

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.118.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ ИМ. Л. А. МЕЛЕНТЬЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17.09.2024 г. № 10

О присуждении **Максаковой Дарье Владимировне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Методический подход к исследованию перспективных направлений формирования системы газоснабжения с учётом СПГ-технологий (на примере Монголии)»** по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы принята к защите 19.04.2024 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом 24.1.118.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130, совет создан приказом Минобрнауки РФ № 78/нк от 26.01.2023 г.

Соискатель **Максакова Дарья Владимировна**, «14» марта 1995 года рождения. В 2016 году соискатель с отличием окончила бакалавриат Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Байкальский государственный университет» по направлению подготовки 38.03.01 Экономика. В 2018 году соискатель с отличием окончила магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Байкальский государственный университет» по направлению подготовки 38.04.08 Финансы и кредит. В 2023 году соискатель окончила очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, направленность Энергетические системы и комплексы (по научной специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы в соответствии с номенклатурой, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 г. № 118).

В настоящее время Максакова Дарья Владимировна работает в должности младшего научного сотрудника в отделе комплексных и региональных проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в отделе комплексных и региональных проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук **Попов Сергей Петрович**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, старший научный сотрудник отдела комплексных и региональных проблем энергетики.

Официальные оппоненты:

Медведева Оксана Николаевна, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело», профессор;

Тверской Игорь Владимирович, кандидат физико-математических наук, Акционерное общество «Газпром промгаз», научно-технический центр «Региональные системы газоснабжения», главный научный сотрудник,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»), г. Санкт-Петербург. **В своем положительном отзыве**, подписанном Мамаевым Анатолием Владимировичем, кандидатом технических наук, начальником Корпоративного научно-технического центра технологий подготовки, сжижения и переработки газа и утвержденном Эдером Леонтием Викторовичем, доктором экономических наук, профессором, заместителем Генерального директора по перспективному развитию Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ», указала, что диссертация Максаковой Дарьи Владимировны является завершенной научно-квалификационной работой и соответствует критериям пп. 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы категорий К1 и К2, и 2 статьи в научных журналах, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science.

Вклад диссертанта в подготовку статей в соавторстве оценивается как весомый. В коллективных публикациях автору принадлежат результаты, которые

относятся к теме диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Текст диссертации не содержит заимствований без ссылки на соответствующий первоисточник. Из совместных работ в диссертацию включены лишь те результаты, которые непосредственно принадлежат соискателю.

Наиболее значимые работы:

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы:

1. Максакова, Д. В. Моделирование развития газотранспортной системы Монголии с учётом возможностей международного сотрудничества / Б. Г. Санеев, С. П. Попов, Д. В. Максакова // Известия РАН. Энергетика. – 2022. – № 2. – С. 27 – 43.

2. Максакова, Д. В. Электроводородная инфраструктура в Северо-Восточной Азии / С. Попов, О. Балдынов, К. Корнеев, Д. Максакова // Энергетическая политика. – 2021. – № 3. – С. 80–97.

3. Максакова, Д. В. Газификация Монголии: возможности многостороннего сотрудничества / Б. Г. Санеев, С. П. Попов, Д. В. Максакова // Энергетическая политика. – 2020. – № 3. – С. 34–45.

4. Максакова, Д. В. Оценка прогнозов развития ветроэнергетики стран Восточной Азии / С. П. Попов, К. А. Корнеев, Д. В. Максакова // Промышленная энергетика. – 2018. – № 3. – С. 53–58.

Публикации в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science:

5. Maksakova, D. East Asian Transportation: Icebreaking into Low Carbon Future / S. Popov, O. Baldynov, K. Korneev, D. Maksakova // Johnson Matthey Technology Review. – 2020. – Vol. 64, № 3. – Pp. 338–352.

6. Максакова, Д. В. Технико-экономическая модель автономного комплекса по производству зелёного водорода и её апробация на примере Монголии и Японии / С. П. Попов, В. А. Шакиров, А. В. Колосницын, Д. В. Максакова, О. А. Балдынов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 11. – С. 124–139.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От **Казакова Александра Леонидовича**, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника отделения 2 Прикладных проблем математической физики и теории поля Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт динамики систем и теории управления имени В. М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск). Отзыв содержит три замечания: 1) Учитывая тематику диссертации, вызывает некоторое удивление отсутствие совместных публикаций с монгольскими специалистами. 2) В автореферате не указано, к какому классу оптимизационных задач относится задача (1)-(25). Вообще, задачу оптимизации следовало бы записать в более абстрактной форме для лучшего понимания её сути.

