scientific publications, discoveries, engineering and engineering, protected patents and diplomas, recommendations created by scientists, oil professionals, inventors of the National Academy of Engineering of the Republic of Kazakhstan, which can be submitted for use for purpose in the oil and gas industry.

KEY WORDS: National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, hydrocarbon crude, exploration, production, processing, transportation, renewable energy, development database and scientific discoveries.

Геологоразведка	12
Добыча	16
«Умная» качалка	22
Подготовка	22
Транспортировка	24
Радиационно-термическая переработка	27
Низкотемпературная вакуумно-волновая гидроконверсия нефтяного сырья	28
Экономическая и экологическая эффективность использования углеводородных топлив	30
Попутный и сжиженный природный газ	31
Использование возобновляемой энергетики в нефтегазовом комплексе	34
Эффективное сочетание доступных энергоисточников	36
База данных: публикации, патенты, дипломы, открытия, разработки	40

Человек является хозяином и главным богатством страны. Все прочие богатства, недра и природные ресурсы, содержащиеся в них, принадлежат людям и должны им служить. Наша страна обладает огромными ресурсами: нефть, газ, уголь, цветные и черные металлы и др. Но реальным богатством эти ресурсы могут стать тогда, когда они используются со знанием дела, рационально и эффективно.

Нефть и газ – традиционно называют «черным золотом», а для Казахстана нефтегазовая отрасль – это важнейший элемент народного хозяйства.

Но в условиях резко обострившейся мировой конъюнктуры среди нефтедобывающих стран уже недостаточно просто добыть и поставить нефть отечественным и зарубежным потребителям, ее надо добыть более эффективно, перерабатывать и использовать более экономично, чем это делают конкуренты. Только реализованные с прибылью нефть и нефтепродукты действительно становятся «черным золотом».

Проблемы конкурентоспособности нашей нефтегазовой отрасли особенно обна-

жились и обострились в последнее время в связи с резким падением нефтяных цен и спроса на нефть из-за пандемии коронавируса. Из отчета «IHS-Markit», одной из самых признанных экспертных компаний мира, средняя цена безубыточности нефти Казахстана, добываемой на суше, составляет 46 долларов за баррель. Для сравнения, цена безубыточности по Саудовской Аравии – 17 долларов за баррель. Это сравнение предельно ясно иллюстрирует необходимость прорыва в конкурентоспособности производства нашей нефти по всему циклу, включающему выявление, добычу, подготовку, транспортировку и глубокую переработку нефти, вплоть до поставок нефтепродуктов конечному потребителю. Сегодня это стало важнейшей государственной задачей.

Нельзя не согласиться с мнением Президента Казахстана **Касым-Жомарта Токаева** о необходимости в условиях неблагоприятных реалий нашего времени *«осуществить масштабную, глубинную трансформацию экономики»*.

Мы убеждены, что ключом к глубинной трансформации – прорыву в нефтяной отрасли, которая является локомотивом экономики нашей страны, может и должно стать внедрение в отрасль инновационных механизмов и собственно инноваций – непосредственно в систему *нефтепроизводства и нефтепотребления*.

Интересная тенденция последнего времени: крупнейшие транснациональные нефтяные компании Shell, BP, Chevron и все другие списывают нерентабельные активы совокупно на сотни миллиардов долларов. Среди таких нерентабельных активов месторождения нефти, себестоимость добычи из которых высока. То есть стратегии этих компаний, и АО «НК «КазМунайГаз» разделяет эту позицию, основаны на уверенности в том, что нефтяные цены останутся на низком уровне в обозримой перспективе. Основа такой позиции состоит в уверенности в том, что устойчивое превышение предложения нефти на мировом рынке над спросом не позволит ценам на нефть вырасти до уровней, когда инвестиции в разработку таких капиталоемких месторождений будут рентабельными. Как было сказано, сложившаяся себестоимость казахстанской нефти – одна из самых высоких в мире, поэтому только широкое внедрение инновационных основ устройства индустрии, активное внедрение самых передовых мировых и отечественных разработок по всему циклу отрасли обеспечат конкурентоспособное будущее страны.

Нашими учеными и нашими международными партнерами разработаны эффективные и экономичные технологии для всех этапов освоения углеводородного сырья. Ниже мы предлагаем вниманию читателей краткий обзор созданных учеными, инженерами, изобретателями Национальной инженерной академии Республики Казахстан технологий, внедрение которых позволит резко снизить себестоимость и повысить эффективность производства нефти, нефтепродуктов, повысить рыночную оценку, экономическую и экологическую привлекательность отрасли, вывести ее в разряд мировых технологических лидеров.

Главным критерием дееспособности и успешности нефтяных компаний и нефтедобывающих стран с недавних пор стал такой важнейший показатель, как конкурентоспособность. Именно в этом наша отрасль должна и может занять лидирующее положение. Соответствующие технологии уже разработаны. Для нас очевидно то, что себестоимость добычи даже трудноизвлекаемой нефти можно снизить до

4–6 долларов за баррель, и даже ниже, выведя ее в разряд самых эффективных в мире. Имеются также технологии резкого снижения себестоимости подготовки, транспортировки нефти, ее глубокой переработки и эффективного использования нефтепродуктов.

Все стадии производства нефти и газа, начиная от поиска и разведки месторождений, и в последующем – добычи, подготовки, транспортировки и глубокой переработки являются весьма капиталоемкими и энергозатратными, поэтому наша главная задача заключается в разработке и внедрении более эффективных и менее энергозатратных технологий для всех стадий нефтегазового комплекса.

Таким образом, использование «умных» технологий и накопленный человеческий капитал обеспечат экономическое превосходство и коммерческую выгоду единого цикла, именуемого «от разведки на нефть до бензоколонки».

ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

В мировой практике в классическом варианте геологоразведочные работы (ГРР) (синоним – геологоразведка) на углеводородное сырье включают: **1) региональные исследования:** геологические, геофизические, геохимические, аэрокосмические и др. (*оценка перспективных ресурсов*); **2) детальные исследования:** геологические и геофизические (*выявление и геометризация поискового объекта*); **3) бурение поисковых скважин** (*обнаружение месторождения*); **4) бурение разведочных скважин** (*предварительная и детальная разведка, подготовка месторождения к разработке, подсчет запасов*).

Первые два этапа тесно сопряжены с научными исследованиями и тематическими работами. Результаты второго и третьего этапа, при необходимости, – предмет научного критического уточняющего анализа с последующими практическими рекомендациями.

На протяжении не менее двух десятков лет учеными Национальной инженерной академии Республики Казахстан были выполнены научные исследования, имеющие прямое или косвенное отношение ко всем, без исключения, элементам геологоразведки в сформулированном выше понимании.

В феврале текущего года на заседании Правительства Республики Казахстан был рассмотрен проект Концепции Государственной программы геологической разведки на 2021–2025 годы. **Предполагается, что исполнение Госпрограммы позволит увеличить охват геологической изученности осадочных бассейнов: освоенных – до 60%, малоизученных – до 10%. «Ожидается прирост прогнозных ресурсов углеводородов – 700 млн тонн».**

Для успешной реализации данной Государственной программы и приращения нескольких сотен млн тонн **реальных запасов** углеводородного сырья возможно и необходимо использование наработок, созданных учеными и практиками под эгидой Национальной инженерной академии, краткий обзор которых представлен ниже.

Необходимыми элементами обоснования постановки геологоразведочных работ являются **научно обоснованные** *понятийная база, терминология и классификация полезных ископаемых*. Мы в 2017 году создали Концепцию Казахстанского класси-

фикатора полезных ископаемых (класс «углеводородное сырье») [1, 2]. Этот давно востребованный документ должен быть утвержден на правительственном уровне – это веление нашего времени. Узаконенный данный документ обеспечит обоснованную корректировку выбора объектов (*как региональных, так и детальных*) для постановки ГРП.

Более 30 лет назад в надсолевом комплексе Прикаспийской впадины была выявлена региональная зональная линейность уникальных аномальных структур и всех известных месторождений и проявлений тяжелых нефтей и природных битумов, которая послужила основанием для создания коллективом авторов «Способа обнаружения залежей высоковязких нефтей и природных битумов» [3]. Внедрение этого способа в практику поисковых работ привело к открытию нескольких десятков месторождений природных битумов и в том числе уникального месторождения природных битумов и тяжелых нефтей Мортук. Первооткрывателями месторождений Мортук, Акшоки и Донгелексор официально признаны исследователи [4, 5], которые в последующие годы продолжили выполненные ранее работы, дополнили современными данными и создали **методику (алгоритм)** – инновационный конкретный «рецепт» повышения успешности поиска скоплений углеводородов и их дериватов в надсолевом комплексе Прикаспийской впадины [6–9].

Известно, что **традиционные** геологические, геофизические, геохимические методы, применяемые на первых двух этапах ГРП (региональные исследования и подготовка объектов), – трудоемкие, дорогостоящие и, самое главное, не всегда достаточно надежные. Подтверждаемость результатов, полученных при этом, по некоторым исследованиям, в среднем составляет 25%. Следовательно, создание и внедрение более дешевых, а зачастую и более достоверных, **нетрадиционных** способов, методов, технологий в систему ГРП – это насущная необходимость нефтегазовой отрасли.

В 2005 г. в научном издании «Нефть и газ» я опубликовал статью с очень осторожным, но интригующим названием «*Влияет ли космос на нефтегазовое дело*» [10].

С казахстанской земли произведен первый в мире запуск искусственного спутника Земли в 1957 году, осуществлен полет в космос первого человека в 1961 году. Сам Бог велел нам стать первой страной, открывшей эру использования космических технологий для решения многочисленных научных и производственных задач, в том числе открытия новых месторождений и мониторинга всех объектов нефтегазового комплекса.

В 2011 году, в связи с 50-летием полета землянина Ю.А. Гагарина в космос, мы решили один из выпусков журнала «Нефть и газ» посвятить проблеме «**космос и нефтегазовый комплекс**». Рассчитывали на поступление двух-трех статей. Вопреки нашим предположениям, портфель редакции оказался наполнен важными статьями, которые были успешно опубликованы в двух выпусках издания. О «*космических стартах Казахстана*» поведали Т.А. Мусабаев (доктор технических наук, впоследствии академик, Герой России и Республики Казахстан), председатель Национального космического агентства Казахстан и его заместитель академик М.М. Молдабеков; академик Ж.Ш. Жантаев, генеральный директор АО «Национальный центр космических исследований и технологий», впервые представил концепцию об

«информационно–космических технологиях в нефтегазовой отрасли Казахстана»; ведущие ученые поделились своими идеями и разработками.

В последующие годы проблематике *«выявление месторождений с применением космических технологий»* посвящены публикации мои и наших активных соратников как в «Нефть и газ», так и в других изданиях [11–17].

На протяжении многих десятилетий группа авторов последовательно отрабатывает и шлифует *«новую технологию прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах мира»*, основанную на *«принципах ударно-взрывной тектоники и использовании данных дистанционного зондирования Земли»* [18–28 и многие другие].

Парадигма ударно-взрывной тектоники выдвинута в Казахстане и разрабатывается на протяжении 40 лет [21, 22]. Новая технология кардинально отличается от традиционных прогнозных построений, благодаря неперемемному и постоянному использованию новейшей космической информации [20, 23–26]. Данные сканерных, фото- и радиолокационных космических съемок обнаруживают широкое распространение ранее неизвестных кольцевых и линейных структур. Исследование кольцевых структур, выполняющееся в Казахстане на протяжении полувека, указывает на явное преобладание среди них структур космогенной, астероидно-метеоритной и кометной природы [18–24]. Данные дешифрирования космических снимков, с учетом пространственного положения известных месторождений нефти и газа, позволяют выявить концентрические зоны растяжения и сжатия земной коры, сопутствующие космогенным кольцевым структурам. Анализ многолетних данных позволил выявить приуроченность подавляющей массы месторождений углеводородов и их геологических запасов к концентрическим зонам растяжения-разуплотнения земной коры в космогенных кольцевых структурах и, в особенности, в блоках взаимного наложения зон растяжения-разуплотнения различных, но находящихся по соседству, импактных астероидно-метеоритных и кометных кольцевых структур [18–22]. Концентрические зоны растяжения чередуются с разделяющими их зонами сжатия, лишенными, или почти лишенными, месторождений полезных ископаемых. ***Предлагаемая «ударно-взрывная технология» прогноза месторождений углеводородов может быть применена во многих осадочных бассейнах мира.***

Несмотря на отсутствие общего признания, резко отрицательные отзывы противников *«ударно-взрывной технологии»*, редколлегия предоставляет страницы нашего издания для авторов неординарных, эрудированных, представляющих насыщенный фактологический материал. Нет сомнения, что только дискуссия и всесторонний геологический анализ позволят определить пути конкретного практически значимого применения данной технологии для региональных и поисковых целей.

В Татарстане (г. Казань) создана уникальная инновационная технология *«Метод видеотепловизионной генерализации Мухамедярова»* МВТГМ [29]. МВТГМ, признанная во многих странах мира, позволяет за короткие сроки (5–7 месяцев) отснятые со спутника интересные территории с заданной площадью, послыбно, как в компьютерной томографии, прозондировать с определенным шагом по вертикали от 1 до 120 метров и выявить на глубинах (от 0 до 12 км) перспективные геологические структуры на нефть, газ, подземные воды, битумы, уран, золото, калийные соли и другие полезные ископаемые. Примеры использования «МВТГМ»

были показаны на конкретной территории нефтяного месторождения нефтяной компании «Мунай-Service» (Прикаспийская впадина) и на месторождении битумов «Беке» в Мангыстау, а также на Ашальчинском битумном месторождении в Татарстане [30–33].

Технологии, основанные на космическом зондировании, по данным их разработчиков, позволяют значительно удешевить поиск, снизить финансовые и временные затраты, при этом высокая скорость получения более точной информации за считанные месяцы с охватом огромных площадей – 5–10 тыс. кв. км и более. При детальном исследовании точность определения места поисковой скважины увеличивается от 25% до 50–60%. Это огромная экономия средств на постановку буровых работ.

На казахстанском рынке космических методов исследования Земли работают АО «Национальная компания «Казахстан Ғарыш Сапары», АО «Национальный центр космических исследований и технологий», Институт ионосферы, ТОО «Казгеозонд», АО «КазГеоКосмос», «Центр дистанционного зондирования и ГИС «Терра», «КазГИСА» и др.

С учетом имеющихся возможностей в «**Государственной программе геологической разведки республики Казахстан на 2021–2025 годы**» необходимо предусмотреть применение космических технологий как в виде опережающих исследований, так и в качестве самостоятельных поисковых методов.

В 2019–2020 гг. коллектив исследователей из Геологического института Российской академии наук (ГИН РАН, Москва); Национальной инженерной академии РК и канадской компании «Falcon Oil & Gas Ltd» предприняли системное исследование кольцевых субвертикальных структур Каспийского региона [34–37]. Аномальные структуры – это последствия «дегазации недр», предопределенной углеводородными системами. Помимо необходимости создания экологического мониторинга на море и на суше, намечается также возможность качественной оценки наличия углеводородных систем в недрах осадочных бассейнов. К настоящему времени изучена только западная часть Туранской плиты. Несмотря на форсмажорные обстоятельства, исследования продолжают. Полученные и получаемые результаты – это наверняка будет весьма значимое подспорье при изучении в рамках **Госпрограммы геологоразведки** тех самых 11 осадочных бассейнов (относительно изученных, слабо изученных и практически неизученных).

