

Утвержден Ученым советом
 Федерального государственного бюджетного учреждения науки
 Института систем энергетики им. Л.А.Мелентьева Сибирского
 отделения Российской академии наук
 Протокол заседания Ученого совета
 от «22 » декабря 2016 г. № 10

**План научно-исследовательской работы
 Федерального государственного бюджетного учреждения науки
 Института систем энергетики им. Л.А.Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук
 на 2017-2019 годы**

1. Наименование государственной работы – Выполнение фундаментальных научных исследований

2. Характеристика работы

Пункт программы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 годы и наименование направления исследований	Содержание работы	Объём финансирования, тыс. руб.			Планируемый результат выполнения работы, подразделение научного учреждения РАН и руководитель работы
		2017	2018	2019	
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. "Проблемы математического моделирования взаимосвязанной работы больших систем энергетики в рамках единого	Разработка математических моделей и программно-инструментальных средств для анализа возможностей функционирования и развития больших систем энергетики в рамках единого топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны на краткосрочную и долгосрочную перспективу с учетом требований энергетической безопасности России. Анализ возможностей развития больших систем энергетики в рамках единого ТЭК страны на рассматриваемом временном интервале в условиях реализации стратегических угроз энергетической безопасности России, как основа для последующего	1 097.52	-	-	Отдел энергетической безопасности - Будет предложен комплексный подход к моделированию условий и параметров развития взаимосвязанной работы больших систем энергетики в рамках единого топливно-энергетического комплекса страны на кратко- и долгосрочную перспективу с учетом требований энергетической безопасности России; - Будет разработана система моделей, позволяющая оценить возможности развития взаимосвязанной работы больших систем

<p>топливно-энергетического комплекса и математические методы определения критически важных объектов для функционирования этих систем на примере газовой отрасли" (№ 0349-2015-0018)</p>	<p>формирования рекомендаций по направлениям деятельности в отношении развития ТЭК и составляющих его энергетических отраслей для обеспечения выполнения требований энергетической безопасности на долгосрочную перспективу. Для достижения поставленных целей наряду с адаптацией и модификацией существующих методов и моделей планируется разработка новых модельно-инструментальных средств,</p>				<p>энергетики в рамках единого ТЭК страны на кратко- и долгосрочную перспективу в условиях реализации стратегических угроз энергетической безопасности России; - Будут разработаны соответствующие задачам исследований программно-инструментальные средства, основанные на современных концепциях распределенных вычислений, математического моделирования; - Будет проведен анализ возможностей развития и функционирования больших систем энергетики в рамках единого ТЭК страны на кратко- и долгосрочную перспективу с учетом требований энергетической безопасности России. Пяткова Наталья Ивановна</p>
<p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. "Интеграция и развитие методического и информационно-программного обеспечения для решения комплексных задач прогнозирования энергетики России и ее регионов" (№ 0349-2015-0019)</p>	<p>Разработка методического обеспечения и информационно-программного инструментария с использованием методов искусственного интеллекта для интеграции иерархии существующих подсистем прогнозирования развития энергетики России на всех уровнях: от отдельных технологий до топливно-энергетического комплекса в целом, с учетом достижений в смежных областях науки и техники, в том числе в области информационно-коммуникационных технологий и других инновационных средств управления энергетическими объектами и системами, а также с учетом принципиального изменения парадигмы развития и функционирования энергетических систем как клиентоориентированных инфраструктурных систем.</p>	<p>2 029.51</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Отдел взаимосвязей энергетики и экономики Отдел энергетической безопасности Отдел электроэнергетических систем Отдел трубопроводных систем энергетики Отдел комплексных и региональных проблем энергетики Отдел теплосиловых систем Отдел прикладной математики Методический аппарат и интеллектуальные информационно-программные комплексы автоматизированного построения взаимосогласованного массива научно-технической информации в виде баз знаний с многоуровневой интеграцией для комплексного прогнозирования развития энергетики России и ее регионов.</p>

					Воропай Николай Иванович
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. "Системный анализ влияния показателей технологических процессов и конструкционных материалов на характеристики перспективных энергетических установок" (№ 0349-2016-0001)	<p>Разработка методики системного анализа энергетических установок. 2017 г.: Разработка методики учёта влияния показателей критически важных технологических процессов и конструкционных материалов на характеристики установок.</p> <p>2018 г.: Разработка методики оценки предельных стоимостных показателей технологических процессов, при которых обеспечивается конкурентоспособность энергетических установок.</p> <p>Системный анализ энергетических установок на органическом топливе.</p> <p>Определение:</p> <p>2017 г. а) оптимальные параметров и характеристик ПГУ и ГТУ для различных лопаточных сплавов по критериям энергетической и экономической эффективности;</p> <p>2018-2020 гг. б) оптимальных параметров систем лопаточного охлаждения для разных сплавов; в) оптимальных параметров установок с термохимической конверсией угля для различных систем очистки синтез-газа; г) оптимальных параметров и характеристик угольных энергоблоков для различных котельных сталей выходных пакетов пароперегревателей; д) оптимальных параметров и характеристик когенерационных и тригенерационных установок.</p> <p>По каждой технологии будет дана оценка предельных затрат, при которой обеспечивается конкурентоспособность установки.</p>	11 592.65	11 517.40	11 467.31	<p>Отдел теплосиловых систем</p> <p>2017</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методика учёта влияния показателей критически важных технологических процессов и конструкционных материалов на энергетические, экологические, экономические, надёжные характеристики установок. 2. Оптимальные параметры и характеристики ПГУ и ГТУ для различных лопаточных сплавов по критериям энергетической и экономической эффективности. 3. Математические модели различных технологий аккумулирования электрической энергии. 4. Математические модели ЭТУ на основе инновационных технологий газификации, глубокой очистки продуктов газификации, каталитического синтеза СЖТ, производства электроэнергии. 5. Математические модели первого контура энергоблока АЭС, в том числе ядерного реактора, парогенератора, систем безопасности. <p>2018-2020</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методика оценки предельных стоимостных показателей технологических процессов, при которых обеспечивается конкурентоспособность энергетических установок (методика решения обратной оптимизационной задачи). 2. Оптимальные параметры систем лопаточного охлаждения для разных сплавов. оптимальные

