«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по науке
РХТУ им. Д.И. Менделеева
Профессор, д.х.н. Р.А. Козловский

«30» июня 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» по научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) на соискание ученой степени доктора технических наук выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» и в ООО «НИИгазэкономика».

В процессе подготовки диссертации Кисленко Николай Анатольевич, 19 октября 1971 года рождения, работал в должности генерального директора Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт экономики и организации управления в газовой промышленности» (ООО «НИИгазэкономика») и зачислен в докторантуру по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика с прикреплением к Научно-образовательному центру «Международный институт логистики ресурсосбережения и технологической инноватики» (НОЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

В 1994 году Кисленко Николай Анатольевич защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Разработка интеллектуальной объектно-ориентированной системы анализа сложных схем (на примере оптимизации химико-технологических систем)» по научной специальности 05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях в диссертационном совете Д 053.34.08, созданном на базе РХТУ имени Д. И. Менделеева.

Научный консультант – академик РАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук по специальностям 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий и 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования, директор Международного института Логистики ресурсосбережения и технологической инноватики (НОЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, профессор кафедры логистики и

экономической информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» Мешалкин Валерий Павлович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что:

1. В настоящее время при реализации проектов технологического лидерства в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) Российской Федерации возникают новые научно-исследовательские и организационно-технические проблемы, обусловленные усилением конкуренции между добывающими природный газ (ПГ) регионами мира, интенсивным развитием возобновляемых источников энергии (ВИЭ), масштабным переходом на использование электромобилей.

2. Наблюдается ухудшение структуры топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и запасов углеводородного сырья (УВС) из-за увеличения себестоимости освоения новых залежей ПГ, что снижает рентабельность предприятий ТЭК, взаимосвязанных в единую цепь поставок (ЦП) от добычи и переработки ПГ до его транспортировки и реализации. В связи с этими организационно-экономическими и научно-технологическими проблемами на первый план выходит необходимость разработки научно обоснованных системно-аналитических решений по минимизации затрат на весь цикл функционирования единой системы газоснабжения (ЕСГ), входящей в структуру ТЭК. Прежде всего это связано с требованием полной синхронизации ввода мощностей по добыче, транспорту и переработке ПГ при строительстве новых магистральных газотранспортных систем (МГТС), модернизации и капитальном ремонте действующей ЕСГ. **Единая система газоснабжения** России — это уникальная комплексная масштабная производственная организационно-экономическая система, состоящая из совокупности взаимосвязанных в цепь поставок (ЦП) подсистем добычи и транспортировки ПГ, подсистем переработки, хранения и распределения ПГ.

3. Для разработки и реализации проектов энергоресурсоэффективного развития ЕСГ в условиях обеспечения технологического лидерства и реализации технологического суверенитета РФ необходимо решать следующие актуальные важнейшие научно-исследовательские технологические задачи: совершенствование методологии оценки энергоресурсоэффективности проектов развития ЕСГ с длительной инвестиционной фазой с учетом действующих объектов ЕСГ; разработка методов рационального выбора инвестиционных проектов эффективного развития ЕСГ с различными значениями рисков при портфельной оптимизации ЕСГ.

4. Сложность решения указанных научно-исследовательских задач требует широкого применения методологии системного анализа для

разработки качественно новых научно-технологических и организационно-управленческих системно-аналитических решений по эффективному развитию ЕСГ и ТЭК в целом с использованием современных методов искусственного интеллекта (ИИ) и различных интеллектуально-вычислительных инструментов промышленной революции «Индустрия 4.0» в условиях цифровой экономики и экономики замкнутого цикла.

5. ЕСГ — это важнейший объект научных исследований при реализации следующих проектов технологического лидерства России: «Новые атомные и энергетические технологии», «Новые материалы и химия», «Средства производства и автоматизации», «Экономика данных и цифровая трансформация государства», а также национальных проектов «Экология» и «Цифровая экономика».

На основании вышеизложенного поставленная и решенная в настоящей научно-квалификационной работе новая научная проблема **разработки методологии и интеллектуально-вычислительных инструментов принятия системно-аналитических решений по эффективному развитию ЕСГ** имеет актуальное научное и стратегически важное экономическое значение для обеспечения технологического лидерства, и реализации технологического суверенитета РФ.

Научная новизна. В работе в соответствии с направлениями исследований паспорта научной специальности 2.3.1. «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» впервые:

- разработан метод принятия системно-аналитических решений по оценке эффективности использования ПГ, отличающийся применением эксергетического и теплотехнического анализа энергоэффективности, учётом эффективности потребления ПГ и химического потенциала полезного преобразования ТЭР, что позволяет рассчитывать показатели режимов функционирования и критериев экономической эффективности сложных ГТС (п. 1 области исследований);
- предложен вероятностно-статистический метод прогнозирования спроса на ПГ по различным категориям потребителей, отличающийся использованием большого массива данных проектов развития потребления ПГ с указанием уровня их текущего статуса разработки, что позволяет планировать объем ПГ и предполагаемый срок ввода в эксплуатацию объектов ГТС (п. 17 области исследований);
- разработан метод долгосрочного прогнозирования энергопотребления для различных регионов, отличающийся применением демографических показателей, обладающих достаточно устойчивой динамикой, учитывающий комплекс показателей удельного энергопотребления, что позволяет прогнозировать перспективное энергопотребление различных регионов (п. 17 области исследований);
- предложен агентно-ориентированный метод анализа баланса спроса и предложения на ПГ, отличающийся использованием агентно-

ориентированной модели реального взаимодействия агентов-участников рынка ПГ и учётом социально-экономических процессов, что позволяет анализировать и прогнозировать реальные явления на рынке спроса ПГ (п. 10 области исследований);

- разработан номограммно-аналитический метод выбора экономически эффективных поставок различных видов газосодержащих ТЭР по новым маршрутам, отличающийся применением действующих государственных, отраслевых и корпоративных нормативных документах, что позволяет учитывать специфику газовой отрасли в целом и бизнес-процессы трубопроводного транспорта ПГ, производства и реализации поставок различных видов газосодержащего сырья: сжиженного природного газа (СПГ), синтетического жидкого топлива (СЖТ) и метанола (п. 9 области исследований);
- предложена методология разработки различного вида ИНС-моделей (многослойный персептрон, рекуррентные и сверточные ИНС, гибридные ИНС), отличающаяся применением представительных обучающих выборок в виде относительно коротких временных рядов (ВР) и специальных методов построения «прокси моделей» ГТС, без процедур переобучения, а также использованием стохастических ИНС, что позволяет оценивать доверительные интервалы и повысить достоверность прогноза потребления ПГ (п. 17 области исследований);
- проведён сравнительный анализ эффективности использования различных видов ИНС-моделей прогнозирования газопотребления. Разработан комбинированный метод компьютерного анализа функционирования резервуарных парков перерабатывающих производств ПГ, отличающийся широким применением цифровых двойников (ЦД) и ИНС, что позволяет оперативно, в режиме реального времени, принимать обоснованные решения по перекачке газового конденсата (ГК) и нефтегазоконденсатной смеси (НГКС) на перерабатывающие производства ТЭК (п. 3 области исследований);
- разработана комплексная обучаемая ИНС-модель анализа сложной ГТС, отличающаяся использованием для гидравлического и теплового расчета линейных участков ГТС и активных элементов специальных прикладных программных комплексов анализа сложных ХТС и оптимизации технологических режимов транспорта ПГ, применением регламентных отраслевых нормативов, что позволяет проводить обучение ИНС с использованием различных специальных графических вычислителей (GPU-вычислений) и гидравлического калькулятора режимов работы газопроводов, что обеспечивает высокую точность расчёта параметров течения газа в газопроводе (п. 3 области исследований);
- предложен оригинальный фасетно-иерархический метод автоматизированного составления систем уравнений материально-энергетического баланса аппаратов и подсистем ГТС, отличающийся использованием оригинального формализованного понятия - множество фа-