В 2013–2015 гг. научный коллектив, созданный в Национальной инженерной академии РК для оценки ресурсной базы высоковязких нефтей (ВВН), природных битумов (ПБ), нефтебитуминозных пород (НБП) и горючих сланцев (ГС) (*правительственная программа*), выполнил анализ геологической изученности, степени разведанности, достоверности геологических и структурно-тектонических моделей; особенностей освоения месторождений. Были подготовлены научные обоснования дальнейшего изучения конкретных месторождений/залежей и прилегающих перспективных территорий. На основании выполненных исследований были разработаны принципы ранжирования месторождений/залежей; произведена оценка ресурсов ВВН, ПБ, НБП и ГС Казахстана.

На базе данной тематической работы авторским коллективом, успешно выпол-

нившим правительственную программу, были подготовлены конкретные научно обоснованные рекомендации по наиболее востребованным проблемам: «нетрадиционные ресурсы углеводородного сырья» [38]; «ресурсы и проблемы освоения высоковязких нефтей» [39, 40]; «комплексное освоение уникального Мортюка» [41, 42]; «нефтебитуминозные породы, ресурсы, проблемы освоения» [43]; «комплексное освоение Тюбкарагана» [44].

Многочисленные публикации посвящены проблемам бурения в нефтегазовой отрасли: описанию инновационных технологий, результатам успешных решений проблем проводки скважин и другое (см. многие выпуски «Нефть и газ» – научные статьи под рубрикой «Бурение»).

В 2004–2007 гг. геологической службой компании ГИОС была разработана предварительная концепция модели структурно-седиментационной среднетриасовой ловушки. При этом успешно были открыты полтора десятка нефтяных месторождений [5]. В последующие годы академическим советником Национальной инженерной академии М.С. Трохименко была создана научно обоснованная модель уникального регионального структурно-седиментационного среднетриасового резервуара и локальных ловушек в Прикаспийской впадине и открыт универсальный механизм их формирования [45].

В 2019 году, в связи с появлением на рынке сервисных услуг неадекватных альтернативных моделей данного типа ловушек, выполнен детальный анализ отрицательных результатов поисковых работ на Нефть и газ в среднетриасовых ловушках (ложные модели) в пределах контрактного блока Жаркамыс Западный. Уточнена оценка ресурсов углеводородного сырья, созданы непротиворечивые модели изученных ранее среднетриасовых перспективных объектов. Выявлен новый перспективный тип поисковых объектов в отложениях *верхнего триаса* [46, 47]. Авторы готовят к публикации результаты своих исследований и соответствующие научно обоснованные рекомендации для «Государственной программы геологической разведки на 2021–2025 годы» по успешному поиску залежей УВ в среднем и верхнем триасе в пределах территории Прикаспийской впадины – *третий этап ГРР*.

Сказанное свидетельствует о большом интеллектуальном потенциале наших ученых в сфере геологоразведочных работ на углеводородное сырье.

ДОБЫЧА

Вспомним, когда говорят о нефтяной отрасли или нефтяной компании, в первую очередь подчеркивают объем добычи, количество извлекаемых запасов нефти, уровень выручки и прибыли от производства нефти.

Достижения нашей нефтегазовой отрасли в области добычи неоспоримы. В 2018 и 2019 годах Казахстан, с добычей 90,4 млн тонн, вошел в топ-15 крупнейших нефтеэкспортеров мира. Это невероятный результат, памятуя, что в 1991 г. было добыто нефти 26 млн тонн. Но с обвала нефтяных котировок в марте 2020 года, начался новый отсчет.

Вспышка коронавируса (Covid-19) в Китае и последовавшее распространение его во многих странах мира привела к беспрецедентному в послевоенной истории

снижению экономической активности в мире и оказала разрушительное влияние на спрос и мировые цены на углеводородное сырье. Спрос на нефть одновременно упал на более чем 20%, а с ним – и мировые цены на нефть. Падение цен с 60–62 долларов за баррель до отрицательных значений, с последующим восстановлением до 31–42 долларов, в значительной степени осложнило экономическую ситуацию в странах, где государственный бюджет наполовину формируется за счет поступлений от торговли нефтегазовыми ресурсами. Многие государства, зависимые от нефтеэкспорта, в том числе и Казахстан, оказались в состоянии кризиса. Об этом в интервью корреспонденту **Forbes.kz** 2 июля текущего года сказал зампред Правления АО «НК «КазМунайГаз» Дастан Абдулгафаров. Кризис поставил на первое место в перечне приоритетов себестоимость производства нефти, а антикризисный план отрасли призван ответить на этот вызов.

За исключением крупнейших нефтегазодобывающих проектов, а именно: **Тенгиз, Карачаганак и Кашаган**, управляемых международными консорциумами, большинство находящихся в добыче месторождений страны относится к категории «зрелых». Они истощены, заводнены, а остаточные запасы их отнесены в разряд трудноизвлекаемых (ТРИЗ), что делает их убыточными.

На многих казахстанских месторождениях трудноизвлекаемых нефтей себестоимость производства нефти может превышать 60 долларов за баррель. По причине убыточности запасы таких месторождений выводятся из категории «запасов» (по международной классификации, к «запасам» относится доля нефти, которая может быть добыта прибыльно) в категорию «ресурсы». Значение такой понижающей рекатегоризации имеет самое существенное негативное значение в оценке рыночной стоимости компании, владеющей этими запасами, ее ликвидности. Дело в том, что «запасы» имеют денежное выражение и играют самую существенную роль в том, во что оценивается на рынке эта компания, владеющая этими запасами. В то же время «ресурсы» никак не оцениваются в денежном выражении, в частности, на гигантском месторождении Узень достигнутый коэффициент извлечения (КИН) составляет 0,3 (30%) при принятом на баланс значении 0,4. Дальнейшая добыча нефти убыточна, прибыли не приносит. То есть 70% неизвлеченной нефти, в том числе 10% от первоначально утвержденных «извлекаемых», никакого положительного значения для АО «ОзенМунайГаз» (дочерняя компания АО «НК «КазМунайГаз»), не имеет. Экономически месторождение является обременением, а это означает, что по рыночным законам его надо останавливать и списывать из портфеля КМГ, аналогично тому, что сейчас делают Chevron, BP, Total и другие. Но в нашем случае остановить месторождение нельзя, поскольку все население города Жанаозен – это казахстанцы, так или иначе связанные с работой месторождения.

Нефтяная индустрия Республики Казахстан, помимо того, что она является главным наполнителем бюджета и Национального фонда страны, также является и главным работодателем. В ней занята огромная армия рабочих и специалистов. Есть уверенность в том, что период низких цен на нефть на мировых рынках продлится длительное время, о чем было отмечено во вступительной части статьи. Поэтому вопрос прибыльности, конкурентоспособности производства нефти на месторождениях, ставших в одночасье убыточными, достижение лидирующих по-

зиций в конкурентоспособности отрасли в целом – это вопрос выживания в период кризиса и экономического бума в посткризисный период.

В упомянутом интервью зампреда Правления АО «НК «КМГ» Дастана Абдулгфарова прозвучало, что государство согласилось кардинально снизить налогообложение добычи нефти на месторождениях. То есть государство компенсирует убытки добычи из собственных резервов. От того, насколько быстро восстановятся цены на нефть, зависит как долго государство должно будет поддерживать такое положение вещей. Из интервью не прослеживаются других, в том числе технологических мер снижения себестоимости добычи нефти на Узене.

Такие меры, прорывные инновационные решения имеются в Национальной инженерной академии РК.

Ранее были предложены способы рентабельной добычи высоковязких нефтей и природных битумов, а также остаточных нефтей [48–50].

В 2012 году в Казахстане впервые произведено опробование и успешно подтверждена эффективность технологии SWEPT для разработки тяжелых нефтей меловых залежей месторождения Кырыкмылтык [38]. В 2014 г. защищен патентом «Способ добычи нефти, преимущественно вязкой нефти» [51].

Суть и новизна технологий SWEPT, S-BTF состоит в активизации внутри залежи физико-химических процессов, приводящих к созданию внутри нефтесодержащей залежи новой энергии, с лихвой компенсирующей как ее первоначальный дефицит, так и потери в результате эксплуатации месторождения (рисунки 1–3).



Рисунок 1 – Генератор SWEPT на скважине Вордлоу [54]

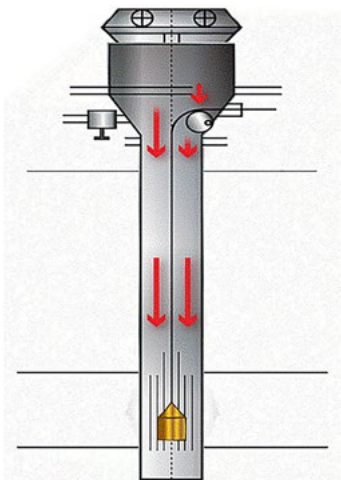


Рисунок 2 – Принципиальная схема воздействия на пласт кумулятивными волнами, генерируемыми с поверхности [53]

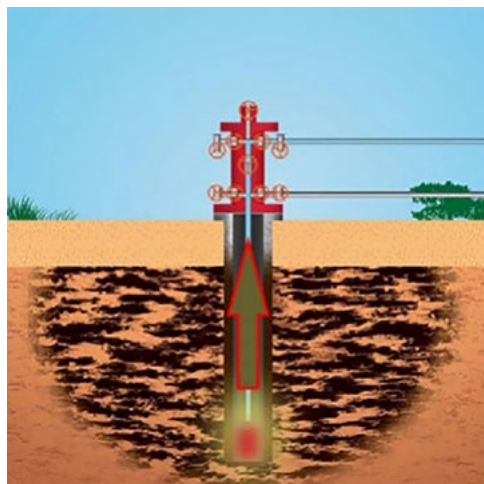


Рисунок 3 – Схема активации S-BTF [41]

При этом нефть залежи разжижается, становясь на порядок более мобильной, текучей, а коллекторские свойства внутри пласта выравниваются на уровне своих максимальных значений, создавая условия для равномерного и полного вытеснения нефти из залежи с извлечением ее на порядки более интенсивно. Технология не связана с какими бы то ни было существенными затратами, что и обуславливает резкое снижение себестоимости добычи нефти. Технология создает условия для наиболее полного вытеснения нефти из залежи, что дает основание ожидать высоких показателей КИН. Подробно технологии и их действия описаны в ряде публикаций в «Нефть и газ», начиная с 2013 года [38, 52–54].

Многочисленные публикации (2013–2019 гг.) посвящены актуальности и целесообразности масштабного внедрения инновационных технологий компании «Galex Energy Corporation» как в условиях Техаса и Калифорнии, так и, в равной степени, – в условиях нефтяных регионов Республики Казахстан [55–61]. Этот опыт в сочетании с результатами выполненного тематического исследования (2013–2015 гг.) обеспечил создание серии публикаций с конкретными научно обоснованными рекомендациями по освоению нетрадиционных источников углеводородного сырья. Огромные ресурсы тяжелых высоковязких нефтей [39, 40]; ресурсы не востребуемых нефтебитуминозных пород [43] могут быть освоены на сегодняшнем уровне технических возможностей инновационными технологиями компании Galex Energy Corporation». Две фундаментальные публикации посвящены двум значимым объектам Западного Казахстана. Уникальное месторождение природных битумов и тяжелых нефтей Мортук может быть загублено, если не будет прекращена продолжающаяся технологически не оправданная разработка. Единственный выход – это только *комплексная эксплуатация* и только применение *технологий S-BTF и*

S-BRPT [41, 42]. Для спасения запасов тяжелых нефтей, добываемых неадекватными и нерентабельными технологиями, и огромных запасов природных битумов и нефтебитуминозных пород Тюбкараганской мегантиклинали должно быть принято аналогичное Мортуку радикальное решение [44].

В журнале «Нефть и газ» создана специальная рубрика «Инновационные технологии Galex». Неизменно из номера в номер журнала база открытий и изобретений ученых и инженеров пополняется новыми работками [62–64].

В упомянутых выше публикациях мы многократно предлагали реализовать ряд новых инновационных проектов по внедрению прогрессивных технологий добычи трудноизвлекаемых нефтей (ТРИЗ), а иначе – высоковязких тяжелых нефтей; природных битумов, нефтей заводненных и истощенных месторождений и других, позволяющих **кардинально снизить себестоимость добываемой нефти**. Масштабное внедрение этих технологий позволит реанимировать добывающий сектор отрасли, дать ему второе дыхание, прирастить запасы нефти за счет увеличения КИН зрелых месторождений, увеличить продуктивность скважин при снижении затрат на добычу. Отметим, что в балансе перехода с ископаемых на возобновляемые источники энергии доля тяжелых нефтей мала. Тяжелые нефти – это основа производства масел, смол и продуктов нефтехимии, востребованность в которых с переходом на возобновляемые источники энергии только увеличится. Поэтому для нас, нашей индустрии вновь предоставляется шанс для **переориентации отрасли на перспективно востребованные рынком продукты, производимые из собственной нефти**.

Национальная инженерная академия РК, являясь многолетним партнером компании «Galex Energy Corporation» – обладателя патентов на прорывные технологии по высокоэффективной и малозатратной добыче нефти, считает, что эти технологии дают основание ожидать существенного, в отдельных случаях многократного, увеличения доли прибыльно извлекаемых запасов (КИН), в том числе и в условиях низких цен на нефть.

В рамках такого партнерства компания «Galex Energy Corporation» предложила применить свои технологии, такие как **SWEPT, S-BTF** и другие, сопутствующие технологии на показательном примере. В качестве такого показательного объекта, по согласованию с АО «НК «КазМунайГаз», был выбран крайне сложный участок Молдабек Восточный месторождения Кенбай (принадлежит АО «Эмбамунайгаз»). Технологическая сложность нефтеизвлечения заключается в комплексе таких геологических факторов, как дефицит пластовой энергии, очень высокая вязкость нефти в пластовых условиях (вплоть до нетекучести), малая мощность и неравномерность распределения коллекторских свойств нефтесодержащего пласта.

До настоящего времени на участке было опробовано множество технологий, не давших искомого результата. В настоящее время добыча нефти на участке осуществляется с применением метода внутриконтурного заводнения. По мнению авторов метода, он должен обеспечить вытеснение нефти из пористой среды нефтесодержащего коллектора и извлечение ее добычными скважинами, но этого не происходит. Однако специалисты неоднократно утверждали, что этот метод является совершенно неподходящим для условий Молдабека Восточного, приводящим

к блокированию нефти в пласте, к запредельной обводненности и безвозвратной потере запасов залежи.

