

ОТЗЫВ

Официального оппонента, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Дробаденко Валерия Павловича на диссертацию в виде научного доклада Жданеева Олега Валерьевича на тему: «Обеспечение технологического суверенитета отраслей ТЭК Российской Федерации в условиях снижения импорта зарубежных технологий, оборудования и сервисных услуг», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.8. - Геотехнология, горные машины.

1. Актуальность темы диссертации.

В диссертации рассматриваются базовые проблемы импортозамещения и развития технологической независимости российского топливно-энергетического комплекса (ТЭК), включающего в себя нефтегазовую отрасль, угольную промышленность и электроэнергетику. В настоящее время он полностью закрывает внутренние потребности экономики России в нефти, газовом конденсате, газе, угле, электроэнергии и большом количестве сопутствующих продуктов десятков производственных переделов. В тоже время текущий уровень технологического суверенитета ТЭК России в перспективе от трёх лет в условиях жесткого санкционного давления западных стран недостаточен для обеспечения независимости в целом всей промышленности страны.

Для социально-экономического развития всей экономики России необходимо сохранение показателей добычи углеводородов на текущем уровне вместе с постепенным наращиванием доли возобновляемых источников энергии в энергобалансе страны, что создает условия технологического суверенитета страны.

Россия – одновременно крупный производитель, потребитель и экспортер всех видов углеродных энергоресурсов и электроэнергии, причем

ОТЗЫВ

ВХ. № 9- 30 от 18.05.23
АУ УС

отрасли ТЭК являются основным заказчиком оборудования, материалов и программного обеспечения для многих отраслей промышленности.

За последние годы значительно изменилась мировая научно-промышленная конъюнктура по отношению к топливно-энергетическому комплексу Российской Федерации, прежде всего ввиду геополитических ограничений, которые сдерживают импорт в нашу страну высокотехнологичной продукции, технологий и специализированного программного обеспечения. Ограничена работа на международном рынке углеводородов российских энергетических компаний, введен ряд финансовых ограничений. В этих условиях диссертационное исследование, основанное на разработках методологии формирования единой межотраслевой технической политики ТЭК, направленное на обеспечение импортозамещения и укрепления технологического суверенитета, является своевременным и актуальным.

2. Научная новизна диссертации.

Проведен системный анализ первоочередных задач в развитии организационно-методического (первый блок) и научно-технического (второй блок) перспективных направлений топливно-энергетического комплекса России при санкционном давлении западных стран.

По первому блоку:

1. Определены конкретные приоритеты для нефтегазовой отрасли; обозначены технические цели в электроэнергетике и угольной отрасли как в оборудовании, так и в специализированном программном обеспечении. Для каждой сферы и смежных отраслей ТЭК представлены стратегические задачи по цифровизации; даны схемы взаимодействия предприятий оборонно-промышленного комплекса и ТЭК.
2. В методологическом направлении разработаны и частично апробированы методики, необходимые для определения текущего состояния промышленности, уровня развития государственных и частных компаний, науки и инжиниринга.

В частности:

- методика обеспечения проведения независимого анализа управления непрерывностью ведения бизнеса для отраслей ТЭК;

- методика расчета доли локализации ТЭК, которая основывается на индивидуальных статьях затрат, участвующих в структуре стоимости и ключевых позиций в ее создании. Она позволяет постатейно учитывать основные факторы, влияющие на формирование стоимости технических средств, услуг и специализированного программного обеспечения, а также оценивать уровень технологической зависимости РФ от других стран.

На основе результатов применения этой методики возможно составить среднесрочные (до 5 лет) и долгосрочные (до 10 лет) планы промышленного развития в сфере ТЭК и смежных отраслей и, соответственно, в итоге, реализовать научно-техническую политику ТЭК.

