

На правах рукописи

СЕРИКОВА УЛЬЯНА СЕРГЕЕВНА



**ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТАНОВЛЕНИЯ
И РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ**

5.6.6. История науки и техники

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Уфа 2024

Работа выполнена на кафедре геологии и разведки месторождений углеводородов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

Научный консультант **Керимов Вагиф Юнус оглы**
доктор геолого-минералогических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Дмитриевский Анатолий Николаевич**
доктор геолого-минералогических наук,
академик РАН
ФГБУН Институт проблем нефти и газа РАН /
научный руководитель института

Хуторской Михаил Давыдович
доктор геолого-минералогических наук,
профессор РАН
ФГБУН «Геологический институт РАН» /
заведующий лабораторией тепломассопереноса

Даукаев Арун Абалханович
доктор геолого-минералогических наук,
профессор
ФГБУН Комплексный научно-исследовательский
институт им. Х.И. Ибрагимова РАН / заведующий
отделом топливно-энергетического комплекса
и рационального природопользования

Ведущая организация **Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки «Институт истории
естествознания и техники
имени С. И. Вавилова РАН», г. Москва**

Защита диссертационной работы состоится «25» июня 2024 г. в 11:00 на заседании диссертационного совета 24.2.428.01 при ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по адресу: 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» и на сайте www.rusoil.net.

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2024 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Удалова Елена Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

В настоящее время весьма актуальным является вопрос о технологическом суверенитете – способности государства располагать ключевыми технологиями, которые считаются критически важными для обеспечения благосостояния и конкурентоспособности. Технологический суверенитет – это достигнутый уровень реальной независимости страны в областях науки, техники и технологий, который обеспечивает беспрепятственную реализацию национальных интересов в техносфере с учетом существующих и перспективных угроз и является одним из главных приоритетов развития России. Президент РФ поручил Правительству РФ разработать и утвердить концепцию технологического развития (далее «Концепция») на период до 2030 года. Распоряжением Правительства РФ от 20 мая 2023 г. №1315-р утверждена «Концепция технологического развития на период до 2030 года», а постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2023 г. №603 утверждены приоритетные направления проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации.

Нефтяная и газовая отрасли промышленности являются основными структурными составляющими экономики Российской Федерации, и от их развития зависят темпы, масштабы и экономические показатели национального производства, уровень научно-технического развития страны, значительная часть доходов федерального бюджета. Россия является одним из крупнейших производителей и поставщиков углеводородов на мировой рынок.

В диссертационной работе рассмотрена эволюция технологических укладов, сформулированы закономерности технологического развития как на федеральном уровне – по Российской Федерации, так и на региональном – по Каспийскому региону.

В настоящее время нефтегазовая промышленность России находится на пороге шестого технологического уклада и сталкивается с проблемами, влияющими на развитие технологических направлений. Для формирования максимально достоверного и подробного представления о состоянии нефтегазовой отрасли в рамках формирования нового технологического уклада необходимо выделить перспективные технологические направления, которые получат свое развитие в будущем, и временные рамки «продолжительности жизни» нефтегазового сектора. В этой связи разработка на основе системного исторического анализа перспективных направлений технологического развития нефтяной и газовой промышленности является актуальной задачей.

Степень разработанности темы

При работе над диссертацией были изучены архивные материалы, коллективные труды, монографии и научные статьи российских и зарубежных ученых, посвященные отдельным аспектам истории развития отечественной нефтегазовой промышленности. Методологической основой исследования нефтегазоносности недр и объектов нефтегазового комплекса являлся

системно-исторический подход, который использовали А.А. Бакиров, Э.А. Бакиров, М.Д. Белонин, А.Н. Дмитриевский, М.С. Дюфур, П.Ф. Иванкин, А.Э. Конторович, Ю.Н. Карогодин, Ю.А. Косыгин, В.Ю. Керимов, И.В. Круть, Н.Я. Кунин, Э.Б. Мовшович, Э.М. Мовсумзаде, Д.Л. Разманкулов, К.И. Джафаров, И.И. Нестеров, В.Д. Наливкин, Э.Э. Фотиади А.Ю. Ретеюм, Ю.С. Салин, В.В. Семенович, В.С. Соколов, В.А. Соколов, А.А. Трофимук, В.И. Шпильман и др. Системно-исторический анализ позволил воссоздать целостную картину трансформационных процессов в нефтегазовом комплексе в историческом развитии и эволюцию нефтегазовой промышленности.

Научно-технический прогресс исследовался на основе анализа теории технологических укладов, концепция которой была разработана и развита С.Ю. Глазьевым, Н. Кондратьевым, Д.С. Львовым и др.

Современный уровень технологического развития и анализ основных тенденций в развитии нефтяной и газовой промышленности рассмотрены в трудах А.А. Бакирова, И.О. Брода, М.И. Варенцова, Н.Б. Вассоевича, И.В. Высоцкого, Ю.А. Воложа, Д.В. Голубятникова, И.М. Губкин, И.С. Гулиева, А.Н. Дмитриевского, Г.Х. Дикенштейна, Н.А. Еременко, А.Э. Кантаровича, В.Ю. Керимова К.А. Клещева, С.П. Максимова, Б.В. Сенина, В.С. Шеина, L.V. Magoon, W.G. Dow и др.

Существенное влияние на определение стратегических направлений технологического развития в нефтегазовой промышленности и пути перехода к шестому технологическому укладу оказали исследования В.Н. Анищенко, О.Н. Бабурина, В.И. Богоявленского, А.Е. Варшавского, Л.К. Гуриева, А.В. Дутова, А.Н. Дмитриевского, Н.А. Еремина, С.В. Егерева, В.В. Клочкова, Е.Б. Ленчук и др. Технологический суверенитет как ключ к устойчивому развитию рассмотрен в трудах М.К. Алимурادова, В.Л. Квинт, С.Г. Ковалева, И.В. Новиковой, Н.И. Сасаева, F. Crespi, S. Caravella, M. Menghini, C. Salvatori, C. March, I. Schieferdecker, Hutterer, Lund, Freeson и др.

Таким образом, обобщенный анализ свидетельствует, что задача разработки перспективных направлений развития нефтяной и газовой промышленности в контексте технологических укладов до настоящего времени не исследовалась, поэтому результаты настоящей диссертационной работы, в которой предлагается комплексный подход к решению этой актуальной проблемы, можно считать новыми.

Цель работы

На основании комплексного историко-технического анализа разработать перспективные направления технологического развития нефтяной и газовой промышленности России и сформулировать технологически обоснованные стратегические решения задач индустриально-экономического развития в этой области народного хозяйства.

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие **основные задачи:**

- на основе исторического анализа становления и технологического развития нефтегазовой промышленности определить этапы эволюции технологических укладов;

- сформулировать особенности истории развития научных знаний, технологий и техники в области разработки, освоения и добычи нефти и газа в периоды различных технологических укладов;
- определить современный уровень технологического развития и анализ основных тенденций в развитии нефтяной и газовой промышленности;
- обобщить горно-геологические и нефтегазопромысловые основы совершенствования технологий освоения месторождений нефти и газа;
- сформулировать рекомендуемые стратегические направления технологического развития нефтегазовой отрасли промышленности в период перехода к шестому технологическому укладу.

Научная новизна

1. Впервые научно обоснованы перспективные направления и параметры функционирования нефтяной и газовой промышленности для обеспечения надежного снабжения российских потребителей и экспортных поставок нефти, природного газа и нефтепродуктов в зарубежные страны как решения одной из важнейших социально-экономических задач развития России.
2. Выполнен анализ динамики технологического развития нефтегазовой промышленности и установлены хронологические этапы эволюции технологических укладов в этой отрасли народного хозяйства.
3. Показано, что современный уровень технологического развития и основные тенденции в развитии нефтяной и газовой промышленности связаны с инновационными подходами и направлены на рациональное использование углеводородных ресурсов с применением новейших технологий. Это вызвано стремительным ростом компьютеризации и информатизации всей инфраструктуры нефтяной и газовой промышленности.
4. Выявлены проблемы технологического развития нефтяной и газовой промышленности, решение которых необходимо учитывать при определении основных направлений технологического развития нефтяной и газовой промышленности России на современном этапе.
5. Определены стратегические направления технологического развития и главные задачи, стоящие перед нефтегазовой промышленностью при переходе к шестому технологическому укладу, характеризующемуся интенсификацией производства и внедрением технологий искусственного интеллекта.

Теоретическая значимость работы

Системный исторический подход к изучению истории развития нефтегазовой промышленности России в контексте технологических укладов существенно дополняет имеющиеся теоретические представления в области истории науки и техники применительно к этой отрасли народного хозяйства.

Практическая значимость работы

Результаты диссертации могут быть использованы при решении задач, связанных с разработкой государственных и региональных программ по развитию нефтяной и газовой промышленности и социально-экономическому развитию России.

Результаты диссертационной работы используются в «Оренбургской нефтегазовой компании» при решении задач, связанных с разработкой региональных программ по развитию нефтяной и газовой промышленности Оренбургской области, а именно, для определения практических задач и основных направлений технологического развития нефтяной и газовой промышленности Оренбургской области.

Рекомендации в области освоения нефтегазовых ресурсов Каспийского моря используются компанией SOKAR (Республика Азербайджан) при стратегическом планировании развития нефтяной и газовой промышленности в акватории Каспийского моря и прилегающей территории Азербайджана.

Материалы диссертационного исследования используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «РГУ» им. Серго Орджоникидзе и включены в образовательные программы 21.04.01 Нефтегазовое дело, 21.05.02 Прикладная геология.

Методология и методы исследования

Методами исследования являются поиск, систематизация, анализ и обобщение научно-технической информации. Диссертация базируется на принципах историзма, объективности и системности.

Положения, выносимые на защиту

1. Основные этапы развития научных знаний, технологий и техники разработки, освоения и добычи нефти и газа, а также закономерности технологического развития, на основе которых выделяется пять технологических укладов.
2. Особенности технологического состояния нефтяной и газовой промышленности России на современном историческом этапе.
3. Перспективные направления и параметры функционирования нефтяной и газовой промышленности с целью решения социально-экономических задач развития России и обеспечения надежного снабжения сырьем российских и зарубежных потребителей нефти, природного газа и нефтепродуктов.
4. Стратегические направления достижения технологического суверенитета в нефтяной и газовой промышленности на основе системно-исторического анализа эволюции технологических укладов; задачи, стоящие перед нефтегазовой промышленностью при переходе к шестому технологическому укладу, и пути их решения.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности исторических сведений подтверждается верифицированными ссылками на архивные и литературные источники, что обеспечивает обоснованность и достоверность полученных выводов и заключений.

Основные положения диссертационной работы были доложены на российских и международных конференциях, научных сессиях и семинарах: EAGE «Геомодель» – с 2014 по 2017 гг. (г. Геленджик); XXI Губкинские чтения «Фундаментальный базис инновационных технологий поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК России» (г. Москва, 2016); Фундаментальный базис и

инновационные технологии прогноза, поисков и разведки нефти и газа (г. Москва, 2016); Геология, поиски и разведка месторождений углеводородов на морских акваториях (г. Москва, 2017); Международная научно-практическая конференция «Бакировские чтения» (г. Москва, 2018); 16-й Международный симпозиум «Взаимодействие воды с горными породами» и «Прикладная изотопная геохимия» (г. Томск, 2019); Mediterranean Geosciences Union Annual Meeting (г. Марракеш, 2022); Mediterranean Geosciences Union Annual Meeting (г. Стамбул, 2021); EAGE «Морские технологии 2019» (г. Геленджик, 2019); XIII, XIV, XV Международная научная конференция «Новые идеи в науках о Земле» (г. Москва, 2017, 2019, 2021); Международная научно-практическая конференция «Гейдар Алиев и нефтяная стратегия Азербайджана: достижения нефтегазовой геологии и геотехнологий» (г. Баку, 2023); Международная научно-практическая конференция «Технологии разработки месторождений и моделирование процессов в нефтегазодобыче» (г. Уфа, 2023).

Автор выражает благодарность всему коллективу кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе и заведующему кафедрой, доктору геолого-минералогических наук, профессору, заслуженному геологу РФ Вагифу Юнус оглы Керимову за большое внимание к работе, поддержку на всех этапах ее выполнения, ценные советы и возможность совместной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность и степень разработанности темы, сформулированы предмет работы, цели и задачи исследования, отражена научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В **первой главе** рассмотрены методологические основы исследования особенностей технологического развития нефтяной и газовой промышленности.

Методология исследований сводилась к изучению следующих аспектов: системно-исторический анализ технологических укладов в нефтяной и газовой промышленности и выявление основных направлений достижения технологического суверенитета; современный уровень технологического развития и анализ основных тенденций в развитии нефтяной и газовой промышленности; горногеологические и нефтегазопромысловые основы совершенствования технологий освоения месторождений нефти и газа; проблемы технологического развития нефтяной и газовой промышленности; стратегические направления технологического развития в нефтегазовой промышленности – переход к шестому технологическому укладу.

Реализация разработанных в диссертационной работе рекомендаций может обеспечить: удовлетворение экономически обоснованного внутреннего спроса на нефть, газ и нефтепродукты; эффективную реализацию экспортного потенциала нефтяной и газовой промышленности; формирование

сбалансированного производственного потенциала нефтяной и газовой промышленности (включая инфраструктуру добычи, транспорта и нефтепереработки); достижение максимальной бюджетной эффективности отрасли и стабильный долгосрочный рост ВВП.

Для решения поставленных задач нефтегазовый комплекс Каспийского региона в диссертации рассматривается в качестве макросистемы, состоящей из трех целостных мегасистем: ретроспективной (исторические и генетические, описывающие исторические процессы развития), статической (описывающая современную структуру нефтегазового комплекса), динамической (описывающая современное состояние и процессы в нефтегазовом комплексе).

В ходе исследований для изучения рассматриваемого региона были использованы методы численного пространственно-временного моделирования месторождений и углеводородных систем. Численное моделирование углеводородных систем было проведено с использованием программного пакета и технологий моделирования PetroMod компании Schlumberger.

Во **второй главе** представлены перспективы достижения технологического суверенитета нефтегазовой промышленности России в контексте теории технологических укладов.

Технологический суверенитет – это способность государства располагать ключевыми технологиями, которые считаются критически важными для обеспечения благосостояния и конкурентоспособности. Это «достигнутый уровень реальной независимости страны в областях науки, техники и технологий, чем обеспечивается беспрепятственная реализация национальных интересов в техносфере с учетом существующих и перспективных угроз». Условием выживания любой крупной страны будет достижение в ближайшее десятилетие технологического суверенитета.

Суверенитет следует рассматривать как цель для тех технологий, которые вносят решающий вклад в потенциал, являющийся ключевым для критической функции стратегического сектора. Технологический суверенитет касается различных секторов и широкого круга новых технологий, которые по своей природе широко распространены.

Реализовать концепцию технологического суверенитета в каждом стратегическом секторе можно посредством следующего пятиэтапного подхода: идентификация соответствующих технологий посредством анализа связей между функциями/возможностями/технологиями; выбор соответствующих цепочек добавленной стоимости; определение соответствующего уровня и формы российского контроля над цепочкой добавленной стоимости; выявление пробелов и зависимостей, которые могут подорвать суверенитет; подготовка и реализация мер по обеспечению желаемого уровня контроля.

Одним из стратегических секторов России является нефтяная и газовая промышленность – основная структура, составляющая экономику страны. От ее развития зависят темпы, масштабы и экономические показатели национального производства, уровень научно-технического развития страны, значительная часть доходов федерального бюджета. Россия является одним из крупнейших

производителей и поставщиков углеводородов на мировой рынок. Укрепление позиций российской нефтяной и газовой промышленности в мировой системе энергетического хозяйства связано с внедрением новых технологий и техники, которые затрагивают все аспекты функционирования предприятий данного комплекса. Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2023 г. № 603 утверждены приоритетные направления проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации. В перечень проектов технологического суверенитета России включены восемь направлений для ключевых отраслей, в том числе нефтегазовое машиностроение, которое сыграет важную роль в технологическом развитии нефтяной и газовой промышленности России.

Одним из понятий теории научно-технического прогресса (НТП) является *технологический уклад*, принадлежащий ученому-экономисту Николаю Кондратьеву. На основе этой и других теорий российскими экономистами и была разработана концепция технологических укладов. В начале 90-х гг. XX в. Д.С. Львовым и С.Ю. Глазьевым было введено понятие технологического уклада, которое представляет собой совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства, охватывающего замкнутый воспроизводственный цикл – от добычи природных ресурсов и профессиональной подготовки кадров до непроемленного потребления. Критерием отнесения производства к определенному технологическому укладу является использование в данном производстве технологий, присущих этому укладу, либо технологий, обеспечивающих выпуск продукции, которая по своим техническим либо физико-химическим характеристикам может соответствовать продукции данного уклада.