Системный анализ энергокомплексов, использующих ВИЭ и накопители энергии.
2017 г.: Математическое моделирование различных технологий аккумулирования электрической энергии.
2018-2020 гг.: Исследование влияния показателей технологий аккумулирования на эффективность энергокомплексов, использующих ВИЭ.
Определение предельных экономических и технических показателей, обеспечивающих конкурентоспособность возобновляемых источников энергии.

Системные исследования установок комбинированного производства электроэнергии и синтетических топлив из органического топлива на основе инновационных технологий.
2017-2018 гг.: Разработка технологических схем и математическое моделирование установок комбинированного производства синтетических топлив и электроэнергии (энерготехнологических - ЭТУ) на основе инновационных технологий газификации, глубокой очистки продуктов газификации, каталитического синтеза СЖТ, производства электроэнергии.
2018-2020 гг. Схемно-параметрическая оптимизация ЭТУ на основе инновационных технологий газификации, глубокой очистки продуктов газификации, каталитического синтеза СЖТ, производства электроэнергии по критериям энергетической и экономической эффективности

параметры и характеристики угольных энергоблоков для различных котельных сталей выходных пакетов пароперегревателей; оптимальные параметры установок с термохимической конверсией угля для различных систем очистки синтез-газа; оптимальные параметры и характеристики когенерационных и тригенерационных установок. Оценка предельных затрат, при которой обеспечивается конкурентоспособность установки.
3. Результаты исследования влияния показателей технологий аккумулирования на эффективность энергокомплексов, использующих ВИЭ. Предельные экономические и технические показатели, обеспечивающие конкурентоспособность возобновляемых источников энергии.
4. Результаты схемно-параметрической оптимизации ЭТУ на основе инновационных технологий газификации, глубокой очистки продуктов газификации, каталитического синтеза СЖТ, производства электроэнергии по критериям энергетической и экономической эффективности. Условия конкурентоспособности ЭТУ.
5. Результаты схемно-параметрической оптимизации энергоблока АЭС с учетом требований безопасности.
Клер А. М.

	<p>Схемно-параметрическая оптимизация энергоблоков АЭС с учетом требований безопасности.</p> <p>2017 г.: Разработка технологических схем и математических моделей первого контура энергоблока АЭС, в том числе ядерного реактора, парогенератора, систем безопасности.</p> <p>2018-2020 гг.: Схемно-параметрическая оптимизация энергоблока АЭС по критериям энергетической и экономической эффективности с учетом требований безопасности</p>				
<p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>35. Когнитивные системы и технологии, нейроинформатика и биоинформатика, системный анализ, искусственный интеллект, системы распознавания образов, принятие решений при многих критериях.</p> <p>"Развитие методов интеллектуального научно-технологического прогнозирования в энергетике" (№ 0349-2016-0002)</p>	<p>Блок 1.</p> <p>2017 г.</p> <p>Проведение обобщающих аналитических исследований показателей эффективности текущих и перспективных технологий энергетики и смежных областей. Разработка унифицированной базы данных технологий, их показателей, эффектов и иной структурированной научно-технической информации.</p> <p>2018-2020 гг.</p> <p>Разработка методологии системного технологического моделирования энергетики России с учетом комплексного анализа связей и влияния технологий смежных областей и возможностью автоматизированного проектирования на основе избыточных онтологических моделей.</p> <p>Разработка методики количественной оценки ожидаемых инноваций и их эффектов (экологических, социально-экономических).</p> <p>Разработка методики рационального агрегирования индикаторов ожидаемых инноваций с результатами системного технологического прогноза – вариантными оценками развития</p>	4 092.38	4 082.85	4 070.65	<p>Отдел теплосиловых систем</p> <p>Отдел энергетической безопасности</p> <p>2017 г.:</p> <p>Обзорные аналитические материалы по всему спектру перспективных научно-технологических разработок в сфере энергетики и смежных областей.</p> <p>Базы данных (а) технологий в энергетике и смежных областях, их показателей эффективности (технических, экономических, экологических), эффектов влияния, условий и масштабов применения и других характеристик; (б) структурированной семантической информации на основе открытых и больших данных.</p> <p>Концепция применения методов искусственного интеллекта для прогнозирования путей инновационного развития энергетики. Будет спроектирована и частично наполнена комплексная онтологическая модель энергетических технологий и технологий смежных областей.</p> <p>Программный компонент информационного</p>