сетов для выполнения типовых расчётных балансовых процедур, что позволяет идентифицировать места потерь вещества и энергии в ГТС, а также оценивать влияние найденных потерь на энергоресурсоэффективность и экологическую безопасность всей химико-энерготехнологической системы (п. 10 области исследований);

- разработан метод принятия решений по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов поставок газа по новым экспортным направлениям, отличающийся учётом специфики газовой отрасли и бизнес-процессов трубопроводной транспортировки газа по показателям капитальных и эксплуатационных затрат, показателям налогообложения, рекомендаций по источникам исходных данных для оперативного расчета стоимости поставок газа, учётом действующих государственных и отраслевых нормативных документов, что позволяет определять прогнозный объем поставки СПГ потребителям исходя из спроса на газ и возможных потерь газа при его транспортировке и сжижении (п. 3 области исследований);
- предложена методология выбора рациональных комплексных инвестиционных проектов эффективного развития ЕСГ, отличающаяся применением системно-аналитического сценарного подхода к анализу развития мощностей отдельных предприятий и подсистем ЕСГ, учётом спроса на ПГ и сроков реализации проектов, что позволяет научно-обосновано определять приоритетность разработки и реализации комплексных инвестиционных проектов эффективного развития ЕСГ (п. 10 области исследований);
- разработан системно-аналитический метод актуализации основных технико-экономических показателей (ТЭП) и мониторинга реализации инвестиционных проектов эффективного развития ЕСГ, отличающийся применением автоматизированных процедур сбора больших массивов новых исходных данных по специальным разработанным шаблонам, процедур расчёта технико-экономических критериев - степени обеспечения газом внутренних потребителей и поставок на экспорт, что позволяет обеспечить выполнение плановых отборов из подземных хранилищ газа (ПХГ) и минимизировать условно-переменные затраты (п. 10 области исследований);
- предложен метод оптимального размещения систем контроля теплотворной способности транспортируемого ПГ, отличающийся применением процедур размещения аналитического и контрольно-измерительного оборудования на ГТС и достоверного расчёта теплотворной способности ПГ, что позволяет формировать направления товарных потоков ПГ для обеспечения оптимального энергоресурсоэффективного использования ПГ на различных предприятиях (п. 10 области исследований);

Теоретическая и практическая значимость работы

- разработан программный комплекс анализа долгосрочной стратегии эффективности развития ТЭК, который реализует разработанную

методологию принятия решений по организации поставок ПГ в ЕСГ и НС-методы прогнозирования эффективного потребления ПГ (п. 10 области исследований);

- разработан специализированный пакет программ операции сбора, обработки и анализа больших массивов данных, применение которого позволяет формировать достоверные данные по объемам геологоразведки, добычи и импорта газа, а также рассчитывать соответствующие им экономические показатели (п. 9 области исследований);
- разработан специализированный пакет программ анализа эффективного развития и функционирования объектов ЕСГ, практически используемый для анализа трубопроводных систем энергетики, что позволяет определять оптимальные управляющие воздействия в крупномасштабных трубопроводных системах энергетики (п. 9 области исследований);
- разработана программа имитационного ИНС-моделирования объектов ГТС на основе построения ИНС-моделей отдельных объектов ГТС, которая обеспечивает решение следующих важных инженерно-технических задач в ГТС: определение достаточности производственных мощностей для удовлетворения спроса на газ при различных вариантах реализации штатных и пиковых режимов работы ЕСГ, определение минимума потребления ТЭР на компрессорных станциях в стационарных и переходных режимах, рассчитать возможность сглаживания неравномерности потребления за счет запаса газа в ГТС и др. (п. 9 области исследований);
- разработана программа НС-моделирования и оптимизации крупномасштабной трубопроводной системы, которая используется при разработке бизнес-процессов управления функционированием и развитием крупных ГТС (п. 9 области исследований);
- разработан комплекс программ дистанционного мониторинга состояния территориально-распределенных объектов сложной углеводородной гидравлической цепи (п. 9 области исследований);
- практически использована методология принятия управленческих решений по выбору эффективной организации поставок ПГ для оптимальной диверсификации рынка сбыта ПГ, оценки экономической эффективности раз-личных способов поставки ПГ до потребителей с учетом возможности его преобразования в другие формы и замещения другими видами ТЭР или сырья на основе формирования денежных потоков, капитальных вложений, эксплуатационных затрат, амортизационных отчислений, налогов и сборов и др. (п. 5 области исследований);
- практически использована методика принятия системно-аналитических решений по выводу из эксплуатации избыточных газотранспортных мощностей, с рациональным использованием основных производственных фондов при транспорте газа с учетом долгосрочных прогнозных потоков по ГТС ЕСГ (п. 5 области исследований);
- на основе предложенных организационно-технических решений

выполнен расчет капитальных вложений в объекты добычи и транспорта газа при раздельных поставках в ГТС этансодержащего газа, стоимости на объектах добычи, транспортных затрат и цен на этансодержащий газ (п. 5 области исследований);

• практически использована методика формирования перспективного пикового баланса газа по ЕСГ России на десятилетний период для заблаговременного принятия организационно-управленческих решений, по наиболее эффективному прохождению периода пикового потребления газа; разработана стратегия обеспечения надежного газоснабжения потребителей и выполнения контрактных обязательств в условиях пикового спроса на газ (п. 10 области исследований);

Теоретическая значимость научно-квалификационной работы состоит в разработке научно-обоснованной методологии и интеллектуально-вычислительных инструментов принятия системно-аналитических решений по энергоресурсоэффективному развитию ЕСГ, что вносит определённый вклад в развитие теории сложных производственно-организационно-экономических систем, к которым относятся ГТС, ХТС и теплоэнергетические системы.

Достоверность предложенных научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена корректным использованием общих принципов системного анализа, методов теории ИИ, а также многочисленными вычисли-тельными экспериментами, корректностью математической обработки больших массивов статистических данных и результатами практического применения проведенных научных исследований для оценки эффективности реализуемых инвестиционных проектов развития ЕСГ, при разработке специальных программ долгосрочного развития ПАО «Газпром» до 2030г.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также чёткостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 90 статьях, получены 8 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 2 патента на изобретение. Опубликовано шесть монографий.

Научные результаты диссертации использованы при подготовке докладов на более чем 250 международных и отечественных научно-технических конференциях, совещаниях в Министерстве энергетики РФ и ПАО «Газпром».

Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих международных научно-технических конференциях и совещаниях:

Международный технологический конгресс «Новые высокие технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи» (Томск, 2006); Конференция к юбилею ООО «НИИгазэкономика» «Устойчивое развитие и максимизация прибыли» (Москва, 2017); Конференция к юбилею

ООО «НИИгазэкономика» «Критерии подобия при анализе макроэнергетических систем» (Москва, 2017); VIII Международная научно-техническая конференция «Прогнозирование величины запаса газа в ГТС на основе статистической информации» (Москва, 2019); VIII Международная научно-техническая конференция «Проблемы оценки изменения состава природного газа при его транспортировке по ЕСГ РФ» (Москва, 2019); VII Международная научно-техническая конференция «Моделирование, оптимизация и управление режимами работы ЕСГ России с применением технологий искусственного интеллекта» (Москва, 2021); 24th World Gas Conference. "Methodical approaches to drawing up strategy of gas industry integrated development in Latin America" (Buenos Aires, 2009); 18-е заседание Всероссийского научного семинара «Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем» ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН «Опыт и перспективы применения математического аппарата, вычислительных алгоритмов и компьютерных технологий машинного обучения в задачах исследования функционирования и развития систем газоснабжения» (Иркутск, 2022) и других конференциях.