Технологический уровень производства на каждом из технологических укладов тесным образом связан с промышленными революциями (Рисунок 1). Промышленные революции за свою более чем 250-летнюю историю буквально перевернули мир до неузнаваемости. В истории становления и развития нефтегазовой промышленности выделяются пять технологических укладов:

Первый технологический уклад (1710–1840 гг.) – первая промышленная революция («Индустрия 1.0»).

Второй технологический уклад (1840–1920 гг.) – вторая промышленная революция («Индустрия 2.0»). Эпоха нефти.

Третий технологический уклад (1920–1946 гг.) – эпоха стали.

Четвертый технологический уклад (1946–1990 гг.) – третья промышленная революция («индустрия 3.0»). Эпоха морской нефти.

Пятый технологический уклад (1990–2030 гг.) – четвертая промышленная революция («Индустрия 4.0»). Современный этап развития нефтегазовой промышленности России.

Ранние этапы развития общества отличаются низким уровнем развития техники, поэтому их уклады общественного развития принято относить к доиндустриальным, тип развития производства которых основывался на мускульной силе животных и человека, создании наиболее простых изобретений.



Рисунок 1 – Взаимосвязь технологических укладов с этапами промышленных революций

Доиндустриальный этап освоения Каспийского региона состоит из двух эпох: античная эпоха (IV в. до н. э.–II в. н. э.) и средневековая эпоха (III–XVII вв.). Еще в VI в. до Рождества Христова на Апшероне были храмы огнепоклонников, в которых горели неугасаемые огни, выходящие из-под земли. Начиная с античной эпохи, в различных научных трудах указано, что в начале XVII в. на Апшероне было около 500 нефтяных источников, из которых добывалась черная и белая нефть, а также сообщалось о вывозе нефти в этот период из Баку в страны Ближнего Востока.

На основе анализа динамики технологического развития нефтегазовой промышленности рассмотрена эволюция технологических укладов, позволяющая сформулировать закономерности технологического развития в России.

Первый технологический уклад (1710–1840 гг.) совпадает с первой промышленной революцией, связанной с использованием энергии воды, что привело к механизации труда – замене мускульной силы на энергию пара и внедрению новых технологий «Индустрия 1.0». Первая промышленная революция началась в 1780-х гг. и продолжилась до середины XIX в. Научные открытия и механизация производства (XVIII в.) – вот основные предпосылки промышленного переворота, за которыми последовали «изобретение» чугуна, первый телеграф, токарный, фрезерный станки и многое др. Начало революции положило изобретение парового двигателя Джеймсом Уаттом и русского инженера Ивана Ивановича Ползунова. Универсальность машины позволила внедрить ее в самые разные отрасли, в том числе в нефтедобывающую промышленность. В Россию промышленная революция пришла в 1830-е гг., при этом большое влияние имел иностранный капитал. В 1745 г. Федор

Прядунов, получив разрешение начать добычу нефти со дна р. Ухты, организовал первый кустарный нефтепромысел в России. Собрав с речной поверхности 40 пудов нефти, Ф.С. Прядунов в 1748 г. доставил их в Москву, где в лаборатории Государственной Берг-коллегии была осуществлена перегонка нефти, в результате которой был получен нефтепродукт, похожий на керосин. Позднее на нефтепромысле Ф.С. Прядунова нефть не только добывалась, но и «передваивалась», то есть подвергалась перегонке с получением осветительного масла, близкого по качеству к современному керосину.

Дальнейшее развитие нефтяной промышленности России связано с присоединением Кавказа к Российской империи в 1806 г. Количество добываемой черной нефти на Кавказе тогда составляло 3930 т/год, а белой – только 41 т/год. В Российскую империю вошли Бакинское и Дербентское ханства с их богатейшими нефтяными ресурсами.

Первый технологический уклад в Каспийском регионе характеризуется применением колодезной добычи нефти. В этот период в окрестностях Баку функционировали 72 нефтяных колодца, а также ряд других нефтяных источников вдоль западного побережья Каспия. В 1813 г. число колодцев составляло 116, в 1825 г. – 125. Этот этап характеризуется усилением российского влияния в регионе. Технологическое развитие в этом укладе тесно связано с научными исследованиями и проектами российских ученых, инженеров и предпринимателей. Известный гидрограф и государственный деятель Ф.И. Соймонов подробно описал находящиеся на Апшероне нефтяные колодцы и представил план месторождений нефтяных газов. Под его руководством был напечатан в 1731 г. первый атлас Каспийского моря. Достоверные данные о нефтяных источниках Апшерона можно найти и у академика С.Г. Гмелина, посетившего Баку в 1770 г. Он изучал методы сооружения бакинских нефтяных колодцев, впервые высказав идею о возможности бурения на газ и использования его как топлива. Подполковник корпуса горных инженеров Н.И. Воскобойников в 1825 г. и в 1834–1838 гг. занимал пост директора бакинских нефтяных и солевых промыслов и руководил разработкой обширного плана действий в области добычи, разведки, хранения, перевозки и сбыта нефти. По его проектам в окрестности Баку, в Балаханах, был построен нефтеперегонный завод, работающий по новой технологии.

Второй технологический уклад (1840–1920 гг.) совпадает со второй промышленной революцией («Индустрия 2.0»), связанной с электрификацией, ставшей знаменем этой революции. Открытия Алессандро Вольты, Георга Ома, Андре-Мари Ампера, а также опыты Николы Теслы и других ученых нашли свое применение в промышленном производстве. Вершина промышленного развития в эти годы – двигатель внутреннего сгорания.

В 1879 г. Александр II подписал Высочайше утвержденный Устав «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель», в соответствии с которым император разрешил Людвигу Эммануиловичу Нобелю в Санкт-

Петербурге, Роберту Эммануиловичу Нобелю в Баку учредить «Товарищество на паях».

Гвардии полковнику Петру Александровичу Бильдерлишу, как одному из учредителей «Товарищества на паях», передавались в собственность перегоночный завод со всем его движимым и недвижимым имуществом, а также буровые скважины, нефтяные прииски, земельные отводы, нефтепроводы, резервуары на берегах р. Волги, пароходы и баржи. Компания создала свою сеть по перевозке и реализации нефти, в которую вошли нефтепроводы, вагоны-цистерны, нефтебазы с подходом к ним железнодорожных путей и причалы с танкерами для перевозки нефти морским путем. Вскоре товарищество впервые для России наладило промышленное получение бензина и опередило американских изобретателей на четверть века.

Применение механического способа бурения способствовало возрастанию добычи нефти. Если за 50 лет – с 1821 по 1872 г. – в России было добыто всего 361 тыс. т нефти, то уже за один 1879 г. добыча нефти составила 402 тыс. т, в 1882 г. – 827 тыс. т, а в 1892 г. – 4670 тыс. т. В 1864 г. отставной уланский полковник Ардалион Николаевич Новосильцев пробурил скважину в долине р. Кудако близ Анапы (Краснодарский край), из которой ударил первый в России нефтяной фонтан. Он впервые применил механическое ударно-штанговое бурение нефтяных скважин с помощью паровой машины.

Так, 1864 г. стал особой вехой отечественной нефтяной промышленности и ознаменовался переходом от ручного привода станков для бурения нефтяных скважин к машинному. В свою очередь, 6 октября 1893 г. из скв. 1-1 на Старо-Грозненской площади получен мощный нефтяной фонтан. Скважина была пробурена ударно-канатным способом под руководством мастера Н.П. Муравьева и инженера Л.И. Баскакова. С этого времени началось промышленное освоение грозненских месторождений. В 1895 г. предприниматель И. Ахвердов организовал первый завод по перегонке грозненской нефти. Началась промышленная переработка нефти в Грозненском нефтяном районе.

В России на заводах братьев Дубининых (1823 г.) было доказано, что из нефти можно выделить керосин – осветительное масло, получившее уже широкое распространение и вырабатывавшееся из каменного угля и сланцев. Этому способствовал возникший в середине XIX в. способ добычи нефти с помощью буровых скважин вместо колодцев.

Стремительное развитие нефтяной промышленности России привело к тому, что уже в конце XIX в. к отрасли стали проявлять интерес крупные зарубежные инвесторы. Среди них были известные финансисты Ротшильды и Рокфеллер.

К 1904 г. ежегодный объем российского экспорта керосина, мазута и сырой нефти достиг 1,4 млн т. Торговлей российской нефтью и нефтепродуктами в то время занимались в основном иностранные компании – Royal Dutch Shel, «Братья Ротшильд» и др.

В 1914 г. в России было добыто 8,9 млн т нефти, а переработано всего лишь 6,56 млн т, то есть 74% от общей добычи. Остальная нефть была

использована как котельное топливо. При этом из 6,56 млн т переработанной нефти на долю мазута приходилось 4,48 млн т, то есть 58%. Нефтедобыча в России в 1914 г. между крупными и мелкими фирмами показана в Таблице 1.

Таблица 1 – Распределение нефтедобычи в России в 1914 г.,%

Нефтяные районы	Фирмы			Всего крупных фирм	Всего мелких фирм
	гр. Нобеля	гр. Shell	гр. Standard Oil		
Бакинский	11	11	26	52	48
о. Челекен	35	–	–	35	65
Грозненский	–	36	7	44	56
Урало-Эмбенский	37	59	–	95	5
Кубано-Черноморский	–	–	–	–	100
Ферганская область	39	–	61	100	–
По всей России	14	16	22	52	48

В 1918 г. удельный вес нефтяных районов в общеимперской добыче нефти по регионам составлял: Азербайджан – 82,6%, Грозный и Дагестан – 13,1%, Средняя Азия – 2,0%, Казахстан – 1,3%, Азово-Черноморский край – 1,0%. После упадка в 1905 г. добыча бакинской нефти в 1909 г. поднялась до 8,2 млн т, затем в 1913 г. понизилась до 7,2 млн т, а в 1914 г. дошла до 7,0 млн т.

Второй технологический уклад в Каспийском регионе в связи с тем, что основным ресурсом была нефть, может быть назван эпохой нефти. В Каспийском регионе в 1846 г. впервые в мире, на 10–11 лет раньше, чем в Пенсильвании (США), было начато бурение нефтяной скважины на Биби-Эйбате по инициативе Н.И. Воскобойникова и горных инженеров К. Юндзилла, П. Кульшина, И. Комарова.

Так, 14 июля 1848 г. впервые в мире была пробурена нефтяная скважина (глубина до 21 м) ударно-штанговым способом с ручным приводом бурового станка. Эту первую нефтяную скважину принято считать началом нефтяной промышленности России. Бакинский нефтяной район, бывший вначале единственным, и в дальнейшем сохранил значение главнейшего поставщика нефти в России.

По сведениям 1843 г., годовая добыча в районе Баку составляла 3,4 млн кг черной нефти и 14,143 млн кг белой нефти. Вся эта нефть была добыта в основном из мелких скважин и источников, находящихся на поверхности земли. По архивным данным, в 1842 г. всего на Апшероне имеется 136, в 1850 г. – 120, в 1860 г. – 218. В 1879 г. насчитывалось уже 126 отдельных фирм и предпринимателей, добывавших нефть на площади в 411 десятин, из которых казенных земель было 259 десятин и частновладельческих 152.

В конце 1909 г. началась засыпка песком Биби-Эйбатской бухты, что позволило добывать нефть на Каспийском море. Техническое совершенствование бурения скважин и добычи нефти является прямым

отражением развития нефтепромышленности в целом. После отмены откупной системы наблюдается интенсивный рост числа буровых скважин и пройденных саженей. Рекордным был 1900 г., когда в Баку было пройдено 83 140 саженей.

Бурить собственными силами могли только крупные фирмы, имевшие в своей организации буровые конторы. Остальные пользовались услугами различных обществ подрядного бурения, действовавших в то время в Баку. Популярностью пользовались подрядные фирмы Х. Шнейдера, Свягина, Ф.Ф. Тапкена, Р.В. Зорге, Бутова, М. Мухтарова, Ш. Рамазанова, М.Л. Полякова, М. Дадашева, Б. Абиева; товарищества «Бур», «И. Штрассер», «Юнион», «Бутонафт», «Ватан», «Кавказ», БАМНИТО и др. В Бакинских промыслах успешно применялись способы штангового бурения, клепания обсадных труб, предохраняющих скважины от завалов. В 1890 г. ударный способ бурения сменил вращательный. Применение штангового бурения с частотой 35–40 уд./мин вместо канатного ускорило продвижение труб в грунт.

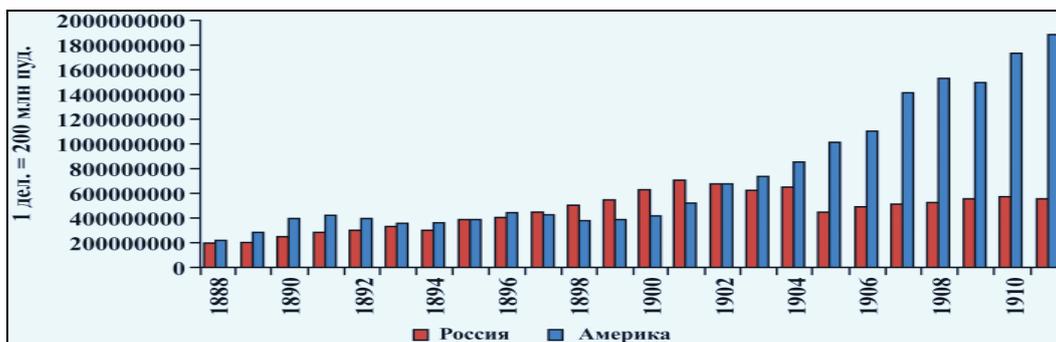
Проникновение зарубежного капитала в бакинскую нефтедобычу началось с приезда братьев Нобелей, сыгравших огромную роль в ее развитии. У товарищества братьев Нобель появились электростанции, и электричество стало использоваться и для передачи механической энергии буровому оборудованию.

В 1875 г. семья Нобелей закупила обширные Балаханские месторождения и построила свой нефтеперегонный завод. В 1877 г. у них был спущен на воду первый нефтяной танкер в России «Зароостр». В том же году был проложен нефтепровод от Балаханского месторождения до перерабатывающего завода. В Северную Европу с помощью танкерных перевозок до Астрахани по Каспию (в Астрахани груз помещали на волжские баржи) Нобели поставляли светильное масло.

Наиболее важным достижением нефтяной промышленности России в 1880–1890 гг. стал прорыв каспийской нефти на мировой рынок. После нефтяной реформы (1872 г.) рост добычи существенно повлиял на российский экспорт нефти и нефтепродуктов в Каспийском регионе (Рисунки 2 и 3).

В 1892 г. в нефтяной индустрии региона появились Ротшильды, которыми была основана компания, известная под названием «Бинбо». Вначале они построили маленькие нефтеналивные суда для перевозки нефти через Каспийское море и перекачки на баржи на Волге, впоследствии занялись строительством железной дороги из Баку в Батуми, а также нефтепровода, начатого в 1901 г. и законченного в 1905 г.

В 1906 г. из 154 нефтяных фирм Бакинского нефтяного района только 10 фирм сосредоточивали в своих руках 47% нефтяных скважин, то есть 1737 скважин из 3705. На долю этих фирм приходилась половина общей добычи нефти. В 1910 г. удельный вес этих же фирм в общебакинской добыче нефти повысился до 52,5%. В том же году в Бакинском районе на 21 предприятии (из 185) насчитывалось 75% рабочих, занятых в нефтяной промышленности. Эти предприятия имели около 70% двигателей и 89% электромоторов.