Компания «Galex Energy Corporation» готова произвести активизацию меловой залежи участка Молдабек Восточный и обеспечить технологическое сопровождение нефтедобычи участка вплоть до полной выработки залежи. По нашим прогнозам, нефтесодержащую, но предельно заводненную залежь участка, удастся реабилитировать, эффективно и прибыльно выработать и даже прирастить запасы за счет более полного вытеснения нефти из залежи. Авторы готовы взять на себя ответственность за достижение успеха, при условии кооперации со стороны АО «Эмбаунайгаз» и предоставления благоприятных условий.

С применением этой технологии могут быть разработаны меловые и юрские месторождения всей Прикаспийской нефтегазовой провинции, начиная от офшорных объектов в акватории Каспийского моря на западе до Муртука на востоке; высоковязкие нефти и природные битумы Бозашинского полуострова, Тюбкараганской мегантиклинали, остаточные запасы гигантского Узеньского месторождения и всего комплекса Мангыстауского региона. Остаточные запасы Кумкольской группы месторождений также могут быть эффективно и высоко rentabelно разработаны и доизвлечены при помощи этих передовых и оригинальных технологий.

В полемике по поводу необходимости строительства 4-го НПЗ главным сдерживающим аргументом в течение последних лет был недостаток ресурсов сырья для завода, ввиду истощенности запасов месторождений Мангыстауской области. Мы предлагали и убеждены, что применение технологий **SWPT, S-BTF** ожидаемо даст истощенным, некогда гигантским месторождениям региона вторую жизнь, а будущему заводу – нефть для бесперебойной работы на десятки лет [65, 66].

Предлагаемые к масштабному внедрению уникальные инновационные технологии компании «Galex Energy Corporation» защищены патентами Казахстана, Украины и Соединенных Штатов Америки [51, 67–70].

За более чем 100 лет существования нефтедобычи в Западном Казахстане образовалось большое количество месторождений, разработка которых прекращена в силу истощенности запасов. Однако оставшаяся в недрах нефть таких месторождений предлагаемыми технологиями может быть прибыльно доизвлечена. К ним относятся, как было отмечено, действующие месторождения – истощенные, заводненные, испытывающие дефицит пластовой энергии, ставшие убыточными из-за падения цен на нефть.

Мы связываем возможности эффективной и прибыльной добычи колоссальных запасов высоковязких нефтей и природных битумов Казахстана, будущее возрождение эффективной нефтедобычи республики с масштабным использованием указанных прорывных технологий. Мы убеждены, широкое применение их не только обеспечит эффективность и рентабельность добычи нефти, прирост извлекаемых запасов, но и повышение рыночной оценки и ликвидности активов компаний, занятость казахстанцев на рабочих местах, выведет Казахстан в число мировых лидеров среди нефтедобывающих стран по эффективности и конкурентоспособности добычи нефти.

«УМНАЯ» КАЧАЛКА

Еще одно наше научное открытие – «**Закономерная корреляционная связь между параметрами воздушной (флюдонасыщенной) и не возмущенной геологической среды с пульсацией фигуры Земли**» [71] позволяет повысить энергоэкономическую эффективность великого труженика – нефтяной качалки, которой миллионы.

Со школьной скамьи мы знаем, что Земля «дышит» – то сжимается, то расширяется. Долго мы изучали – как это влияет на эффективность работы нефтяной качалки. Было установлено, что при расширении земной коры нефть впитывается в поры, а при сжатии выталкивается наружу. Каждая нефтедобывающая компания, безусловно, сталкивалась с проблемой резких изменений коэффициента нефтеотдачи, но ни в коем случае не связывала этот факт с пульсацией Земли.

Согласно названному научному открытию, по заданной программе «Умная» качалка автоматически включается и отключается в соответствии с закономерной пульсацией земной коры. Это позволяет еще больше снизить себестоимость добываемой нефти в результате значительного снижения энергозатрат.

Обоснование зависимости нефтеизвлечения от закономерной пульсации земной коры представлено в серии научных публикаций [72–77].

ПОДГОТОВКА

Казахстан имеет интеллектуальный потенциал и на этой стадии нефтегазового комплекса – возможность заметно снизить расходы на подготовку нефти, которая является очень важной стадией нормального функционирования отрасли.

Как известно, добытая нефть всегда содержит механические примеси (песок, глина) и воду. На нефтепромыслах в смесь добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ) и отстаивают до механического разделения. Поскольку требования к товарной нефти очень высокие по содержанию примесей и воды, приходится больше расходовать ПАВ, так как для нефтеперерабатывающих заводов содержание воды недопустимо. Поэтому на всех нефтеперерабатывающих заводах имеются установки электрообезвоживания ЭЛЕОУ, а это – дополнительные затраты электроэнергии и дорогостоящих ПАВ. А как исключить или снизить эти расходы?

В 1970-е годы пришел ко мне **Б.Ф. Анисимов**, впоследствии доктор технических наук, профессор, кавалер ордена «Курмет», преподаватель математики Гурьевского педагогического института (ныне Атырауский госуниверситет им. Х. Досмухамедова) с просьбой дать ему тему для подготовки кандидатской диссертации. Видно было, что из него может получиться хороший исследователь, но он был не знаком с технологиями добычи и переработки нефти. Я предложил, ему, математику, научную задачу, суть которой ему разъяснил следующим образом.

Содержание воды в нефти в количестве 1% удорожает транспортировку сырья на 3–5% и наносит серьезный ущерб, вызывая коррозию технологического оборудования. Далее, на Гурьевском нефтеперерабатывающем заводе ежегодно перерабатывается 5 млн т нефти, которая до процессов переработки должна обезвоживаться, так как в ней, поступившей из промысла, содержится 0,01% воды. Для этого нефть

обрабатывается на установке электрообезвоживания (ЭЛОУ) с использованием дорогостоящих импортных поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эти самые ПАВ добавляют на глазок, гадая на пальцах, что ведет к перерасходу и ПАВ, и электроэнергии, удержанию процесса обезвоживания.

«Так вот вам задание: представить математическое уравнение, по которому можно предварительно определить оптимальное, т. е. потребное количество ПАВ в установку ЭЛОУ. Если оптимизацией процесса нам удастся сэкономить хотя бы один рубль на одну тонну обезвоживаемой нефти, то экономия только по одному Гурьевскому нефтеперерабатывающему заводу составит 5 млн рублей в год (а в то время советский рубль был дороже американского доллара). И это только по Гурьевскому НПЗ. А сколько таких НПЗ в СССР. Это же мировая революция в процессе обезвоживания и обессоливания нефтей! Есть место для подвига?!».

Вскоре Б.Ф. Анисимов принес математическое уравнение, по которому можно было оптимизировать количество ПАВ в соответствии содержанию воды в нефти, подвергаемой электрообезвоживанию.

Первые успехи показали ранее неизвестные факты: часть воды с нефтью образует эмульсии со сложным составом и структурой, причем с отношениями – вода в нефти (В-Н) или нефть в воде (Н-В), появились новые сложные задачи: чтобы убедиться в эффективности принимаемых мер по обезвоживанию, надо было первым делом разобраться в типах водонефтяных эмульсий и разработать оперативные методы определения содержания воды в исходной и обезвоженной нефти, также определить формы эмульсий (В-Н или Н-В) и методы их разрушения.

Применявшиеся в то время методы имели большие недостатки: длительность анализа, необходимость применения химических реактивов, ограниченная возможность их использования в полевых условиях и др.

В связи с этим пришлось поставить новые непредвиденные задачи по разработке оперативных методов определения воды, солей, механических примесей в нефтях, форм водонефтяных эмульсий, вообще качество нефти и нефтепродуктов. Была организована группа молодых специалистов из числа физиков и математиков. На первые же поданные нами заявки на предполагаемые изобретения в Москве во Всесоюзном институте государственной экспертизы ставили гриф «Секретно», что давало уверенность не только в новизне полученных результатов, но и в их государственной актуальности.

В целях активации работ в этом направлении под тем же грифом «Секретно» мы создали научно-техническую программу: **«Разработать методы и приборы для оперативного определения качества нефти и нефтепродуктов».**

Вскоре первые приборы, устройства были испытаны на Гурьевском (ныне Атырауском) НПЗ. О сенсационных результатах испытаний писала самая авторитетная, в то время всемогущая газета «Правда» 22 июня 1983 г. на первой странице в статье под названием «Подскажут приборы». В редакционной преамбуле к статье было отмечено: *«На Гурьевском нефтеперерабатывающем заводе успешно закончились промышленные испытания оригинального устройства для оперативного контроля качества нефтепродуктов. Прибор создан учеными и специалистами Института химии нефти и природных солей АН КазССР».* Далее – суть и актуальность прибора.

Поскольку газета «Правда» была органом ЦК КПСС, ее, естественно, читал весь советский народ, особенно интеллигенция. Этими работами заинтересовался сам министр нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР **В.С. Федоров**. Ответственные работники Министерства просили моего приезда в Москву для доклада Министру. В назначенный день и час Министр СССР **В.С. Федоров** собрал у себя научно-технический совет, где я коротко изложил суть новизны и принцип действия разработанных нами приборов. Вопросов не было, и в заключении Министр заметил: «Да, все гениальное просто». Затем мы обсудили, как тиражировать эти приборы.

По проблеме оперативного разделения водонефтяных эмульсий и определения качества нефти и нефтепродуктов опубликовано более 100 статей [78–86 и др.], получены десятки авторских свидетельств на изобретения с грифом «**Секретно**» [87–89 и др.], защищены две докторские, восемь кандидатских диссертаций и получен диплом на научное открытие «**Закономерность контактно-разъединенной зарядки частиц эмульсии обратного типа в однородном электрическом поле**» [90].

В работе «**Лирическое начало сложного научного открытия «Закономерность контактно-разъединенной зарядки частиц эмульсии обратного типа в однородном электрическом поле»** раскрыта суть 35-летней сложной работы целого коллектива по подготовке нефти [91].

Научная значимость данного открытия заключается в том, что оно коренным образом изменило традиционное представление о физико-химических процессах в эмульсиях обратного типа при изменении количества применяемого ПАВ и напряженности электрического поля. Впервые в физикохимии эмульсий обратного типа был исследован гистерезис при определенной напряженности.

Открытую нами закономерность практически можно использовать при отделении воды из нефтей, топлив, при глубокой очистке авиационных топлив. Она может быть использована также в области физики атмосферы (образование осадков), при приготовлении стабильных эмульсий, например, смесевых топлив для транспорта, строительных растворов, при обогащении полезных ископаемых и т. д.

В последние годы выявлены новые удивительные свойства воды [92–93] и в этой связи имеются новые возможности повышения эффективности подготовки нефти.

Весь этот накопленный творческий человеческий капитал позволяет более экономично и эффективно вести процессы подготовки нефти к транспортировке и переработке.

ТРАНСПОРТИРОВКА

Транспорт добытой нефти до места назначения является весьма энергоемким процессом, и, естественно, на рентабельность отрасли оказывает серьезное влияние. За 120 лет (в 2019 г. мы отметили 120-летний юбилей нефтяной отрасли Казахстана) функционирования транспортной системы были решены многие научно-технические проблемы, порой не обращая внимания на их большую энергоемкость. Так, например, в начале 70-х годов прошлого столетия впервые в мире на территории Казахской ССР и России был построен так называемый «горячий» нефтепровод

Узень–Жетыбай–Гурьев (Атырау)–Куйбышев (Самара), протяжностью более 1600 км, проектной мощностью 35 млн т нефти в год. При этом, хотя обходилось очень дорого, были разработаны и использованы принципиально новые решения [94, 95].

Нефтепровод до сих пор функционирует, хотя состав и объемы транспортируемой нефти изменились.

Напомню, первооткрыватели Мангыстауских нефтяных месторождений (Узень, Жетыбай и др.) были удостоены самой высокой почетной награды СССР – Ленинской премии. Затем возникли большие проблемы: как нефти добывать и транспортировать? Ведь эти нефти высокопарафинистые, температура застывания 32°C, т. е. при комнатной температуре – это неподвижная нетекучая масса. Не затрагивая технологии их добычи, другие проблемы, по транспорту решили: вдоль маршрута трубопроводного транспорта через каждые 50–60 км построить печи для подогрева нефти (примерно 80°C) до текучего состояния, и так их доставить в г. Куйбышев (Самара).

Большие проблемы рождали новые идеи. Мы задумались: почему кишечник человека и животных без насосов, печей подогрева круглосуточно качает вязкую, густую массу. Получили авторские свидетельства СССР на изобретения [96–98]. Получены многочисленные авторские свидетельства изобретений по кавитационному сжижению высоковязких нефтей перед трубопроводным транспортом.

В 1980 г. за успешный научный проект «Комплексное исследование высоковязких нефтей полуострова Бузачи, разработка и внедрение технологии их трубопроводного транспорта», выполненный по заказу Министерства нефтяной и газовой промышленности СССР присвоено звание – лауреат Государственной премии Казахской ССР [99].

Почти через 40 лет, в декабре 2019 года, был отмечен новый успех казахстанских ученых и производственников в повышении эффективности трубопроводного транспорта нефти. Указом Президента страны от 10 декабря 2019 г. группе специалистов присвоено почетное звание лауреата Государственной премии Республики Казахстан за работу «Научно-техническое обеспечение энергосбережения транспортировки нефти и нефтесмесей по нефтепроводным маршрутам акционерного общества «КазТрансОйл» [100].

Наработки казахстанских ученых, новые идеи, аэрокосмические методы диагностики трубопроводных систем представлены в многочисленных публикациях [101–107 и др.].

Несмотря на названные достижения и нынешние успехи, анализ состояния и экономических проблем трубопроводного транспорта позволяет утверждать: важнейший элемент нефтяной отрасли остается нерентабельным.

Удаленность Казахстана от основных потребителей нефти, огромные собственные территории, слабая разветвленность сети внутренних нефтепроводов требуют инновационных подходов к решению проблемы транспортировки нефти.

Главной технологической проблемой при трубопроводной транспортировке нефти является гидравлическое сопротивление, возникающее при прохождении нефти по трубопроводу. Гидравлическое сопротивление тем выше, чем выше вязкость и липкость прокачиваемой нефти. Высокие гидравлические сопротивления

прокачки обуславливают снижение объемов прокачиваемой нефти, увеличение количества подпорных станций на протяженности трубопровода, капитальные затраты и операционные расходы.

Снижение гидравлических сопротивлений прокачки является предметом поиска ученых всего мира, поскольку от решения этой проблемы напрямую зависит объем транспортируемой нефти, требования к эксплуатации трубопровода, эффективность и себестоимость затрат на транспортирование нефти.

Основным направлением поиска большинства научных коллективов, работающих в этом направлении, является подборка эффективной комбинации химических присадок к нефти, снижающих реологические свойства прокачиваемых нефтей (DRA или Drag Reducing Agents). Химреагенты призваны снизить вязкость и липкость прокачиваемой нефти и за счет этого происходит снижение гидравлических сопротивлений и, соответственно, появляется возможность увеличить объем прокачки либо снизить внутреннее давление в трубопроводе.