3) Имеется некоторое (относительно небольшое) количество опечаток, пунктуационных ошибок и неудачных выражений.

2. От **Васильева Павла Филипповича**, кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника, и. о. заведующего отделом электроэнергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт физико-технических проблем Севера им В. П. Ларионова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Якутск). Отзыв содержит два замечания: 1) Из автореферата неясно что представляет собой термин «СПГ тягач», обобщенный для всех способов транспортировки природного газа в форме СПГ или конкретный сухопутный? 2) При моделировании перспективной ГСС Монголии было рассмотрено четыре сценария, отличающихся масштабами газификации, какие количественные показатели разделения масштабов газификации были приняты в работе?

3. От **Дарманова Ильи Александровича**, кандидата экономических наук, начальника центра исследований энергетических рынков Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт экономики и организации управления в газовой промышленности» (г. Москва). Отзыв не содержит замечаний.

4. От **Климентьева Александра Юрьевича**, руководителя инвестиционно-аналитического отдела Постоянного представительства Республики Саха (Якутия) при Президенте Российской Федерации (г. Москва). Отзыв не содержит замечаний.

5. От **Прохорова Дмитрия Валерьевича**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника отдела проблем энергетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Якутск). Отзыв содержит три замечания: 1) Почему потребность в газовом топливе со стороны автомобильного и железнодорожного транспорта задаётся как потребность в СПГ, хотя значительная их часть эксплуатируется в крупных городах и их пригородах, где есть доступ к сетевому газу? 2) Каким образом в моделируемой ГСС учитывается надежность газоснабжения в долгосрочной перспективе? 3) В автореферате сказано, что центр зоны – это населенные пункты, где газоснабжение осуществляется по газопроводу. Тогда как на рисунке 2 автореферата населенные пункты, в которых газоснабжение будет осуществляться автомобильным транспортом в форме СПГ, указаны как центры зон.

6. От **Сэрээтэрийн Батмунх**, доктора технических наук, профессора, академика АНМ, научного руководителя Института теплотехники и промышленной экологии Монгольского государственного университета науки и технологии и **Баярын Бат-Эрдэнэ**, кандидата технических наук, профессора, директора Энергетического института Монгольского государственного университета науки и технологии (г. Улан-Батор). Отзыв не содержит замечаний.

7. От **Филимоновой Ирины Викторовны**, доктора экономических наук, профессора, заведующей лабораторий «Центр экономики недропользования нефти и газа» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск). Отзыв содержит одно замечание: при разработке схемы газоснабжающей системы Монголии необходимо было бы больше внимания уделить географическому фактору с точки зрения рельефа местности, наличия рек и переходов через них, сейсмичности и т.д. Поскольку указанные параметры могут влиять на протяжённость автомобильных дорог, трасс газопровода и, соответственно, на стоимость транспортировки и конечную цену газа.

8. От **Кобылкина Михаила Владимировича**, кандидата технических наук, доцента кафедры Энергетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет» (г. Чита). Отзыв содержит три замечания: 1) В имитационных производственно-финансовых моделях заложена реальная ставка дисконтирования r (стр. 16), позволяющая сделать вывод о том, что расчет годовой выручки ведется в реальных ценах. С учетом объемов модели, многолетних интервалов и недостатков планирования реальных цен возникает необходимость обоснования выбранного подхода и его сравнения с моделированием в номинальных ценах с учетом инфляции. 2) В тексте автореферата не представлена информация о верификации и валидации моделей. В связи с чем, возникает вопрос о том, как было проведено тестирование для выявления ошибок и какие входные данные при этом использовались? 3) В тексте автореферата не отражена оценка вычислительной сложности разработанного инструментария.

9. От **Иллерицкого Никиты Игоревича**, кандидата экономических наук, ведущего научного сотрудника Центра центральноазиатских исследований Федерального государственного автономного учреждения науки Институт Китая и современной Азии Российской академии наук (г. Москва). Отзыв содержит одно замечание: Предпосылки, которые использовались при формировании сценариев спроса на газ в Монголии целесообразно было бы представить в работе в более развернутом виде.