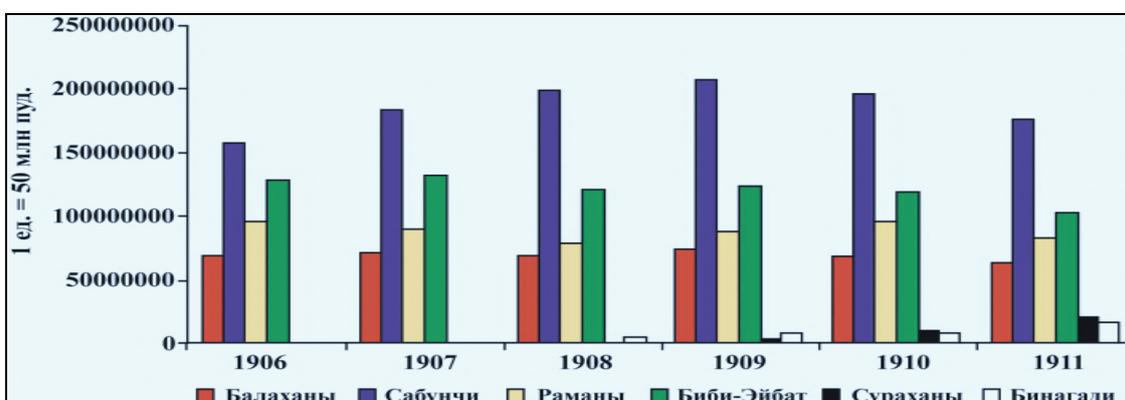
а



б

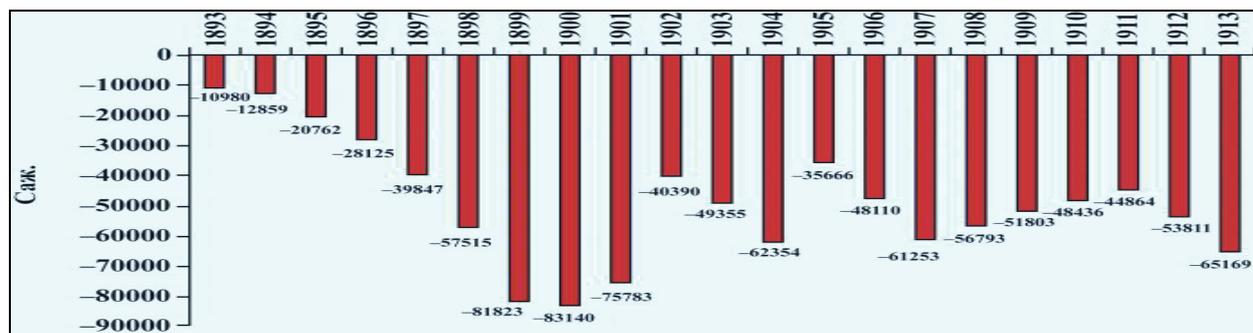


в

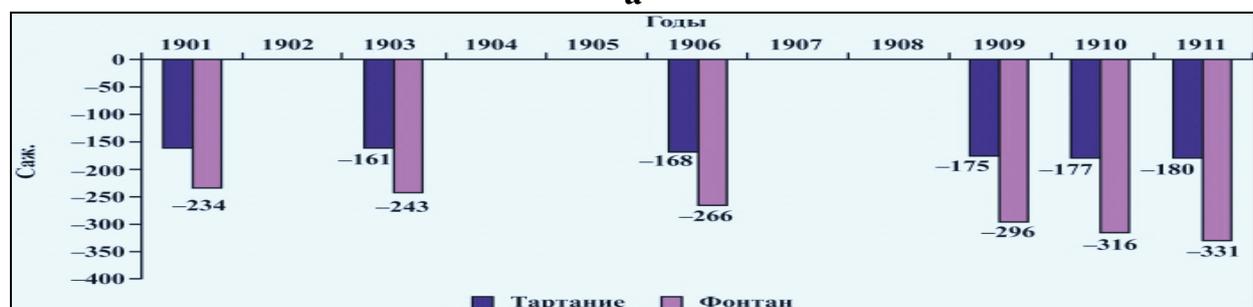


г

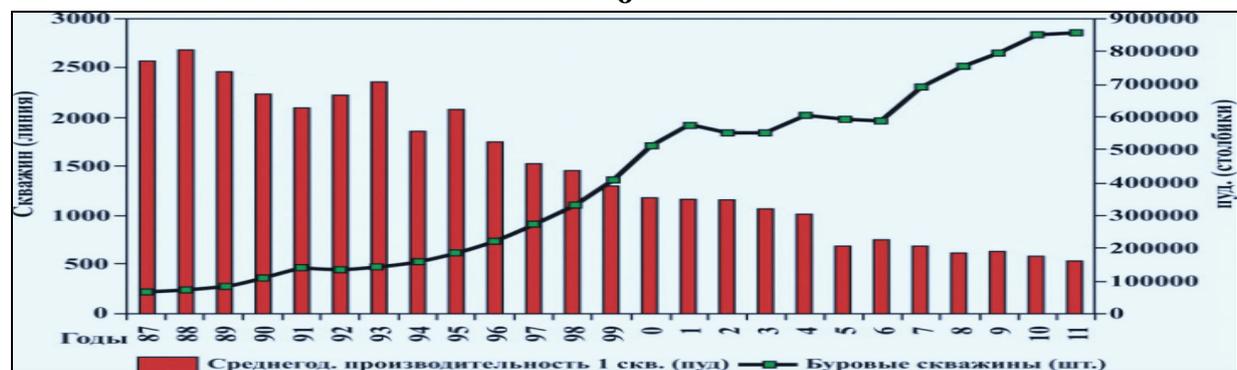
Рисунок 2 – Добыча нефти: а – в России и Америке в 1888–1911 гг.; б – в регионах России в период 1882–1913 гг.; в – на бакинских нефтяных промыслах в 1894–1909 гг.; г – на месторождениях Апшеронского п-ва в 1901–1911 гг.



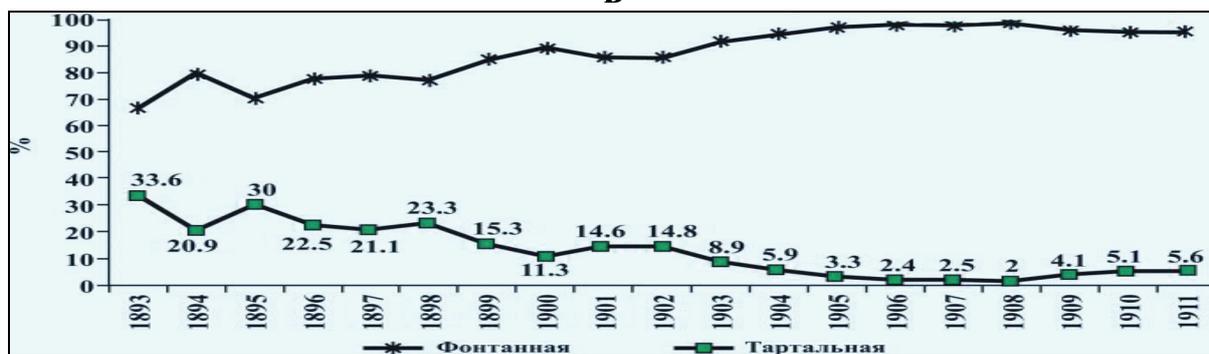
а



б



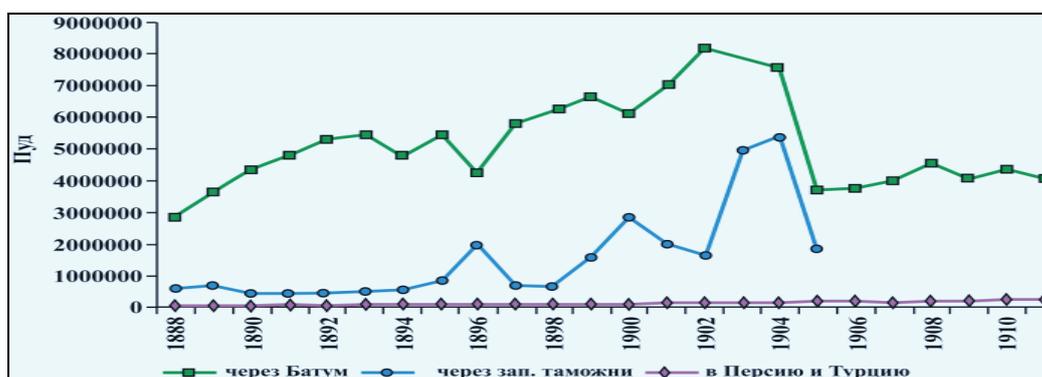
в



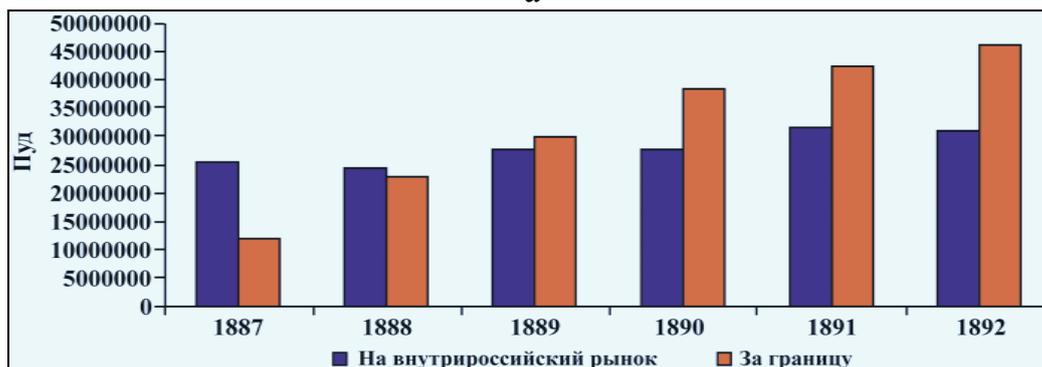
г

Рисунок 3 – Бурение скважин в Каспийском регионе: а – количество пройденных саженей в Баку в 1893–1913 гг.; б – средняя глубина всех производительных скважин тартанием и фонтанным способом в Баку в 1901–1911 гг.; в – число буровых скважин в Баку и среднегодовая производительность скважины в 1887–1911 гг.; г – доли тартальной и фонтанной добычи в бакинских промыслах в 1893–1911 гг.

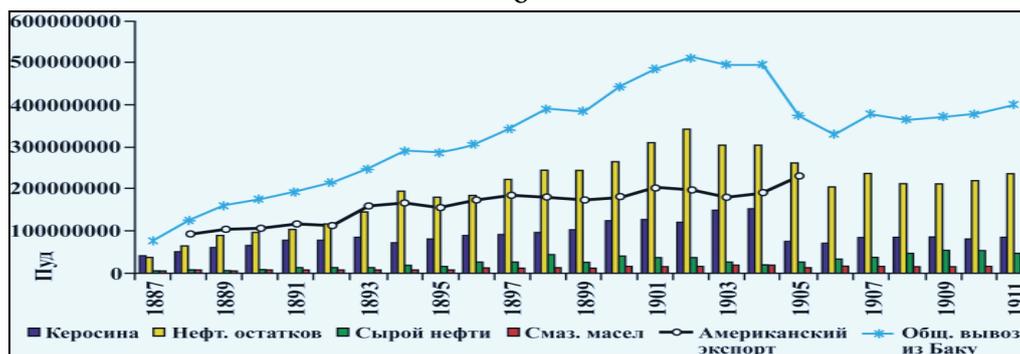
На Рисунке 4 приведены графики, характеризующие экспорт нефти и нефтепродуктов из Каспийского региона с 1887 по 1911 г.



а



б



в

Рисунок 4 – Экспорт нефти и нефтепродуктов из Каспийского региона:
 а – основные направления вывоза нефтепродуктов из Баку в 1888–1911 гг.;
 б – экспорт керосина из Баку в 1887–1892 гг.; в – экспорт нефти
 и ее продуктов из Баку в 1887–1911 гг.

Началом промышленной переработки нефти считается середина XIX в. на Апшероне, в пос. Сураханы русские промышленники В.А. Кокорев и П.И. Губонин строят в 1858– 1859 гг. первый нефтеперегонный завод по образцу немецких заводов для переработки кира (асфальта). Отражением развития нефтяной промышленности в регионе являлось техническое совершенствование переработки нефти и нефтеперерабатывающих заводов, а также транспорта нефти и нефтепродуктов в Каспийском регионе (Рисунки 5, 6). Переработка нефти заключалась в выделении путем перегонки отдельных ее фракций и в химической очистке отгонов.

В 1883 г. на одном из своих керосиновых заводов в Баку фирма братьев Нобель установила кубовую батарею (известную под названием «нобелевская

батарея») для непрерывной перегонки нефти, сконструированную В.Г. Шуховым и И.И. Елиным, то есть была создана новая классическая кубовая батарея.

Второй технологический уклад характеризуется в целом множеством открытий и изобретений, сыгравших важную роль в технологическом развитии нефтяной и газовой промышленности России, в том числе Каспийского региона. Особое место в этом процессе принадлежало российским ученым, инженерам и специалистам.

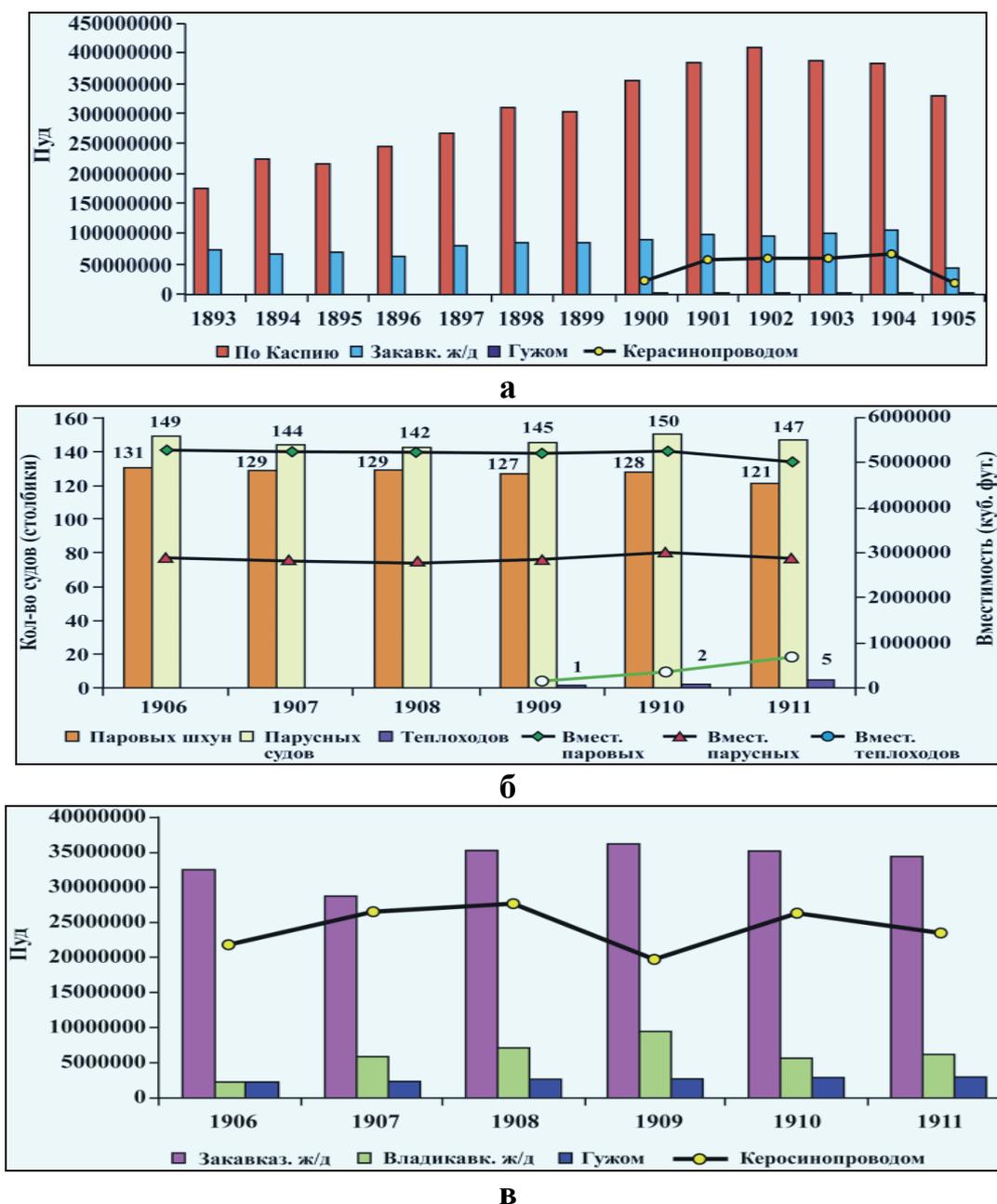
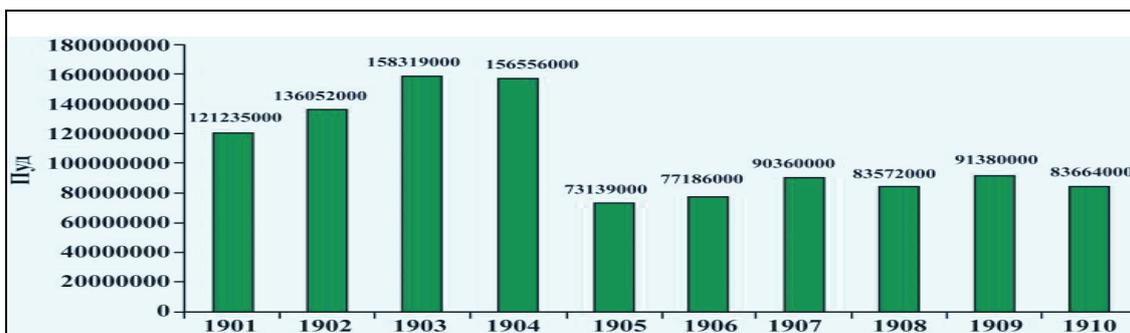
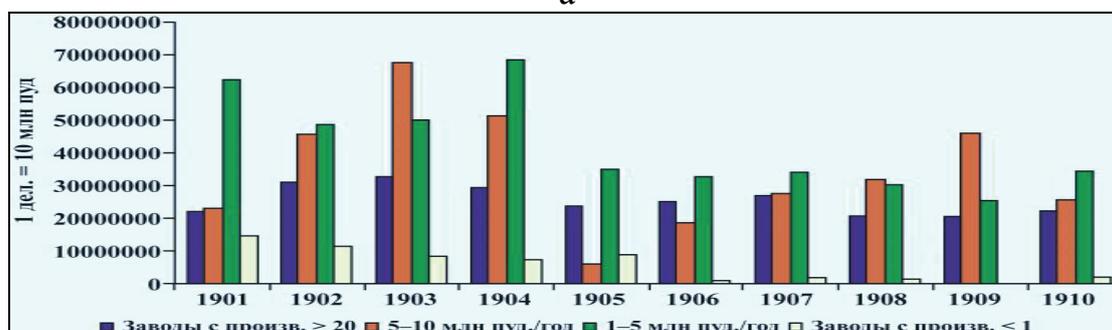