Однако надо отметить ряд недостатков DRA. Большинство таких химических добавок вводятся в нефть в виде водных растворов, повышая тем самым обводненность и коррозионность прокачиваемой нефти. Сами реагенты являются достаточно вредными, порой ядовитыми, и требуют особых мер предосторожности при работе с ними и их выведения из нефти по завершении прокачки. Это повышает вредность работы с ними для персонала, существенно удорожает транспортировку нефти. Качество нефти при этом сильно снижается. Известны случаи, когда добавки таких DRA приводили даже к международным скандалам из-за отказа стран-покупателей принимать поставленную «грязную» нефть.

Компания «Galex Energy Corporation» разработала, запатентовала и подтвердила технологию импульсно-волнового транспортирования нефти по трубопроводам **SWELT**, действие которого базируется на кардинальном снижении гидравлических сопротивлений [108, 109]. Технология основана на том феномене, что нефть является многофракционной неньютоновской жидкостью. Воздействуя на нее импульсными волнами определенных свойств и характеристик, удалось добиться перераспределения фракций в трубопроводе таким образом, что самые легкие из них располагаются на границе соприкосновения нефти с поверхностью трубы, выполняя роль лубриканта. Гидравлические сопротивления уменьшаются настолько, что это позволяет в разы увеличить объем прокачиваемой по трубе нефти без увеличения давления прокачки. Технология SWELT не требует применения какой-либо химии.

Испытания технологии на полевом стенде показали настолько существенное снижение гидравлических сопротивлений, что это дало основание авторам утверждать о возможности трехкратного и более, в сравнении с базовым, увеличения объема прокачиваемой по обработанному участку трубы вязкой нефти [110, 111]. Для Казахстана такая технология может иметь огромное значение в свете достижения максимальной эффективности и конкурентоспособности при поставках больших объемов нефти по магистральным и локальным трубопроводам на экспорт и внутри страны.

Технический арсенал для транспортирования и хранения нефти далеко не исчерпывается одной, хотя и прорывной технологией SWELT. Имеется ряд перспективных технологий, удешевляющих и повышающих эффективность хранения и

транспортирования нефти, перекачки и опорожнения резервуаров, особенно в зимний период, без необходимости нагрева, улучшения параметров нефти («upgrade») как в процессе прокачки по трубопроводам, так и при хранении нефти в резервуарах.

РАДИАЦИОННО–ТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА

Наши первые эксперименты, проведенные вместе с супругами **Юрием и Раисой Зайкиными**, по облучению нефтяного сырья электронным пучком еще в середине 1990–х годов показали интересные особенности самоподдерживающихся радиационно-химических реакций в тяжелом углеводородном сырье сложного химического состава.

Одним из наиболее важных, обнаруженных и исследованных нами в экспериментах с асфальто-смолистыми и высокопарафинистыми нефтями, является новое явление радиационно-стимулированной изомеризации. Оно протекает при относительно низких температурах (70–140°C, а в заводских условиях – 400–450°C), с расщеплением углеводородов, асфальто-смолистых веществ с удалением сернистых соединений в виде сероводорода и повышением качества получаемых топлив без применения катализаторов и цепочки многочисленных заводских процессов (гидроочистка, риформинг, изомеризация и др.).

Сам процесс высокоэкономичный, поскольку здесь используется только гамма-излучение от относительно недорогих изотопных источников (или тормозное гамма-излучение, побочный продукт работы ускорителей электронов); при этом не требуется нагрева сырья, сложных технологических переделов, которые используются на современных нефтеперерабатывающих заводах.

Первая публикация была сделана в г. Казань на Всесоюзной конференции в 1994 г., первый патент «Способ переработки нефтей и нефтяных остатков» получен в 1997 г. [112]. В последующие годы были получены десятки патентов и опубликованы многочисленные статьи в престижных журналах [113–127 и др.] и изложены в материалах научного открытия «Явление усиленной радиационной изомеризации углеводородных систем» (диплом № 463 от 5 марта 2014 г.) [128].

Результаты исследования в 2014 г. были доложены мною лично на научно-технических Советах Атырауского и Шымкентского нефтеперерабатывающих заводов, где их единогласно одобрили. Но встали новые вопросы: куда девать действующие установки каталитической изомеризации, как получить согласие вышестоящих организаций и т. д.

Так, бюрократия и неоперативность не позволили воспользоваться революционным научным открытием.

Указанным научным открытием заинтересовались в США, Юрию Александровичу и Раисе Федоровне Зайкиным предоставили вид на жительство в США с целью сделать и запустить первую в мире опытно–промышленную установку по глубокой переработке, облагораживанию углеводородных систем, особенно тяжелого нефтяного сырья с использованием электронного пучка. Юрий Александрович и Раиса Федоровна Зайкины завершили установку вчерне, но, к сожалению, Юрий Александрович скончался, Раиса Федоровна осталась в США.

Так остановилась судьба очень перспективного, великолепного научного открытия.

Задумаемся – чудотворный электронный пучок выполняет функции всех сложных, очень дорогостоящих процессов: крекинг, обессеривание (гидроочистка), изомеризация и др. при относительно низких температурах.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ВАКУУМНО-ВОЛНОВАЯ ГИДРОКОНВЕРСИЯ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ

Академик Национальной инженерной академии РК **Айсұлтан Абдуллоевич Калыбай** более четверти века проводит исследования в области природы электромагнитных полей, ударных волн разрежения. В результате этих исследований выявлено четыре фундаментально новых направления физики, физической химии и техники.

По исследованиям, связанным с влиянием вакуумно-волнового воздействия на углеводородное сырье, он часто советовался с нами, и в результате этих обсуждений и обмена опытом написаны и опубликованы многочисленные статьи [129–134 и др.].

Основополагающие результаты, изложенные в статьях авторов научных открытий и изобретений признаны Международной Академией научным открытием (решение № А–665 от 30 апреля 2019 г., диплом № 513).

Для понимания значимости этого научного открытия ответу на часто задаваемый журналистами вопрос: *«Почему нефть дешевая, а получаемые из нее топлива – бензины и дизельные топлива дорогие?»*

Как известно, сырую нефть до производства нефтяных топлив (бензины, дизельные и авиационные топлива и др.) подвергают многочисленным процессам переработки, облагораживания, которые влекут новые расходы, повышая их себестоимость. На нефтеперерабатывающих заводах первым делом нефть обезвоживают, т. к. хотя нефть прошла подготовку (отделение ее от воды), но какое-то незначительное количество воды остается, а это отрицательно влияет на процессы переработки нефти.

На НПЗ нефть вначале подвергают крекингу (расщепление) с последующим получением различных фракций (бензиновые, дизельные, мазут). Однако эти топлива из-за низкого качества не подлежат использованию. Для повышения их качества до бензинов А-92, А-95, А-98; зимних, летних дизельных топлив первичные фракции подвергают дорогостоящим каталитическим процессам: рафинация, изомеризация, алкилирование. Если во фракциях содержатся сернистые соединения, то нужна гидроочистка, если содержатся парафиновые соединения – депарафинизация и т. д. Причем эти процессы происходят при высоких температурах (400–450°C), давлении в сотни атмосфер и с использованием дорогостоящих катализаторов, которые увеличивают себестоимость нефтяных топлив.

Ученые всего мира давно работают над проблемой эффективности и глубины переработки нефтяного сырья с получением топлив низкой себестоимости. Однако, к сожалению, с каждым годом увеличивается стоимость процессинга и растут операционные расходы (ОРЕХ), т. к. возрастает доля сверхтяжелых, сернистых би-

туминозных нефтей на рынке первичных энергоносителей. Ее ежегодный прирост составляет 3% масс. в мировом масштабе.

Авторами указанного выше научного открытия теоретически установлено и экспериментально доказано неизвестное ранее явление низкотемпературной (не выше +70°C) вакуумно-волновой гидроконверсии нефтяного сырья, заключающееся в том, что под воздействием магнитоэлектрического поля и ударных волн разряджения происходит глубокая переработка углеводородного (нефтяного) сырья с большим выходом (не менее 92% на углеводородную массу исходного сырья) светлых фракций, очищенных от гетероатомов (сера, металлы, соли) и с приростом объема (не менее 4%) за счет взаимодействия углеводородов с ионизированной водой, фракционируемых на моторные топлива международного стандарта качества и экологической чистоты.

Предлагаемая нами новая технология успешно прошла весь цикл промышленных испытаний и сертификации. Она имеет следующие преимущества перед существующими:

1) отсутствует сложный энергоемкий процесс обезвоживания нефти на промыслах, заводах перед переработкой. По нашей технологии вода, наоборот, является необходимым компонентом для увеличения количества и повышения качества производимых нефтепродуктов;

2) утрачивают смысл процессы обессоливания, обессеривания и деметаллизации исходного УВ-сырья, которые являются частью процесса гидроконверсии;

3) отсутствуют современные дорогостоящие процессы гидроочистки, изомеризации и риформинга;

4) обеспечивается эффективная переработка любого нефтяного сырья, независимо от его состава и вязкости;

5) улучшаются реологические свойства нефтяного сырья со снижением вязкости до соляровых топлив, температуры застывания до -20°C, температуры кипения до 430°C и ниже;

6) исключаются потери углеводородного сырья (на современных нефтеперерабатывающих заводах плановые потери составляют от 3 до 10%). При предлагаемом нами процессе объем производимых топлив увеличивается за счет взаимодействия ионизированной воды с углеводородами нефти;

7) исключаются высокие температуры (400–450°C), используемые на современных НПЗ. Вакуумно-волновая гидроконверсия сырья происходит при температурах до 70°C;

8) значительно повышается качество получаемых нефтепродуктов и оно необратимо при их длительном хранении;

9) использование данного открытия позволит снизить в 3–4 раза удельные капитальные затраты на строительство НПЗ с глубиной переработки более 85%, и в 10–12 раз его удельные операционные затраты на переработку;

10) расширит экспортный потенциал страны путем вовлечения в экономику неэкспортных категорий нефти, природного битума, нефтебитуминозных пород, темных вторичных нефтепродуктов, промышленных отходов нефтедобывающей, транспортирующей и перерабатывающей отраслей.

Фактически указанное научное открытие закладывает фундамент будущей, принципиально новой системы глубокой переработки нефтяного сырья.

Кроме эффективной глубокой переработки нефтяного сырья, планируем технологическую систему гидроконверсии использовать для снижения себестоимости процессов подготовки, транспортировки, для очистки грунтов от нефтяных загрязнений и др.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ

Известно, что углеводородные топлива (это все бензины, дизельные топлива, мазут, газы и т. д.) при их технологическом использовании сгорают неполностью; вместе с выхлопными газами в атмосферу выбрасываются углеводороды, оксиды серы, азота и другие вредные компоненты. Кроме того, для повышения октанового числа бензинов к ним добавляли различные присадки, в частности органическое соединение свинца – тетраэтилсвинец, который при сгорании топлива выбрасывался в окружающую среду.

В рамках научно-технической программы Академии наук КазССР и Министерства автомобильного транспорта «Разработать и внедрить эффективные способы и средства снижения удельного расхода топливно-смазочных материалов и токсичности обрабатываемых газов двигателей внутреннего сгорания (1980–1985 гг.) мы с кандидатом технических наук В.М. Низовкиным длительное время вели исследования: как значительно сэкономить топливо, уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу [135, 136].

В течение более 20 лет изучали влияние различных факторов на полную сгораемость углеводородных топлив, получили несколько авторских свидетельств СССР, опубликовали ряд статей в престижных научных журналах [137]. Затем были опубликованы десятки статей, получены новые патенты [138, 139 и др.].

В 2005 г. предложенный нами процесс «Явление рекомбинации систем углеводородных топлив» был признан научным открытием Международной академией авторов научных открытий и изобретений и выдан диплом № 297 от 15.08.2005 г. [140].

Рекомбинация систем углеводородных топлив заключается в следующем. Перед подачей углеводородного топлива в двигатель внутреннего сгорания, котел теплоэлектростанции и др. его переводят из сложно-молекулярного в сложно-атомарное состояние, т. е. рекомбинируют, приводя его в активное состояние, что обеспечит полное окисление топлива, экономия составляет 25–30% и почти исключаются вредоносные выбросы в атмосферу [141].

Активаторы углеводородных топлив SALF

Наш партнер из США компания «Galex Energy Corporation» разработала собственную уникальную технологию активации углеводородных топлив и запатентовала доступные активаторы SALF для всех видов топлив и двигателей внутреннего сгорания. Их широкое внедрение позволит не только на 30% и более сократить для пользователей затраты на топливо, но также добиться кардинального сокращения эмиссии парниковых и токсичных газов в атмосферу, значительно снизив степень

загрязнения атмосферы в районах мегаполисов. Это достигается активатором SALF за счет: а) общего снижения расхода топлива; б) полного преобразования и последующего сгорания, в первую очередь, тяжелых фракций топлива [142, 143].

Весь мир уже заговорил об активной борьбе с изменением климата, страны берут на себя новые обязательства по снижению выбросов парниковых газов, считая, что нет важнее проблемы, чем изменение климата, т. к. с ним связаны засухи, значительное снижение урожаев, таяние ледников, наводнения, здоровье населения и др. Называют и многочисленные варианты этой борьбы. Но очевидным является исключение выбросов парниковых газов, обеспечение полной сгораемости углеводородных топлив – это одно из важных направлений борьбы человечества с глобальным загрязнением атмосферы и негативным изменением климата.

Представленные выше научные открытия призваны сохранить в будущем нашу планету для людей. Мы, владея в настоящее время техническими разработками, доведенными до промышленного использования, просто обязаны первыми организовать широкое практическое внедрение их и обеспечить чистый воздух нашим городам [144].

ПОПУТНЫЙ И СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Попутный газ небольших и истощенных месторождений (а их большинство) горит в факелах, загрязняя атмосферу, а сжиженный природный газ (СПГ) у нас в стране не производится, а завозится из-за рубежа.

Сказанное свидетельствует об экономико-экологической важности и значимости для страны эффективной утилизации попутного нефтяного газа и его использования для нужд энергетики и транспорта. Постоянный рост цен на продукты нефтепереработки и требования по охране биосферы заставляют решать вопросы эффективного использования попутного нефтяного газа.

Согласно Кодексу Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» от 27 декабря 2017 года № 125–VI, наложенный запрет на сжигание попутного нефтяного газа на всех промыслах поставил малые компании перед проблемой поиска экономически выгодных технологий для использования их на промыслах.

По проблеме эффективного использования попутного нефтяного газа (ПНГ) практика показала, что нецелесообразно и неэкономично создание на нефтяных месторождениях **больших** производственных установок для его утилизации с получением сжиженного природного газа (СПГ – сжиженный метан) и сжиженной пропан-бутановой фракции (СПБФ).

Они исчерпали свои возможности в части уменьшения общих капитальных затрат и снижения себестоимости получаемой продукции. Поэтому дальнейшее строительство иностранными компаниями заводов по производству СПГ от 1 млн тонн в год и выше требует миллиардных валютных затрат, что становится непосильным бременем не только для нефтяных компаний, но и для бюджета страны.

Новейшая история Казахстана также подтверждает этот вывод. Применение малотоннажных систем по производству сжиженного природного газа и выделению сжиженного углеводородного газа для газомоторного топлива на малых промыслах

является актуальным и востребованным, что позволяет недропользователям вкладывать небольшие финансовые средства с получением большой отдачи.