3. Методика расчета индекса цифровой зрелости обосновывает оценку текущего состояния цифровой трансформации отрасли для российских предприятий ТЭК и государства посредством введения единой системы оценки состояния отраслей и предприятий; методика оптимизации взаимодействия компаний ТЭК и предприятий ОПК России разработана для исключения возможных рисков взаимодействия ОПК с ТЭК. На ее основе составлена детальная типовая текущая схема взаимодействия крупного предприятия ОПК с компаниями ТЭК от технической идеи до серийного образца. Критический путь при этом составляет 4,5 года.

Во втором блоке исследований рассматривается серия научных разработок, обладающих научной новизной в процессах бурения разведочных и эксплуатационных скважин, высокотехнологического оборудования, приоритетных элементов энергопотребления.

1. Научная новизна связана с обоснованием рациональных технических решений - выбора наиболее востребованных для данных горно-геологических условий буровых установок (конструкций, типоразмеров и т. д.) с целью поддержания уровня добычи нефти и газа, компенсируя планируемый спад на

континентальных месторождениях. Последнее основывается на результатах системного анализа характеристик всех лицензионных участков шельфа Арктики и Дальнего Востока, приведенного в работе, который включает:

- природно-климатические условия работы;
- обобщение ледовых параметров по акваториям арктических и дальневосточных морей;
- помимо общего анализа батиметрии оценены по всем акваториям глубины, учитывая, что они являются одним из ключевых факторов, определяющих выбор морских буровых установок.

В результате данного исследования выявлено, что создание буровых установок, способных противостоять ледовым нагрузкам в арктической зоне и охватывать необходимый диапазон глубин технически возможно. Однако, универсального технологического решения для всех условий эксплуатации не существует. Для глубин от 20 до 300 метров требуется использовать буровые установки различных конструктивных типоразмеров, каждая из которых имеет собственные ограничения по глубине моря, внешним нагрузкам и условиям транспортирования.

Таким образом, для разведочного и эксплуатационного бурения в ледовых условиях для каждого проекта разработаны основные технические требования для составления предпроектной документации. Предлагаются три концепции ледостойких мобильных буровых установок типа ЛМБУ с соответствующими глубинами бурения для обеспечения планируемых показателей по добыче нефти и газа в России после 2035 года.

2. Научная новизна - создание цифровой буровой установки 2.0. - автор рассматривает создание отечественного роботизированного бурового комплекса 2.0 с учетом компетенций российских разработчиков, что позволяет в перспективе снизить себестоимость добычи нефти и газа. Цифровой буровой комплекс 2.0 - один из актуальных методов совершенствования производственных технологий, позволяющих значительно повысить эффективность проектирования и строительства скважин на нефть и газ.

Задача разработки цифрового бурового комплекса относится к классу систем автоматизированного проектирования (САПР) и позволяет результативно выполнить этап технологической подготовки производства. Однако, на наш взгляд для актуализации научной новизны следовало бы привести сравнительный анализ с передовыми технологиями проектирования и строительства данных сооружений.

3. Научное направление, связанное с одним из ключевых элементов компоновки буровой колонны породоразрушающего инструмента - бурового долота со специализированными режущими элементами и резцами, установленными в корпус долота. Необходимо отметить, что производство поликристаллических алмазных (PDC) резцов, обладающих высокими породоразрушающими свойствами, полностью зависит от импорта.

В результате целевых исследований была выявлена необходимость внедрения дополнительного технологического цикла при изготовлении – химической обработки твердосплавных изделий методом выщелачивания при определенных режимах производства.

С использованием технологий по химической обработке твердых сплавов, были отработаны режимы спекания смесей, технологических требований к сырью. Разработан лабораторный комплекс, для производства опытных партий с заданными свойствами продукции.

Проведенные опытно-конструкторские работы в 2022 г. позволили получить конкретные характеристики: геометрические размеры, толщину алмазного слоя, твердость алмазного слоя и другие.