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных

1. Мешалкин В.П., Скобелев Д.О., Попов А.Ю., Гусева Т.В., Малкова А.В., Кисленко Н.А. Приоритетные направления формирования технологического суверенитета в нефтеперерабатывающей отрасли // Теоретические основы химической технологии. – 2026. – Т. 60, № 2. – С. 5–15.

2. Кисленко Н.А., Казак А.С., Олейников А.В., Белинский А.В., Малетин А.В. Анализ и выбор математических уравнений нестационарного течения газа для машинного обучения прокси-моделей магистральных газопроводов // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2025. – № 6. – С. 32–42.

3. Кисленко Н.А., Панкратов С.Н., Дедкова В.В., Белинский А.В., Горлов Д.В., Казак А.С. Практическая реализация применения нейросетевых моделей для моделирования сложных газотранспортных систем большой размерности // Автоматизация и информатизация ТЭК. Математическое моделирование и программное обеспечение. – 2024. – № 9. – С. 33–41.

4. Кисленко Н.А., Панкратов С.Н., Дедкова В.В., Круглова Н.А., Белинский А.В., Горлов Д.В., Пятышев И.А., Казак А.С. Построение модели верхнего уровня агрегации для имитационных расчетов нестационарных режимов работы газотранспортной системы Единой системы газоснабжения // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2024. – № 11. – С. 53–61.

5. Кисленко Н.А. Методический подход к оценке стоимости поставок газа по новым маршрутам // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2023. – № 10. –С. 17–24.

6. Кисленко Н.А. Управление отбором газа при остановке подводного газопровода высокого давления / Н.А. Кисленко, В.С. Кулик // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2022. – № 2. – С. 17–21.

7. Кисленко Н.А., Белинский А.В., Казак А.С., Белинская О.И. Об обоснованности применения, современном состоянии и некоторых перспективах развития нейросетевых моделей Единой системы газоснабжения России // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2022. – № 5 (586).

8. Кисленко Н.А., Белинский А.В., Казак А.С., Белинская О.И. Краткосрочное стохастическое прогнозирование динамики потоков и запасов газа в Единой системе газоснабжения России на основе рекуррентных нейронных сетей // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2021. – № 9 (578), сентябрь. – С. 27–36.

9. Кисленко Н.А., Казак А.С., Горлов Д.В., Постникова И.В. Задача идентификации состава газа в ГТС ЕСГ // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 29–35.

10. Кисленко Н.А., Казак А.С., Горлов Д.В., Постникова И.В. Задача моделирования и оптимизации поставок газа по ЕСГ с учетом показателей качества газа // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 36–41.

11. Кисленко Н.А., Казак А.С., Косова К.О. Анализ ретроспективных данных по динамике запаса газа в зависимости от балансовых показателей режимов эксплуатации ГТС // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 6–14.

12. Кисленко Н.А., Казак А.С., Косова К.О. Идентификация факторов, определяющих запас газа в ГТС, на основе анализа физических законов течения газа // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 15–21.

13. Кисленко Н.А., Казак А.С., Косова К.О. Регрессионный подход к прогнозу запаса газа в ГТС // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 22–28.

14. Кисленко Н.А., Соколова Н.А., Ляшенко В.А., Кулик В.С. Подходы к портфельной оптимизации стратегии освоения месторождений разных регионов газодобычи // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 42–49.

15. Литвин Ю.В., Кисленко Н.А., Кулик В.С., Шрейдер А.А., Мозговой В.С., Хабибуллин Д.Я. Автоматизация построения плана проведения геологоразведочных работ с использованием методов математического программирования // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 50–55.

16. Кисленко Н.А., Литвин Ю.В., Магдеев Р.А. Использование ключевых показателей эффективности в автоматизации процессов управления научными организациями нефтегазовой отрасли // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2009. – № 5. – С. 8–15.

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК

1. Казак К.А., Гитман И.С., Казак А.С., Кисленко Н.А. Формирование приоритетов реализации проектов поставок газа потребителям на основании

методов нечеткой логики // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 2-2 (32). – С. 256–262.

2. Кисленко Н.А., Казак К.А., Казак А.С., Кнотько В.В. Нейросетевое прогнозирование параметров ГТС // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 1 (31). – С. 56–60.

3. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Применение авторегрессионной модели для улучшения качества прогноза // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-2 (30). – С. 247–249.

4. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Вероятностная методика оценки работоспособности датчиков // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-2 (30). – С. 249–251.

5. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Корректировка диспетчерских данных методом частичного сглаживания // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-1 (30). – С. 152–155.

6. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Регрессионный анализ технологических характеристик ГТС // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-1 (30). – С. 155–159.

Публикации в прочих изданиях

1. Аксютин О.Е., Недзвецкий М.Ю., Середенок В.А., Кисленко Н.А. Результаты реализации проекта «Цифрового двойник» геолого-технологической модели: продуктивные пласты – скважины – газосборная сеть – пункт переключающей арматуры Южно-Русского месторождения // Газовая промышленность. – 2026. – № 4. – С. 76–83.

2. Панкратов С.Н., Кисленко Н.А., Дедкова В.В., Белинский А.В., Круглова Н.А. Модели имитации и планирования нестационарных режимов работы газотранспортных систем на верхнем уровне диспетчерского управления системами газоснабжения с применением методов машинного обучения // Газовая промышленность. – 2026. – № S1. – С. 72–80.

3. Кисленко Н.А., Барабанова Ю.А., Белинский А.В., Васильев Г.И., Седов А.М., Филипьев Н.А. Искусственный интеллект в управлении инвестиционной деятельностью: текущее состояние и перспективы развития // Газовая промышленность. – 2025. – № 8 (885). – С. 110–123.

4. Кисленко Н.А., Лебедев Ю.В., Карпенко С.П., Литвин Ю.В., Обухов О.Е., Кулик В.С. Имитационно-аналитический комплекс моделирования предприятий нефтегазопереработки как инструмент повышения точности планирования и поддержки принятия управленческих решений // Газовая промышленность. – 2025. – № S3 (886). – С. 140–152.

5. Кисленко Н.А., Мешалкин В.П. Метод компьютерного структурно-функционального анализа газовой промышленности, как сложной подсистемы топливно-энергетического комплекса // Математические методы в технике и технологиях. – 2025. – № 12-2. – С. 39–43.

6. Кисленко Н.А., Белинский А.В., Казак А.С. Методы, алгоритмы и инструменты моделирования и оптимизации режимов работы Единой

системы газоснабжения России на основе технологий искусственного интеллекта // Газовая промышленность. – 2021. – № 9 (821). – С. 88–96.

7. Кисленко Н.А., Литвин Ю.В., Соколова Н.А., Кулик В.С., Шрейдер А.А., Щекалев Р.В. Разработка комплекса программ поддержки принятия решения по проведению геологоразведочных работ нефтегазовой компании // Газовая промышленность. – 2021. – № S2. – С. 108–113.

8. Кисленко Н.А., Литвин Ю.В., Ахмедсафин С.К., Щекалев Р.В. Единая система управления проектами и портфелями проектов геологоразведочных работ // Газовая промышленность. – 2020. – № 1 (795). – С. 98–103.

9. Kislenko N., Sukharev M., Kazak A., Fomina E. Study on Multi-Component Flows in Gas Transmission Systems (Flow and Measurement Processing Models) // Energy Systems Research. – 2019. – Vol. 2, No. 3. – P. 29–32.

10. Кисленко Н.А., Копылова Ю.С. Учет климатического фактора при оценке потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран и регионов // Вестник университета. – 2019. – № 4. – С. 106–110.\

11. Кисленко Н.А., Копылова Ю.С., Маланичева Н.В. Системный подход к оценке потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран и регионов // Вестник Университета. – 2019. – № 8. – С. 90–95.