Замечания не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы. На замечания оппонентов и ведущей организации, а также на замечания в отзывах, поступивших на автореферат и диссертацию, соискатель привел исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов и исследований в области развития систем газоснабжения, СПГ-технологий, что подтверждается научными публикациями официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации и их способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан комплекс взаимосвязанных моделей, включающий в себя оптимизационную модель развития системы газоснабжения, имеющую в своем составе подсистему снабжения сжиженным природным газом (СПГ), и имитационные производственно-финансовые модели ее объектов, позволяющий учесть противоположно направленное влияние эффекта масштаба и уровня загрузки мощностей при оценке рациональной структуры системы газоснабжения;

предложен методический подход к исследованию перспективных направлений формирования системы газоснабжения с учетом СПГ-технологий, принципиальной особенностью которого является выделение потребности в СПГ для использования в качестве моторного топлива и автономной газификации;

доказана целесообразность использования разработанных моделей и методов для обоснования направлений развития систем газоснабжения, включающих подсистемы снабжения СПГ, в том числе при разработке прогнозов энергопотребления;

введено понятие «двухсегментная система газоснабжения», то есть система, включающая взаимосвязанные подсистемы трубопроводного транспорта природного газа и наземного/водного транспорта СПГ в криогенных резервуарах; обозначены основные особенности таких систем и способы их учета при моделировании.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказано, что использование СПГ в качестве моторного топлива и для газификации удаленных от существующих магистральных газопроводов потребителей способно существенно повлиять на рациональную структуру и динамику развития систем газоснабжения, а также на экономически обоснованные цены на газ и структуру импорта, что подтверждает востребованность предлагаемого методического подхода для исследования перспективных направлений развития систем газоснабжения;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы системных исследований в энергетике, математические оптимизационные и имитационные модели, методы оценки эффективности проектов;

изложены подход и технология исследования перспективных направлений формирования систем газоснабжения с учетом СПГ-технологий с использованием разработанных моделей развития системы газоснабжения и ее объектов, метода декомпозиции потребности в природном газе на сетевой газ и СПГ, алгоритма расчета экономически обоснованных цен на газ;

раскрыты проблемы моделирования систем газоснабжения, связанные с наличием потребности в СПГ со стороны транспортного сектора и удаленных от магистральных газопроводов потребителей, влиянием фактора целочисленности на технико-экономические показатели газоснабжающих систем;

изучены особенности существующих методических подходов и моделей для исследования направлений развития газоснабжающих систем и факторы, определяющие область их рационального использования;

проведена модернизация существующей расчетной модели системы газоснабжения Северо-Восточной Азии путем ее преобразования в оптимизационную модель, интерпретированы двойственные оценки в этой модели, актуализированы ее параметры, добавлены новые возможные маршруты поставок газа.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методический подход и модельный инструментарий для оценки рациональной структуры системы газоснабжения и соответствующих ей экономически обоснованных цен на сетевой газ и СПГ;

определены области практического применения предлагаемого методического подхода при выполнении прогнозов развития энергетики, разработке схем газоснабжения;

создана информационная база, содержащая оценочные технико-экономические показатели, предназначенные для моделирования развития систем газоснабжения, включающих подсистемы снабжения СПГ;

представлены результаты моделирования перспективной системы газоснабжения Монголии, выполнена оценка рациональной структуры импорта природного газа в зависимости от его агрегатного состояния, сформулированы научно обоснованные предложения по развитию энергетического сотрудничества между Россией и Монголией в газовой отрасли.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ выполнен численный многовариантный анализ перспективных направлений развития системы газоснабжения, включая подсистему снабжения СПГ (на примере Монголии), показана воспроизводимость исследования в различных сценарных условиях, результаты характеризуются приемлемой точностью вычислений для прогнозирования развития энергетики и разработки концептуальных схем перспективных систем газоснабжения;

теория основана на фундаментальных работах отечественных и зарубежных авторов в области развития систем газоснабжения, СПГ-технологий и использования методов математического моделирования применительно к энергетическим системам;

идея базируется на анализе тенденций развития систем газоснабжения, связанных с коммерциализацией СПГ-технологий, а также на обобщении существующих подходов к моделированию газоснабжающих систем и технико-экономическому анализу вариантов транспортировки природного газа, выявлении их возможностей и ограничений;

использованы данные, полученные автором в результате сравнительной оценки технико-экономических показателей реализованных проектов в области транспортировки природного газа, его сжижения и регазификации, официальная статистическая информация Международного энергетического агентства, данные Монгольского института экономики энергетики;

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов анализа перспективных направлений формирования системы газоснабжения Монголии с результатами, полученными другими исследователями, в том числе в рамках работы Форума стран Северо-Восточной Азии по природному газу и газопроводам;