Полевые испытания образца долот с опытными PDC резцами на нефтяных месторождениях ЯНАО позволили разработать проект серийного производства PDC резцов с целью покрытия 75% рынка в срок до 2024 г.

4. Научная новизна относится к высокотехнологичной скважинной аппаратуре, необходимой для использования навигационных агрегатов. Ключевым элементом их является датчик инклинометр, без которого невозможно строить сложные пространственные профили скважин,

способствующие увеличивать ее дебет в несколько раз. В современных скважинных инклинометрах, используемых в процессе бурения, применяются малогабаритные датчики – акселерометры компенсационного типа, которые в России не производятся, поэтому была инициирована программа создания российских акселерометров с необходимыми техническими характеристиками для нефтяной и газовой промышленности, которые явились отдельным направлением предприятий приборостроительной отрасли. Предложенная конструктивная схема имеет ряд усовершенствований блока электроники, способной работать при температуре окружающей среды +150°C, а также применять его в условиях ударных и вибрационных нагрузок.

Испытания прибора показали, что акселерометры имеют хорошие метрологические характеристики и вполне соответствуют потребностям инклинометрических измерений.

Важно отметить, что акселерометры изготовлены из отечественных материалов, комплектующих и технологий, что является полностью Российской научно-технической разработкой.

5. Научная новизна - система накопления электрической энергии для бурения. В работе отмечается, что в нефтегазовой отрасли России одними из самых энергоемких технологических комплексов, применяемых при разработке месторождений нефти и газа, с установленной суммарной мощностью от 3 до 5 мегаватт являются буровые установки для строительства глубоких эксплуатационных и разведочных скважин. В работе отмечается, что график нагрузки характеризуется кратковременным потреблением большого количества энергии с большой скоростью нарастания мощности, что требует увеличенного количества одновременно работающих дизель-электрических станций. Предложено повысить энергетическую эффективность отдельных буровых установок, питающихся от дизель-электрических станций, за счет внедрения систем накопления и хранения электроэнергии. Для этого был создан пилотный проект данной системы на базе единственных отечественных трехуровневых инверторов «Моментум». В результате исследований

установлена возможность повышения энергетической эффективности бурения до 30% за счет выравнивания нагрузки на дизель-генераторах и введения в оптимальный для них режим нагрузки при котором достигаются наилучшие показатели потребления топлива. Выравнивание нагрузки осуществляется за счет применения современных накопителей энергии, которые аккумулируют ее в паузах между потреблением электроэнергии и выдают ее при максимальной загрузке. Анализ аппроксимированных диаграмм нагрузок в режиме спуско-подъемных операций показал, что наиболее эффективной является гибридная схема накопителя электроэнергии, состоящая из литий-ионной батареи и суперконденсаторов. Она позволяет использовать преимущества обоих накопителей: суперконденсатор обеспечивает большую пиковую мощность разряда и высокий ресурс накопителя, литий-ионная аккумуляторная батарея поддерживает длительную нагрузку за счет высокой энергоемкости.

6. Научная новизна связана с предотвращением коррозии технологического оборудования, которая является следствием образования специфических неорганических соединений. В работе отмечается, что только на установках первичной переработки и гидроочистки ежегодно ТЭК теряет до 30% металла, а в нефтехимии до 20%. До 70% всех отказов оборудования происходит по причине коррозионных повреждений и отказов оборудования из-за отложения солей или продуктов коррозии, коксообразования и полимеризации.

В качестве основного параметра, наносящего наибольший негатив установке предгидроочистки бензиновых фракций, были определены хлорорганические соединения, которые гидролизуются на катализаторе, наносят значительный ущерб конденсационно-холодильному оборудованию.

Для их определения был разработан хроматографический поточный метод с использованием парофазного пробоотборного устройства. Создан аппаратный комплекс для мониторинга хлорорганических соединений в

трубопроводной системе. Изучены возможности переработки бензиновых фракций с повышенным содержанием хлорорганических соединений.