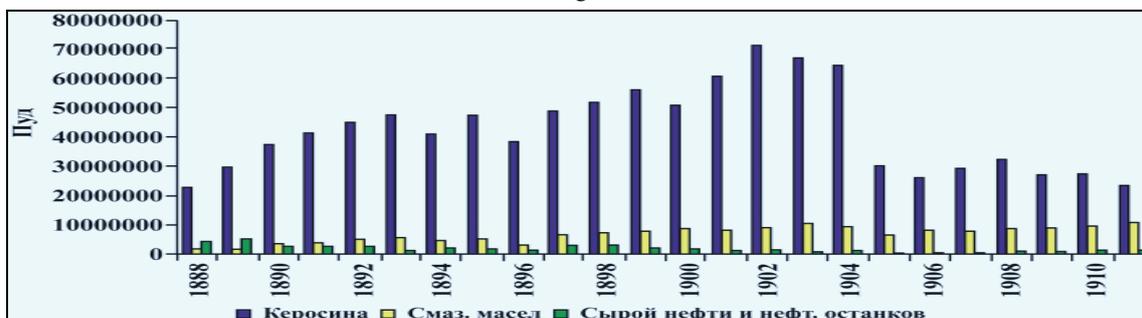
Рисунок 5 – Транспорт нефти и нефтепродуктов из Каспийского региона: а – виды транспорта нефтепродуктов из Баку в 1893–1905 гг.; б – состав и вместимость бакинского наливного флота в 1906–1911 гг.; в – транспорт нефтепродуктов по суше в 1906–1911 гг.



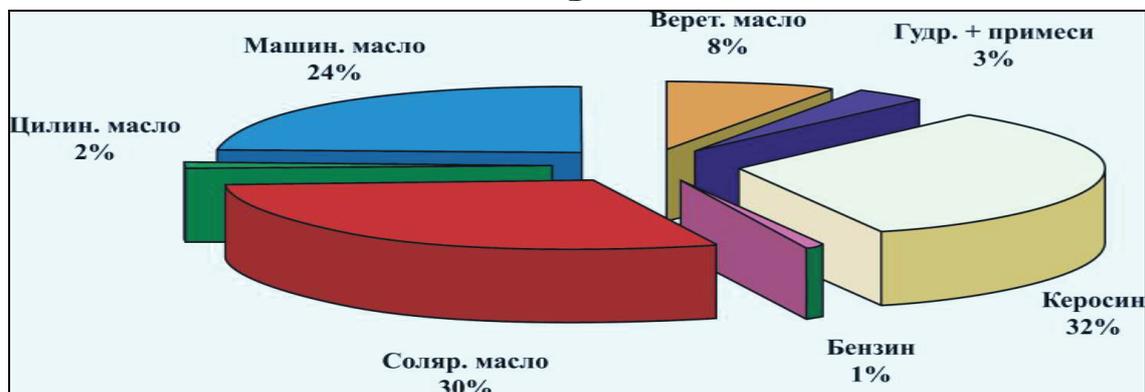
а



б



в



г

Рисунок 6 – Развитие нефтепереработки в Каспийском регионе:
 а – производство керосина в Баку в 1901–1910 гг.;
 б – общая производительность керосиновых заводов Баку в 1901–1910 гг.;
 в – структура вывоза различных нефтепродуктов и нефти из Баку;
 г – процент выхода продуктов из нефти

В 1882 г. уже на бакинском заводе фирмы братьев Нобель впервые был осуществлен процесс промышленной непрерывной перегонки нефти,

предложенный Д. И. Менделеевым, который изучал нефтяное дело в России и несколько раз приезжал в Баку: в 1863, 1880, 1884 и 1886 гг. (два раза). Именно Д. И. Менделеев первым предложил провести «керосинопровод» Баку–Батум. Начало промышленному использованию нефти было положено после изобретения крекинг-процесса. Как известно, фирма братьев Нобель непрерывно улучшала технологию производства нефтепродуктов на принадлежащих ей заводах. На всех перегонных заводах, кроме бензинового, использовался принцип противотока, отгон масляных дистиллятов из мазута вели с перегретым водяным паром.

Впервые разработанные Владимиром Шуховым (1891 г.) основы термического крекинг-процесса позволили превращать высокомолекулярные углеводороды в низкомолекулярные, а уже после детального изучения особенностей крекинг-процесса около половины добываемой нефти перерабатывалось в бензиновые фракции. Позже крекинг-процесс был дополнен созданием способа каталитического гидрирования насыщенных углеводородов, образующихся при расщеплении углеводородов нефти. В 1888 г. В.Г. Шухов разработал дефлегматор, позволяющий получать целевые нефтепродукты заданных качеств. В том же году В. Шухов и Ф. Инчик получают патент на свою оригинальную систему непрерывной перегонки нефти: по указу императора Александра III в 1888 г. выдана «Привилегия инженеру-механику Владимиру Шухову и дворянину Феликсу Инчику на аппарат для непрерывной дробной перегонки нефти и тому подобных веществ». Задачу транспортировки нефти на суше В.Г. Шухов решил следующим образом: он предложил перекачивать ее по трубопроводу подобно воде. Для перекачивания нефтяных остатков В.Г. Шухов изобрел специальный метод, основанный на предварительном подогреве их, используя теплоту мягкого пара в прямодействующих паровых насосах Вартингтона. Сущность метода заключается в том, что вследствие подогрева вязкость нефтяных остатков значительно падает, и они перекачиваются подобно воде. На основании многочисленных опытов, проведенных на построенном им же в Баку первом мазутопроводе, В.Г. Шухов стал первым изобретателем способа перекачки нефтепродуктов с подогревом, тем самым значительно опередив американских специалистов. Вопрос о хранении нефти и нефтепродуктов был блестяще разрешен В.Г. Шуховым путем больших клепаных железных резервуаров. Так, В.Г. Шухов вывел свое знаменитое «шуховское» правило о построении железных резервуаров постоянной высоты, то есть путем простой рационализации он добился почти двойного удешевления стоимости изготовления железных резервуаров.

В 1918 г. удельный вес нефтяных районов в общеимперской добыче нефти составил: Азербайджан – 82,6%, Грозный и Дагестан – 13,1%, Средняя Азия – 2,0%, Казахстан – 1,3%, Азово-Черноморский край – 1,0%. Все потребление нефти в Европе с 1937 по 1940 г. было меньше, чем добыча нефти в Бакинском районе Каспийского региона. Проблема обеспечения топливом для СССР решалась в основном за счет ресурсов нефти Каспийского региона.

Третий технологический уклад (1920–1946 гг.) является продолжением развития технологий, начатых в период второго технологического уклада, и получил название эпохи стали. Основным ключевым событием в России в 1917 г. после Октябрьской революции и установления советской власти стала национализация нефтедобывающей промышленности. В свою очередь, 1920–1930 гг. для советской нефтяной промышленности стали годами важных технологических достижений.

Судьбоносную роль для всей страны сыграла национализация бакинской нефтяной промышленности, внезапно проведенная в начале июня 1918 г. В момент перехода нефтяных районов под контроль советской власти были получены огромные запасы нефти и нефтепродуктов – 310 млн пуд. в Баку, 43 млн пуд. в Грозном, 14 млн пуд. в Эмбенском районе. Это значительно больше, чем годовая добыча в 1918 или 1919 г.

Для советской нефтяной промышленности 1920–1930 гг. стали годами важных технологических достижений. Повсеместно стала применяться система турбинного бурения и передовая технология нефтедобычи и нефтепереработки. Во вторую пятилетку (1932–1937 гг.) значение нефтяной промышленности в народном хозяйстве СССР резко возросло. Быстрый рост потребления светлых нефтепродуктов (бензина, лигроина, керосина), автотракторных масел, вызванный автомобилизацией и тракторизацией страны, а также развитие авиации, значительное увеличение потребности промышленности в маслах высокого качества, мазах и других специальных нефтепродуктах, возникновение спроса на целый ряд совершенно новых нефтепродуктов – все это предъявляло серьезные требования к нефтеперерабатывающей промышленности и системе нефтеснабжения страны (Таблица 2).

Таблица 2 – Потребление нефтепродуктов в СССР в 1928–1940 гг., тыс. т

Нефтепродукты	1928 г.	1932 г.	1937 г.	1940 г.
Все нефтепродукты	7165,0	14 433,7	21 213,8	24 656,4
В том числе:				
автобензин	76,8	516,9	2430,4	3009,6
лигроин	0,5	247,9	1387,9	1349,0
керосин для тракторов и промышленности	237,7	1662,8	3800,0	4171,7
керосин для широкого рынка	1026,1	1364,9	1194,4	1411,8
дизельное топливо	–	–	8,1	302,0
автолы	21,8	264,6	618,4	659,0
дизельное масло	–	–	0,5	20,0
тракторный нигрол	–	27,7	92,0	110,5
солидол	3,9	24,9	76,9	78,4
нефтебитум	18,4	87,7	280,6	308,3
моторное топливо	698,3	1260,0	1504,4	1462,1
мазут топочный	4660,3	8145,8	8185,4	9030,9

В 1931 г. нефтедобыча достигла 22,4 млн т – нефтяная пятилетка оказалась выполненной первой среди всех отраслей промышленности. Однако произошло это только в результате бездумной и расточительной эксплуатации недр, нарушения минимально необходимых правил нефтедобычи. И расплата за это не могла не наступить. Уже в 1932 г. добыча нефти упала до 21,4 млн т, почти такой же она оставалась в 1933 г. А в 1937 г. вместо запланированных в июле 1932 г. 73 млн т добыча составила лишь 28,5 млн т.

В становлении и развитии нефтегазового комплекса России, в создании нефтегазовой научной геологической школы огромная роль принадлежит академику Ивану Михайловичу Губкину – основателю нефтегазовой геологической науки и образования. Он сыграл исключительную роль в развитии отечественного высшего нефтегазового образования.

Иван Михайлович Губкин был первым человеком, кто высказал догадку о наличии нефти к востоку от Волги. В своем фундаментальном труде «Учение о нефти» он сделал прогноз о наличии нефти в районе, названном позже вторым Баку, – между Волгой и Уралом. Также не исключалась возможность наличия нефти в районе Западно-Сибирской низменности. Открытое в 1932 г. Ишимбаевское нефтяное месторождение стало первой ласточкой нового нефтеносного района. В 1937 г. были открыты Туймазинское (Башкортостан, близ г. Туймазы) и Сызранское (Самарская область) нефтяные месторождения, кембрийская нефть в Якутии. А 26 июля 1937 г. из скв. 1 на восточной окраине г. Бугуруслана с глубины 285 м получен фонтан первой промышленной нефти – открыто первое месторождение газа в Оренбургской области.

Итак, третий технологический уклад (1920–1946 гг.) для советской нефтяной промышленности пришелся на годы важных технологических достижений. Повсеместно стали применяться система турбинного бурения и передовая технология нефтедобычи и нефтепереработки.

Самым производительным и технологичным являлся фонтанный способ, который использует энергию пласта. К 1928–1929 гг. 43,7% всей нефти добывалось именно этим способом, в то время как в 1913 г. – 4,5%, добыча механическим способом уменьшилась на 10,6%, а фонтанным – возросла почти в 15 раз. Особенно существенно добыча нефти фонтанами возросла в Грозненском районе – в 34 раза. Механизированная добыча в Бакинском районе уменьшилась на 12,7%, а фонтанная – возросла в 8 раз. В сентябре 1929 г. в Бакинском районе в эксплуатации находилось 3714 скважин (в 1913 г. их было 3512). Увеличилась добыча нефти в засыпанной части Биби-Эйбатской бухты – до 11,3%.

В результате проведенных научно-технических изысканий, после 1933 г. стали применять металлические основания для бурильных работ в морских условиях. Широкое внедрение различных конструкций металлического фундамента для эксплуатации морских нефтяных месторождений дало своеобразный толчок для рождения нового поколения бурильно-набивных подпорок, связанных между собой сетью перемычек. С их помощью бурение наклонно-направленных скважин для разработки морских нефтяных месторождений впервые стало широко применяться в 1930-е гг. В 1935–1936 гг.

на северо-западе о. Пираллахи впервые сооружаются морские основания и после завершения буровых работ данные участки начинают выдавать ежедневно 150–300 т сырья.

С началом Второй мировой войны Каспийский регион, и в особенности Бакинский нефтепромышленный район, приобрели важное военно-стратегическое значение. Германия стремилась захватить кавказские и каспийские нефтепромышленные районы. Стране как никогда нужна была нефть, и Каспийский регион обеспечил фронт нефтепродуктами.

Четвертый технологический уклад (1946–1990 гг.). Основным ресурсом этого уклада является энергия углеводородов. Она характеризуется дальнейшим развитием энергетики с использованием нефти и нефтепродуктов, газа, средств связи, что требовало увеличения добычи углеводородов. С 1946 г. велась интенсивная работа над вводом в эксплуатацию обнаруженных в морских акваториях нефтяных месторождений. Правительство поставило перед морскими нефтяниками такие задачи, как активизация поиска новых перспективных нефтяных месторождений, определение нефтеносности расположенных в открытом море структур, подготовка и реализация принципиальной программы по эксплуатации морских нефтяных и газовых месторождений. За очень короткий срок в СССР были спроектированы и построены корабли с кранами большой грузоподъемности, специальные строительные краны для прокладки эстакад, специализированные строительные платформы для сбора блоков отдельных оснований, созданы предприятия по изготовлению металлических конструкций с антикоррозийными покрытиями, специализированный транспорт и нефтепромысловая флотилия.

В 1960-х гг. после того, как экономика стран оправилась от двух мировых войн, с задержкой начинается третья промышленная революция («Индустрия 3.0»). Благодаря электронно-вычислительным машинам (ЭВМ) промышленное производство вступило в эру автоматизации всех процессов.

В 1948 г. открыто крупное нефтяное месторождение в Татарии (Татарстане) – Ромашкинское. К началу 1950-х гг. добыча нефти во «втором Баку» превысила нефтедобычу в «первом Баку». Максимального годового объема добычи нефти в стране удалось достичь в 1988 г. – 624 млн т, из них в Западной Сибири добывалось 408,6 млн т. Наша страна занимала первое место в мире по добыче нефти.

В разработку последовательно стали вовлекаться новые месторождения в Башкортостане – Туймазинское и Шкаповское, в Татарстане – Бавлинское и Ромашкинское. Позже в эксплуатацию вступили месторождения в Самарской области – Мухановское и в Пермской области – Яринское. С середины 50-х гг. прошлого столетия главным нефтедобывающим районом страны стала территория между Волгой и Уралом.