12. Кисленко Н.А., Копылова Ю.С., Маланичева Н.В. Учет динамики промышленного производства при оценке потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран и регионов // Вестник Университета. – 2019. – № 9. – С. 125–130.

13. Кисленко Н.А. Проблемы моделирования управленческих решений развития газовой промышленности // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2012. – № 20. – С. 102–106.

14. Гафаров Н.А., Кисленко Н.А., Гервиц Е.С. Эксерго-экономический подход как универсальный метод анализа эффективности энергетических систем и процессов // Газовая промышленность. – 2012. – № 6. – С. 10–15.

15. Кисленко Н.А. Энергия мысли – эффективность решений // Газовая промышленность. – 2012. – № 8. – С. 10–13.

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах)

1. Кисленко Н.А. Применение методов системного анализа для разработки стратегии развития газовой отрасли / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXXIII Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки и технологии». – Тула, 2024. – С. 327–328.

2. Кисленко Н.А. Программный инструментарий планирования развития газовой отрасли / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады III Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Экология и техносферная безопасность». – Тула, 2024. – С. 78–81.

3. Кисленко Н.А. Анализ тенденций развития ТЭК как сложный системы / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXVIII Международной научно-

практической конференции «Приоритетные направления развития науки и технологии». – Тула, 2023. – С. 232–233.

4. Кисленко Н.А. Основные принципы синхронизации развития газовой отрасли на этапе синтеза / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады II Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Экология и техносферная безопасность». – Тула, 2023. – С. 198–199.

5. Кисленко Н.А. Идентификация факторов и оценка уровня их влияния на баланс газа / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXX Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки технологии». – Тула, 2022. – С. 230–233.

6. Кисленко Н.А. Моделирование глобальной энергетики для формирования стратегии развития газовой отрасли / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXXI Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки технологии». – Тула, 2022. – С. 299–295.

7. Кисленко Н.А. Анализ тенденций развития глобальной энергетики как сложной системы ТЭК / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXIX Международной научно-практической конференции Приоритетные направления развития науки и технологии. – Тула, 2021. – С. 181–182.

8. Кисленко Н.А. Проблемы оценки изменения состава природного газа при его транспортировке по ЕСГ РФ / Н.А. Кисленко, М.Г. Сухарев, А.С. Казак // Доклады VIII Международной научно-технической конференции «Газотранспортные системы: настоящее и будущее (GTS-2019)». – Тула, 2019. – С. 17.

Свидетельства о результатах интеллектуальной деятельности

1. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026680239. Программный модуль автоматизации операций в среде электронных таблиц системы / Н.А. Кисленко. – № 2026668087; опубл. 10.07.2026.

2. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026680238. Надстройка управления и создания нейросетевых моделей с указанием параметров функционирования для программного пакета Neural Bench / Н.А. Кисленко. – № 2026668084; опубл. 10.07.2026.

3. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026680237. Универсальный идентификатор Газплан / Н.А. Кисленко. – № 2026668083; опубл. 10.07.2026.

4. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026610617. Программа удаленного контроля параметров сложной углеводородной гидравлической цепи магистральной газотранспортной системы / Н.А. Кисленко, В.П. Мешалкин. – № 2025697836; опубл. 14.01.2026.

5. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2025697879. Программа мониторинга территориально-распределенных

объектов сложной углеводородной гидравлической цепи / Н.А. Кисленко, В.П. Мешалкин. – № 2025696954; опубл. 26.12.2025.

6. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2025697052. Программа дистанционного мониторинга технологических параметров сложной углеводородной гидравлической цепи / Н.А. Кисленко, В.П. Мешалкин. – № 2025696116; опубл. 22.12.2025.

7. Патент на изобретение RU 2820047 C1. Способ оптимального управления крупномасштабными трубопроводными системами энергетики с применением технологии искусственного интеллекта / Н.А. Кисленко, А.С. Казак, А.В. Белинский [и др.]. – № 2023134093; заявл. от 20.12.2023; опубл. 28.05.2024.

8. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2022668875. Нейросетевые имитационные модели объектов газотранспортной системы Единой системы газоснабжения России / Н.А. Кисленко, А.В. Белинский, А.С. Казак. – № 2022668265; опубл. 12.10.2022.

9. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2022668876. Нейросетевая оптимизационная модель крупномасштабной трубопроводной системы энергетики / Н.А. Кисленко, А.В. Белинский, А.С. Казак. – № 2022668269; опубл. 12.10.2022.

10. Патент на изобретение RU 2733969 C1. Способ уточненной оценки показателей качества природного газа при его транспортировке по газотранспортной системе / Н.А. Кисленко, М.Г. Сухарев, А.С. Казак, Е.В. Фомина. – № 2020106144; заявл. от 10.02.2020; опубл. 08.10.2020.

Монографии

1. Кисленко Н.А., Казак А.С., Чионов А.М. [и др.]. От простого к сложному: Иерархический поход к расчетам магистральных газопроводов как сложных систем / под общ. ред. А.С. Казака. – М.: НИИгазэкономика, 2021. – 320 с.

2. Кириченко О.С., Кисленко Н.А., Комзолов А.А. [и др.]. Комплексная методология анализа эффективности и рисков инвестиционных проектов в газовой промышленности: монография. – М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2009. – 168 с.

3. Samsonov R., Kazak A., Bashkin V., Kislenko N. Master plan methodology for gas industry development Moscow, Scientific World // Research & Development Institute of Natural Gases and Technologies – VNIIGAZ/ GAZPROM. – 2007. – 302 p.

4. Кисленко Н.А., Сторонский Н.М., Постников В.Д. Трубопроводные системы энергетики: модели приложения, информационные технологии. – М.: Нефть и газ, 2000. – 320 с.

В диссертационной работе решены научная проблема и совокупность научно-технических задач, соответствующие следующим пунктам области исследований специальности 2.3.1. —Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

ппс.1 «Теоретические основы и методы системного анализа,

оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта»;

ппс.3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и ИИ»;

ппс.5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и ИИ»;

ппс.9 «Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов»;

ппс.10 «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах»;

ппс.17 «Прикладные статистические исследования, направленные на выявление, измерение, анализ, прогнозирование, моделирование складывающейся конъюнктуры и разработки перспективных вариантов развития сложных систем».

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Кисленко Николая Анатольевича является завершенной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены комплексные научные результаты по разработке методологии, интеллектуально вычислительных инструментов и комплексов программ по принятию системно-аналитических решений по эффективному развитию Единой системы газоснабжения, как части Топливно-энергетического Комплекса Российской Федерации, с учетом использования различных видов топливно-энергетических ресурсов, ввода в эксплуатацию новых месторождений природного газа как в регионах России, так и в зарубежных странах, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научно-техническом уровне с применением современных методов системного анализа, методов переработки больших массивов данных, методов математического моделирования, вероятностно-статистических методов и методов теории искусственных нейронных сетей. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты получены лично Кисленко Николаем Анатольевичем; указанные научные результаты оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью, реализация которых обеспечивает достижение технологического лидерства и технологического суверенитета Российской Федерации.

С учётом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на

тему: «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Диссертация рассмотрена на заседании научно-технического семинара Международного Института Логистики Ресурсосбережения и Технологической Инноватики (НОЦ) ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» с участием членов диссертационного совета РХТУ.2.6.10 по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки), состоявшемся «19» июня 2026 года, протокол №5.