Специалисты Национальной инженерной академии РК, ТОО «НТФ «Инжиниринг» (г. Актобе) совместно с российской компанией ООО «НТФ» (г. Санкт-Петербург) разработали и внедрили эффективные и экономически привлекательные технологии производства СПГ для использования на газовых промыслах, а также выделения (СПБФ) из попутного нефтяного газа на малых нефтяных месторождениях. Технологии предусматривают полную утилизацию всего объема попутного газа путем сжижения и разделения всех компонентов на товарные продукты, а также очистку попутного нефтяного газа от сероводорода и меркаптанов.

Предлагаемая новая технология производства СПГ и выделения сжиженной пропан-бутановой фракции основана на принципе создания глубокого холода (ниже минус 160°C) с помощью устройств без вращающихся механизмов, что практически не ограничивает ресурс эксплуатации такого оборудования. Модульные комплексы прошли апробацию в получении сжиженного природного газа и выделении СПБФ, они надежны в работе и просты в обслуживании, что в итоге обеспечивает их быструю окупаемость.

Внедрение модульно-мобильного комплекса полной утилизации всего попутного нефтяного газа промысла, например, объемом 3 000 $\text{нм}^3/\text{час}$ при общих капитальных затратах в 2,5 млн у. е., позволит выделить за год около 19300 тонн СПГ, отвечающего требованиям на моторное топливо, при этом годовая выручка от продажи всех видов продукции по существующим ценам гарантирует возврат затрат всего за один год работы оборудования. Только выручка от реализации произведенного сжиженного метана, без учета (СПБФ) и газового конденсата, составит около \$4,6 млн при стоимости \$240 за тонну СПГ.

Для сравнения отметим, что у всех промышленных объектов этого профиля окупаемость достигается от 5 до 10 лет. В настоящее время нет такой технологии, где окупаемость объекта могла составить около года.

Наиболее эффективно и экономически выгодно применение этих же установок на газораспределительных станциях (ГРС) магистральных газопроводов для производства сжиженного природного газа и использования его в качестве газомоторного топлива. Преимущество такого подхода состоит в том, что высокое давление магистрального газа (4,5÷5,0 МПа) с отбором газа низкого давления потребителям позволяет исключить из схемы производства дорогостоящие газовые компрессоры и установки подготовки газа.

В рамках выполнения Постановления Правительства РК № 797 от 29.11.2018 г. предлагается технология по ускоренному развитию газомоторного топлива. Суть предложения заключается в размещении на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) специальной установки, позволяющей получать СПГ и выделять из газа пропан-бутановые компоненты, что в совокупности составит три разновидности газомоторного топлива: КПП (компримированный газ с давлением 25,0 МПа), СПГ и пропан-бутановая смесь. Установка производства СПГ пропускной способностью 3000 $\text{нм}^3/\text{час}$ позволит получать до 1 т/ч СПГ, что максимально загрузит АГНКС в ночное время, когда заправка транспорта прак-

тически не производится. Нетрудно подсчитать, что такая установка окупает себя всего за год работы и делает все АГНКС, смонтированные в стране, рентабельными. Совмещенный способ получения трех видов газомоторного топлива с раздачей их на одной АГНКС обеспечивает круглосуточную загрузку, делает их рентабельными и позволяет обеспечить заправки всех видов транспорта газовыми двигателями.

Разработана и апробирована технология по очистке попутного нефтяного газа от сероводородных соединений и обеспечивающая получение товарной пропан-бутановой смеси и сжиженного природного газа, отвечающего требованиям моторного топлива. При этом сероводородный газ, по желанию, закачивается в пласт или используется для производства серной кислоты или сжиженного серного ангидрида, который востребован в целлюлозно-бумажной промышленности и сельскохозяйственной отрасли.

Срок окупаемости капитальных затрат при полной утилизации попутного нефтяного газа промысла – не более одного года.

Модульные мобильные установки сжижения газа российско-казахстанского приоритета изготавливаются на Балтийском заводе (г. Санкт-Петербург). Срок поставки первой установки – около года, каждая последующая будет поставляться через два месяца. Для ввода установки в эксплуатацию потребуется лишь подключение к системе газовой сети и сбору продукции.

Конечно, для реализации проекта необходима поддержка на уровне правительства с предоставлением льгот как обладателям транспортных средств, так и участникам бизнеса, как это сделано в Германии, делается в Российской Федерации. Там перевод автомобилей на газ является приоритетным направлением обеспечения устойчивого энергетического развития и безопасности страны, и поэтому правительство компенсирует затраты на переоборудование автомашин, субсидирует покупку нового автомобиля, использующего природный газ.

Думается, что все нефтегазовые компании, особенно АО «КазТрансГаз», определенный Постановлением Правительства Республики Казахстан от 5 июля 2012 г. № 914 национальным оператором в сфере газа и газоснабжения, примут необходимые меры для обеспечения регионов страны газом, рационального использования не только газомоторного топлива, но и попутного нефтяного газа на малых месторождениях, и, безусловно, охраны биосферы.

Для внедрения новых эффективных технологий построена система стандартизации сжиженного природного газа в рамках ЕАЭС [145], учитывающая использование попутного нефтяного газа для нужд энергетики и транспорта, в целом для экономики страны, сохранения биосферы.

Реализация Постановления Правительства 2012 от 5 июля № 914 обеспечит экономическую, энергетическую и экологическую эффективность этого важного звена отрасли.

Сущность новой эффективной технологии и технологическое ее обеспечение широко освещены на страницах журнала «Нефть и газ» [146–149].

Международная Энергетическая Ассоциация определила, что Республика Казахстан (РК) на текущий момент имеет самую низкую в мире себестоимость 1000 м³ природного газа, которая составляет \$44,7. Если Катар первенствует в мире

по морским доставкам СПГ своим потребителям в Европе и Азии, то РК, при использовании проверенной новой технологии производства СПГ, себестоимость которого превышает стоимость сырьевого газа всего на 7% может стать поставщиком самого дешевого, экологически чистого энергоносителя для Китая, Средней Азии, Монголии, Ирана и России. Главное – размещение установок производства СПГ на газораспределительных станциях крупных городов позволит за счет удовлетворения своих потребностей и продаж СПГ заграничным потребителям обеспечить не только быстрым и малозатратным способом перевод автомобильного и железнодорожного транспорта на газовое топливо, но и провести газификацию удаленных от газовых магистралей регионов.

Есть уверенность, что при поддержке руководством страны реализации указанного Постановления Правительства Республика Казахстан может стать ведущей криогенной державой.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

В начале XXI века, когда весь мир заговорил о «зеленой экономике», об использовании возобновляемых источников энергии мы усилили внимание к использованию энергии Солнца, ветра и волн, энергии эфира, а в нефтегазовом комплексе, который сам по себе является весьма энергоемким, – к снижению энергоемкости за счет использования экологически чистых возобновляемых источников энергии. Наши многочисленные статьи и патенты [150–175 и др.] и анализ мировой литературы показал неоднозначность использования солнечной и ветровой энергии.

Ветровые электростанции имеют следующие недостатки.

1. Сила ветра не является постоянной, так как она варьируется от штиля до шторма. Это значит, что ветровые турбины не всегда производят одинаковое количество электроэнергии. Временами они не производят ее вообще.

2. Ветровые турбины производят шум. Каждая из них может создавать такой же уровень шума, как автомобиль средних размеров, передвигающийся со скоростью 110 км/ч.

3. Большие ветровые турбины нарушают сельский пейзаж и в целом выглядят неэстетично.

4. Для обеспечения электроэнергией крупных поселений необходимы дорогостоящие ветровые фермы.

Недостатки солнечных электростанций.

1. Зависимость от погоды, времени суток и солнечной радиации.

2. Необходимость, как и у ветровых установок, аккумуляции энергии.

3. При промышленном энергоснабжении – необходимость дублирования солнечных электростанций дизельными электростанциями сопоставимой мощности.

4. Высокая стоимость гелиопанелей, связанная с применением редкоземельных элементов (например, индия и теллура).

5. Необходимость периодической очистки поглощающей поверхности гелиопанелей от пыли.

Известно, что всей концентрированной энергии Солнца в течение одного часа достаточно для обеспечения населения Земли электроэнергией целый год.

С учетом этого нами созданы принципиально новые башенные ветро-солнечные электростанции на основе явления концентрации энергии неподвижного локального объема атмосферного воздуха, в том числе Солнца и ветра.

Этот эффект был использован в ветро-солнечных электростанциях типа «Торнадо» (рисунки 4) и в ускоряющих поток ветра башенных ветро-солнечных электростанциях (рисунки 5). Они были испытаны на полигонах в Шелекском ветровом коридоре Алматинской области и с. Кербулак (вблизи г. Капшагай).



Рисунок 4 – Экспериментальная ветро-солнечная электростанция типа «Торнадо» мощностью до 5 кВт [150]



Рисунок 5 – Опытная башенная ветро-солнечная электростанция «Торнадо» мощностью до 3 кВт [150]

Нами обоснованы следующие преимущества этих электростанций по сравнению с существующими:

- простота конструкции, невысокая стоимость изготовления и малый срок окупаемости (1–3 года);
- большой рабочий диапазон скоростей ветра при любых его послонных направлениях (0,2–5 м/с);
- бесшумность работы и безопасность для биосферы;
- коэффициент использования энергии ветра 0,6–0,7; Солнца – 0,1–0,2 без использования фотопанелей.

На основе выполненных исследований был разработан следующий типоряд башенных ветро-солнечных электростанций мощностью: 10, 20, 50, 100, 200, 500 кВт.

Модель электростанции «Торнадо» в период Международной выставки «Астана ЭКСПО–2017» была установлена на территории научно-технического холдинга «Парасат» и до сих пор находится там.

В 2019 г. итоги выполненной работы признаны научным открытием «**Явление концентрации энергии неподвижного локального объема атмосферного воз-**

духа» (диплом на открытие № 514 от 07.12.2019) [176]. В основе этого открытия используется эффект «Торнадо», позволяющий создавать солнечно-ветровые электростанции мощностью в тысячи МВт.

В наших публикациях, названных патентах солнечно-ветровая энергия предназначена для добычи, транспортировки и переработки нефти. Выражаем уверенность, что создание в укрупненном масштабе и применение на практике наших технических систем, дальнейшее использование интеллектуального потенциала в данном направлении значительно снизит энергоемкость отрасли.

ЭФФЕКТИВНОЕ СОЧЕТАНИЕ ДОСТУПНЫХ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ

Как бы мы широко не использовали возобновляемые источники энергии, но есть объекты энерготеплоснабжения, которые круглогодично, круглосуточно должны стабильно работать. Например, буровая установка, всесезонная теплица и т. д. Наша практика показала, что в таких случаях очень рентабельно эффективное сочетание доступных энергоисточников. Например, энергия Солнца и ветра круглогодична, но поскольку они нестабильны, то их имеющаяся энергия через гибридную систему может быть соединена с доступным постоянным энергоисточником – дизельный двигатель, природный газ, электричество и т. д.

Подобные гибридные системы позволяют экономить максимально энергию постоянного источника (дизельного двигателя, природного газа и др.) и максимально использовать энергию Солнца, ветра, уменьшить нагрузку на окружающую среду [177–185].

Национальной инженерной академией РК при финансировании Министерством образования и науки РК и АО «Национальный научно-технологический холдинг «Парасат» выполнялась разработка комбинированной системы энергоснабжения в тепличном хозяйстве.

Почему первым делом выбрали тепличное хозяйство?

По данным «КазАгро», в ряде стран на 1000 жителей приходится площади теплиц от 0,576 до 1,171 га (в Казахстане – 0,004 га!).

Казахстанцы, безусловно, – за образцы развитой тепличной системы Испании, Японии, Турции, Италии. Эти страны с теплым климатом, море рядом. В Испании температура зимой плюс 15°C, примерно такая картина в Турции.

При этом все рекомендации и комплектующие в Казахстане для теплиц используются аналогичные применяемым в указанных странах. Но Казахстан не в субтропиках, климат у нас резко континентальный, сильные морозы. На обогрев гектара теплиц в год затрачивается 200 тонн условного топлива. К единственной в Петропавловске теплице пленочного типа площадью 4 га, которая производит огурцы, а местная печать расписывает удовольствие вкусить свежий огурец зимой, уголь подвозят КАМАЗами.

Под Алматы нами построена опытная теплица площадью 75 квадратных метров, три стены которой капитальные, южная сторона выполнена из сотового поликарбоната. В системе теплоснабжения применены солнечный вакуумный водонагреватель,

фотопанели, ветрогенератор, все необходимые элементы для их работы, в случае необходимости (зимой) подключается бытовой газ как дополнительный источник. Принципиальная новая гибридная система энергоснабжения показала ее большую перспективность в решении многих проблем энергоснабжения.

В будущем от гибридных систем перейдут на полное использование возобновляемых источников энергии.

Изучив полученные результаты, мы далее развили идеи создания теплицы нового поколения. **Теплица для континентального климата Казахстана должна защищать не только от охлаждения зимой, но и от перегрева летом.** Получилась не только теплица (зимой), но и «антитеплица» (летом) (рисунки 6).



Рисунок 6 – Теплица с гибридной системой энергообеспечения [185]

В теплице применяются и современные технологии, такие как капельный полив, гидропоника, аэропоника, искусственные источники света и многие другие достижения современной науки и техники. Такая «умная» теплица противостоит всем невзгодам со стороны природы. Окупаемость теплицы с использованием возобновляемых источников энергии 1–1,5 года, а обычной теплицы – 6 лет [185].

Теплица нового типа с использованием возобновляемых источников энергии нами применялась и для выращивания зеленого корма. Проращивая зерно в теплицах, из одного килограмма получали до 7 килограммов зеленого корма в виде проросших злаков высотой 25–30 см. Такой корм по питательности превосходит все обычные виды кормов и применим для всех видов сельскохозяйственных животных и птиц.

В опытной теплице мы провели промышленный эксперимент. Проращивали ячмень, месяц откармливали 5-месячных барашков, за 3,5 месяца получили прирост по 10 кг, затраты составили на 12 барашков 11 700 тенге, мясо дали на оценку специалистам, получили хорошую оценку. Появился новый термин – гидропон-

ный зеленый корм (ГЗК), при применении этой технологии из 1 кг зерна получают 5–7 кг зеленого корма самого высокого качества. Использование энергоэффективных теплиц позволяет производить зеленый корм круглый год.

Зеленый корм, получаемый в теплицах, может стать решением в развитии животноводства во всех регионах страны. Зерно в Казахстане производится в большом количестве. Производство зеленого корма обходится в 3–4 раза дешевле традиционного многокомпонентного рациона кормов (сено, силос, отруби и т. п.), применяемого при содержании молочных и мясных пород скота.

Разработаны варианты передвижных кормовых теплиц, работающих на возобновляемых источниках энергии, предназначенные для фермерских и крестьянских хозяйств.

Подробный рассказ о теплицах убедительно показывает большую перспективу в энергосбережении, охране биосферы и переводе вахтовых поселков нефтегазовой отрасли (буровые, теплицы, бассейны) на гибридные системы энергообеспечения.