энергетических технологий с учетом структуры, объемов, масштабов и условий применения. Разработка технологии формирования адаптивного научно-технологического прогноза энергетики и стратегии инновационного развития энергетики на его основе в составе интеллектуальной системы поддержки принятия решений. Проведение содержательных прогностических исследований с помощью разработанного инструментария на примере РФ и отдельных регионов.

Блок 2.

2017 г.

Разработка концепции применения методов искусственного интеллекта для прогнозирования путей инновационного развития энергетики.

Проектирование и частичное наполнение онтологической модели технологий энергетики с активным вовлечением связанных с ними технологий из смежных областей знания.

Проектирование компонента информационного поиска по открытым и большим данным.

2018-2020 гг.

Разработка методов и научных прототипов инструментальных средств интеллектуального мониторинга и анализа научно-технической информации, открытых и больших данных, включая информационный поиск, извлечение данных, их анализ и структурирование. Разработка технологии когнитивной визуализации пространства прогноза научно-технологического развития в энергетике. Разработка методологии коллективной экспертизы для верификации направлений научно-технологического прогноза и

поиска по открытым и большим данным.

2018 г.

Системная технологическая (математическая) модель энергетики России в мировом контексте с учетом комплексного анализа связей и влияния технологий смежных областей и возможностью автоматизированного проектирования на основе избыточных онтологических моделей.

Методы и научные прототипы инструментальных средств извлечения данных из гетерогенных источников, методы их анализа, структурирования, выделения ключевых сущностей и таксономизации.

Методика количественной оценки ожидаемых инноваций и их эффектов (экологических, социально-экономических) с возможностью агрегирования с количественными оценками системного технологического прогноза.

Технология когнитивной визуализации пространства прогноза научно-технологического развития, разработаны научные прототип подсистемы коллективной экспертизы для верификации его направлений.

Технология формирования адаптивного научно-технологического прогноза энергетики и стратегии инновационного развития энергетики на его основе

Интеллектуальная система поддержки принятия решений для формирования адаптивной стратегии инновационного развития энергетики РФ.

Михеев Алексей Валерьевич

	для формирования рекомендаций по стратегическому инновационному развитию энергетики РФ на его основе. Разработка и апробация компонентов интеллектуальной системы поддержки принятия решений для формирования стратегии инновационного развития энергетики РФ.				
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. 18. Физико-технические и экологические проблемы энергетики, тепломассообмен, теплофизические и электрофизические свойства веществ, низкотемпературная плазма и технологии на ее основе. "Моделирование процессов термохимической конверсии топлива в энергетических установках для системного сопоставления перспективных технологий" (№ 0349-2016-0003)	2017 г.: Сравнительный анализ технологий переработки твердых топлив. Разработка математической модели энергосистем с газогенераторными электростанциями для системной оценки экономической и экологической эффективности сравниваемых технологий. 2018-2020 гг.: Исследования по физико-химическим свойствам основных представителей твердых топлив, включая низкосортные. Их классификация. Исследование внешних факторов, в том числе влияния воздействия на рынок регулирующих органов, на экономическую и экологическую эффективность технологий распределенной генерации энергии. Моделирование физико-химических процессов конверсии с учетом детального кинетического механизма разложения и окисления твердого топлива. Оценка экономических рисков прогнозов энергетических технологических структур с включением установок на основе газификации твердого топлива в зависимости от внешних условий. Оценка потенциала оптимизации технологий энергетической конверсии твердых топлив на основе разработанных моделей применительно к системному сопоставлению эффективности технологических процессов при его энергетической переработке. Прогноз	7 406.22	7 355.67	7 322.35	Отдел теплосиловых систем 2017 г.: Анализ существующих технологий конверсии твердых топлив, в том числе низкосортных, включая технические и бытовые отходы. Оптимальные технологические решения для систем с распределенной генерацией энергии на основе математической модели и результатов оценки эффективности. 2018-2020 гг.: Термодинамические характеристики, кинетика и механизм сушки и выхода летучих при конверсии твердого топлива различного состава. Классификация на основе сравнительного анализа этих свойств относительно возможностей их энергетической переработки и выбора приемлемых технологий. Ранжирование энергетических технологий по эффективности в зависимости от внешних условий. Физико-химические модели конверсии твердых топлив, включающие кинетику механизмов радикального взаимодействия продуктов пиролиза с окислителями в поверхностном слое топлива специфичную для низкосортных топлив. Определение экономических рисков на основе кривой "эффект-вероятность", с учетом