В восточных районах СССР в 1948–1950 гг. на всех широтах Тюменской области от юга до Северного Ледовитого океана работали экспедиции и производственные объединения «Главтюменьгеологии». В 1948 г. была основана Тюменская нефтеразведочная экспедиция, в 1949 г. пробурена первая поисковая скважина. В результате того исследования геологи нашли пластовую

воду. Первая нефть промышленного значения в Тюменской области получена в 1960 г. около с. Шаим Кондинского района.

В 1960 г. получен первый нефтяной фонтан на Шаимском месторождении, а в 1961 г. – первый нефтяной фонтан на Мегионском месторождении в Западной Сибири. Открыты Усть-Балыкское нефтяное месторождение и Сургутский нефтегазоносный район. С 1964 г. в Советском Союзе началась промышленная эксплуатация Западно-Сибирских месторождений нефти. В Западной Сибири находятся несколько десятков крупнейших месторождений мира. Среди них такие известные, как Самотлор, Усть-Балык, Шаим, Стрежевой, которые расположены в Тюменской области.

В июле на месторождении Жетыбай в Мангистауской области Казахской ССР на п-ове Мангышлак ударил первый нефтяной фонтан. Открыты Курьинское газовое и Мичаюское нефтяное месторождения в Тимано-Печорской провинции. В 1962 г. открыто Тазовское нефтегазоконденсатное месторождение – первое из открытых в Заполярье и в Ямало-Ненецком автономном округе.

С 1967 г. началось глубокое поисковое бурение на подсолевые отложения в пределах Астраханского свода. Группой научных сотрудников отдела геологии Астраханского Поволжья и Калмыкии Нижне-Волжского научно-исследовательского института геологии и геофизики совместно с ведущими специалистами «Нижневолжскгеология», Астраханской нефтегазоразведочной и геофизической экспедиций дано научное обоснование перспектив нефтегазоносности подсолевого комплекса Астраханского свода.

В 1969 г. открыты Харьягинское нефтяное, Южно-Шапкинское газоконденсатное (27 апреля) и Северо-Харьягинское нефтяное месторождения в Ненецком национальном округе Архангельской области и Среднемакарихинское нефтяное месторождение в Коми АССР.

В 1995–1996 гг. открыто нефтяное месторождение Варандей-море (шельф Баренцева моря), а в 1999 г. началась промышленная добыча шельфовой нефти на платформе «Моликпак» («Пильтун-Астохская-А») – первой в России морской нефтедобывающей платформе (проект «Сахалин-2»).

Четвертый технологический уклад (1946–1990 гг.) для Каспийского региона может быть назван эпохой морской нефти. Перед морскими нефтяниками стояли следующие задачи: активизация поиска новых перспективных нефтяных месторождений, определение нефтеносности расположенных в открытом море структур, подготовка и реализация принципиальной программы по эксплуатации морских нефтяных и газовых месторождений на территориях, примыкающих к Апшеронскому п-ову.

Издавна был известен факт естественного выхода нефти по трещинам на дне моря на морскую поверхность в районе Нефтяных Камней. Так, 14 ноября 1948 г. было начато бурение скв. 1 в районе Нефтяных Камней. Через год, 7 ноября 1949 г., там забил мощный нефтяной фонтан, ежедневный дебит которого составил 100 т, что стало фактом открытия всемирно известного нефтяного месторождения «Нефтяные Камни» и дало сильный толчок к развитию нефтяной промышленности в регионе.

Впервые в мировой практике в открытом море был заложен уникальный морской промысел на основаниях. Эксплуатация этого крупного нефтяного месторождения в открытом море сыграла решающую роль в увеличении добычи нефти на море. В период разработки месторождений на Нефтяных Камнях и других территориях были созданы металлические эстакады, применены еще более усовершенствованные конструкции морских оснований на глубине моря до 15–20 м. Бурение наклонно-направленных скважин впервые было применено в Советском Союзе также на Нефтяных Камнях. Этот метод бурения широко использовался на других месторождениях Каспия.

С 1970 г. началось разведочное бурение по всей акватории Каспийского моря, в том числе геологоразведочные работы и нефтегазодобыча в туркменистанском, казахстанском и российском секторах.

Поисково-разведочные работы в пределах российского сектора проводились в течение 1972–1990 гг. Кроме разведочных геофизических работ, в основном сейсморазведочных, проводилось и структурно-поисковое бурение на двух площадях Инчхе-море и Инчхе-море-2. Были пробурены девять структурно-поисковых скважин с общим метражом 13,2 тыс. м. В результате структурно-поискового бурения в 1972 г. было открыто нефтяное месторождение Инчхе-море в чокракских отложениях среднего миоцена.

В 50-х гг. прошлого столетия появились позволяющие бурить глубокие нефтяные и газовые скважины специализированные буровые суда (БС) и самоподъемные плавучие буровые установки (СПБУ), чуть позже – полупогружные плавучие буровые установки (ППБУ). Впервые в отечественной практике на глубине моря 84 м построена и введена в эксплуатацию стационарная платформа для поисково-разведочного бурения десяти скважин, с помощью которой открыто новое нефтяное месторождение им. 28 Апреля. Первая отечественная СПБУ «Апшерон», введенная в эксплуатацию на Каспии в 1966 г., была предназначена для бурения скважин глубиной до 1800 м при глубине моря до 15 м. Немного времени спустя была построена более мощная СПБУ «Азербайджан», оснащенная оборудованием для бурения скважин глубиной до 3000 м на глубинах моря до 22 м. На Каспийском море в 1980 г. введена в эксплуатацию самая глубокая в мире морская скв. 38, позволяющая добывать ежедневно с глубины моря 6200 м около 1 млн м³ газа и 300 т конденсата.

Пятый технологический уклад (1990–2030 гг.) совпадает с четвертой промышленной революцией («Индустрия 4.0») и характеризуется внедрением инновационных технологий. Четвертая промышленная революция («Индустрия 4.0») предполагает новый подход к производству, с использованием искусственного интеллекта, основанного на массовом внедрении информационных технологий. Искусственный интеллект для оптимизации производства становится одним из ключевых элементов стратегической повестки нефтяников. На современном этапе нефтегазовая отрасль накопила большой опыт по внедрению инновационных технологий разработки нефтяных и газовых месторождений. Во внедрении информационных технологий в

нефтегазовой отрасли прежде всего надо отметить проекты «умных скважин» и «цифровых месторождений». Практически все вертикально интегрированные нефтяные компании (ВИНК) России в той или иной степени вовлечены в процесс цифровой трансформации бизнеса. В стране функционирует 27 «умных» месторождений, крупнейшие ВИНК разрабатывают собственные технологические стратегии, создают современные инжиниринговые центры. Использование IT-технологий в области трубопроводного транспорта позволяет повысить безопасность, оптимизировать логистику и уменьшить эксплуатационные затраты.

Значение углеводородного сырья в повседневной жизни современной России трудно переоценить. Добыча и поставка углеводородного сырья на внутренний и мировой потребительские рынки обеспечивает существенную долю поступлений в федеральный бюджет (в разные годы от 28 до 51%, в период 2018–2022 гг. – 46–35% от общих поступлений). Суммарный углеводородный потенциал Российской Федерации на 01.01.2021 составил более 372 млрд т условного топлива (т у. т.), в том числе около 110 млрд т у. т., или 29% извлекаемыми запасами всех категорий и более 250 млрд т у. т..

Весь этот потенциал неравномерно распределен в 22 оцененных нефтегазоносных или перспективных провинциях и самостоятельных областях, полностью или частично расположенных в пределах территорий Российской Федерации, ее территориальных вод и акваторий ее исключительной экономической зоны. В составе извлекаемых запасов углеводородного сырья более 35 млрд т у. т. (нефть – более 314 млрд т; конденсат – 3,98 млрд т) представлено нефтью и конденсатом и более 74 трлн м³ – газом (свободным, растворенным и в газовых шапках).

Нефть, согласно Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 г., отнесена к группе полезных ископаемых, для которых достигнуть уровня добычи не достаточно обеспеченными запасами разрабатываемых месторождений до 2035 г. Более ранними решениями Правительства России она отнесена к стратегическому виду минерального сырья.

Отмеченные выше запасы нефти и конденсата (Таблица 3) определяют шестое место России, которое она занимает в мире по этому показателю.

Месторождения нефти и конденсата сосредоточены в восьми нефтегазоносных провинциях (Таблица 3), границы и внутреннее деление которых корректируются по мере накопления новых данных. В административно-территориальном и географическом отношении скопления жидких углеводородов выявлены в 37 объектах Российской Федерации и акваториях Балтийского, Баренцева, Карского морей, Хатангского залива моря Лаптевых (Енисейско-Анабарская провинция), в Охотском море, а также в акваториях Каспийского и Азовского морей. Наибольшими запасами жидких углеводородов при текущем состоянии геолого-геофизической изученности и разведанности провинции характеризуются Западно-Сибирская (42% от общего объема запасов) и Восточно-Европейская (16%) мегапровинции (см. таблицу 3).

Таблица 3 – Распределение запасов нефти и конденсата в нефтегазоносных провинциях и мегапровинциях России в 2020 г.

Нефтегазоносные провинции и мегапровинции (НГП, НГМП)	Запасы всех категорий, млрд т	Доля в суммарном объеме запасов РФ, %
Тимано-Печорская и Восточно-Баренцевская НГП	2,5	7,0
Восточно-Европейская НГМП	5,6	16,0
Западно-Сибирская НГП	17,4	42,0
Восточно-Сибирская НГМП	8,7	24,0
Охотоморская НГП	0,6	2,0
Причерноморско-Северо-Кавказско-Мангышлакская и Балтийская НГП	0,6	2,0
Всего	35,4	100,0

Добычу нефти и конденсата на российских месторождениях в 2020 г. вели нефтегазодобывающие предприятия, из числа которых 98 входят в состав 11 ВИНК, а остальные позиционируются как предприятия независимые или совместно с долевым участием ВИНК.

В течение 2020 г. всеми недропользователями было добыто 506,3 млн т жидких углеводородов (Таблица 4), в том числе 476,5 млн т нефти и 29,1 млн т конденсата. Максимальный объем добычи сырья традиционно приходится на Западно-Сибирскую провинцию (57% от общего объема добычи в стране) и Восточно-Европейскую мегапровинцию (23%) (Таблица 3). В период 2010–2023 гг. наметилось ухудшение структуры запасов нефти Западно-Сибирской провинции, которые компенсируются вводом новых крупных добычных проектов в Восточной Сибири, на п-ове Ямал и на российском шельфе.

Таблица 4 – Добыча нефти и конденсата в нефтегазоносных провинциях и мегапровинциях России в 2020 г.

Нефтегазоносные провинции и мегапровинции (НГП, НГМП)	Объем добычи, млн т	Доля в суммарном объеме добычи РФ, %
Тимано-Печорская НГП	31,40	6,00
Восточно-Европейская НГМП	112,68	23,00
Западно-Сибирская НГП	289,64	57,00
Восточно-Сибирская НГМП	38,11	8,00
Охотоморская НГП	22,40	4,00
Причерноморско-Северо-Кавказско-Мангышлакская и Балтийская НГП	11,08	2,00
Всего	506,3	100,00

В 2020 г., по сравнению с предыдущим периодом 2016–2019 гг., когда годовая добыча составляла от 513 млн т (2016 г.) до 525,9 млн т (2019 г.), произошел ее резкий спад, который связывается с общемировым падением спроса на нефть и нефтепродукты в условиях пандемии и выполнением Россией обязательств по сдерживанию объемов добычи в рамках соглашения ОПЕК.

Россия обладает крупнейшими запасами газа (Таблица 5), которые составляют до четверти его мировых запасов, и занимает одну из лидирующих позиций по его добыче (уступая первенство по этому показателю только США) и ведущую роль в его поставках на мировой рынок. Запасы газа распределены в девяти нефтегазоносных провинциях и мегапровинциях.

В административно-территориальном и географическом отношении они распределены в 36 субъектах Российской Федерации и в акваториях Азовского, Черного, Каспийского, Баренцева, Карского, Охотского и Японского морей.

Как и в отношении запасов жидких углеводородов, наибольшими запасами газа характеризуются Западно-Сибирская НГП (более 65% от их общего объема по России) и Восточно-Сибирская НГМП (около 11%). Значимыми запасами располагают также Восточно-Европейская НГМП (более 8%) и Восточно-Баренцевская ГНП (около 6,6%). При этом запасы газа отличаются крайне неравномерным территориальным распределением. Более 80% всех запасов сосредоточено в 19 уникальных и 74 крупных месторождениях Западно-Сибирской НГП и сконцентрировано на территориях Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, которые обеспечивают основной объем добычи газа.

Таблица 5 – Распределение запасов природного газа в нефтегазоносных провинциях и мегапровинциях России в 2020 г.

Нефтегазоносные провинции и мегапровинции (НГП, НГМП)	Запасы всех категорий, млрд м ³	Доля в суммарном объеме запасов РФ, %
Восточно-Баренцевская ГНП	4,890	6,57
Тимано-Печорская НГП	0,790	1,06
Восточно-Европейская НГМП	5,980	8,04
Западно-Сибирская НГМП	48,66*	65,39
Восточно-Сибирская НГП	8,150**	10,95
Берингоморская НГП	0,010	0,01
Охотоморская НГП	1,510	2,02
Япономорская НГП	0,005	0,01
Причерноморско-Северо-Кавказско-Мангышлакская и Балтийская НГП	1,030	1,38
Растворенный газ, сумма	3,400	4,57
Всего	74,420	100,00

*С учетом Ванкорского и Пелятинского месторождений.

**Без учета Ванкорского и Пелятинского месторождений.

Газ в Российской Федерации в 2020 г. добывался в семи нефтегазоносных провинциях и мегапровинциях (Таблица 6). Добычу осуществляли 260 предприятий, 15 из которых входят в структуру ПАО «Газпром», 8 – в ПАО «НОВАТЭК», 76 – в ВИНК и три оператора СРП (Соглашение о разделе продукции). При этом 158 компаний из указанного числа являются независимыми нефтегазодобывающими компаниями.

Таблица 6 – Добыча свободного и растворенного газа в нефтегазоносных провинциях и мегапровинциях России в 2020 г.

Нефтегазоносные провинции и мегапровинции (НГП, НГМП)		Запасы всех категорий, млрд м ³	Доля в суммарном объеме запасов РФ, %
Тимано-Печорская НГП	Свободный газ	2,03	0,30
Восточно-Европейская НГМП		27,40	3,90
Западно-Сибирская НГМП		575,63*	82,60
Восточно-Сибирская НГП		8,80**	1,30
Берингоморская НГП		0,10	0,01
Охотоморская НГП		31,40	4,50
Причерноморско-Северо-Кавказско-Мангышлакская и Балтийская НГП		4,48	0,60
Суммарная добыча растворенного газа	47,40	6,79	
Всего	697,24	100	

*С учетом Ванкорского и Пелятинского месторождений.

**Без учета Ванкорского и Пелятинского месторождений.

Наибольший объем добычи газа (более 82% суммарной годовой добычи в стране) приходится на Ямало-Ненецкий автономный округ. Значительно меньший, но весомый вклад в суммарную добычу дают Охотоморская НГП (около 7%) и Восточно-Европейская НГМП (около 4%). С истощением рентабельных запасов газа в традиционных, континентальных районах газодобычи происходит постепенное продвижение с развитием инфраструктуры и наращиванием объемов добычи в труднодоступные регионы Восточной Сибири и Арктики, с выходом в транзитные зоны и прибрежные мелководья Ямала и Гыдани.

В 2022 г. мировой спрос на газ вырос на 3,2% (около 125 млрд м³) и компенсирует снижение 2020 г. Доля России в мировом производстве природного газа в 2020 г. составила 18%, а добыча газа уменьшилась на 6%. Примерно 80% этого сокращения пришлось на первую половину года, когда добыча снизилась на 10% на фоне теплой зимы 2019–2020 гг. и резкого падения экспорта в Европу. Падение далее замедлилось до 2,5% во второй половине

года в связи с восстановлением спроса на внутреннем рынке и поставок экспорта, которые к концу 2020 г. вернулись к уровням предыдущих лет.

За 2020 г. объем добычи нефти на российском шельфе не изменился, составив 28,0 млн т. В предыдущие годы прирост добычи был связан с развитием промышленной добычи нефти на месторождении им. Филановского в российском секторе дна Каспийского моря. Также в 2019 г. наблюдался рост добычи нефти в Баренцевом море на Приразломном месторождении, обусловленный вводом в эксплуатацию новых добывающих и нагнетательных скважин.