На нефтяных месторождениях для возобновляемой энергии дополнительный энергоноситель – попутный нефтяной газ. Несмотря на закон, запрещающий сжигать попутный нефтяной газ в факелах, на ряде нефтедобывающих предприятиях газ еще жгут в факелах, и в немалых количествах. Так, одно из крупных нефтедобывающих предприятий – АО «ПетроКазахстан Кумколь Ресорсиз» (ПККР) только за годовой период сожгло в факелах более **12 млн кубометров попутного газа**.

Полученные патенты и опубликованные научные статьи по эффективному совмещению доступных энергоисточников вызвали большой интерес в Европе, в частности до сих пор нас просят на эту тему представить монографию, а издание и распространение тиража они берут на себя.

Нашим партнером – компанией «Galax Energy Corporation» создана технология SWEM – эффективное «зеленое» производство электроэнергии и воды из атмосферы.

Тепловая энергия, создаваемая в результате нагрева поверхности Земли и воздуха солнечными лучами, существует в атмосфере Земли в количестве, многократно превышающем потребности человечества в энергии. Авторами сформулированы и запатентованы базовые принципы концентрации и управления этой рассеянной низкопотенциальной тепловой энергией атмосферы. Предлагаемая технология SWEM является способом преобразования этой природной энергии в электрическую энергию в расчетных количествах [186, 187].

Фундаментальные принципы концентрации и управления низкопотенциальной тепловой энергией атмосферы Земли, на которых базируется технология SWEM, могут стать основой индустрии новой, экологически чистой энергетики, обеспечивающей текущие и будущие потребности людей в энергии и воде (*рисунки 7 и 8*).

Водо-электрический модуль SWEM универсален, легок, операбелен и портативен. Масштабирование энергогенерирующего производства под объем потребления энергии или воды может быть выполнено как в виде синхронизированной батареи SWEM-модулей малого размера, так и в виде мега-установки. SWEM-модули могут быть размещены на земле или на водной поверхности, в условиях степи или городского пейзажа. Технология не требует внешних источников энергии и является абсолютно «зеленой».



Рисунок 7 – Водно-энергообеспечение города Нур-Султан или Алматы может быть решено мега-комплексом SWEM типа Хан-Шатыр. Избытки энергии и воды могут направляться на озеленение улиц или обеспечение тепличных хозяйств по выращиванию фруктов и овощей [187]



Рисунок 8 – Пример базового модуля SWEM, достаточного для обеспечения потребностей в пресной воде и электроэнергии отдельного здания, животноводческого хозяйства, небольшого поселка, военизированного мобильного формирования [187]

Кратко охарактеризованные выше инновации, научные открытия и технические разработки все еще не нашли достойного широкого использования как в нефтяной, так и в других отраслях Казахстана. Приходится признать определенную справедливость давно известной формулировки: «Нет пророка в своем Отечестве!». Сложившаяся ситуация в мировой экономике может предопределить оперативное использование наших разработок в других странах и на других континентах. Однако мы, несмотря на все проблемы и сложности в экономике страны, надеемся, что наш богатейший интеллектуальный потенциал, человеческий капитал будут в первую очередь востребованы в Республике Казахстан.

Выражаю глубокую благодарность коллегам и соратникам, членам редакционной коллегии журнала «Нефть и газ» Алексею Бараку (г. Хьюстон, США), Михаилу Трохименко (г. Уральск, РК) за активное участие в подготовке данной публикации. 🌐

БАЗА ДАННЫХ: ПУБЛИКАЦИИ, ПАТЕНТЫ, ДИПЛОМЫ, ОТКРЫТИЯ, РАЗРАБОТКИ

- 1 **Надилов Н.К., Трохименко М.С.** Концепция классификации видов и источников углеводородного сырья // Нефть и газ. – 2017. – № 2. – С. 8–25.
- 2 **Надилов Н.К., Трохименко М.С.** Концепция Казахстанского классификатора полезных ископаемых (углеводородное сырье) // Нефть и газ. – 2017. – № 4. – С. 18–35.
- 3 **Надилов Н.К., Трохименко М.С., Надилов А.Б., Солодова Е.В.** Способ обнаружения залежей высоковязких нефтей и природных битумов. Авторское свидетельство 67410 РК № 2009 / В26. Опубликовано 15.12.2010. БИ № 12.
- 4 **Надилов Н.К.** Диплом «Первооткрыватель месторождения Республики Казахстан» № 31. – НҚ–2017 «Открытие месторождений битумосодержащих пород Мортук, Акшюкы и Донгелексор / От 20.03.2017.
- 5 **Трохименко М.С.** Диплом «Первооткрыватель месторождения Республики Казахстан» № 1. – 2017 «Открытие группы месторождений нефти и газа и месторождений битумосодержащих пород Мортук, Акшюкы и Донгелексор / От 18.03.2017.
- 6 **Надилов Н.К., Трохименко М.С.** Прикаспийская впадина, надсолевой комплекс: закономерность расположения и методика оптимального выбора локальных объектов для поиска нефтей и природных битумов // Нефть и газ. – № 5. – 2014. – С. 7–23.
- 7 **Трохименко М.С.** Каспийский регион: проблема выявления проявлений энергоактивных зон и некоторые организационные вопросы для ее решения // Каспийский регион: геологическое строение и нефтегазоносность. Тр. ОНГК. Вып. 4 (На базе докладов Второй Международной геологической конференции «АтырауГео-2013»). Под редакцией: Б.М. Куандыкова, К.М. Таскинбаева, М.С. Трохименко. – Алматы, 2014. – С. 55–63.
- 8 **Надилов Н.К., Трохименко М.С.** Прикаспийская впадина: инновационная методика оптимального выбора локальных объектов для поиска углеводородного сырья в надсолевом комплексе // Нефтегазоносные бассейны Казахстана и перспективы их освоения. Алматы: ОО «Казахстанское Общество Нефтяников-Геологов». – Алматы, 2015. – С. 154–164.
- 9 **Надилов Н.К., Трохименко М.С.** Прикаспийская впадина: инновационная методика

- оптимального выбора локальных объектов для поиска углеводородного сырья в надсолевом комплексе // Программный доклад представлен на 1–м Международном Форуме «Геологоразведка Казахстана: Фокус Нефть и газ». – Астана, 12–13 марта 2015.
- 10 **Надиров Н.К.** Влияет ли космос на нефтегазовые дела? // Нефть и газ. – 2005. – № 3 – С. 123–128.
 - 11 **Н.К. Надиров.** Влияние космоса на добычу и транспортировку нефти // Нефть и газ. – 2010. – № 5. – С. 91–104.
 - 12 **Мусабаев Т.А., Молдабеков М.М.** Космические старты Казахстана // Нефть и газ. – 2011. – № 4. – С. 7–8.
 - 13 **Жантаев Ж.Ш.** Использование информационно–космических технологий в нефтегазовой отрасли Казахстана. // Нефть и газ. – 2011. – № 4. – С. 9–11.
 - 14 **Надиров Н.К.** Космические технологии выявления нефтегазовых месторождений // Доклады 9 Международных научных Надировских чтений. – Алматы, 2011. – С. 9–25.
 - 15 **Жантаев Ж.Ш.** Выявление месторождений углеводородов методом геопространственного моделирования // Нефть и газ. – 2017. – № 5. – С. 43–52.
 - 16 **Jantaev, Zh. Bibossinov, A. Nurakynov S. Sydyk, N.** Monitoring of vertical displacement using the technology of radar interferometry on the example of the structures «Transport tower» and «Baiterek» // Bulletin of the Almaty university of power engineering and telecommunications. – Almaty, 2019. – № 3. – P. 65–73.
 - 17 **Жантаев Ж.Ш., Фремд А.Г., Искаков Б.А., Кайранбаева А.Б.** Наземно-космические методы прогнозирования глубокозалегающих нефтеперспективных горизонтов // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0». – Алматы, 2019 – С. 365–369.
 - 18 **Зейлик Б.С.** Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов // Бюллетень Евразийского патентного ведомства. Изобретения (евразийские заявки и патенты). – М., 1999. – № 6. – С. 155.
 - 19 **Зейлик Б.С.** Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов // Официальный бюллетень Патентного ведомства Республики Казахстан «Промышленная собственность». – Алматы, 1999. – № 2–1 (33). – С. 120.
 - 20 **Зейлик Б.С., Сыдыков К.Ж.** Взгляд из космоса ведет к месторождениям нефти и газа // Нефть и газ Казахстана. – 1999. – № 6. – С. 38–46.
 - 21 **Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Сыдыков К.Ж.** Гигантские астроблемы Западного Казахстана и новый способ прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах мира // Геология нефти и газа. – 2004. – № 2. – С. 48–55.
 - 22 **Зейлик Б.С.** Современные методы регионального прогнозирования нефтегазоносности // Нефть и газ. – 2009. – № 2. – С. 23–38.
 - 23 **Зейлик Б.С., Надиров Н.К., Кадыров Д.Р.** Новая методика прогнозирования месторождений нефти и газа // Доклады. 8 Международные Надировские чтения. – Алматы, 2010. – С. 32–50.
 - 24 **Зейлик Б.С., Надиров Н.К., Уразаева С.Б., Кадыров Д.Р.** К новому методу прогнозирования месторождений нефти и газа в осадочных бассейнах мира // Нефть и газ. – 2011. – № 4. – С. 13–31.
 - 25 **Зейлик Б.С., Баратов Р.Т.** Новая технология прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах мира // Нефть и газ. – 2018. – № 2. – С. 10–34.
 - 26 **Зейлик Б.С., Баратов Р.Т.** Сравнение традиционной и новой технологий прогноза

- нефтегазоносности в осадочных бассейнах мира // Нефть и газ.– 2018. – № 3. – С. 22–36.
- 27 **Зейлик Б.С., Баратов Р.Т.** К.И. Сатпаев и новая технология прогноза месторождений нефти и газа // Нефть и газ. – 2019. – № 2. – С. 13–42.
- 28 **Зейлик Б.С., Баратов Р.Т.** Кольцевые структуры в Южно-Тургайском прогибе и прогноз месторождений углеводородов // Нефть и газ. – 2020. – № 3–4. – С. 54–68.
- 29 **Дабаев А.И., Мухамедяров Р.Д., Туманов В.Р.** Метод видеотепловизионной генерализации и его геологофизическое значение // Нефть и газ. – 2011. – № 4. – С. 39–48.
- 30 **Мухамедяров Р.Д.** К использованию метода видеотепловизионной генерализации при поисках месторождений природного битума // Нефть и газ.– 2011. – № 4. – С. 51–59.
- 31 **Мухамедяров Р.Д.** Метод видеотепловизионной генерализации и его использование в геолого-геофизических исследованиях природных ресурсов Земли // Тезисы доклада на Международном семинаре «Дни космоса в Казахстане – 2014», 13–14 ноября 2014 г. Астана, Республика Казахстан.
- 32 **Мухамедяров Р.Д.** Изучение генезиса битумных месторождений песчаникового типа методом видеотепловизионной генерализации // Нефть и газ.– 2014. – № 6. – С. 105–116.
- 33 **Мухамедяров 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. – № 1. – С. 25–30.
- 34 **Волож Ю.А., Трохименко М.С., Калимов А.М., Едилбаев М.Т.** Каспийский регион: «газовые трубы» / инверсионные кольцевые структуры // Разведка неглубокозалегающих толщ Казахстана. V международная научная геологическая конференция «АтырауГео-2019». 23–24 мая 2019. – Тезисы докладов. – КОНГ, Атырау, 2019.
- 35 **Волож Ю.А., Трохименко М.С., Калимов А.М., Едилбаев М.Т.** Прикаспийская впадина: «газовые трубы» // Разведка неглубокозалегающих толщ Казахстана. V международная научная геологическая конференция «АтырауГео-2019». 23–24 мая 2019. – Доклад. – Атырау, 2019.
- 36 **Волож Ю.А., Трохименко М.С., Калимов А.М., Едилбаев М.Т.** Каспийский регион: кольцевые субвертикальные структуры, покмарки и экс-покмарки. Часть I // Нефть и газ. – 2019. – № 6 (114). – С. 15–50.
- 37 **Волож Ю.А., Трохименко М.С., Калимов А.М., Едилбаев М.Т.** Каспийский регион: кольцевые субвертикальные структуры, покмарки и экс-покмарки. Часть II // Нефть и газ. – 2020. – № 2 (116). – С. 11–37.
- 38 **Трохименко М.С., Надиров Н.К., Барак А.М., Бажал А.И.** Нетрадиционные ресурсы углеводородного сырья Республики Казахстан: проблемы и некоторые возможные пути их решения // Нефть и газ. – 2013. – № 4. – С. 45–76.
- 39 **Надиров Н.К., Трохименко М.С.** Прикаспийская впадина: состояние и некоторые проблемы освоения залежей и месторождений высоковязких нефтей // Программный доклад представлен на 1–м Международном Форуме «Геологоразведка Казахстана: Фокус Нефть и газ». – Астана, 12–13 марта 2015.
- 40 **Надиров Н.К., Трохименко М.С., Шестоперова Л.В., Жумалиева К.К.** Тяжелые нефти – нетрадиционное углеводородное сырье (изученность, ресурсы, проблемы, перспективы) // Нефть и газ. – 2018. – № 1. – С. 16–41.
- 41 **Надиров Н.К., Барак А., Трохименко М.С.** Мортук – месторождение нефтянобитуминозных пород, природных битумов и тяжелых нефтей как единый объект для комплексного освоения // Нефть и газ. – 2017. – № 6. – С. 22–41.