	масштабов развития технологий газификации в России.				оптимизации конверсионных процессов. Системный анализ технологий конверсии твердых топлив для оценки их использования в реакторах энергетических установок и конкурентоспособности выбранных технологических схем при сопоставительном анализе эффективности их эксплуатации. Шаманский Виталий Алексеевич
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. 18. Физико-технические и экологические проблемы энергетики, тепломассообмен, теплофизические и электрофизические свойства веществ, низкотемпературная плазма и технологии на ее основе. "Исследование переходных процессов в энергоустановках при фазовых превращениях в теплоносителе методами физического эксперимента и математического моделирования" (№ 0349-2016-0004)	2017 г.: Разработка методики построения систем автоматического управления энергоблока ТЭС на основе компонентного подхода. 2018-2020 гг.: Разработка программных компонент математической модели тренажера оперативного персонала ТЭС на основе детализированного пространственного описания динамических процессов. 2017 г. Разработка стенда для экспериментального изучения нестационарных термогидравлических процессов в условиях контакта потока недогретой жидкости с высокотемпературной поверхностью. 2018-2020 гг. Экспериментальное и расчетное изучение нестационарного теплообмена и обтекания недогретой жидкостью в условиях формирования паровой фазы в каналах сложной геометрии. Исследование переходных стадий и формирования условий для взрывного вскипания недогретой жидкости на поверхности технических нагревателей.	6 352.35	6 308.69	6 279.75	отдел теплосиловых систем 2017 г.: В рамках компонентного подхода будут реализованы модели системы автоматического управления энергоблока ТЭС. Создан экспериментальный стенд, позволяющий изучать особенности нестационарного теплообмена между движущимся потоком недогретой жидкости и нагревателем различной конфигурации. 2018-2020 гг.: Будут разработаны и интегрированы в существующий программный комплекс компоненты математической модели, основанные на пространственно распределенном описании элементов оборудования ТЭС. Новые экспериментальные данные по протеканию нестационарного кризиса теплоотдачи в условиях распространения в канале импульсов давления высокой амплитуды. Ожидается получить расчетные зависимости и карту режимных условий возникновения автоколебательных пульсаций, связанных с высокоинтенсивными теплообменными процессами на поверхности

					технических нагревателей. Левин Анатолий Алексеевич
<p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>35. Когнитивные системы и технологии, нейроинформатика и биоинформатика, системный анализ, искусственный интеллект, системы распознавания образов, принятие решений при многих критериях.</p> <p>"Проблемы разработки, адаптации и применения интеллектуальных информационно-телекоммуникационных технологий в интегрированных интеллектуальных энергетических системах" (№ 0349-2016-0005)</p>	<p>2017 г.: Сбор и анализ информации о состоянии ИИКТ в ИЭС, анализ требований к ИИКТ со стороны технологической инфраструктуры интегрированных ИЭС. Формулирование и классификация проблем разработки, адаптации и применения ИИКТ в интегрированных ИЭС.</p> <p>2018-2020 гг.: Определение путей решения сформулированных проблем применения ИИКТ в ИЭС и обоснование необходимых предпосылок для их решения; анализ унаследованных программных комплексов (ПК) для исследований энергетических систем и возможностей их применения в ИЭС. Анализ требований к ИИКТ со стороны технологической инфраструктуры, анализ имеющихся базовых средств для разработки ИИКТ в интегрированных ИЭС, формулирование рекомендаций по применению базовых ИИКТ в интегрированных ИЭС. Проектирование онтологического пространства знаний исследуемой области и построение системы онтологий и необходимых инструментальных средств на основе проведенного анализа.</p> <p>2017 г. Анализ методов исследований критических инфраструктур и рассмотрение интеллектуальных энергетических систем как составляющих критической энергетической инфраструктуры, интегрирующей технологическую энергетическую инфраструктуру и информационно-коммуникационную инфраструктуру энергетических объектов.</p>	6 077.00	6 071.74	6 055.49	<p>Отдел энергетической безопасности</p> <p>2017 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Информация о состоянии ИИКТ в ИЭС, перечень требований к ИИКТ со стороны технологической инфраструктуры интегрированных ИЭС и классификация проблем разработки, адаптации и применения ИИКТ в интегрированных ИЭС. 2. Результаты анализа: основные методы исследований критических инфраструктур, взаимосвязь объектов ИЭС и объектов ИИКТ. 3. Основные положения семиотического подхода к построению ИСППР по развитию ИЭС. Состав инструментальных средств (ИС) интеллектуальной поддержки принятия стратегических решений по развитию ИЭС. <p>2018-2020 гг.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пути и предпосылки решения сформулированных проблем. Обзор унаследованных программных комплексов (ПК) для исследований энергетических систем и возможностей их применения в ИЭС. Требования к ИИКТ со стороны технологической инфраструктуры, базовые средства для разработки ИИКТ в интегрированных ИЭС, рекомендации по применению базовых ИИКТ в интегрированных ИЭС. Онтологическое пространство знаний исследуемой области, система онтологий и необходимые инструментальные средства.