В обсуждении приняли участие:

академик РАН, д.т.н., профессор Мешалкин В.П.; д.ф.-м.н., профессор Бутусов О.Б.; д.т.н., профессор Челноков В.В.; д.т.н., профессор Казак А.С.; к.т.н., доцент Василенко В.А.; д.т.н., профессор Егоров А.Ф.; д.т.н., профессор Савицкая Т.В.; д.т.н., профессор Бессарабов А.М.; д.т.н., профессор Меньшутина Н.В.; д.т.н., профессор Гордиенко М.Г.; д.т.н., профессор Налётов А.Ю.; д.т.н., профессор Бобков В.И.; д.т.н., профессор Дли М.И., д.э.н., доцент Булыгина О.В.; д.т.н., профессор Большаков А.А.; д.т.н., профессор Верёвкин А.П.; д.х.н., профессор, член-корреспондент РАН Федоров М.В. д.т.н., член-корреспондент РАН Колмаков А.Г. д.т.н., профессор Будкин Ю.В. д.х.н., профессор Павлов А.А., д.э.н., профессор Карзаева Н.Н., к.т.н., доцент Аверина Ю.М.

Принимало участие в голосовании 22 человека. Результаты голосования: «За» – 22 человека, «Против» – 0 человек, «Воздержались» – 0 человек, протокол № 5 от «19» июня 2026 г.

Председатель заседания
профессор кафедры
кибернетики химико-технологических процессов,
д.т.н., профессор А.Ф. Егоров

Секретарь заседания
доцент кафедры
информационных компьютерных технологий,
к.т.н. В.А. Василенко

директор НОЦ «МИ-ЛРТИ»,
академик РАН, д.т.н.
В.П. Мешалкин



«УТВЕРЖДАЮ»
Врио, исполняющий обязанности
генерального директора
ООО «НИИгазэкономика»
А.О. Алексеев
_____
«10» июня 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) на тему: «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» выполнена в обществе с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт экономики и организации управления в газовой промышленности» (ООО «НИИгазэкономика») и в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ имени Д.И. Менделеева).

Кисленко Николай Анатольевич в 1994 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.13.16 Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях на тему: «Разработка интеллектуальной объектно-ориентированной системы анализа сложных схем (на примере оптимизации химико-технологических систем)» в диссертационном совете Д 053.34.08 на базе РХТУ имени Д.И. Менделеева.

Во время подготовки диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук Кисленко Николай Анатольевич, 19 октября 1971 года рождения, работал в должности генерального директора ООО «НИИгазэкономика» и был зачислен в докторантуру по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика с прикреплением к Научно-образовательному центру «Международный институт логистики ресурсосбережения и технологической инноватики» (НОЦ) РХТУ имени Д.И. Менделеева.

Научный консультант – академик РАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук по специальностям 05.17.08 Процессы и аппараты химических технологий и 05.13.12 Системы

автоматизации проектирования, директор Международного института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики (НОЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, профессор кафедры логистики и экономической информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» Мешалкин Валерий Павлович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» принято следующее заключение.

Актуальность. В настоящее время газовая отрасль Российской Федерации сталкивается с серьезными вызовами. С одной стороны, отмечается усиление конкуренции между добывающими регионами, высокая степень реализации программ интенсивного развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ), получение «зеленого» водорода и переход на электромобили. С другой стороны, наблюдается ухудшение структуры ресурсов и запасов углеводородного сырья в сторону увеличения себестоимости освоения (трудноизвлекаемые, шельфовые и мелкие месторождения), что зачастую делает нерентабельным процесс добычи газа, его транспортировки и реализации. В этих условиях на первый план выходит необходимость решения задач системной минимизации затрат на весь цикл функционирования газовой отрасли, что связано, прежде всего, с требованием полной синхронизации ввода мощностей в добыче, переработке и транспорте газа при новом строительстве, модернизации и капитальном ремонте.

С учетом вышеизложенного необходимо решить ряд следующих приоритетных научно-практических проблем:

– совершенствование методологии оценки эффективности инвестиционных нефтегазовых проектов с длительной инвестиционной фазой в увязке с действующими объектами газовой отрасли как единой системы;

– разработка методологии рационального выбора инвестиционных нефтегазовых проектов с различными уровнями рисков при портфельной системной оптимизации.

Сложность решения поставленных научно-исследовательских проблем требует широкого применения методологии системного анализа для разработки качественно новых научно-технологических и организационно-управленческих системно-аналитических решений по эффективному развитию ЕСГ и ТЭК в целом с использованием современных методов искусственного интеллекта (ИИ) и различных интеллектуально-вычислительных инструментов промышленной революции «Индустрия 4.0» в условиях цифровой экономики и экономики замкнутого цикла.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является создание на основе методов системного анализа искусственного интеллекта единого инструментария планирования развития газовой отрасли.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. Провести аналитический обзор основных современных НИР по методам системного анализа и планирования эффективного развития ТЭК и единой системы газоснабжения РФ.

2. Разработать метод долгосрочного прогнозирования энергопотребления для различных регионов мира и субъектов Российской Федерации.

3. Разработать метод принятия системно-аналитических решений по оценке эффективности использования природного газа.

4. Разработать вероятностно-статистический метод прогнозирования спроса на природный газ для различных категорий потребителей.

5. Научно обосновать специфику применения искусственных нейронных сетей (ИНС) для прогнозирования потребления природного газа в ЕСГ. Предложить методологию разработки различного вида ИНС-моделей долгосрочного прогнозирования потребления природного газа. Выполнить системный анализ эффективности использования различных видов ИНС-моделей для прогнозирования газопотребления.

6. Разработать агентно-ориентированный метод анализа баланса спроса и предложения на природный газ.

7. Разработать номограммно-аналитический метод выбора экономически эффективных поставок различных видов газосодержащих ТЭР по новым маршрутам.

8. Разработать комбинированный метод компьютеризированного анализа функционирования перерабатывающих производств природного газа в ТЭК.

9. Разработать математическую постановку и метод решения задачи оптимизации эффективности комплексной ГТС с использованием обучаемой НС-модели.

10. Разработать метод оптимального размещения станций контроля теплотворной способности транспортируемого природного газа в структуре ГТС.

11. Предложить метод автоматического составления материально-энергетических балансов производств газовой отрасли как сложных химико-энерготехнологических систем.

12. Предложить методы принятия решений по оценке экономической эффективности и выбору рациональных инвестиционных проектов.

13. Разработать архитектуру и режимы функционирования комплекса пакетов программ принятия системно-аналитических решений по эффективному развитию ЕСГ в целом и мониторингу функционирования основных объектов ЕСГ.

14. Практически применить основные результаты выполненных НИР в различных производственно-технических и организационно-управленческих ведомственных и отраслевых разработках.

Область исследования. Работа выполнена в соответствии с паспортом специальности: 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) и 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы».

Объект исследования: газовая отрасль, как сложная интегрированная система производителей, поставщиков и потребителей природного газа, государственных органов и регуляторов на уровне страны с учетом региональных особенностей.

Предмет исследования: большеразмерные задачи моделирования развития газовой отрасли с применением методов системного анализа, искусственного интеллекта, статистического и нечетко-множественного анализа, теории принятия решений, методы среднесрочного и долгосрочного прогнозирования, агентного моделирования, финансового и экономического анализа, системного анализа, вероятностного прогнозирования, оптимизации потоковых задач и нейросетевых моделей.

Научная новизна диссертационной работы

1. Разработан метод долгосрочного прогнозирования энергопотребления в различных регионах, отличающийся применением анализа комплекса демографических показателей и механизмами учета удельного энергопотребления, что позволяет прогнозировать перспективное энергопотребление различных регионов.

2. Разработан метод принятия системно-аналитических решений по оценке эффективности использования ПГ, отличающийся применением методов эксергетического и теплотехнического анализа энергоэффективности, учетом эффективности потребления ПГ и химического потенциала полезного преобразования ТЭР, что позволяет рассчитывать показатели режимов функционирования и критерии экономической эффективности сложных ГТС.