7. Научная новизна связана с бурением наклонно-направленных и горизонтальных скважин – компоновки низа бурового аппарата и измерительным модулем для контроля и управления процессом бурения, с целью создания производства отечественных немагнитных сталей и изделий.

В связи с отсутствием серийного производства немагнитных сталей в России – т. е. специализированных сплавов, обладающих низкой магнитной проницаемостью и высокими механическими свойствами в работе довольно детально анализируется и исследуется их отечественное производство.

Актуальная необходимость применения этих сталей обосновывается требованиями изоляции методов геофизических высокоточных исследований скважин: нейтронных, электромагнитных, ядерно-магнитных и других высокоточных способов каротажа скважин от влияния магнитного поля Земли, стальных труб и обсадных колонн скважин.

Поэтому был проведен анализ качества немагнитных сталей зарубежного производства, сформулированы и утверждены технические требования для разработки отечественного нефтегазового приборостроения. В результате металлургического производства зарегистрирована торговая марка отечественной немагнитной стали для нефтегазовой отрасли – RUMET 960. С конца 2022 года осуществляется переход к серийному производству немагнитных сталей, которые в максимальной мере удовлетворяют техническим требованиям и являются полным замещением импортируемых аналогов.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Степень достоверности выводов и рекомендаций обеспечивается применением при проведении исследований системного подхода к изучению проблемы обеспечения технологического суверенитета отраслей ТЭК, значительным объемом проанализированных материалов о фактическом

состоянии отраслей и перспективах их развития с использованием современных методов, а также цифровой обработки данных.

Результаты исследований докладывались и получили положительную оценку на многочисленных международных и российских конференциях, в том числе:

Российская энергетическая неделя (2018-2022), Промышленно-энергетический форум TNF (2018-2022), SPE Russian Petroleum Technology Conference 2017-2021, SPE Arctic and Extreme Environments Conference and Exhibition 2011, 2021 United Nations Climate Change Conference, конгресс «Диверсификация ОПК» в рамках Международного военно-технического форума «Армия-22», Международный форум «Микроэлектроника (2020-2021)», XI Петербургский международный газовый форум (2022), Дальневосточный энергетический форум «Нефть и газ Сахалина (2020-2022)», ministerial thematic forums for the High-Level Dialogue On Energy (2021), international conference RD20 (Saudi Arabia 2020), конференция «Промышленные системы накопления и хранения электроэнергии» (2021), научно-практическая конференция им. В.В. Лаптева «Новая техника и технологии для трудноизвлекаемых запасов углеводородов» (2020-2022), конференция «Научно-технологическое развитие и импортозамещение в ТЭК» (2020-2022) и многих других, в которых в полной мере отражены результаты проведенных автором исследований.

4. Научные результаты, их ценность

Научная результаты и ценность работы Жданеева Олега Валерьевича является генерацией многофакторной научной новизны, которая представлена в разделе 2 отзыва оппонента и является научным приоритетом разработанным автором для промышленных отраслей и энерговооружения ТЭК Российской Федерации. Установленные научные результаты и их ценность входят в базовую структуру импортозамещения и являются основным фактором укрепления и развития технологической независимости России — основной целью данной научной работы.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 71 печатных работах, в том числе в 2 монографиях, 36 статьях - входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus (кроме того в 1 непроиндексированной статье), в 11 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук. Получено 18 патентов.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Обоснована методология формирования стратегии ТЭК РФ при создании в кооперации с базовыми отраслями российских технологий и техники, достаточных для обеспечения технологической независимости РФ от соответствующих иностранных разработок в критически важных сферах.

Определены конкретные приоритеты для нефтегазовой отрасли; обозначены технические цели в электроэнергетике и угольной отрасли как в оборудовании, так и в специализированном программном обеспечении. Для каждой сферы и смежных отраслей ТЭК представлены стратегические задачи по цифровизации; даны схемы взаимодействия предприятий оборонно-промышленного комплекса и ТЭК.