	<p>2018-2020 гг.: Анализ методик определения критически важных объектов (КВО) и формулирование предложений по их усовершенствованию, разработка методов анализа взаимосвязей КВО различных критических инфраструктур. Анализ и обоснование выбора базовых ИИКТ с учетом требований кибербезопасности, разработка методов оценки рисков нарушения кибербезопасности. Разработка научного прототипа интеллектуальной системы по оценке рисков нарушения кибербезопасности в ИЭС.</p> <p>2017 г. Разработка семиотического подхода к построению интеллектуальной системы поддержки принятия стратегических решений (ИСППР) по развитию интегрированных ИЭС; определение состава инструментальных средств (ИС) интеллектуальной поддержки принятия стратегических решений по развитию ИЭС.</p> <p>2018-2020 гг.: Развитие и адаптация методов ситуационного управления, семантического моделирования и визуальной аналитики применительно к ИЭС; развитие имеющихся прототипов на основе агентно-сервисного подхода. Разработка ИСППР в ИЭС на основе семиотического и агентно-сервисного подходов. Разработка методологии интеллектуальной поддержки принятия стратегических решений по развитию ИЭС на основе концепции ситуационного управления и семантического моделирования.</p>				<p>2. Предложения по усовершенствованию методик определения КВО, разработка методов анализа взаимосвязей КВО различных критических инфраструктур. Рекомендуемые базовые ИИКТ с учетом требований кибербезопасности; методы оценки рисков нарушения кибербезопасности. Научный прототип интеллектуальной системы по оценке рисков нарушения кибербезопасности.</p> <p>3. Методы ситуационного управления и семантического моделирования применительно к ИЭС; прототипы ИС на основе агентно-сервисного подхода, адаптированные к ИЭС. Научный прототип ИСППР в ИЭС на основе семиотического и агентно-сервисного подходов, с использованием концепции ситуационного управления, семантического моделирования и визуальной аналитики. Методология интеллектуальной поддержки принятия стратегических решений по развитию ИЭС на основе концепции ситуационного управления и семантического моделирования. Действующий прототип ИСППР.</p> <p>Массель Л. В.</p>
<p>2. Вычислительная математика. 3. Математическое моделирование. 17. Основы эффективного развития и</p>	<p>В проекте планируется разработать, обосновать и протестировать методiku решения математических задач, актуальных для энергетики XXI века.</p>	<p>6 503.70</p>	<p>6 439.29</p>	<p>6 405.02</p>	<p>отдел прикладной математики</p>

<p>функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>"Теория и методы современного математического программирования и моделирования в интеллектуальных системах энергетики" (№ 0349-2016-0006)</p>	<p>Проект состоит из трёх разделов, описание которых и содержание работы по годам приведено ниже.</p> <p>Раздел 1. «Теория и методы глобальной оптимизации, равновесного и стохастического программирования в исследованиях интеллектуальных систем энергетики»</p> <p>2017 г. Методы нахождения компромиссных решений в задачах функционирования и развития систем энергетики в современных условиях, методы машинного обучения в задачах анализа ЭЭС.</p> <p>2018-2020 гг. Исследование иерархических моделей ЭЭС на основе теории и методов многоуровневой оптимизации. Теория и методы глобальной оптимизации в сложных (NP-трудных) задачах энергетики. Теория и методы стохастического программирования в решении задач энергетики с учётом неопределённости.</p> <p>Раздел 2. «Построение современных моделей динамических систем в электро- и теплоэнергетике»</p> <p>2017 г. Решение неклассических краевых задач для моделей с частными производными.</p> <p>2018-2020 гг. Проблема эффективного управления накопителями энергии. Исследования тепловых процессов с управляемым источником. Классификации многомерных данных нестационарной природы.</p> <p>Раздел 3. «Разработка технологии поэтапного математического моделирования и оценки параметров сложных (технических и экономических) систем»</p>			<p>2017 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритмы и комплексы программ решения задач нахождения компромиссных решений в задачах функционирования и развития систем энергетики в современных условиях. 2. Метод скелетных разложений линейных операторов, позволяющий ставить и решать новые неклассические краевые задачи для моделей с частными производными с необратимым оператором в главной части. 3. Технология поэтапного моделирования в задачах оценивания состояний сложных систем. <p>2018-2020 гг.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Адаптация и тестирование методов многоуровневой оптимизации для задач иерархического управления ЭЭС. Методика нахождения оптимальных решений в многоэкстремальных энергетических моделях. Алгоритмы и комплексы программ решения задач энергетики с учётом неопределённости. 2. Аналитические и численные методы решения систем нелинейных интегральных уравнений первого рода, применение в задаче эффективного управления накопителями энергии. Аналитические и численные методы исследования тепловых процессов с управляемым источником и нелокальными граничными условиями. Алгоритмы потоковой классификации многомерных данных нестационарной природы на основе случайного леса. 3. Доказательство гипотез о свойствах и взаимосвязях различных способов оценки параметров систем при противоречивых и избыточных исходных данных. Обобщающая
--	---	--	--	--