- 42 **Nadirov, N.K., Barak, A., Trokhimenko, M.S.** Disruptive technologies unlock potentials for efficient development of unique oil and bitumen field Mortuk // Нефть и газ. – 2018. – № 5. – С. 47–64.
- 43 **Надиров Н.К., Трохименко М.С.** Каспийский регион: нефтебитуминозные породы – источник углеводородного сырья (изученность, ресурсы, проблемы, перспективы) // Нефть и газ. – 2017. – № 5. – С. 22–42.
- 44 **Надиров Н.К., Трохименко М.С.** Тюбкараганская мегантиклиналь: перспективные объекты для комплексного освоения нефтебитуминозных пород, природных битумов и тяжелых нефтей // Нефть и газ. – 2017. – № 6. – С. 42–59.
- 45 **Трохименко М.С.** Структурно-седиментационный резервуар и ловушки в среднем триасе Прикаспийской впадины: закономерности расположения, механизм формирования, особенности образования залежей нефти и газа // Труды ОНГК. Вып. 1 (На базе докладов Первой Международной геологической конференции «АТЫРАУ ГЕО-2011»). Под редакцией: Б.М. Куандыкова, К.М. Таскинбаева, М.С. Трохименко. – Атырау, 2012. – С. 164–182.
- 46 **Трохименко М.С., Калимов А.М., Едилбаев М.Т.** Прикаспийская впадина: «блеск и нищета» триасовых ловушек // Разведка неглубокозалегающих толщ Казахстана. Тезисы докладов. V международная научная геологическая конференция «АтырауГео-2019». 23–24 мая 2019, Атырау. Тезисы докладов. – КОНГ, Атырау. 2019.
- 47 **Трохименко М.С., Калимов А.М., Едилбаев М.Т.** Прикаспийская впадина: «блеск и нищета» триасовых ловушек // Разведка неглубокозалегающих толщ Казахстана. V международная научная геологическая конференция «АтырауГео-2019». 23–24 мая 2019. – Доклад. – Атырау, 2019.
- 48 **Надиров А.Н., Айдарбаев А.С.** Способ добычи высоковязких нефтей. А.с. 19181 РК № 6405. Заявлено 11.07.1997.
- 49 **Низовкин В.М., Тажиева А.С., Надиров А.Н.** Способ скважинной добычи остаточной нефти и природных битумов из НБП. Патент РК № 15875. 2005.
- 50 **Низовкин В.М., Сериков Т. п., Куанышев Б.И.** Способ скважинной добычи нефти с ее переработкой. Патент № 19062 РК. 2007.
- 51 **Бажал Анатолий Игнатович и Барак Александр Мотелевич.** Патент Республики Казахстан «Способ добычи нефти, преимущественно вязкой нефти» (технология SWEPT). (19) KZ (13) B (11) 28517. Опубликовано 15.05.2014. Бюллетень № 5.
- 52 **Vazhal A., Barak A.** SWEPT technology for enhanced oil production at heavy oil and natural bitumen field development by cumulative waves // Нефть и газ. – 2013. – № 4. – P. 109–126.
- 53 **Бажал А.И., Барак А.М.** Волновая активация продуктивного нефтяного пласта (технология SWEPT) // Нефть и газ. – 2013. – № 5. – С. 17–27.
- 54 **Барак А., Бажал А.** Технологические решения разработки приповерхностных залежей нефти Западного Техаса // Нефть и газ. – 2016. – № 5. – С. 67–77.
- 55 **Барак А.М., Надиров Н.К., Трохименко М.С.** Как извлечь выгоду из использования технологии волновой активации нефтяного пласта // Нефть и газ. – 2013. – № 5. – С. 29–39.
- 56 **Барак А.** О роли технологий нефтедобычи в условиях низких цен на нефть // Нефть и газ. – 2015. – № 1. – С. 149–153.
- 57 **Барак А.М.** Зависимость цен на нефть от внедрения новых технологий // Нефть и газ. – 2015. – № 2. – С. 29–32.
- 58 **Барак А.** Стратегия Дональда Трампа по достижению энергонезависимости США

- и роль инновационных технологий нефтедобычи // Нефть и газ. – 2017. – № 1. – С. 132–137.
- 59 Проблема эффективной добычи тяжелых нефтей и природных битумов нашла решение в США. Беседа **Михаила Трохименко** с **Алексом Барак**ом // Нефть и газ. – 2017. – № 4. – С. 10–17.
- 60 **Надилов Н.К.** Останеться ли Казахстан на экономической обочине? // Нефть и газ. – 2019. – № 1. – С. 25–27.
- 61 **Надилов Н.К.** Продвижение в Казахстане // Нефть и газ. – 2019. – № 4. – С. 123–126.
- 62 **Бажал А.И., Барак А.М., Трохименко М.С., Надилов Н.К.** Способ герметизации покрывающего слоя продуктивных нефтегазовых резервуаров // Нефть и газ. – 2019. – № 2. – С. 73–88.
- 63 **Бажал А.И., Барак А.М.** SWIT – технология блокирования водопритока при разработке залежей вязкой нефти // Нефть и газ. – 2019. – № 5. – С. 80–87.
- 64 **Бажал А.И., Барак А.М.** S-SHOT / S-BTF – Технология нефрэкинговой добычи сланцевых нефти и газа // Нефть и газ. – 2020. – № 1. – С. 92–101.
- 65 **Барак А.** Концепция обеспечения сырьем Мангистауского НПЗ // Нефть и газ. – 2018. – № 4. – С. 52–66.
- 66 **Барак А.** Казахстан: Решение ключевой проблемы, препятствующей строительству 4-го НПЗ // Нефть и газ. – 2018. – № 5. – С. 92–106.
- 67 **Бажал Анатолий Гнатович і Барак Александр Мотелєвич.** Спосіб видобутку нафт, насамперед в'язких нафт / Патент на корисну модель № 54248 Республіка Україна. Від 25.10.2010. Бюлетень. № 20.
- 68 **Anatolii Bazhal, Alexander Barak.** METHOD OF THERMOBARIC PRODUCTION OF HYDROCARBONS – Issued Patent October 16, 2018 No. 10,100,625 – Owners: Galex Energy Corporation.
- 69 **Anatolii Bazhal, Alexander Barak.** METHOD OF THROUGH-WELLBORE EXTRACTION OF SUBSOIL RESOURCES – Issued Patent December 18, 2018 No. 10,156,131 – Owners: Galex Energy Corporation.
- 70 **Anatolii Bazhal, Alexander Barak.** APPARATUS AND METHOD FOR IN-SITU PERMEABILITY ENHANCEMENT OF RESERVOIR ROCK – US Patent Application No. 16 / 047,533 – Publication No. US 2019 / 0032454 – Pending Patent. – Owners: Galex Energy Corporation.
- 71 **Надилов Н.К., Курскеев А.К.** Научное открытие «Закономерная корреляционная связь между параметрами возмущенной (флюидонасыщенной) и невозмущенной геологической среды с пульсацией фигуры Земли» (Диплом № 418 от 9 февраля 2010 г.).
- 72 **Надилов Н.К., Курскеев А.К.** Пульсации фигуры Земли как альтернативный метод повышения нефтеотдачи пласта // Нефть и газ. – 2005. – № 6. – С. 57–60.
- 73 **Надилов Н.К., Курскеев А.К.** Реакция флюидов земной коры на гравитационные воздействия Солнца и Луны // Нефть и газ. – 2005. – № 4. – С. 114–117.
- 74 **Надилов Н.К., Курскеев А.К.** Ритмы флюидного режима земной коры // Нефть и газ. – 2005. – № 2. – С. 16–18.
- 75 **Надилов Н.К., Курскеев А.К.** Геофизический мониторинг современных геодинамических процессов на нефтегазоносных территориях // Нефть и газ. – 2009. – № 3. – С. 33–40.
- 76 **Надилов Н.К., Курскеев А.К.** Космический мониторинг современных геодинамических процессов на территории Северного Тянь-Шаня // Вестник НИА РК. – 2012. – № 1. – С. 42–50.

- 77 **Надилов Н.К., Курскеев А.К.** Кратковременные ритмы землетрясений как отклик земной коры на воздействие космических сил // Нефть и газ. – 2012. – № 4. – С. 95–107.
- 78 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф., Бородкин Л.П.** Перспективные методы деэмульсации нефти: Деп. в ЦНИИТЭнефтехим 23.04.1982. – № 45нх–Д82.
- 79 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф., Ахметкалиев Р.Б.** О механизме структурообразования в эмульсиях обратного типа в нефтепродуктах // Изв. АН КазССР. – Сер. хим. – 1985. – № 2. – С. 38–42.
- 80 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф., Сериков Т. п.** Критерий коалесценции капель водонефтяных эмульсий в электрическом поле // Нефть и газ.– 2006. – № 4. – С. 47–59.
- 81 **Надилов Н.К. Анисимов Б.Ф., Диарова Д.М.** Коагуляция дисперсных систем в восходящих потоках // Коллоидный журнал. – 1988. – Т. L. – № 2. – С.121–124.
- 82 **Анисимов Б.Ф., Надилов Н.К.** Уравнение коагуляции эмульсий, помещенных в однородное электрическое поле // Изв. АН КазССР. – Сер.хим. – 1979 – № 1. – С. 24–31.
- 83 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф.** Взаимосвязь процессов коалесценции и седиментации // Вестник АН КазССР. – 1979. – № 1. – С. 42–47.
- 84 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф.** Решение уравнения коагуляции // Вестник АН КазССР. – 1979. – № 2. – С. 43–48.
- 85 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф.** Коагуляция капель, заряженных от электрода // Изв. АН КазССР. – Сер. физ.-мат. – 1981. – № 4. – С. 56–61.
- 86 **Анисимов Б.Ф., Диарова Д.М., Надилов Н.К.** Моделирование процесса коагуляции многокомпонентных систем в реакторах непрерывного действия с равномерным смешением // Журн. прикл. химии. – 1986. – № 9. – С. 2150–2152.
- 87 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф. и др.** Устройство для коалесценции эмульсий в электрическом поле: А. с. 995848 СССР. Оубл. 15.02.84.
- 88 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф. и др.** Способ обезвоживания водонефтяной эмульсии: А. с. 1091050 СССР. Оубл. 07.05.84.
- 89 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф., Бородкин Л.П., Гафнер В.В.** Устройство для коалесценции эмульсий в электрическом поле: А. с. 995848 СССР. Оубл. 15.02.83.
- 90 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф., Сериков Т. п.** Научное открытие «Закономерность контактно-разъединенной зарядки частиц эмульсии обратного типа в однородном электрическом поле» (Диплом № 346 от 16 ноября 2007 г.).
- 91 **Надилов Н.К., Анисимов Б.Ф., Сериков Т. п.** Лирическое начало сложного научного открытия «Закономерность контактно-разъединенной зарядки частиц эмульсий обратного типа в однородном электрическом поле» // Нефть и газ. – 2011. – № 3. – С. 92–106.
- 92 **Надилов Н.К., Пивоваров Л.П., Зелепухин В.Д.** Тонкая структура воды и методы ее индикации // Вестник Национальной инженерной академии. – 2012 – № 3. – С. 48–56.
- 93 **Надилов Н.К.** Водонефтяная смесь и проблемы ее разделения // Нефть и газ. – 2010. – № 3. – С. 72–78.
- 94 **Надилов Н.К., Каширский А.И., Хуторной В.В., Уразгалиев Б.У.** Техника и технология нефтепроводного транспорта. – Алма-Ата, Наука, 1983. – 200 с.
- 95 **Надилов Н.К., Тугунов П.И., Брот Р.А., Уразгалиев Б.У.** Трубопроводный транспорт вязких нефтей. – Алма-Ата, Наука, 1985. – 264 с.
- 96 **Надилов Н.К., Сагов М.С., Чуркина Е.И., Потешкина О.И.** Способ перекачки жидкости по упругому трубопроводу. Авторское свидетельство СССР № 1129432. Оубл. 15.12.1984 БИ № 46.

- 97 **Надилов Н.К., Сагов М.С., Изимов Н., Потешкина О.И.** Авторское свидетельство СССР № 1224459. Опуол. 15.04.1986 БИ № 14.
- 98 **Надилов Н.К., Сагов М.С., Чуркина Е.И.** Новый принцип перистальтического прокачивания жидкости по трубам. – Алма-Ата, Наука, 1985. – 18 с.
- 99 Постановление Центрального Комитета Компартии Казахстана и Совета Министров Казахской ССР от 4 сентября 1980 г. № 340 о присуждении Государственной премии Казахской ССР в области науки и техники А.А. Дергачеву, А.И. Каширскому, В.В. Хуторному, Б.У. Уразгалиеву за работу «Комплексное исследование высоковязких нефтей полуострова Бузачи, разработка и внедрение технологии их трубопроводного транспорта».
- 100 Указ Президента РК от 10 декабря 2019 г. о присуждении Государственной премии Республики Казахстан в области науки и техники И.К. Бейсембетову, Т.Т. Бекибаеву, У.К. Жапасбаеву, Б.К. Кенжегалиеву, Е.С. Махмотову, Б.К. Саяхову за работу «Научно-техническое обеспечение энергосбережения транспортировки нефти и нефтесмесей по нефтепроводным маршрутам акционерного общества «КазТрансОйл».
- 101 **Надилов Н.К., Конаев Э.Н.** Трубопроводный транспорт Казахстана и перспективы его развития // Нефть и газ. – 2001. – № 2. – С. 73–82.
- 102 **Надилов Н.К., Букарова К.** Интегрированный транснациональный нефтепровод Казахстан–Китай заполняется нефтью // Нефть и газ. – 2006. – № 1. – С. 80–87.
- 103 **Надилов Н.К., Уркенбаев А.А., Созинов В.А.** Состояние и перспективы развития трубопроводного транспорта Казахстана // Нефть и газ. – 2008. – № 5. – С. 59–62.
- 104 **Надилов Н.К., Куанышев Б.И., Низовкин В.М.** Использование солнечной энергии при транспортировании нефти // Доклады седьмых Международных Надиловских чтений. – Алматы–Уральск, 2009. – С. 223–230.
- 105 **Надилов Н.К.** Энергосбережение и охрана биосферы требуют быть изобретательным // Нефть и газ. – 2012. – № 2. – С. 125–137.
- 106 **Мухамедгалиев А.Ф., Спивак Л.Ф.** Аэрокосмические методы диагностики магистральных трубопроводов // Нефть и газ. – 2011. – № 4. – С. 73–82.
- 107 **Жантаев Ж.Ш., Бреусов Н.Г., Мухамедгалиев А.Ф., Бекмухамедов Б.Э.** Дистанционные методы диагностики рисков аварийности магистральных трубопроводов // Каспийский регион: геологическое строение и нефтегазоносность. Труды ОНГК. Вып. 4. (На базе докладов Второй Международной геологической конференции «АтырауГео-2013»). Под редакцией: Б.М. Куандыкова, К.М. Таскинбаева, М.С. Трохименко. – Алматы, 2014. – С. 358–361.
- 108 **Бажал А.И., Барак А.М.** SWELT – технология волновой транспортировки вязких жидкостей по трубопроводам в Казахстане // Нефть и газ. – 2019. – № 3. – С. 60–66.
- 109 **Bazhal A.I., Barak A.M.** SWELT – technology of wave enhanced transportation of viscous and ultraviscous oil via pipelines // Нефть и газ. – 2019. – № 4. – С. 114–122.
- 110 **Бажал А.И., Барак А.М.** Беспрецедентные возможности SWELT подтверждены промысловыми испытаниями // Нефть и газ. – 2019. – № 5. – С. 88–84.
- 111 **Bazhal A.I., Barak A.M.** SWELT's unprecedented capabilities, proven by the field trials // Нефть и газ. – 2019. – № 5. – С. 95–101.
- 112 **Надилов Н.К., Зайкин Ю.А., Зайкина Р.Ф.** Способ переработки нефтей и нефтяных остатков. Патент 4676 РК. № 9404341. Опуол. 16.06.1997. БИ № 2.
- 113 **Надилов Н.К., Зайкина Р.Ф., Айдарбаев А.С.** С чего начиналась история нефтедобывающей отрасли Казахстана. К столетию нефтяной промышленности // Нефть и газ. – 1999. – № 1. – С. 5–7.