3. Предложен вероятностно-статистический метод прогнозирования спроса на ПГ по различным категориям потребителей, отличающийся использованием большого массива данных из проектов развития потребления ПГ с указанием уровня их текущего статуса разработки, что позволяет планировать объем ПГ и предполагаемый срок ввода в эксплуатацию объектов ГТС.

4. Предложен агентно-ориентированный метод анализа баланса спроса и предложения на ПГ, отличающийся использованием агентно-ориентированной модели реального взаимодействия агентов-участников рынка ПГ и учетом социально-экономических процессов, что позволяет анализировать и прогнозировать реальную ситуацию на рынке спроса ПГ.

5. Разработан номограммно-аналитический метод выбора экономически эффективных поставок различных видов газосодержащих ТЭР по новым маршрутам, отличающийся применением действующих государственных, отраслевых и корпоративных нормативных документах, что позволяет учитывать специфику газовой отрасли в целом и бизнес-процессы трубопроводного транспорта ПГ, производства и реализации поставок

различных видов газосодержащего сырья: сжиженного природного газа (СПГ), синтетического жидкого топлива (СЖТ) и метанола.

6. Предложена методология разработки различного вида ИНС-моделей, отличающаяся применением представительных обучающих выборок в виде относительно коротких временных рядов и специальных методов построения аппроксимационных моделей ГТС без процедур переобучения, а также использованием стохастических ИНС, что позволяет оценивать доверительные интервалы и повысить достоверность прогноза потребления ПГ. Выполнен сравнительный анализ эффективности использования различных видов ИНС-моделей прогнозирования газопотребления.

7. Разработан комбинированный метод компьютерного анализа функционирования перерабатывающих производств ПГ, отличающийся широким применением цифровых двойников (ЦД) и ИНС, что позволяет оперативно, в режиме реального времени, принимать обоснованные организационно-управленческие решения по переработке газового конденсата (ГК) и нефтегазоконденсатной смеси (НГКС) на перерабатывающих производствах ТЭК.

8. Разработана комплексная обучаемая ИНС-модель анализа сложной ГТС, отличающаяся использованием для гидравлического и теплового расчета линейных участков ГТС и активных элементов ГТС специальных прикладных программных комплексов анализа сложных ХТС и оптимизации технологических режимов транспорта ПГ, а также применением регламентных отраслевых нормативов, что позволяет проводить обучение ИНС с использованием различных специальных графических вычислителей (*GPU*-вычислений) и гидравлического калькулятора режимов работы газопроводов, что обеспечивает высокую точность расчета параметров течения газа в газопроводах.

9. Предложен метод оптимального размещения систем контроля теплотворной способности транспортируемого ПГ, отличающийся применением процедур оптимального размещения аналитического и контрольно-измерительного оборудования на участках ГТС и достоверного расчета теплотворной способности ПГ, что позволяет формировать направления товарных потоков ПГ для обеспечения оптимального энергоресурсоэффективного использования ПГ на различных предприятиях ГТС.

10. Предложен фасетно-иерархический метод автоматизированного составления и решения систем уравнений материально-энергетического баланса аппаратов и подсистем ГТС, представляющих собой сложные ХТС и ХЭТС, отличающийся использованием оригинального формализованного понятия - множество фасетов — специальных модулей для выполнения типовых расчетных балансовых процедур, что позволяет рассчитывать показатели удельной ресурсоэнергоемкости ГТС, идентифицировать места потерь вещества и энергии в ГТС, а также оценивать влияние найденных потерь на энергоресурсоэффективность и экологическую безопасность всей ГТС.

11. Разработан метод принятия решений по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов развития систем газоснабжения в условиях неопределенности, отличающийся учетом специфики газовой отрасли и бизнес-процессов трубопроводной транспортировки ПГ по показателям приведенных затрат, показателям налогообложения, рекомендаций по источникам исходных данных для оперативного расчета стоимости поставок газа, учетом действующих государственных и отраслевых нормативных документов, что позволяет определять ресурсоэнергоемкости и прогнозный объем поставки газа потребителям, исходя из спроса на газ и возможных потерь газа при его транспортировке и сжижении.

12. Предложена методология выбора рациональных комплексных инновационных проектов эффективного развития ЕСГ, отличающаяся применением системно-аналитического сценарного подхода к анализу развития мощностей отдельных предприятий и подсистем ЕСГ, учетом спроса на ПГ и сроков реализации проектов, что позволяет научно обоснованно определять приоритетность разработки и реализации рациональных комплексных инновационных проектов эффективного развития ЕСГ.

13. Разработан системно-аналитический метод актуализации основных технико-экономических показателей и мониторинга реализации инвестиционных проектов эффективного развития ЕСГ, отличающийся применением автоматизированных процедур сбора и переработки больших массивов новых исходных данных применением специальных разработанных шаблонов, процедур расчета технико-экономических критериев — степени обеспечения газом внутренних потребителей и поставок ПГ на экспорт, что позволяет обеспечить выполнение плановых отборов из подземных хранилищ газа (ПХГ) и минимизировать условно-переменные затраты.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость исследования состоит в разработке и реализации алгоритмов и программ предложенных комплексных подходов к развитию как отдельных подсистем газовой отрасли, так всей сложной системы в целом.

В качестве примеров практического использования предложенных подходов можно выделить работы по разработке и корректировке следующих материалов:

– Генеральная схема развития газовой отрасли до 2035 года;

– Программы 10-летнего развития ПАО «Газпром»;

– Программа по выводу из эксплуатации избыточных газотранспортных мощностей;

– Программа определения теплотворной способности перекачиваемого газа по ГТС ЕСГ;

– Предложения по раздельной транспортировке газа в зависимости от степени содержания С2+ и возможной его переработки в точках, приближенных к целевым рынкам;

– Формирования пикового баланса газа по ЕСГ России на десятилетний период с учетом возможности использования запасов газа в трубопроводах.

Основные положения диссертации получили полное отражение в

90 статьях, получены 8 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 2 патента на изобретение. Опубликовано шесть монографий.

Научные результаты диссертации использованы при подготовке докладов на более чем 250 международных и отечественных научно-технических конференциях, совещаниях в Министерстве энергетики РФ и ПАО «Газпром».

Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих международных научно-технических конференциях и совещаниях: Международный технологический конгресс «Новые высокие технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи» (Томск, 2006); Конференция к юбилею ООО «НИИгазэкономика» «Устойчивое развитие и максимизация прибыли» (Москва, 2017); Конференция к юбилею ООО «НИИгазэкономика» «Критерии подобия при анализе макроэнергетических систем» (Москва, 2017); VIII Международная научно-техническая конференция «Прогнозирование величины запаса газа в ГТС на основе статистической информации» (Москва, 2019); VIII Международная научно-техническая конференция «Проблемы оценки изменения состава природного газа при его транспортировке по ЕСГ РФ» (Москва, 2019); VII Международная научно-техническая конференция «Моделирование, оптимизация и управление режимами работы ЕСГ России с применением технологий искусственного интеллекта» (Москва, 2021); 24th World Gas Conference. “Methodical approaches to drawing up strategy of gas industry integrated development in Latin America” (Buenos Aires, 2009); 18-е заседание Всероссийского научного семинара «Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем» ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН «Опыт и перспективы применения математического аппарата, вычислительных алгоритмов и компьютерных технологий машинного обучения в задачах исследования функционирования и развития систем газоснабжения» (Иркутск, 2022) и других конференциях.