использованы современные методы математического моделирования, в том числе смешанное целочисленное линейное программирование, корреляционный анализ, балансовые модели, и методы оценки инвестиционных проектов.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке цели и задач исследования; модернизации модели системы газоснабжения Северо-Восточной Азии путем ее преобразования в оптимизационную модель, интерпретации двойственных оценок в этой модели; разработке комплекса математических моделей для исследования перспективных направлений развития системы газоснабжения с учетом СПГ-технологий (модель развития системы газоснабжения, представленная в виде задачи смешанного целочисленного программирования, и взаимосвязанные с ней имитационные экономико-математические модели объектов системы газоснабжения); разработке алгоритма расчета экономически обоснованных цен на сетевой газ и СПГ; выявлении предпосылок к газификации Монголии на основе анализа существующего состояния и особенностей ее топливно-энергетического комплекса; реализации предложенного модельного инструментария для анализа перспективных направлений развития системы газоснабжения Монголии; формировании предложений относительно направлений газификации Монголии и сотрудничества России и Монголии по данному вопросу.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Каким образом в разработанном инструментарии реализуется взаимосвязь между моделью развития газоснабжающей системы и моделями других подсистем топливно-энергетического комплекса?

2. Какова методическая новизна работы, поскольку сравнение способов транспортировки природного газа проводилось и в других исследованиях?

3. Проводились ли ранее подобного рода исследования для Монголии?

4. Можно ли использовать предлагаемый методический подход для решения аналогичных задач для других регионов?

5. Каким образом узловые цены, полученные в результате двойственного анализа модели межгосударственной системы газоснабжения, соотносятся с экономически обоснованными ценами на газ, рассчитываемыми через дисконтированные затраты?

6. На основе каких критериев происходит дифференциация потребности в газе на сетевой газ и СПГ?

Соискатель Максакова Дарья Владимировна ответила на заданные ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию:

1. Взаимосвязь между моделью развития системы газоснабжения и моделями других систем энергетики реализуется через экономически обоснованные цены на газ, которые рассчитываются с использованием модели развития системы газоснабжения и производственно-финансовых моделей ее объектов. На основе этих цен проводится анализ межтопливной конкурентоспособности природного газа с другими энергоресурсами, по результатам которого уточняется прогнозное газопотребление.

2. Действительно, сформирована богатая методологическая база в области моделирования систем газоснабжения. Однако, традиционно СПГ отражается при моделировании косвенно, через затраты на его транспортировку, сжижение и регазификацию. В защищаемой диссертации разработана оптимизационная модель, в которой впервые отдельно представлена потребность в сетевом газе и в СПГ. Преимущество такого подхода заключается в том, что он позволяет учесть отдельные категории потребителей, которые предъявляют спрос именно на СПГ. К таким потребителям относятся: железнодорожный транспорт; грузовой автомобильный транспорт; котельные малой мощности, расположенные в небольших населенных пунктах, удаленных от магистральных газопроводов.

3. Проводились исследования, посвященные транзитному магистральному газопроводу Россия – Монголия – Китай, в рамках которых была оценена потребность в природном газе со стороны потребителей, расположенных вблизи этого газопровода. Оценка структуры и динамики развития перспективной национальной газоснабжающей системы Монголии в диссертации выполнена впервые.

4. Предлагаемый методический подход может быть использован для решения аналогичных задач и для других регионов. На его основе автором была выполнена оценка перспективных направлений развития системы газоснабжения Республики Бурятия.

5. Узловые цены в модели межгосударственной системы газоснабжения интерпретируются как внешнеторговые цены. На их основе рассчитываются цены на импортируемый газ, выступающие в качестве параметров модели развития национальной системы газоснабжения. Экономически обоснованные цены на газ в регионах страны (в данном примере аймаках Монголии) представляют собой сумму цены на импортируемый или производимый в стране газ и экономически обоснованных тарифов на его транспортировку, сжижение и регазификацию, рассчитываемых на основе дисконтированных затрат.

6. Декомпозиция потребности в природном газе осуществляется на основе трех критериев: расстояния между источником поставок газа и потребителем, объема перспективного газопотребления и назначения использования природного газа. Например, для длительных автомобильных перевозок и железнодорожных локомотивов формируется потребность именно в СПГ, поскольку этот энергоноситель позволяет достичь большего запаса хода в сравнении с сжиженным природным газом.

На заседании 17 сентября 2024 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи разработки методического подхода к исследованию перспективных направлений развития двухсегментных систем газоснабжения, включающих в себя подсистемы транспорта природного газа в различных агрегатных состояниях, позволяющего отразить спрос на СПГ со стороны транспортного сектора и удаленных от магистральных газопроводов потребителей, имеющей существенное значение для энергетической отрасли Российской Федерации, присудить Максаковой Дарье Владимировне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 – докторов наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены в разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Стенников Валерий Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Солодуша Светлана Витальевна

17.09.2024 г.