Установлены приоритеты, объективные предпосылки, необходимые для определения текущего состояния промышленности, уровня развития государственных и частных компаний науки и инжиниринга.

Проведены комплексные мероприятия по созданию отраслевой технической политики ТЭК, основополагающего системного документа как детального продолжения Энергетической политики Российской Федерации до 2035 года.

Для обеспечения планируемых показателей нефти и газа в России дан всесторонний анализ ледовой и природно-климатической обстановки в арктическом шельфе России, на основании которого обоснованы и разработаны три концепции различных конструктивных типоразмеров

ледовых мобильных буровых установок (ЛМБУ), каждая из которых имеет собственные ограничения по глубине моря, внешним нагрузкам и условиям транспортирования.

В области строительства, освоения скважин и эксплуатации месторождений разработаны: высокотехнологические решения, связанные с использованием навигационных агрегатов — разработки малогабаритных датчиков, акселерометров, которые в ходе испытаний показали хорошие метрологические характеристики, соответствующие потребностям инклинометрических измерений.

Для контроля и управления процессом бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин высокоточными геофизическими методами создано отечественное производство немагнитных сталей и изделий с зарегистрированной маркой RUMET 960. По результатам испытаний, сделан вывод, что опытные образцы RUMET 960 превосходят отраслевые требования по пределу прочности, пределу текучести и работе удара, что является основополагающими факторами для технологического суверенитета страны.

Разработка и внедрение систем накопления и хранения электроэнергии для буровой установки позволяет компенсировать провалы и выплески напряжения, что уменьшает количество аварийных отключений и простоя бурового оборудования, позволяет свести к минимуму аварии при бурении скважин, а также повышает стабильность работы дизель-электрической станции.

Исследования по совершенствованию инфраструктуры получения и использования водорода способствуют развитию водородной отрасли в России и обеспечивают приоритет отечественных разработок и развития водородной отрасли нашей страны.

Кроме того, необходимо отметить анализируемые в работе проблемы геоинжиниринга, связанные с методическими рекомендациями к способам проведения государственного, межведомственного и регионального мониторинга на критических объектах ТЭК.

6. Рекомендации по использованию результатов работы.

Результаты диссертационной работы рекомендованы для использования при разработке нормативно-правовых актов и документов стратегического характера федеральными органами исполнительной власти Российской Федерации для достижения технологического суверенитета и научно-технологического развития отраслей ТЭК.

Кроме того, рекомендуется использовать результаты серий научных разработок, обладающих научной новизной в процессах бурения разведочных и эксплуатационных скважин, высокотехнологического оборудования, приоритетных элементов энергопотребления.

Реализация проекта производства отечественных PDC резцов позволит помимо решения задач технологического суверенитета отраслей ТЭК, повысить эффективность отечественного долотного сервиса.

Аппаратный комплекс для мониторинга уровня хлорорганических соединений, связанный с предотвращением коррозии оборудования может быть использован в системе магистральных трубопроводов или в системе НПЗ для оперативного обнаружения хлорорганических соединений и переработки нефти с высоким их содержанием без существенной модернизации технологической схемы установок гидроочистки бензиновых фракций.

В рамках системной работы по диверсификации производственных мощностей обороннопромышленных предприятий, а также в интересах электроэнергетических, нефтегазовых, нефтесервисных и угольных компаний разработан для реализации совместных проектов компаний ТЭК и предприятий ОПК.6, в том числе три акта внедрения результатов диссертационного исследования:

— от АО «Корпорация «МИТ» по разработке и производству первого отечественного флота для проведения операций гидравлического разрыва пласта (Приложение А);

— от ООО «НТЦ «Приводная Техника» по разработке и производству первой отечественной системы накопления электрической энергии на основе трёхуровневых инверторов для увеличения энергоэффективности и

надёжности работы буровых установок для строительства нефтяных и газовых скважин (Приложение Б);

— от ООО «ПКФ-ГазНефтеМаш» по созданию и производству отечественных утяжеленных бурильных труб из немагнитной стали для компоновки низа бурильной колонны (Приложение В).