Введение с 2014 г. секторальных санкций послужило фактором, сдерживающим освоение шельфовых проектов в России, прежде всего арктических. Развитие арктического шельфа столкнулось с ограничениями, связанными с отсутствием собственных технологий, оборудования, кадров, а также низкой степенью геологической изученности и инфраструктурной обеспеченности прилегающих территорий. В настоящее время добыча нефти в Арктической зоне России составляет 67 млн т нефти в год, что ниже предыдущих двух лет, так как произошло системное сокращение объема добычи нефти по стране в целом. Крупнейшим регионом по добыче нефти в Арктической зоне является Ямало-Ненецкий автономный округ, на долю которого в 2020 г. пришлось более 55% (36,6 млн т). На долю Красноярского края в 2020 г. пришлось почти 24% добычи нефти Арктической зоны. В Ненецком автономном округе в 2020 г. было добыто 11,4 млн т нефти, что составляет 17% от общей добычи нефти в Арктике.

В российском секторе Каспийского моря на начало 2022 г. разбурено 25 перспективных площадей и открыто 16 месторождений нефти, газа и конденсата, 14 из которых включены в Государственный баланс с суммарными извлекаемыми запасами около 2,58 млрд т у. т., из которых 78,3% представлены газом, а два месторождения, открытые в период 2017–2021 гг. на площадях Южная и Титонская, находятся на разных стадиях разведки и оценки запасов. В период 1995–2017 гг. в акватории Каспийского моря было открыто девять месторождений с запасами более 2 млрд т у. т. (месторождение им. В. Филановского, месторождение им. Юрия Корчагина, Хвалынское, Сарматское, Ракушечное и др.). При этом открытое в 2006 г. месторождение им. В. Филановского является крупнейшим месторождением в России за последние 20 лет – его извлекаемые запасы превышают 200 млн т нефти. Кроме того, в ходе геологоразведочных работ выявлено десять перспективных на нефть и газ структур. В настоящее время в этом секторе работают такие компании, как ЛУКОЙЛ, Роснефть (акционер Каспийской нефтяной компании), Газпром (акционер ЦентрКаспнефтегаза и ООО «Каспийская нефтяная компания»).

Ключевые события в пятом технологическом укладе освоения в российском секторе Каспийского моря: 1995 г. – начало широкомасштабных геологоразведочных работ; 1999 г. – начало поисково-разведочного бурения; 2000 г. – открытие новой нефтегазовой провинции на Каспии (промышленный приток газа скв. 1 Хвалынская); 2000 г. – открытие месторождения им. Ю.

Корчагина; 2001 г. – открытие месторождения Ракушечное; 2001 г. – открытие месторождения 170-й км; 2002 г. – открытие месторождения им. Ю.С. Кувыкина; 2005 г. – открытие месторождения им. В. Филановского; 2008 г. – открытие месторождений Западно-Ракушечное и Центральное; 2010 г. – начало промышленного освоения месторождения им. Ю. Корчагина; 2016 г. – начало промышленного освоения месторождения им. В. Филановского.

В этом секторе ЛУКОЙЛ активно внедряет на месторождениях Каспийского моря *интегрированные системы управления проектами*, которые позволяют эффективно и прогнозируемо реализовывать крупные капитальные проекты компании. Предприятие сконцентрировало усилия на 16 крупных приоритетных проектах, которые имеют стратегическое значение для ЛУКОЙЛа. Помимо уникальных технологий, позволяющих наиболее эффективно использовать их геологический потенциал скважин, здесь применяются интеллектуальные модели месторождений. Они представляют собой совокупность организационных, технологических и информационных решений, позволяющих эффективно управлять месторождениями. Эффект от «умных» технологий является комплексным, так как применение инструментов моделирования влияет на рост наработки на отказ глубинно-насосного оборудования и на увеличение межремонтного периода скважин, что влияет на снижение задействованных бригад текущего ремонта скважин, а это – одна из составляющих, которая влияет на себестоимость добываемой продукции.

Для проектирования строительства скважин на месторождении им. В. Филановского в северной части Каспийского моря ЛУКОЙЛ применяет современные технологии и оборудование в области геологоразведки, а партнером по этому проекту выступает компания Schlumberger. Разрабатываемое аппаратное и программное обеспечение повышает надежность моделей пластов-коллекторов, уточняет прогнозы перспектив их нефтегазоносности и сокращает геологические риски и неопределенности. В целях оптимизации комплексного освоения месторождений ЛУКОЙЛом разработана «Концепция обустройства месторождений и структур Северного и Центрального Каспия», разработаны схемы (Рисунки 7–9) обустройства месторождений – им. Ю. Корчагина, им. В. Филановского, Сарматского и Хвалынского. В соответствии с этими схемами обустройства, технологический комплекс будет обеспечивать добычу, подготовку и транспорт углеводородов с ряда близлежащих месторождений.

В настоящее время идет подготовка к вводу в эксплуатацию месторождения Хвалынского, которое осваивается ЛУКОЙЛом совместно с НК «КазМунайГаз», завершается разработка технологической схемы разработки и ТЭО СРП, решается вопрос отделения и утилизации сероводорода, который в небольшом количестве (0,6% мас.) содержится в продукции скважин.

Большие перспективы связаны с освоением ресурсов Центрального блока (521 млн т нефти и 91 млрд м³ газа), Ялама-Самурского блока (616 млн т нефтяного эквивалента), Инче-море (запасы нефти месторождения оценены в 9,3 млн т, газа – в 170 млн м³ – возможно увеличение до 830–1730 млн м³),

Дербентский и Димитровский блоки (400 млн т нефтяного эквивалента), Избербашский и Сулакский блоки (200 млн т нефтяного эквивалента), Северо-Каспийский участок (300 млн т нефти и 60 млрд м³ газа). В пределах последнего выявлены 11 перспективных структур, наиболее крупными из которых являются Западно-Ракушечная, Карайская, Укатная, Жесткая и Восточно-Укатная.

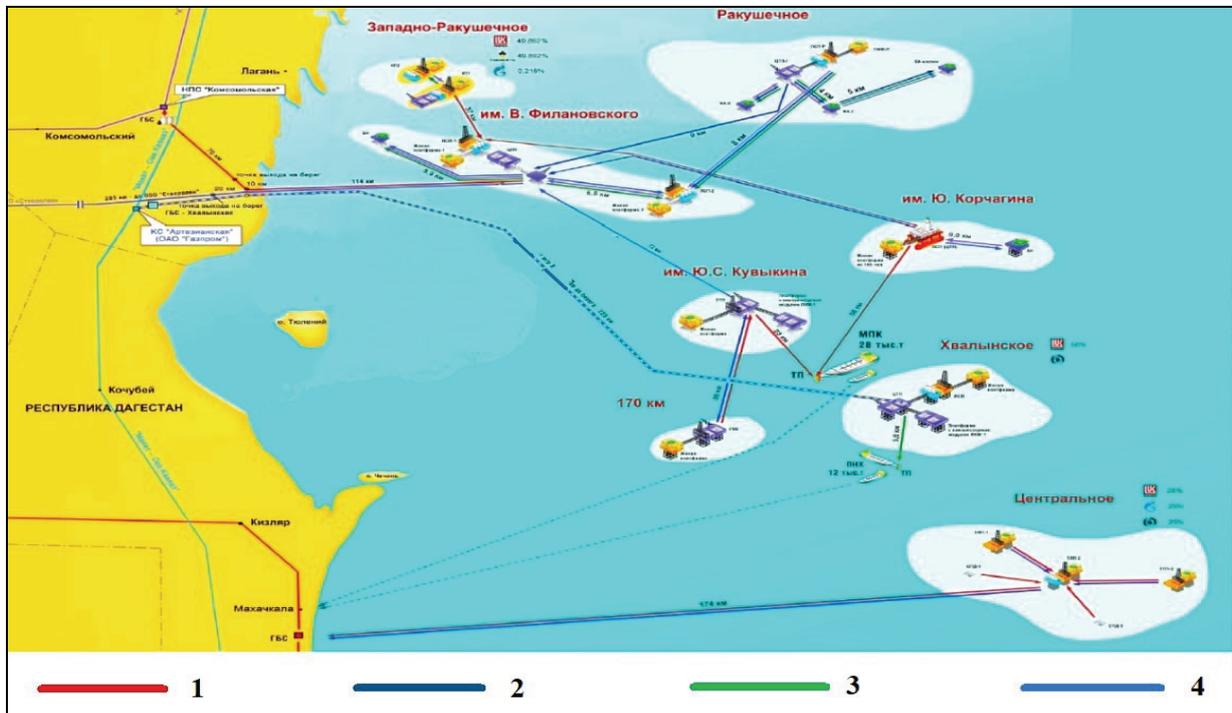


Рисунок 7 –Схема обустройства месторождений российской акватории Каспийского моря: 1 – нефтепроводы; 2 – газопроводы; 3 – водопроводы; 4 – мультифазные трубопроводы; КП – кустовая площадка (на искусственных островах); СДП – система подводной добычи; ТЛП (*tension-leg platform (TLP)*) – платформа, прикрепленная ко дну тросами; УТП – устьевая технологическая платформа; ТП – точечный причал; МПК – морской перегрузочный комплекс; ПНХ – плавучее нефтехранилище

Проекты разработки и освоения месторождений в российском секторе Каспийского моря отличаются технологической сложностью, самостоятельно реализуемые ЛУКОЙЛом с привлечением в основном российских поставщиков и подрядчиков. Месторождение им. В. Филановского – центральное звено Каспийской нефтегазоносной провинции, освоение которого происходит с использованием уникальных технических сооружений. В соответствии с утвержденной Политикой ПАО «ЛУКОЙЛ», в части экологии используется система обращения с отходами по *принципу нулевого сброса* – все производственные отходы собираются и отправляются на берег для дальнейших обезвреживания и утилизации.

Наиболее важным элементом реализуемой компанией стратегии цифровой трансформации является программа «Цифровой ЛУКОЙЛ 4.0».

Реализация информационной стратегии компании способствует достижению стратегических целей в области устойчивого развития в период энергоперехода: повышение эффективности разработки месторождений, оптимизация режимов технологических процессов, снижение операционных затрат, рост энергосбережения, повышение производительности труда, повышение качества управления. Важным инструментом рассматриваемой программы в решении ключевых задач является интегрированное моделирование. В его основе – использование современных информационных технологий для обеспечения оптимального режима разработки и эксплуатации месторождений с учетом наземной инфраструктуры, повышения качества и сокращения времени принятия решений на оперативном и стратегическом уровнях.

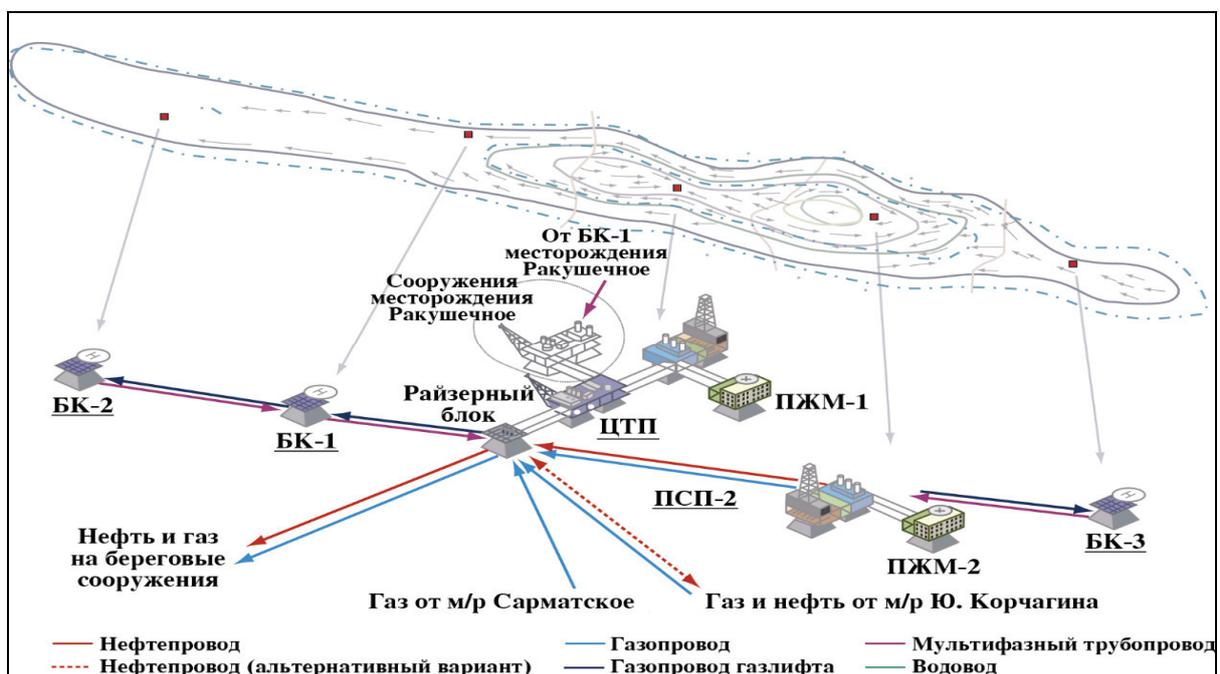
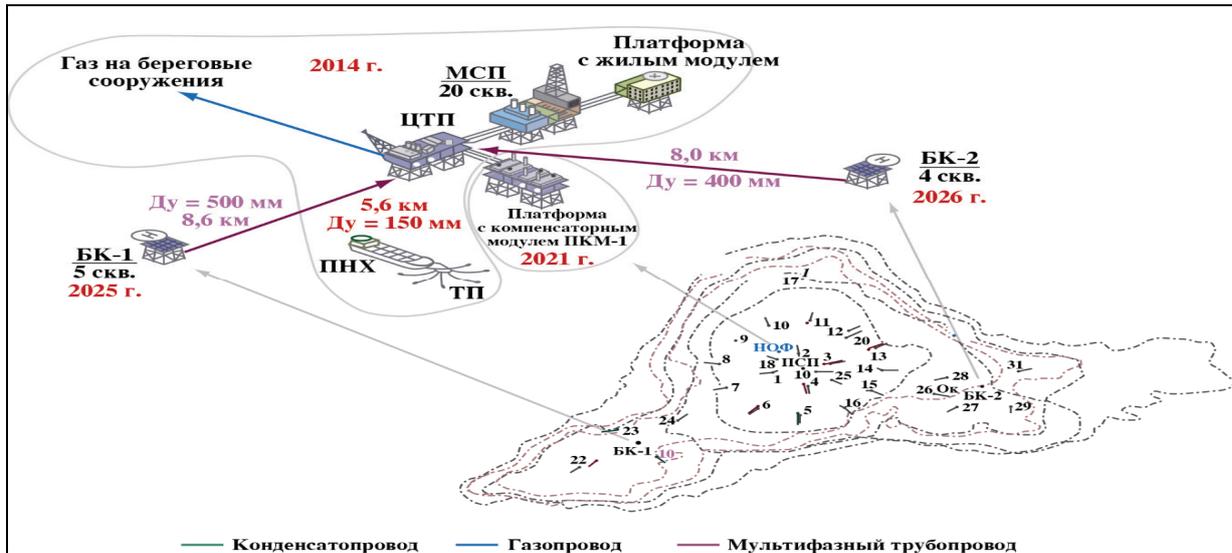


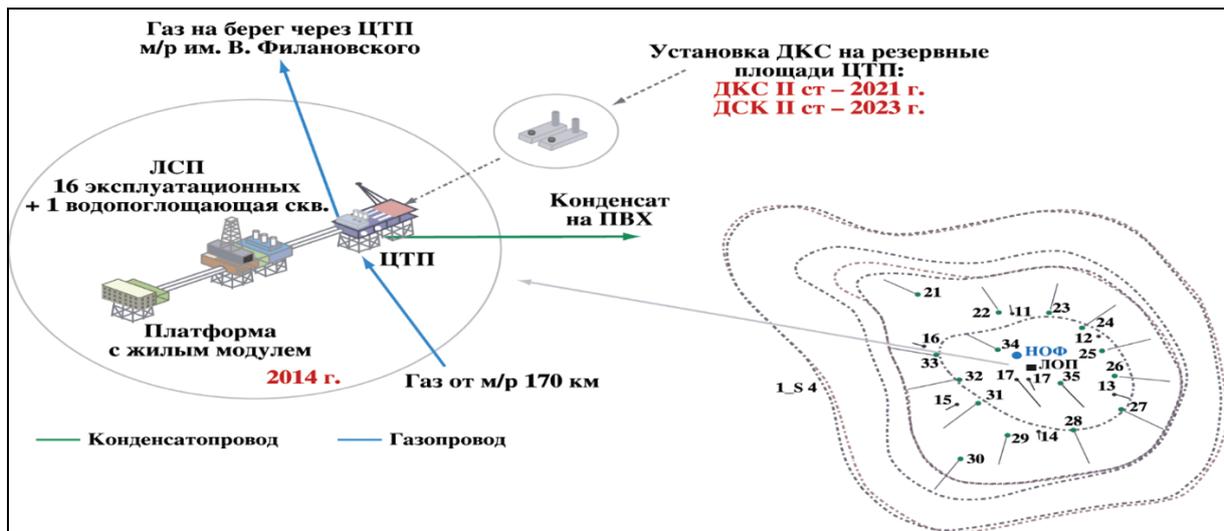
Рисунок 8 – Схема обустройства месторождения им. В. Филановского (использованы материалы ПАО «ЛУКОЙЛ»)