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных

1. Мешалкин В.П., Скобелев Д.О., Попов А.Ю., Гусева Т.В., Малкова А.В., Кисленко Н.А. Приоритетные направления формирования технологического суверенитета в нефтеперерабатывающей отрасли // Теоретические основы химической технологии. – 2026. – Т. 60, № 2. – С. 5–15.
2. Кисленко Н.А., Казак А.С., Олейников А.В., Белинский А.В., Малетин А.В. Анализ и выбор математических уравнений нестационарного течения газа для машинного обучения прокси-моделей магистральных газопроводов // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2025. – № 6. – С. 32–42.
3. Кисленко Н.А., Панкратов С.Н., Дедкова В.В., Белинский А.В., Горлов Д.В., Казак А.С. Практическая реализация применения нейросетевых моделей для моделирования сложных газотранспортных систем большой

размерности // Автоматизация и информатизация ТЭК. Математическое моделирование и программное обеспечение. – 2024. – № 9. – С. 33–41.

4. Кисленко Н.А., Панкратов С.Н., Дедкова В.В., Круглова Н.А., Белинский А.В., Горлов Д.В., Пятышев И.А., Казак А.С. Построение модели верхнего уровня агрегации для имитационных расчетов нестационарных режимов работы газотранспортной системы Единой системы газоснабжения // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2024. – № 11. – С. 53–61.

5. Кисленко Н.А. Методический подход к оценке стоимости поставок газа по новым маршрутам // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2023. – № 10. –С. 17–24.

6. Кисленко Н.А. Управление отбором газа при остановке подводного газопровода высокого давления / Н.А. Кисленко, В.С. Кулик // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2022. – № 2. – С. 17–21.

7. Кисленко Н.А., Белинский А.В., Казак А.С., Белинская О.И. Об обоснованности применения, современном состоянии и некоторых перспективах развития нейросетевых моделей Единой системы газоснабжения России // Автоматизация и информатизация ТЭК. – 2022. – № 5 (586).

8. Кисленко Н.А., Белинский А.В., Казак А.С., Белинская О.И. Краткосрочное стохастическое прогнозирование динамики потоков и запасов газа в Единой системе газоснабжения России на основе рекуррентных нейронных сетей // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2021. – № 9 (578), сентябрь. – С. 27–36.

9. Кисленко Н.А., Казак А.С., Горлов Д.В., Постникова И.В. Задача идентификации состава газа в ГТС ЕСГ // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 29–35.

10. Кисленко Н.А., Казак А.С., Горлов Д.В., Постникова И.В. Задача моделирования и оптимизации поставок газа по ЕСГ с учетом показателей качества газа // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 36–41.

11. Кисленко Н.А., Казак А.С., Косова К.О. Анализ ретроспективных данных по динамике запаса газа в зависимости от балансовых показателей режимов эксплуатации ГТС // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 6–14.

12. Кисленко Н.А., Казак А.С., Косова К.О. Идентификация факторов, определяющих запас газа в ГТС, на основе анализа физических законов течения газа // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 15–21.

13. Кисленко Н.А., Казак А.С., Косова К.О. Регрессионный подход к прогнозу запаса газа в ГТС // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 22–28.

14. Кисленко Н.А., Соколова Н.А., Ляшенко В.А., Кулик В.С. Подходы к портфельной оптимизации стратегии освоения месторождений разных регионов газодобычи // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 42–49.

15. Литвин Ю.В., Кисленко Н.А., Кулик В.С., Шрейдер А.А., Мозговой В.С., Хабибуллин Д.Я. Автоматизация построения плана проведения геологоразведочных работ с использованием методов математического программирования // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 3 (560), март. – С. 50–55.

16. Кисленко Н.А., Литвин Ю.В., Магдеев Р.А. Использование ключевых показателей эффективности в автоматизации процессов управления научными организациями нефтегазовой отрасли // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2009. – № 5. – С. 8–15.

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК

1. Казак К.А., Гитман И.С., Казак А.С., Кисленко Н.А. Формирование приоритетов реализации проектов поставок газа потребителям на основании методов нечеткой логики // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 2-2 (32). – С. 256–262.
2. Кисленко Н.А., Казак К.А., Казак А.С., Кнотько В.В. Нейросетевое прогнозирование параметров ГТС // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 1 (31). – С. 56–60.
3. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Применение авторегрессионной модели для улучшения качества прогноза // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-2 (30). – С. 247–249.
4. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Вероятностная методика оценки работоспособности датчиков // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-2 (30). – С. 249–251.
5. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Корректировка диспетчерских данных методом частичного сглаживания // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-1 (30). – С. 152–155.
6. Казак К.А., Кнотько В.В., Кисленко Н.А., Казак А.С. Регрессионный анализ технологических характеристик ГТС // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – № 4-1 (30). – С. 155–159.

Публикации в прочих изданиях

1. Аксютин О.Е., Недзвецкий М.Ю., Середенок В.А., Кисленко Н.А. Результаты реализации проекта «Цифрового двойник» геолого-технологической модели: продуктивные пласты – скважины – газосборная сеть – пункт переключающей арматуры Южно-Русского месторождения // Газовая промышленность. – 2026. – № 4. – С. 76–83.
2. Панкратов С.Н., Кисленко Н.А., Дедкова В.В., Белинский А.В., Круглова Н.А. Модели имитации и планирования нестационарных режимов работы газотранспортных систем на верхнем уровне диспетчерского управления системами газоснабжения с применением методов машинного обучения // Газовая промышленность. – 2026. – № S1. – С. 72–80.
3. Кисленко Н.А., Барабанова Ю.А., Белинский А.В., Васильев Г.И., Седов А.М., Филипьев Н.А. Искусственный интеллект в управлении инвестиционной деятельностью: текущее состояние и перспективы развития // Газовая промышленность. – 2025. – № 8 (885). – С. 110–123.

4. Кисленко Н.А., Лебедев Ю.В., Карпенко С.П., Литвин Ю.В., Обухов О.Е., Кулик В.С. Имитационно-аналитический комплекс моделирования предприятий нефтегазопереработки как инструмент повышения точности планирования и поддержки принятия управленческих решений // Газовая промышленность. – 2025. – № S3 (886). – С. 140–152.

5. Кисленко Н.А., Мешалкин В.П. Метод компьютерного структурно-функционального анализа газовой промышленности, как сложной подсистемы топливно-энергетического комплекса // Математические методы в технике и технологиях. – 2025. – № 12-2. – С. 39–43.

6. Кисленко Н.А., Белинский А.В., Казак А.С. Методы, алгоритмы и инструменты моделирования и оптимизации режимов работы Единой системы газоснабжения России на основе технологий искусственного интеллекта // Газовая промышленность. – 2021. – № 9 (821). – С. 88–96.

7. Кисленко Н.А., Литвин Ю.В., Соколова Н.А., Кулик В.С., Шрейдер А.А., Щекалев Р.В. Разработка комплекса программ поддержки принятия решения по проведению геологоразведочных работ нефтегазовой компании // Газовая промышленность. – 2021. – № S2. – С. 108–113.

8. Кисленко Н.А., Литвин Ю.В., Ахмедсафин С.К., Щекалев Р.В. Единая система управления проектами и портфелями проектов геологоразведочных работ // Газовая промышленность. – 2020. – № 1 (795). – С. 98–103.

9. Kislenko N., Sukharev M., Kazak A., Fomina E. Study on Multi-Component Flows in Gas Transmission Systems (Flow and Measurement Processing Models) // Energy Systems Research. – 2019. – Vol. 2, No. 3. – P. 29–32.

10. Кисленко Н.А., Копылова Ю.С. Учет климатического фактора при оценке потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран и регионов // Вестник университета. – 2019. – № 4. – С. 106–110.\

11. Кисленко Н.А., Копылова Ю.С., Маланичева Н.В. Системный подход к оценке потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран и регионов // Вестник Университета. – 2019. – № 8. – С. 90–95.

12. Кисленко Н.А., Копылова Ю.С., Маланичева Н.В. Учет динамики промышленного производства при оценке потенциала энергосбережения на уровне отдельных стран и регионов // Вестник Университета. – 2019. – № 9. – С. 125–130.