	<p>2017 г. Апробация технологии поэтапного моделирования в задачах оценивания состояний сложных систем.</p> <p>2018 - 2020 гг.: Теоретические и экспериментальные исследования свойств и взаимосвязей различных способов оценки параметров систем при противоречивых и избыточных исходных данных. Развитие и приложение технологии поэтапного моделирования поведения сложных систем применительно к задачам согласования интересов на мультисубъектных рынках энергетики. Разработка моделей и проведение исследований многолетних изменений температур по регионам России в целях решения задач обеспечения оптимальной надёжности энергоснабжения.</p>				<p>монография «Модели рынков несовершенной конкуренции и их приложения в энергетике». Методология решения задач обеспечения оптимальной надёжности энергоснабжения с учетом многолетних изменений температур по регионам России.</p> <p>Хамисов О. В.</p>
<p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>"Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления ими" (№ 0349-2016-0007)</p>	<p>Блок 1. Аналитические исследования, выбор направлений исследования, разработка требований к технологическому построению, методическому и информационному обеспечению.</p> <p>1.1. Анализ отечественных и зарубежных тенденций формирования новой парадигмы интеграции и интеллектуализации энергетических систем, методического и вычислительного обеспечения для решения задач их развития и функционирования.</p> <p>1.2. Функциональные, технические, информационные особенности и свойства интегрированных систем энергетики, требования к их структуре и процессу управления режимами.</p> <p>1.3. Технологическая архитектура интегрированных интеллектуальных энергетических систем, принципы их формирования, построения и управления.</p> <p>1.4. Требования, предъявляемые к методическому</p>	10 538.77	10 470.42	10 424.71	<p>Отдел трубопроводных систем энергетики Отдел электроэнергетических систем Отдел теплосиловых систем</p> <p>2017 год по блокам:</p> <p>1. Обобщение отечественных и зарубежных тенденций формирования новой парадигмы интеграции и интеллектуализации систем энергетики, методического и вычислительного обеспечения для решения задач их развития и функционирования.</p> <p>2. Функциональные, технические, информационные особенности и свойства интегрированных систем энергетики, требования к их структуре и процессу управления режимами.</p> <p>3. Технологическая архитектура интегрированных систем энергетики, принципы их формирования, построения и управления.</p>

и информационно-вычислительному инструментарию для управления развитием и управлением функционирования интегрированных систем энергетики.

Блок 2. Свойства ИИЭС, структурный анализ задач построения и развития ИИЭС, методические подходы к их решению.

2.1. Структура, состав и свойства задач оптимального построения и развития интегрированных систем энергетики.

2.2. Разработка технологических принципов построения интегрированных энергетических систем в сочетании с интеллектуальным управлением ими.

2.3. Разработка теоретических основ и методологии создания и оптимального развития интегрированных энергетических систем.

2.4. Разработка технологической платформы для компьютерного моделирования, расчета и оптимизации интегрированных интеллектуальных энергетических систем.

Блок 3. Методология решения задач управления режимами интегрированных интеллектуальных энергетических систем.

3.1. Структура и специфика задач управления режимами интегрированных систем энергетики.

3.2. □ Оценка применимости существующего методического обеспечения для решения задач управления функционированием интегрированных интеллектуальных энергетических систем.

3.3. Методические основы управления нормальными и аномальными режимами

4. Требования, предъявляемые к методическому и информационно-вычислительному инструментарию для управления развитием и функционированием интегрированных систем энергетики.

2018 – 2020 гг.

1. □ Структура, состав и свойства задач оптимального построения и развития интегрированных систем энергетики. Структура и специфика задач управления режимами интегрированных систем энергетики. Обзор тенденций особенностей и возможностей интеграции систем распределенной генерации энергии с централизованными энергетическими системами.

2. Технологические принципы построения интегрированных энергетических систем в сочетании с интеллектуальным управлением ими. Оценка применимости существующего методического обеспечения для решения задач управления развитием и функционированием интегрированных интеллектуальных систем энергетики. Технические решения по технологическим схемам подключения систем малой распределенной генерации к интегрированным системам/

3. Теоретические основы и методология создания и оптимального развития интегрированных энергетических систем. Методические основы управления нормальными и аномальными режимами интеллектуальных интегрированных систем энергетики. Модели расчета и оптимизации систем распределенной генерации энергии.

4. Технологическая платформа для компьютерного

	<p>интеллектуальных интегрированных систем энергетики.</p> <p>3.4. Методические подходы интеллектуализации процесса управления функционированием интегрированных интеллектуальных энергетических систем.</p> <p>Блок 4. Распределенные системы энергоснабжения и их интеграция в централизованные системы.</p> <p>4.1. Анализ тенденций особенностей и возможностей интеграции систем распределенной генерации энергии с интегрированными интеллектуальными энергетическими системами.</p> <p>4.2. Разработка технических решений по технологическим схемам подключения систем малой распределенной генерации к интегрированным системам энергоснабжения с целью повышения надежности и эффективности.</p> <p>4.3. Технологические схемы, моделирование, расчет и оптимизация систем распределенной генерации энергии.</p> <p>4.4. Моделирование схемы взаимодействия активных потребителей и распределенной генерацией энергии с интегрированными интеллектуальными энергетическими системами.</p>				<p>моделирования, расчета и оптимизации интегрированных интеллектуальных энергетических систем. Методические подходы интеллектуализации процесса управления функционированием интегрированных интеллектуальных энергетических систем.</p> <p>Модели взаимодействия активных потребителей и распределенной генерацией энергии с интегрированными интеллектуальными энергетическими системами.</p> <p>Стенников В. А.</p>
<p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p>	<p>Блоки проекта:</p> <p>1. Разработка интеллектуальной системы мониторинга и управления режимами ИЭС для предотвращения крупных системных аварий.</p> <p>2. Разработка методов формирования математической модели ИЭС на базе современных средств измерений, статистических и математических методов обработки информации и новых информационных технологий для решения</p>	12 119.59	12 040.90	11 988.61	<p>отдел электроэнергетических систем</p> <p>2017 г.:</p> <p>1. Структура и специфика задач управления нормальными и предаварийными режимами ИЭС.</p> <p>2. Принципы формирования математической модели ИЭС с учетом определения МДП, мест расстановки нового измерительного и</p>