Элементами интегрированной модели являются пласт, скважина, система сбора, экспорта, а также экономическая модель. Применение интегрированной модели позволяет в кратчайшие сроки и с высокой точностью находить решения целому спектру производственных задач, в том числе делать сценарный анализ различных вариантов разработки. Одним из направлений программы «Цифровой ЛУКОЙЛ 4.0» является использование предиктивных инструментов на основе интеллектуальных цифровых моделей. Это позволяет компании сократить число и продолжительность плановых и внеплановых простоев динамического оборудования. В соответствии со стратегией «Цифровой ЛУКОЙЛ 4.0» создается архитектура цифровизации во всех бизнес-сегментах. Внедрение информационных систем и цифровизация обеспечивают

условия для эффективной трансформации существующих бизнес-процессов и формирования оптимальной организационной структуры.



a



б

Рисунок 9 – Схема обустройства Хвалынского (a) и Сарматского (б) месторождений (использованы материалы ПАО «ЛУКОЙЛ»)

В третьей главе проведено научное обоснование направлений совершенствования технологий освоения месторождений нефти и газа в Каспийском регионе России. Для анализа пространственно-временных характеристик состояния недр и элементов углеводородных систем Каспийского региона России были использованы результаты современных геолого-геофизических методов и технологий бассейнового анализа и численного моделирования. В результате численного моделирования и бассейнового анализа, с учетом особенностей геологического строения разреза в Каспийском регионе были разработаны трехмерные пространственно-

временные модели структурного каркаса Северного и Среднего Каспия, а также прилегающих территорий Восточного Предкавказья (Рисунок 10). Кроме того, были выделены следующие генерационно-аккумуляционные углеводородные системы (ГАУС): *средне-верхнеюрские* (Терско-Каспийская и Центрально-Каспийская); *титонско-неокомские* (Терско-Каспийская и Центрально-Каспийская); *альбско-неокомские* (Терская, Каспийская, Западно-Каспийская и Центрально-Каспийская); *титонско-аптские* (Терско-Каспийская, Центрально-Каспийская); *альбско-верхнемеловые* (Терская, Каспийская, Западно-Каспийская и Центрально-Каспийская); *сеноманско-верхнемеловая* (Терская, Каспийская); *майкопская* (Терско-Каспийская). Углеводородный потенциал нефтегазоматеринских толщ изучался методом численного моделирования, в задачи которого входило: выявление новых зон накопления углеводородов, анализ заполняемости выделенных геофизическими методами перспективных объектов антиклинального и стратиграфического типов ловушек. По результатам моделирования исследованы состояния недр и элементов углеводородных систем Каспийского региона России.

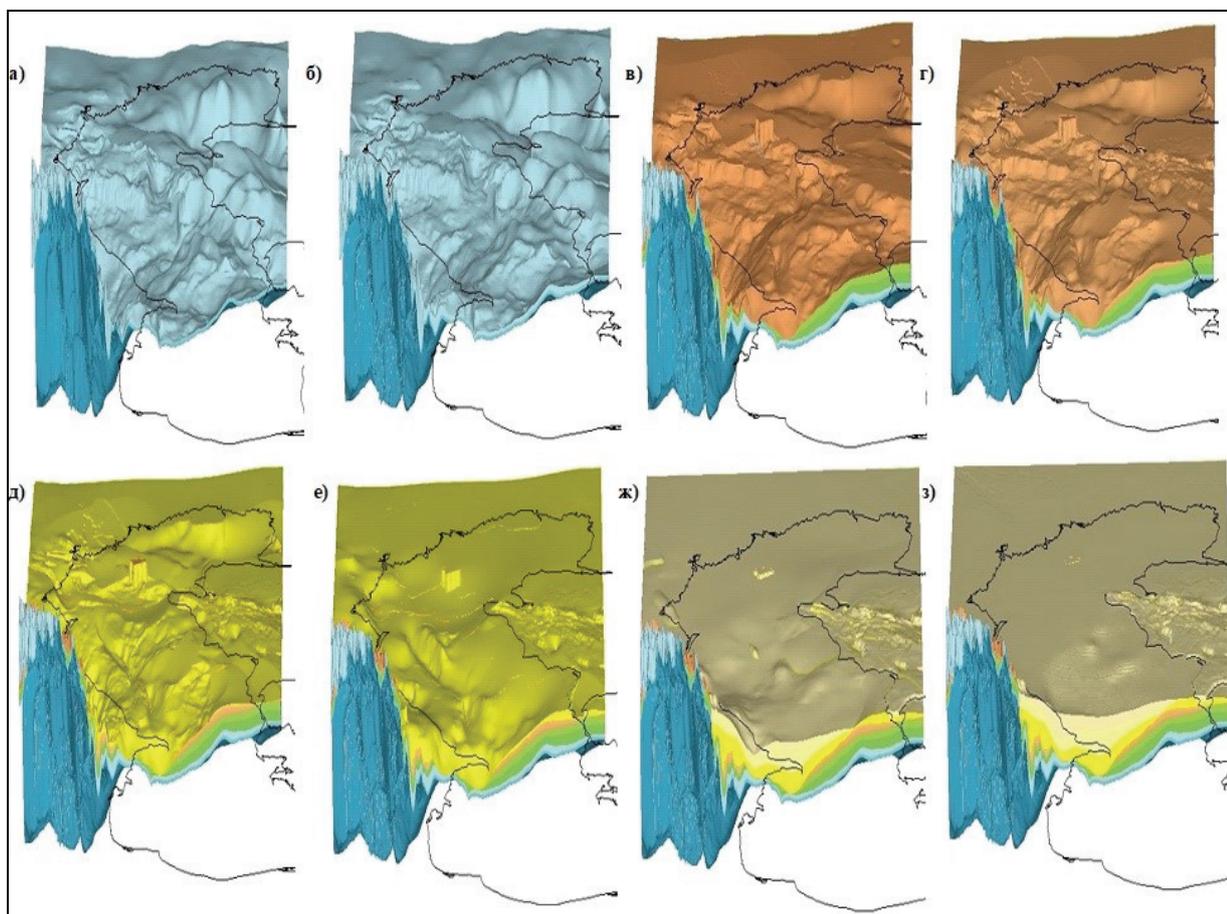


Рисунок 10 – Трехмерные пространственно-временные модели структурного каркаса Северного и Среднего Каспия, а также прилегающих территорий Восточного Предкавказья на начало средней юры (а), поздней юры (б), позднего мела (в), эоцена (г), майкопа (д), миоцена (е), плиоцена (ж), плейстоцена (з)

Для стратиграфического планирования крупномасштабной морской добычи в акватории Каспия необходима объективная оценка углеводородного потенциала (Таблицы 7, 8). Количественная оценка запасов и ресурсов Каспийского региона России была выполнена по результатам моделирования.

Таблица 7 – Количественная оценка ресурсного потенциала ГАУС российского сектора Каспийского региона

Объемная характеристика Терско-Каспийских ГАУС						
Возраст	Площадь, км ²	Объем сгенерированных углеводородов, млн т у. т.	Объем эмигрировавших углеводородов, млн т у. т.	Объем аккумулярованных углеводородов, млн т у. т.	Тип флюида	
					нефть	газ
Майкопский	346 523,31	91 848,04	87 491,73	4512,25	88,80	11,20
Сеноманско-верхнемеловой	102 768,32	8123,34	7842,23	668,98	81,82	18,18
Альбско-верхнемеловой	288 534,91	46 038,60	44 841,61	7456,70	82,72	17,28
Титонско-аптский	332 734,59	66 857,09	60 473,97	19 904,53	90,24	9,76
Альбско-неокомский	211 290,41	35 661,37	35 661,37	8312,05	40,25	59,75
Титоно-неокомский	327 697,94	66 674,87	60 298,21	17 614,52	90,32	9,68
Средне-верхнеюрский	80 245,36	35 155,93	33 191,96	10 231,87	84,56	15,44
Итого	1689 794,84	350 359,24	329 801,08	68 700,9		
Объемная характеристика Центрально-Каспийских ГАУС						
Титонско-аптский	44 700,77	5277,50	4841,14	2700,34	90,41	9,59
Альбско-неокомский	21 018,36	358,97	358,97	108,98	90,06	9,94
Титонско-неокомский	44 700,77	5280,67	4846,12	2689,97	90,42	9,58
Средне-верхнеюрский	427 157,09	1245,83	1069,87	243,99	85,60	14,40
Итого	603 296,12	12 162,97	11 116,1	8552,6		
Объемная характеристика Западно-Каспийской ГАУС						
Альбско-неокомский	139 224,19	12 367,08	12 367,08	8571,75	42,49	57,51
Всего	2432 315,15	374 889,29	353 284,26	85 825,25		

Суммарная оценка начальных потенциальных ресурсов включает их дифференциацию между государственными секторами, континентальными и морскими секторами (Таблица 8). Сырьевая база морских акваторий региона демонстрирует отчетливый положительный тренд развития, предполагающий возможность дальнейшего роста как ресурсного потенциала акватории, так и

объемов добычи углеводородного сырья на уже введенных в разработку месторождениях и на новых перспективных объектах. Каспийский регион характеризуется высокими потенциальными ресурсами углеводородов, которые достигают в морской части осадочных бассейнов 50 млрд т нефтяного эквивалента.

Таблица 8 – Распределение потенциальных ресурсов углеводородов между секторами Каспийского региона, млрд т

Государственные секторы	Континент	Море	Итого
Итого по государствам			
России	12,0	5,0	17,0
Казахстана	11,0	17,0	28,0
Азербайджана	9,0	18,0	27,0
Туркменистана	4,0	7,0	11,0
Ирана	2,0	5,0	7,0
Всего	38,0	52,0	90,0

В четвертой главе показаны особенности развития нефтяной и газовой промышленности России в настоящее время. Нефтяная и газовая промышленность России на рубеже двух веков оказалась перед невиданными вызовами, которые создают необходимость смены парадигмы технологического развития нефтегазового комплекса России.

В настоящее время нефтегазодобыча в традиционных регионах, поставляющих основные объемы нефти и газа, характеризуется: концентрацией нефтедобычи на месторождениях с высокопродуктивными запасами; резким уменьшением доли активных и увеличением доли трудноизвлекаемых запасов нефти; снижением среднего коэффициента нефтеотдачи как по отдельным регионам, так и по стране; завершением эпохи месторождений-гигантов с уникальными запасами нефти и газа, эксплуатация которых началась в 60–70-е гг. XX в.; стремительным истощением запасов дешевого сеноманского газа традиционных месторождений Западной Сибири; истощением нефтегазовых запасов на глубинах до 3 км.

Проведенные исследования и выявленные проблемы позволили определить следующие тактические задачи и основные направления технологического развития нефтяной и газовой промышленности России:

В области разведки месторождений нефти и газа – освоение Арктики, предполагающее развитие инфраструктуры и транспортных артерий, а также использование ресурсов этой территории. Необходимо проведение активных геологоразведочных работ на всем арктическом шельфе. Для эффективной разработки углеводородных ресурсов на шельфе Арктики нужны новые, прорывные технологии и технические решения, обеспечивающие существенное снижение издержек производства. Другим важным направлением являются новые научно-технические и технологические решения как для обоснования

нефтегазоносности глубин 7–10 км, так и для возможности реальной нефтегазодобычи с этих глубин.

В области разработки и технологий добычи нефти – создание эффективных технологий добычи трудноизвлекаемых нефтяных запасов, масштабное использование современных инновационных методов увеличения нефтеотдачи – тепловых, газовых, химических, микробиологических и быстрое наращивание масштабов их применения. К значительному повышению эффективности разработки нефтегазовых месторождений, включая трудноизвлекаемые, приведет использование цифровых технологий.

В области транспорта нефти и газа – для хранения и транспортировки метана предлагается использовать новые формы углерода, фуллерены, нанотрубки и нановолокна, позволяющие усовершенствовать способы хранения сжатого газа, увеличив объем транспортируемого газа в существующих емкостях либо уменьшив объем хранилища и транспортного средства в сравнении с существующим в 1,5–2 раза.

В диссертации также рассмотрены проблемы развития сырьевой базы нефтегазодобычи в Каспийском регионе применительно к его континентальным территориям и морским акваториям. На континентальных территориях намечено четыре основных направления, ориентированных на целевое изучение трендов нефтегазоперспективности верхней зоны герцинского фундамента молодой (подвижной) платформы, ее переходного комплекса, нижней (доверхнемеловой) части плитного чехла и его верхней (мел-кайнозойской) части. Предложены рекомендации по повышению эффективности освоения ресурсов углеводородов в Каспийском регионе, дифференцированные по направлениям действия пяти основных факторов: природного, производственно-экономического, методологического, технико-технологического и человеческого.

Применительно к *континентальным территориям*, в особенности тем, которые характеризуются длительной историей интенсивной нефтегазодобычи (Предкавказье, Закавказье, некоторые районы Прикаспия), могут выделяться следующие проблемы.

1. Высокая, местами – на грани истощения, степень выработанности запасов разрабатываемых месторождений, при ухудшении их структуры и нередко переходом значительной части остаточных запасов в категорию трудноизвлекаемых из-за их принадлежности к горизонтам с низкими фильтрационно-емкостными свойствами; высокая степень обводненности (до 88%) разрабатываемых месторождений.

2. Высокий средний уровень разведанности ресурсов территорий, обладающих наибольшим промышленно значимым для региона потенциалом начальных суммарных ресурсов углеводородов. Это обстоятельство в сочетании с истощенностью запасов и естественными геологическими ограничениями распространения ресурсов в стратиграфическом интервале традиционной нефтегазодобычи (мел-кайнозой, до 80% всех месторождений), дававшем в течение длительного времени максимальный объем добычи сырья в регионе, не

позволяет рассчитывать на вероятность открытия новых крупных и уникальных по запасам скоплений углеводородов, по крайней мере, в хорошо изученных отложениях указанного выше интервала продуктивности. Улучшению ситуации могла бы способствовать актуализация сейсмической изученности мелкайнзойского этажа в регионально-поисковых масштабах, которая необходима для выявления и общерегионального прослеживания (с использованием материалов бурения), *перспективных литолого-формационных комплексов* и связанных с ними новых *седиментационных и комбинированных ловушек*.

3. Недостаточная изученность региональных и локальных объектов, находящихся ниже стратиграфического интервала традиционной нефтегазодобычи и относящихся к низам плитного чехла молодой (подвижной) платформы, ее переходному комплексу и фундаменту, элементы строения которых определялись как нефтеперспективные еще по работам 60–80 гг. XX в. Доизучение и уточнение потенциала этих объектов на основе использования современных методов и технологий разведки, моделирования и прогноза нефтегазоперспективности территорий также могли бы способствовать расширению сырьевой базы нефтегазодобычи региона.

4. Наличие проблем экологического характера, связанных с необходимостью установления баланса между развитием на территориях региона, с одной стороны, горнодобывающих (в том числе нефтегазовых) производственных комплексов, а с другой – комплексов сельскохозяйственной (зерноводство, овощеводство, садоводство и виноградарство или животноводство) и рекреационной (курортно-оздоровительной) сферы, которые сегодня имеют не только региональное, но и общегосударственное значение.

Средняя выработанность запасов эксплуатируемых месторождений и разведанность углеводородных ресурсов *морских акваторий* региона в отличие от месторождений суши, наоборот, находится на низком, а местами и на очень низком начальном уровне ввиду относительно короткой истории их изучения, разведки и освоения. Это определяет перспективу выявления здесь новых разных по объему запасов (от мелких до уникальных) морских месторождений, что подтверждается открытиями последнего времени в акваториях Каспийского моря. Однако и здесь существует ряд проблем, связанных с выбором перспективных объектов и построением эффективных поисково-разведочных моделей и обусловленных меньшей, чем на прилегающих территориях геофизической и буровой изученностью акваторий и особенно – полной мощности и структуры перспективного разреза и его вещественного состава в их отдельных областях.