- 114 **Надилов Н.К., Зайкина Р.Ф., Зайкин Ю.А.** Радиационно-термический крекинг высокопарафинистой нефти Кумколя // Нефть и газ. – 2001. – № 1. – С. 69–75.
- 115 **Надилов Н.К., Зайкина Р.Ф., Зайкин Ю.А.** Радиационные технологии переработки нефтепродуктов // Нефть и газ Казахстана – 1997. – № 3. – С. 43–45.
- 116 **Надилов Н.К., Зайкина Р.Ф.** Радиационные технологии переработки тяжелого нефтяного сырья // Оборудование и технологии – 1997. – № 5. – С. 43–45.
- 117 **Надилов Н.К., Зайкина Р.Ф., Зайкин Ю.А., Мамонова Т.Б.** Влияние условий радиационно-термической обработки на эффективность демеркаптанализации различного нефтяного сырья // IV Международная конференция по химии нефти и газа. – Томск, 2000. – Ч. 2. – С.57–62.
- 118 **Надилов Н.К., Зайкина Р.Ф., Зайкин Ю.А., Мамонова Т.Б.** Превращение нефтяных и ароматических углеводородов при радиационно-термическом крекинге нефти // Нефть и газ. – 2000. – № 1. – С. 83–89.
- 119 **Надилов Н.К., Зайкина Р.Ф., Зайкин Ю.А., Мамонова Т.Б.** Особенности изомеризационных процессов при радиационно-термической переработке каражанбасской нефти // Нефть и газ. – 2000. – № 2. – С. 65–70.
- 120 **Н.К. Надилов., Р.Ф. Зайкина, А.С. Айдарбаев.** Радиационно-термический крекинг высокопарафинистой нефти Кумколя // Нефть и газ. – 2001. – № 1. – С.69–75.
- 121 **Надилов Н.К., Цой Л.Н., Цой А.Н.** Влияние радиационно-волнового крекинга на физико-химические свойства нефтей // Нефть и газ. – 2003. – № 4. – С. 57–62.
- 122 **Mirkin G., Zaykin Yu.A., Zaykina R.F., Nadirov N.K.** Radiation methods for upgrading and refining of feedstock for oil chemistry // Radiation Physics and Chemistry. – 2003. – N 67. – P. 311–314.
- 123 **Надилов Н.К.** Глубокая конверсия углеводородного сырья радиационно-иницированным крекингом // Нефть и газ. – 2004. – № 4. – С. 123–159.
- 124 **Zaykina R.F., Zaykin Yu.A., Nadirov N.K.** Bitumen radiation processing // Radiation physics chemistry. – 2004. – V. 71. – P. 471–474.
- 125 **Zaykin Yu.A., Zaykina R.F. Nadirov N.K.** Effect of radiation-induced isomerization on gasoline upgrading // Proceedings of the 8 th topical meeting on nuclear applications and utilization of accelerators AAAAPP'07. – Pocatello, Idaho, 2007. – P. 993–998.
- 126 **Надилов Н.К.** Эффект радиационно-стимулированной изомеризации углеводородов – научное открытие с большим будущим // Нефть и газ. – 2011. – № 6. – С. 71–82.
- 127 **Надилов Н.К., Зайкин Ю.А., Зайкина Р.Ф.** Новый перспективный процесс облагораживания и глубокой переработки парафинистого и асфальтено-смолистого углеводородного сырья // Нефть и газ. – 2012. – № 1. – С. 103–111.
- 128 **Надилов Н.К., Зайкин Ю.А., Зайкина Р.Ф.** Научное открытие «Явление усиленной радиационной изомеризации углеводородных систем». (Диплом № 463 от 5.03.2014 г.).
- 129 **Калыбай А.А., Надилов Н.К.** Результаты гидродинамических исследований кумкольских нефтей // Нефть и газ. – 2003. – № 4. – С. 40–48.
- 130 **Надилов Н.К., Калыбай А.А., Нуржанова С.Б., Хайрулина Н.Б.** Влияние комплекса электромагнитных полей на свойства высоковязких нефтей // Нефть и газ. – 2004. – № 1. – С. 89–103.
- 131 **Калыбай А.А. Надилов Н.К.** Новые физико-химические принципы глубокой переработки высоковязких нефтей // Нефть и газ. – 2008. – № 3. – С. 34–44.
- 132 **Калыбай А.А., Жумагулов Б.Т., Надилов Н.К., Абжали А.К.** Альтернативная технология эффективной переработки нефтяного сырья // Нефть и газ. – 2017. – № 3. – С. 88–104.

- 133 **Калыбай А.А., Жумагулов Б.Т., Надиров Н.К., Абжали А.К.** Обоснование целесообразности строительства четвертого НПЗ с учетом эффективной технологии переработки тяжелого нефтяного сырья // Нефть и газ. – 2018 – № 4. – С. 67–77.
- 134 **Калыбай А.А., Жумагулов Б.Т., Надиров Н.К., Абжали А.К.** Явление вакуумно-волновой гидроконверсии нефтяного сырья и ударных волн разряжения. Диплом на научное открытие. – № 513. – Выдан 30.04.2019. Международной академией авторов научных открытий и изобретений.
- 135 **Надиров Н.К., Низовкин В.М.** О терморекombинации углеводородных топлив // Доклады АН СССР. 1989. – Т. 308. – № 3. – С. 638–640.
- 136 **Надиров Н.К., Низовкин В.М.** Энергоэкологическое будущее цивилизации // IV цивилизационный форум. 18–19 сентября 2009 г. – Алматы, 2009. – Ч. I. Гелиомагистрала Земли. – С. 91.
- 137 **Надиров Н.К.** Повышение энергоэкологической эффективности используемых углеводородных топлив // Вестник Казахской Национальной академии естественных наук. – 2010. – № 2. – С. 40–43.
- 138 **Надиров Н.К., Низовкин В.М.** Устройство для обработки топлива для двигателя внутреннего сгорания. Патент № 1801176. Оpubл. 09.10.92.
- 139 **Надиров Н.К., Низовкин В.М., Низовкин А.В.** Устройство для обработки топлива для двигателя внутреннего сгорания. Патент № 1799429. Оpubл. 08.10.92.
- 140 **Надиров Н.К., Низовкин В.М.** Явление рекомбинации углеводородных топлив. Диплом на открытие № 297. Выдан 14.12.2005. Международной академией авторов научных открытий и изобретений.
- 141 **Надиров Н.К., Низовкин В.М.** Долгий путь к научному открытию «Явление рекомбинации систем углеводородных топлив» // Нефть и газ. – 2011. – № 1. – С. 102–112.
- 142 **Бажал А.И., Барак А.М.** SALF – активатор углеводородных топлив: экономия топлива, повышение мощности двигателя, кардинальное сокращение вредных выбросов // Нефть и газ. – 2019. – № 3 (111). – С. 48–53.
- 143 **Vazhal A.I., Barak A.M.** SALF – liquid hydrocarbon activator: fuel economy, motor power increase, cardinal reduction of noxious emissions // Нефть и газ. – 2019. – № 3 (111). – С. 54–59.
- 144 **Надиров Н.К.** «Чистый воздух городам» – энерго-экологическая инициатива Национальной инженерной академии Республики Казахстан // Нефть и газ. – 2019. – № 4 (112). – С. 6–9.
- 145 **Сулейменов Р.Э., Касенов А.Г., Климов П.В. и др.** Построение системы стандартизации сжиженного природного газа в рамках ЕАЭС // Нефть и газ. – 2018. – № 3. – С. 98–109.
- 146 **Мерпеисов Х.С., Финько В.Е., Финько В.В.** Модульные минизаводы экономического производства сжиженного природного газа // Нефть и газ. – 2013. – № 1. – С. 39–44.
- 147 **Мерпеисов Х.С., Финько В.Е.** Новая эффективная технология получения газомоторных топлив из природного газа // Нефть и газ. – 2015. – № 2. – С. 117–123.
- 148 **Мерпеисов Х.С., Финько В.В., Финько В.Е.** Эффективные модульные комплексы производства сжиженного газа // Нефть и газ. – 2018. – № 3. – С. 110–115.
- 149 **Мерпеисов Х.С., Финько В.Е.** Технология полной утилизации попутного нефтяного газа на промыслах // Нефть и газ. – 2018. – № 3. – С. 116–121.
- 150 **Надиров Н.К., Низовкин В.М.** Проблемы использования солнечной и комбинированной энергии в Казахстане // Нефть и газ. – 2005. – № 2. – С. 27–30.

- 151 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Об обеспечении нефтегазового комплекса Прикаспия альтернативной энергией // Нефть и газ. – 2002. – № 3. – С. 107–112.
- 152 **Надилов Н.К.** Энергия нефти или Солнца? // Нефть и газ. – 2005. – № 2. – С. 111–118.
- 153 **Надилов Н.К., Норкин Б.Ф., Низовкин В.М.** Энергия эфира // Нефть и газ. – 2008. – № 1. – С. 26–41.
- 154 **Надилов Н.К., Норкин Б.Ф., Низовкин В.М.** Строение микромира эфира // Нефть и газ. – 2008. – № 4. – С. 25–37.
- 155 **Надилов Н.К., Жумагулов Б.Т., Жумагалиев А.К., Горбатовский Е.М., Норкин Б.Ф.** Проблемы энергообеспечения цивилизации // Доклады седьмых Международных научных Надиловских чтений. – Алматы-Уральск, 2009. – С. 26–41.
- 156 **Надилов Н.К.** Влияние солнечной энергии на химические превращения углеводородов // Нефтепереработка и нефтехимия – 2006: Международная конференция, посвященная 50-летию ГУП «Институт нефтепереработки Республики Башкортостан». – Уфа, 2006. – С. 26–28.
- 157 **Надилов Н.К.** Развитие возобновляемой энергетики в Республике Казахстан // Недропользование и право. – 2006. – № 2. – С. 143–146.
- 158 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Развитие возобновляемой энергетики в Республике Казахстан // Доклады четвертых Международных научных Надиловских чтений. – Алматы-Томск, 2006. – С. 40–58.
- 159 **Надилов Н.К.** Стратегическая роль возобновляемой энергии для устойчивого развития в Центральной Азии // Вестник НАН РК. – 2006. – № 2. – С. 3–7.
- 160 **Надилов Н.К., Исенгалиев Б.И., Низовкин А.В.** Возможность использования возобновляемых источников энергии для бурения нефтяных скважин // Нефть и газ. – 2007. – № 4. – С. 109–117.
- 161 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Использование возобновляемых источников энергии для добычи, транспорта и переработки высоковязких нефтей // Нефть и газ. – 2007. – № 3. – С. 64–68.
- 162 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Об энергоэкологической цивилизации будущего // Нефть и газ. – 2007. – № 6. – С. 70–77.
- 163 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Прогноз перехода от нефтяной к альтернативной энергетике // Нефть и газ. – 2008. – № 5. – С. 96–99.
- 164 **Надилов Н.К.** Энергоэкологическая цивилизация будущего // Доклады шестых Международных научных Надиловских чтений. – Алматы–Актау, 2008. – С. 8–20.
- 165 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Гелиомагистралаи Земли. – Алматы, 2009. – 2009. – 112 с.
- 166 **Надилов Н.К.** Разработка и внедрение технологий по использованию возобновляемой энергетики // Вестник НИА РК. – 2010. – № 4. – С. 37–38.
- 167 **Низовкин В.М.** Башенная электростанция «Торнадо». Инновационный патент № 27341. Оpubл. 16.09.2013.
- 168 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Солнечно-ветровая электростанция. Патент на полезную модель № 1611. Оpubл. 15.08.2016.
- 169 **Низовкин В.М., Басина И.В.** Промышленная башенная солнечно-ветровая электростанция. Патент на полезную модель № 2290. Оpubл. 31.07.2017.
- 170 **Надилов Н.К., Низовкин В.М., Тажиева А.С., Надилов А.Н.** Способ скважинной добычи остаточной нефти и природных битумов из нефтебитуминозных пород. Патент РК № 15857. Оpubл. 2004.

- 171 **Надилов Н.К., Низовкин В.М., Сериков Т. п., Куанышев Б.И.** Способ скважинной добычи нефти с ее переработкой. Патент РК № 19062. Опул. 15.01.2008.
- 172 **Надилов Н.К., Низовкин В.М., Сериков Т. п., Куанышев Б.И.** Способ крекинга углеводородов и устройство для его осуществления. Патент № 16450. Опул. 2004.
- 173 **Сериков Т. п., Низовкин В.М., Баймиров М.Е.** Энергетическая установка. Патент РК № 15753. Опул. 16.05.2005.
- 174 **Баешов А.Б., Ширинских А.В., Солодова Е.В.** Ветро-солнечная установка. Инновационный патент № 78929 от 28 декабря 2012 г.
- 175 **Надилов Н.К., Куанышев Б.И., Сериков Т. п.** Использование солнечной энергии в процессе переработки нефти // Доклады четвертых Международных научных Надировских чтений. – Алматы-Томск, 2006. – С. 108–111.
- 176 **Надилов Н.К., Низовкин В.М.** Явление концентрации энергии неподвижного локального объема атмосферного воздуха. Диплом на открытие № 514. Выдан 07.12.2019. Международной академией авторов научных открытий и изобретений.
- 177 **Надилов Н.К., Зейфман В.М.** Комбинированная гибридная система автономного теплоэлектроснабжения. Патент РК № 27343 от 25.05.2013.
- 178 **Надилов Н.К., Низовкин В.М., Басин А.О., Солодова Е.В.** Гелиотеплица. Патент РК № 24929. Опул. 15.11.2011.
- 179 **Надилов Н.К., Низовкин В.М., Солодова Е.В.** Всесезонная гелиотеплица. Патент РК № 24930. Опул. 15.11.2011.
- 180 **Некрасов В.Г., Ногай В.К.** Всесезонная теплица с электроснабжением на основе комплексного использования альтернативных и возобновляемых источников энергии. Патент РК № 27684 от 21.02.2013.
- 181 **Надилов А.Б., Медиева Г.А., Надилов Н.К., Низовкин В.М., Басин А.О.** Автономный экодом с солнечно-ветровым энергоснабжением. Патент РК № 25985. Опул. 15.08.2012.
- 182 **Надилов Н.К., Басин А.О., Медиева Г.А., Надилов А.Б., Низовкин В.М.** Многоэтажное здание с солнечно-ветровыми энергоснабжением. Патент РК № 26184. Опул. 14.09.2012.
- 183 **Надилов Н.К., Низовкин В.М., Басин А.О., Надилов А.Б.** Гелиотеплица. Патент РК № 24929 от 15.11.2011.
- 184 **Надилов Н.К., Низовкин В.М., Солодова Е.В., Медиева Г.А.** Всесезонная теплица с энергоснабжением на основе комплексного использования альтернативных и возобновляемых источников энергии. Патент РК № 27684 от 21.02.2013.
- 185 **Надилов Н.К., Некрасов В.Г., Шевченко С.А., Солодова Е.В., Суханбердиева Д.Т.** Возобновляемая энергетика в тепличных технологиях // Доклады Национальной академии наук РК. – 2016. – № 2. – С. 137–146.
- 186 **Bazhal A.I., Barak A.M.** SWEM – green technology for generating fresh water and electric power from the atmospheric air // Нефть и газ. – 2020. – № 2 (116). – С. 131–139.
- 187 **Бажал А.И., Барак А.М.** Эффективная «зеленая» технология SWEM – производство электроэнергии и воды из атмосферы // Нефть и газ. – 2020. – № 3–4. – С. 137–149.