"Теории и методы и обоснования развития и управления режимами интеллектуальной энергетических системы" (№ 0349-2016-0008)

задач диспетчерского управления.
3. Теоретические основы, модели, методы решения задач кибербезопасности при управлении ИЭС.
4. Методология решения задач оценивания состояния, планирования и управления режимами активно-адаптивных распределительных электрических сетей ИЭС.
5. Развитие методов, математических моделей и программно-информационных средств обоснования развития ИЭС.

интеллектуального оборудования.
3. Результаты анализа современных отечественных и зарубежных методов обеспечения кибербезопасности при управлении ИЭС.
4. Результаты анализа наблюдаемости активно-адаптивных распределительных электрических сетей.
5. Методическое и программное обеспечение развития ИЭС с учетом средств управления электрической нагрузкой.

2018-2020 гг.:

1. Оценка применимости существующего методического обеспечения для решения задач управления нормальными и предаварийными режимами ИЭС. Интеллектуальная модель для мониторинга и управления режимами ИЭС для предотвращения крупных системных аварий. Методология и прототип системы интеллектуального управления ИЭС в предаварийных и аварийных режимах.
2. Математическая модель ИЭС, учитывающей современное оборудование (устройства FACTS), новые измерительные устройства (PMU) для решения задач мониторинга (анализа) текущих и предстоящих режимов. Методы и алгоритмы выработки управляющих воздействий при решении задач диспетчерского управления ИЭС. Методика обеспечения СО ЕЭС полной и достоверной информацией для целей оперативного управления режимами ИЭС.
3. Методы и алгоритмы повышения качества измерительной информации с учетом динамического поведения ЭЭС. Методика повышения информационной безопасности систем

					<p>сбора и обработки данных в ЭЭС, базирующихся на использовании современных средств и технологий измерений (СМТР, СВИ). Новые подходы на основе теории рисков для анализа степени уязвимости и опасности по последствиям реализованных физических и информационных отказов и воздействий на современные объекты ИЭС (цифровые подстанции, межсистемные связи, FACTS и др.).</p> <p>4. Результаты решения задачи оценивания состояния активно-адаптивных распределительных электрических сетей ИЭС. Планирование режимов активно-адаптивных распределительных электрических сетей. Принципы оптимального управления режимами активно-адаптивных распределительных электрических сетей ИЭС.</p> <p>5. Предложения по совершенствованию корпоративного управления для привлечения инвестиций в развитие ИЭС. Предложения по совершенствованию методического обеспечения и математических моделей развития электрических сетей ИЭС. Программное обеспечение для задачи развития системообразующей электрической сети ИЭС. Двойственная модель и методики использования двойственных оценок для анализа перспектив развития интеллектуальных ЭЭС.</p> <p>Курбацкий В. Г.</p>
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности,	Разработка и апробация научно-методической базы для решения проблем интеллектуализации ТПС энергетики и процессов принятия решений по их развитию и функционированию на основе анализа современных тенденций, возможностей и требований.	10 538.77	10 470.42	10 424.71	<p>отдел трубопроводных систем энергетики</p> <p>2017 г.:</p> <p>1. Анализ основных тенденций инновационного преобразования ТПС, новых технических,</p>

энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.

"Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики" (№ 0349-2016-0009)

Блоки проекта:

1. Обобщение отечественного и мирового опыта в области проблем и направлений интеллектуализации ТПС.
2. Разработка и развитие методов анализа и обеспечения требуемых свойств ТПС как объектов интеллектуализации.
3. Методы многоуровневого моделирования для интеллектуализации процессов оптимального развития и управления режимами ТПС.
4. Модели рыночного взаимодействия поставщиков и потребителей в интеллектуальных ТПС.
5. Развитие новых технологий компьютерного моделирования ТПС различного типа и назначения при их проектировании, эксплуатации и управлении.

технологических, кибернетических и других свойств ТПС, приобретаемых ими в процессе интеллектуализации.

2. Развитие методов анализа и обоснования требуемого уровня наблюдаемости и идентифицируемости интеллектуальных ТПС.
3. Развитие методов многоуровневого анализа и оптимизации режимов ТПС.