13. Кисленко Н.А. Проблемы моделирования управленческих решений развития газовой промышленности // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2012. – № 20. – С. 102–106.

14. Гафаров Н.А., Кисленко Н.А., Гервиц Е.С. Эксерго-экономический подход как универсальный метод анализа эффективности энергетических систем и процессов // Газовая промышленность. – 2012. – № 6. – С. 10–15.

15. Кисленко Н.А. Энергия мысли – эффективность решений // Газовая промышленность. – 2012. – № 8. – С. 10–13.

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах)

1. Кисленко Н.А. Применение методов системного анализа для разработки стратегии развития газовой отрасли / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXXIII Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки и технологии». – Тула, 2024. – С. 327–328.

2. Кисленко Н.А. Программный инструментарий планирования развития газовой отрасли / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады III Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Экология и техносферная безопасность». – Тула, 2024. – С. 78–81.

3. Кисленко Н.А. Анализ тенденций развития ТЭК как сложный системы / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXVIII Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки и технологии». – Тула, 2023. – С. 232–233.

4. Кисленко Н.А. Основные принципы синхронизации развития газовой отрасли на этапе синтеза / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады II Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Экология и техносферная безопасность». – Тула, 2023. – С. 198–199.

5. Кисленко Н.А. Идентификация факторов и оценка уровня их влияния на баланс газа / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXX Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки технологии». – Тула, 2022. – С. 230–233.

6. Кисленко Н.А. Моделирование глобальной энергетики для формирования стратегии развития газовой отрасли / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXXI Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки технологии». – Тула, 2022. – С. 299–295.

7. Кисленко Н.А. Анализ тенденций развития глобальной энергетики как сложной системы ТЭК / Н.А. Кисленко, А.С. Казак // Доклады XXIX Международной научно-практической конференции Приоритетные направления развития науки и технологии. – Тула, 2021. – С. 181–182.

8. Кисленко Н.А. Проблемы оценки изменения состава природного газа при его транспортировке по ЕСГ РФ / Н.А. Кисленко, М.Г. Сухарев, А.С. Казак // Доклады VIII Международной научно-технической конференции «Газотранспортные системы: настоящее и будущее (GTS-2019)». – Тула, 2019. – С. 17.

Свидетельства о результатах интеллектуальной деятельности

1. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026680239. Программный модуль автоматизации операций в среде электронных таблиц системы / Н.А. Кисленко. – № 2026668087; опубл. 10.07.2026.

2. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026680238. Надстройка управления и создания нейросетевых моделей с указанием параметров функционирования для программного пакета Neural Bench / Н.А. Кисленко. – № 2026668084; опубл. 10.07.2026.

3. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026680237. Универсальный идентификатор Газплан / Н.А. Кисленко. – № 2026668083; опубл. 10.07.2026.

4. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2026610617. Программа удаленного контроля параметров сложной углеводородной гидравлической цепи магистральной газотранспортной системы / Н.А. Кисленко, В.П. Мешалкин. – № 2025697836; опубл. 14.01.2026.

5. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2025697879. Программа мониторинга территориально-распределенных объектов сложной углеводородной гидравлической цепи / Н.А. Кисленко, В.П. Мешалкин. – № 2025696954; опубл. 26.12.2025.

6. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2025697052. Программа дистанционного мониторинга технологических параметров сложной углеводородной гидравлической цепи / Н.А. Кисленко, В.П. Мешалкин. – № 2025696116; опубл. 22.12.2025.

7. Патент на изобретение RU 2820047 C1. Способ оптимального управления крупномасштабными трубопроводными системами энергетики с применением технологии искусственного интеллекта / Н.А. Кисленко, А.С. Казак, А.В. Белинский [и др.]. – № 2023134093; заявл. от 20.12.2023; опубл. 28.05.2024.

8. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2022668875. Нейросетевые имитационные модели объектов газотранспортной системы Единой системы газоснабжения России / Н.А. Кисленко, А.В. Белинский, А.С. Казак. – № 2022668265; опубл. 12.10.2022.

9. Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ RU 2022668876. Нейросетевая оптимизационная модель крупномасштабной трубопроводной системы энергетики / Н.А. Кисленко, А.В. Белинский, А.С. Казак. – № 2022668269; опубл. 12.10.2022.

10. Патент на изобретение RU 2733969 C1. Способ уточненной оценки показателей качества природного газа при его транспортировке по газотранспортной системе / Н.А. Кисленко, М.Г. Сухарев, А.С. Казак, Е.В. Фомина. – № 2020106144; заявл. от 10.02.2020; опубл. 08.10.2020.

Монографии

1. Кисленко Н.А., Казак А.С., Чионов А.М. [и др.]. От простого к сложному: Иерархический поход к расчетам магистральных газопроводов как сложных систем / под общ. ред. А.С. Казака. – М.: НИИгазэкономика, 2021. – 320 с.

2. Кириченко О.С., Кисленко Н.А., Комзолов А.А. [и др.]. Комплексная методология анализа эффективности и рисков инвестиционных проектов в газовой промышленности: монография. – М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2009. – 168 с.

3. Samsonov R., Kazak A., Bashkin V., Kislenko N. Master plan methodology for gas industry development Moscow, Scientific World // Research & Development Institute of Natural Gases and Technologies – VNIIGAZ/ GAZPROM. – 2007. – 302 p.

4. Кисленко Н.А., Сторонский Н.М., Постников В.Д. Трубопроводные системы энергетики: модели приложения, информационные технологии. – М.: Нефть и газ, 2000. – 320 с.

В диссертационной работе решены научная проблема и совокупность научно-технических задач, соответствующие следующим пунктам области исследований специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

ппс.1 «Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта»;

ппс.3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и ИИ»;

ппс.5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и ИИ»;

ппс.9 «Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов»;

ппс.10 «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах»;

ппс.17 «Прикладные статистические исследования, направленные на выявление, измерение, анализ, прогнозирование, моделирование складывающейся конъюнктуры и разработки перспективных вариантов развития сложных систем».

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Кисленко Николая Анатольевича является завершенной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены комплексные научные результаты по разработке методологии, интеллектуально вычислительных инструментов и комплексов программ по принятию системно-аналитических решений по эффективному развитию Единой системы газоснабжения, как части топливно-энергетического комплекса Российской Федерации, с учетом использования различных видов топливно-энергетических ресурсов, ввода в эксплуатацию новых месторождений природного газа как в регионах России, так и в зарубежных странах, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научно-техническом уровне с применением современных методов системного анализа, методов переработки больших массивов данных, методов математического моделирования, вероятностно-статистических методов и методов теории искусственных нейронных сетей.

Представленные в работе результаты получены лично Кисленко Николаем Анатольевичем; указанные научные результаты оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью, реализация которых обеспечивает достижение технологического лидерства и технологического суверенитета Российской Федерации.

С учётом актуальности, научной новизны и значимости, практической

ценности работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Диссертация Кисленко Николая Анатольевича «Методология и интеллектуально-вычислительные инструменты принятия решений по эффективному развитию единой системы газоснабжения» отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней» (в действующей редакции); требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и. о. ректора РХТУ имени Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. №103 ОД и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Заключение принято на заседании Ученого совета ООО «НИИгаэкономика».

Присутствовало на заседании – 22 человек из списочного состава. Результаты голосования: «за» – 22 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек.

Протокол № 4 заседания Ученого совета ООО «НИИгазэкономика» от 10.06.2026.

Председательствующий на заседании Ученого совета, советник генерального директора ООО «НИИгазэкономика», д.т.н., профессор А.С. Казак

Заместитель председателя Ученого совета, заместитель генерального директора по науке, и.о. ученого секретаря ООО «НИИгазэкономика», д.э.н., профессор А.А. Комзолов