7. Замечания и вопросы по диссертационной работе.

1. Автор не затрагивает важную проблему развития ТЭК за счет возможного расширения спорной территории Арктического шельфа с огромными ресурсами углеводородов. При положительном решении МОМД ООН этой проблемы в нашу пользу сырьевые ресурсы Российской Федерации пополнятся на дополнительной площади шельфа, равной 1,2 млн км².

2. Вопросы энергоэффективности рассматриваются в разделе 3.8. Однако, автор не высказывает своего мнения о создании в арктической зоне горнопромышленных кластеров в целях рационального использования электропотребления на перспективных прибрежно-морских месторождениях.

3. На стр 120 утверждается, что *«согласно текущим оценкам, широкомасштабные программы по эксплуатационному бурению на шельфе Арктики не появятся ближайшие 15 лет»*. За этот период должна быть готова производственная база для изготовления и эксплуатации мобильных ледостойких буровых установок типа ЛМБУ. Однако, в работе не анализируется ледостойкая стационарная буровая установка, введенная в эксплуатацию в 2021 году, для добычи нефти из месторождения «Приразломное» с производительностью 3,6 млн т.

Не упоминается крупнейший инвестиционный проект «Восток-Ойл», разработанный компанией «Роснефть» с проектной добычей нефти в 2023 году 115 млн т.

В стратегическом плане интересно было бы сопоставить их сравнительную себестоимость добычи нефти, а также себестоимость бурения в континентальных, морских и ледовых условиях с проектами мобильных буровых установок типа ЛМБУ.

4. В работе обойдена вниманием проблема загрузки грузопотоками и использования Северного Морского Пути - основной транспортной инфраструктуры всего Арктического региона, расположенного в территориальных водах исключительной экономической зоны России, что важно в условиях западных санкций. Однако, он пока активно не эксплуатируется.

5. В работе значительное место уделено применению известного способа повышения эффективного освоения нефтяной залежи - гидравлического разрыва пласта. По этому направлению защищено более 50 кандидатских диссертаций, в том числе 3 докторских и получено множество патентов, в том числе с участием автора.

Вопрос связан с проработкой научной новизны этого метода, которая в предлагаемом варианте не просматривается.

6. Непонятно также почему принят термин «флот», названный производителем, который им вероятно также взят произвольно.

Приведенные замечания не снижают общую положительную оценку работы соискателя.

8. Заключение.

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой на основании выполненных исследований разработаны новые научно обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, позволяющие обеспечить суверенитет ТЭК РФ и гарантировать независимость от импортных технологий.

Диссертация *«Обеспечение технологического суверенитета отраслей ТЭК Российской Федерации в условиях снижения импорта зарубежных технологий, оборудования и сервисных услуг»*, представленная на соискание ученой степени *доктора технических наук* по специальности 2.8.8. *Геотехнология, горные машины*, в виде научного доклада соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней»

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Жданеев Олег Валерьевич – заслуживает присуждения ученой степени *доктора технических наук* по специальности 2.8.8. *Геотехнология, горные машины.*

Доктор технических наук,
профессор, заслуженный деятель
науки РФ, профессор кафедры
геотехнологических способов и
физических процессов горного
производства


В. П. Дробаденко

Я, Дробаденко Валерий Павлович, даю согласие на включение своих персональных данных, в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Докторская диссертация Дробаденко Валерия Павловича защищена по научной специальности 05.15.03 – «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)
117997, Москва, Миклухо-Маклая, 23, drobadenko@mail.ru

Подпись руки *Дробаденко В.П.*
УДОСТОВЕРИЮ
Начальник отдела по работе с персоналом
Андрей - Евг. Александров
«03» 05 2023 г.