В Каспийском море основную проблему составляют преобладание ловушек с небольшим потенциалом и ограниченное число ловушек, способных содержать значительные по объему рентабельные для разработки запасы сырья, а также сложность строения резервуаров крупных ловушек как в отношении их внутренней тектоники, так и в отношении литологического состава коллекторов. Известной проблемой является недостаточная изученность структуры и состава отложений пермо-триаса и подсолевого палеозоя западной части Северного Каспия (район морского дельтового фронта р. Волги) и

переходного – триас-юрского (или триасового?) комплекса Среднего Каспия, на морских продолжениях нефтеносных трендов Прикумско-Тюленевской зоны и Песчаномыско-Ракушечной, а также каменноугольно-пермских отложений в области предположительно выполаживающейся складчатости на морском продолжении кряжа Карпинского в Среднем-Северном Каспии, где редкие сейсмические профили указывают на вероятность развития крупных сводовых ловушек в этих отложениях.

Определенная проблема связана также с прогнозом состава флюидов и его характеристик. Наличие известного числа «сухих» скважин свидетельствует об использовании при размещении геологоразведочных работ в отдельных районах акватории недостаточно корректных общегеологических и нефтегазгеологических моделей как регионального, так и локального масштаба, а следовательно, – о необходимости выполнения *целевой сейсморазведки*, специальных тематических и научных исследований, в том числе разномасштабного бассейнового 3D-моделирования.

В пятой главе сформулированы стратегические направления технологического развития нефтегазовой промышленности как перехода к шестому технологическому укладу. Технологический суверенитет – один из главных приоритетов развития России. Сегодня нефтегазовая промышленность России стоит на пороге *шестого технологического уклада*. Для получения максимально подробного облика нефтегазовой отрасли в рамках формирования новых технологических укладов необходимо выделить перспективные технологические направления, которые получат свое развитие в будущем.

Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2023 года № 603 были утверждены приоритетные направления развития проектов технологического суверенитета и структурной адаптации экономики России. В перечень таких проектов включены восемь ключевых направлений для основных отраслей, включая нефтегазовое машиностроение, развитие которого играет значительную роль в технологическом прогрессе нефтяной и газовой промышленности страны. Среди приоритетных направлений в нефтегазовом машиностроении выделяются следующие: разработка технологий и сервисных услуг для бурения и геологоразведки; создание технологий и оборудования для производства сжиженного природного газа; производство оборудования для транспортировки нефти и газа; изготовление механизмов и материалов для переработки углеводородного сырья; производство оборудования для осуществления морских, шельфовых и арктических проектов.

Переход к шестому технологическому укладу в нефтегазовой промышленности в России может быть осуществлен по следующим направлениям:

Интенсификация производства и внедрение прорывных решений – тренд нашего времени. Шестой технологический уклад в нефтегазовой промышленности – в первую очередь должен включать прорывные и информационные технологии. Преимущество прорывных технологий состоит в том, что они обеспечивают высокую производительность при решении как стандартных, так и нестандартных задач. Интенсификация производства

должна включать прорывные и информационные технологии, используемые в научном инжиниринге и генной инженерии.

Внедрение технологий искусственного интеллекта. Создание «умных» нефтегазовых комплексов для высокорентабельной разработки месторождений нефти и газа, характеризующихся высокой степенью автоматизации, безлюдными добычными комплексами, интеллектуальными системами управления технологическими, энергетическими, транспортными, производственными процессами («умное месторождение», «умная скважина», «умные транспорт и энергетические сети» и др.).

«Умное месторождение» (Smart Field (SF)) – это комплекс программных и технических средств, который позволяет управлять нефтяным пластом в целях увеличения показателей добычи углеводородов. В основе системы лежит идея о бережном использовании месторождения, максимальном продлении периода его эксплуатации. То есть подразумевается разумное повышение объемов добычи, а не хищническая эксплуатация недр. Еще одна важная задача SF – повышение энергоэффективности оборудования и технологических процессов.

Создание «умных скважин» второго поколения находится на стадии опытно-пилотных испытаний. Десятки тысяч оптоволоконных сенсоров в «умной скважине» второго поколения фиксируют все трубные напряжения, в том числе: осевые нагрузки (сжатие и напряженность); смятие труб (потеря овальной формы); температуру; давление. «Умная скважина» второго поколения позволит проводить мониторинг и контроль за выработкой запасов на протяжении всего жизненного цикла месторождения нефти и газа.

Цифровая модернизация производства – это процесс преобразования нефтегазового дела путем интеллектуализации, суперкомпьютеризации, оптикализации и роботизации за счет смены его парадигмы развития, которая приводит к массовой и масштабной смене моделей нефтегазового бизнеса и производства, наилучшие из которых переносятся на всю нефтегазовую экосистему. Внедрение информационных технологий заключается в снижении до минимума уровня затрат на добычу нефти и газа путем разработки и внедрения технологий разработки месторождений (smart-технологии), направленных на автоматизацию (измерение дебита скважины в устье, расхода воды, нефти и газа), проведение диагностики, управление различными системами в режиме реального времени. Внедрение в геологоразведочный процесс, разработку и эксплуатацию месторождений нефти и газа информационных технологий требует решения большого комплекса задач, таких как сбор, передача, хранение, обеспечение доступа, обработка, интерпретация и защита огромного массива данных, принятие на их основе управленческих решений, контроль над их исполнением. Следует особо отметить фундаментальную роль направления Big Data.

Переход к низкоуглеродной энергетике – использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Потенциальные возможности нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в мире огромны и составляют миллиарды тонн условного топлива. Одной из главных задач шестого технологического уклада является переход к новой энергетической

парадигме, основанной на технологиях, которые не способствуют изменению климата. Важным направлением является переход к водородной энергетике. Ключевым моментом осуществления «водородной экономики/водородной цивилизации» будет наличие дешевых, экологически приемлемых и целесообразных методов его получения.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. На основе исторического анализа динамики технологического развития нефтегазовой промышленности России представлена эволюция технологических укладов, установлены основные этапы развития научных знаний, технологий и техники разработки, освоения и добычи нефти и газа, сформулированы закономерности технологического развития, на основе которых выделены пять технологических укладов.
2. Определены стратегические направления технологического развития и главные задачи, стоящие перед нефтегазовой промышленностью при переходе к шестому технологическому укладу, характеризующемуся интенсификацией производства и внедрением технологий искусственного интеллекта (ИИ), а также решения, включающие прорывные и информационные технологии, используемые для оптимизации производства и создания умных нефтегазовых комплексов для высокорентабельной разработки месторождений нефти и газа. Цифровая модернизация производства основана на преобразовании нефтегазового дела путем интеллектуализации и применения цифровых технологий.
3. Показано, что основные направления технологического развития нефтяной и газовой промышленности России на современном этапе связаны с созданием инновационных технологий и новой техники как для решения задач разведки и освоения месторождений нефти и газа, так и в области разработки технологий добычи и переработки углеводородов:
 - в области разведки месторождений нефти и газа – освоение ресурсов Арктики с развитием инфраструктуры и транспортных артерий. Для эффективной разработки углеводородных ресурсов на шельфе Арктики нужны новые, прорывные, технологии и технические решения, обеспечивающие существенное снижение издержек производства. Другим важным направлением является новые научно-технические и технологические решения как для обоснования нефтегазоносности глубин 7–10 км, так и для возможности реальной нефтегазодобычи с этих глубин;
 - в области разработки и технологий добычи нефти – необходимо создать эффективные технологии добычи трудноизвлекаемых нефтяных запасов, обеспечить масштабное использование современных инновационных методов увеличения нефтеотдачи – тепловых, газовых, химических, микробиологических и быстрого наращивания масштабов их применения. К значительному повышению эффективности разработки нефтегазовых месторождений, включая ТРИЗ, приведет использование цифровых технологий;

- в области транспорта нефти и газа – для хранения и транспортировки метана использовать новые формы углерода на основе доступного сырья, что позволит усовершенствовать способы хранения сжатого газа, увеличить объем транспортируемого газа в существующих емкостях либо уменьшить объемы хранилищ;
 - в области нефтепереработки и газохимии – развитие нефтеперерабатывающей промышленности за счет увеличения глубины нефтепереработки, а также за счет создания новых технологий по каталитическому реформированию бензинов, гидроочистке топлив для реактивных и дизельных двигателей, изомеризации, алкилированию, гидродепарафинизации и деароматизации, получению кислородсодержащих высокооктановых добавок;
 - в области сжижения природного газа – производство малотоннажного СПГ для расширения возможностей газификации России, развитие автомобильного, железнодорожного, речного транспорта СПГ как альтернативы строительству газопроводов системы, что будет способствовать освоению мелких месторождений, отдаленных от системы магистральных газопроводов.
4. Предложены рекомендации по повышению эффективности освоения ресурсов УВ в Каспийском регионе, дифференцированные по направлениям действия пяти основных факторов: природного, производственно-экономического, методологического, технико-технологического и человеческого.

Основные научные результаты диссертации представлены в следующих публикациях.

Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ:

1. Серикова У.С. История становления и развития научных школ и направлений, роль российских ученых и специалистов в развитии нефтегазового комплекса Каспийского региона // История и педагогика естествознания.– 2023.– № 4.– С.46-57.
2. Серикова У.С. Исторический анализ становления и развития научных знаний о нефтехимии и технологий переработки нефти и газа // История и педагогика естествознания.– 2023.– №2.– С.45-51.
3. Серикова У.С. Исторический анализ становления и развития научных знаний, технологий и техники разработки, освоения и добычи нефти и газа Каспийского региона // История и педагогика естествознания.– 2023.– №3.– С.56-67.
4. Серикова У.С. Основные направления перехода нефтегазовой промышленности к шестому технологическому укладу в Каспийском море // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.– 2023.– №3.– С.37-48.

5. Вяткина Е.В., Лавренова Е.А., Левицкая М.С., Серикова У.С. Перспективы нефтегазоносности эоцен-палеоценовых отложений Черноморско-Каспийского региона по результатам бассейнового анализа и численного моделирования // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.– 2023.– №1.– С.43-54.
6. Серикова У.С., Алланазарова М.А. Перспективы поисков месторождений нефти и газа в глубокозалегающих отложениях акватории Южного Каспия // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.– 2023.– №2.– С.33-46.
7. Сенин Б.В., Керимов В.Ю., Леончик М.И., Серикова У.С. Углеводородные ресурсы территорий и акваторий Черноморско-Каспийского региона // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление.– 2023.– №1 (180).– С.16-30.
8. Керимов В.Ю., Сенин Б.В., Серикова У.С. и др. Условия формирования и перспективы поисков месторождений нефти и газа в акватории Каспийского моря // Научный журнал Российского газового общества.– 2023.– №1 (37).– С.6-15.
9. Серикова У.С., Алланазарова М.А., Нюренберг Е.С. Условия формирования ловушек и залежей нефти и газа в Западной Туркмении // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.– 2022.– №3.– С.47-58.
10. Серикова У.С., Романов П.А. Оценка условий формирования и распределения ловушек и залежей в Каспийском регионе // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.– 2022.– №4.– С 64-80.
11. Серикова У.С. Основные этапы развития нефтегазовой промышленности в Каспийском регионе // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.– 2022.– №6.– С.70-83.
12. Серикова У.С., Алланазарова М.А., Идиятуллина Э.З. Углеводородные системы Туркменского сектора Южно-Каспийского бассейна // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.– 2022.– №5.– С.24-40.
13. Манираки А.А., Сериков Д.Ю., Гаффанов Р.Ф., Серикова У.С. Проблемы выбора методов процесса модернизации промышленных предприятий // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса.– 2019.– №1(109).– С.28-33.
14. Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Серикова У.С. Стратегия моделирования углеводородных систем на разных этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ // Нефтегазохимия.– 2018.– №1.– С.45-49.
15. Серикова У.С. История освоения Арктики // История и педагогика естествознания.– 2016.– №4.– С.35-40.
16. Серикова У.С. Начало развития морской нефтегазовой отрасли в России и за рубежом // История и педагогика естествознания.– 2015.– №3.– С.12-15.
17. Серикова У.С. Особенности современного этапа развития морской нефтегазовой отрасли в России и за рубежом // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья.– 2015.– №4.– С.38-42.

18. Серикова У.С. Роль российских ученых и специалистов в становлении и развитии нефтегазового комплекса Каспийского региона // История и педагогика естествознания.– 2013.– №3.– С.40-46.
19. Серикова У.С., Зулфугарова Н.И. История становления и основные этапы развития нефтегазовой промышленности в Каспийском регионе // История и педагогика естествознания.– 2013.– №2.– С.15-21.

Статьи в рецензируемых журналах, включенных в базы данных Scopus и Web of Science:

1. Lavrenova E.A., Kerimov V.Yu., Panov Yu.P., Mustaev R.N., Serikova U.S. Breakthrough technologies in solving problems of geological exploration for oil and gas // Socar Proceedings.– 2022.– №1.– С.73-83.
2. Kerimov V., Mustaev R., Lavrenova E., Serikova U. Generation and emigration of hydrocarbons in the Meso-Cenozoic complex of the Black Sea-Caspian region // Mediterranean Geosciences Union Annual Meeting.– Marrakech, 2022.
3. Mustaev R., Kerimov V., Lavrenova E., Serikova U. Hydrocarbon generation centers in the Meso-Cenozoic complex of the Black Sea-Caspian region // Mediterranean Geosciences Union Annual Meeting.– Marrakech, 2022.
4. Mustaev R., Kerimov V., Lavrenova E., Serikova U. Influence of Structural-Geodynamic systems on the formation and distribution of hydrocarbon potential of the Black Sea-Caspian region // Mediterranean Geosciences Union Annual Meeting.– Marrakech, 2022.
5. Mustaev R., Ismailov J., Serikova U. Geochemical conditions of oil and gas potential of the South Caspian basin on the basis of pyrolytic studies of mud volcanoes // E3S Web of Conferences, 2019.
6. Kerimov V., Mustaev R., Serikova U., Ismailov J. Geochemical conditions of hydrocarbon accumulation in low-permeability shale sequences // E3S Web of Conferences, 2019.
7. Bogoyavlenskij V., Kerimov V., Serikova U. et al. dangerous gas objects in the waters of the world ocean: Sea of Okhotsk // Marine Technologies-019.– Gelendzhik, 2019.– Pp 26-30.
8. Kerimov V., Kosyanov V., Serikova U. Efficiency and safety of prospecting, exploration and development of oil and gas fields the water of the World Ocean // Marine Technologies-2019.– Gelendzhik, 2019.– Pp.10-14.
9. Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Серикова У.С., Данцова К.И. Геодинамические механизмы формирования структуры Каспийско-Черноморского региона // Горный журнал.– 2018.– №11.– С.23-29.
10. Kerimov V., Rachinsky M., Mustaev R., Serikova U. Geothermal conditions of hydrocarbon formation in the South Caspian basin // Iranian Journal of Earth Sciences.– 2018.– V.10, №1.– Pp.78-89.
11. Mustaev R.N., Serov S.G., Serikova U.S et al. Assessment of the oil and gas potential of the maikop series ciscaucasia based on the results of hydrocarbon systems modeling // Geomodel-2017 – 19th Science and Applied Research Conference on Oil and Gas Geological Exploration and Development, 2017.

12. Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Серикова У.С. и др. Генерационно-аккумуляционные углеводородные системы на территории п-ова Крым и прилегающих акваторий Азовского и Черного морей // Нефтяное хозяйство.– 2015.– №3.– С.56-60.
13. Керимов В.Ю., Серикова У.С., Мустаев Р.Н., Гулиев И.С. Нефтегазоносность глубокозалегающих отложений Южно-Каспийской впадины // Нефтяное хозяйство.– 2014.– №5.– С.50-54.
14. Serikova U., Senin B., Lavrenova E.A., Keromov V. Numeric basin modeling at different stages of oil and gas prospecting // В сб.: 16th Science and Applied Research Conference on Oil and Gas Geological Exploration and Development.– GEOMODEL, 2014.

Монографии:

1. Керимов В.Ю., Гулиев И.С., Гусейнов Д.А. и др. Прогнозирование нефтегазоносности в регионах со сложным геологическим строением.– М.: Издательский дом «Недра», 2015.– 404 с.
2. Серикова У.С. Становление и развитие нефтегазового комплекса Каспийского региона.– М.: Издательский дом «Недра», 2015. – 246 с.
3. Алиева С.А., Авербух Б.М., Серикова У.С., Мустаев Р.Н. Геология и нефтегазоносность Каспийской впадины.– М.: ИНФРА-М, 2017.– 486 с.
4. Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Серикова У.С. Проектирование поисково-разведочных работ на нефть и газ.– М.: НИЦ ИНФРА-М, 2020. – 200 с

27 работ в материалах международных и всероссийских конференций.