2018-2020 гг.:

1. Анализ научно-методического и информационно-вычислительного обеспечения процессов обоснования развития и организации функционирования интеллектуальных ТПС. Структуризация научно-методических задач интеллектуализации ИТПС и процессов управления их развитием и функционированием.
2. Разработка методов количественной оценки управляемости ТПС. Математические модели и методы структурно-параметрического синтеза управляемых ТПС. Разработка методов анализа и управления надежностью ТПС в процессе их развития.
3. Методы многоуровневой структурно-параметрической оптимизации ТПС при их развитии. Методы многоуровневой оптимизации развития больших ТПС на примере систем газоснабжения.
4. Моделирование и разработка методов анализа и развития рыночно-ориентированных структур организации снабжения потребителей ТПС на примере систем теплоснабжения. Методы оптимального развития газораспределительных систем в условиях конкуренции газа с другими видами энергии.

					5. Создание интеллектуальной информационно-вычислительной платформы с управляемой архитектурой для решения задач развития ТПС. Развитие ИВС «АНГАРА» как платформы для создания единого информационного и вычислительного пространства при управлении режимами ТПС. Интернет-ориентированные технологии для удаленного применения методов математического моделирования и оптимизации ТПС. Новицкий Н. Н.
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. "Совершенствование механизмов функционирования и развития систем энергетики в рыночных условиях" (№ 0349-2016-0010)	2017 г.: Анализ свойств оптового и розничных рынков электроэнергии и мощности. Развитие методов моделирования конкурентного взаимодействия участников рынка. 2018-2020 гг.: Анализ необходимых мер для эффективного взаимодействия рынков электроэнергии и тепла. Развитие методики моделирования рынков несовершенной конкуренции в электроэнергетике. Разработка принципов построения моделей динамического равновесия интересов участников конкурентных рынков. Анализ потерь от организации отношений в отрасли в виде олигопольных рынков. Исследование поведения рынков несовершенной конкуренции в стационарных и нестационарных состояниях. Обоснование необходимости государственного регулирования и планирования развития электроэнергетики. Формирование мер по координации действий госструктур. Оптимизация структуры и развития системы газоснабжения	5 269.39	5 234.90	5 212.35	Отдел электроэнергетических систем Отдел трубопроводных систем энергетики Отдел прикладной математики 2017 г.: Анализ причин снижения эффективности рынков электроэнергии и мощности. Статические и имитационные модели, описывающие взаимодействия на электроэнергетических рынках. 2018-2020 гг.: Определение существующих проблем розничных рынков электроэнергии и тепла, выработка предложений по их преодолению. Экономико-математическое моделирование и теоретический анализ рынков несовершенной конкуренции. Рекомендации по рационализации функций и полномочий государственных структур, вовлеченных в управление и регулирование деятельности систем энергетики. Выявление выработанных газодобывающих регионов и новых бассейнов, характеризующихся сложными

	России на долгосрочную перспективу. Выбор рациональных вариантов инвестиций в развитие системы газоснабжения России.				климатическими и инженерно-геологическими условиями. Оценка рисков при освоении перспективных запасов газа. Предложения по рационализации вариантов инвестиционных вложений для поддержания традиционно разрабатываемых регионов добычи газа и регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока. Паламарчук С. И.
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. "Методические основы и инструментальные средства исследования особенностей взаимосвязанной работы интеллектуальных энергетических систем в условиях чрезвычайных ситуаций при реализации угроз энергетической безопасности" (№ 0349-2016-0011)	<p>Основные разделы работы.</p> <p>1. Адаптация имеющихся методов и разработка многоуровневой системы моделей, позволяющей оценить возможности удовлетворения потребителей конечными видами энергии в условиях реализации угроз энергетической безопасности, в том числе ЧС на критически важных объектах ТЭК</p> <p>2. Анализ направлений и масштабов трансформации угроз энергетической безопасности России</p> <p>3. Формирование перечня критически важных (с позиций ЭБ) объектов энергетической инфраструктуры страны в условиях реализации стратегических угроз энергетической безопасности</p> <p>4. Разработка инструментальных средств для интеллектуальной поддержки обоснования и принятия решений, основанных на современных концепциях математического моделирования.</p> <p>5. Разработка долгосрочных прогностических моделей водности для управления режимами ГЭС в условиях реализации природных угроз энергетической безопасности</p> <p>6. Комплексный анализ возможностей обеспечения потребителей страны энергоресурсами при</p>	8 431.02	8 376.46	8 339.51	<p>отдел энергетической безопасности</p> <p>2017 г.: Методические основы исследования особенностей взаимосвязанной работы интеллектуальных энергетических систем в условиях ЧС при реализации угроз энергетической безопасности.</p> <p>Результаты оценки сложившейся ситуации и анализа наиболее вероятных направлений и масштабов трансформации существующих и формирующихся угроз энергетической безопасности России.</p> <p>Обоснованный перечень критически важных (с позиций ЭБ) объектов электроэнергетики в условиях реализации стратегических угроз энергетической безопасности.</p> <p>Система региональных климатических моделей с привлечением отечественных и зарубежных глобальных прогностических климатических моделей с формированием пространственных распределений метеорологических показателей с разрешением от суток, декады до месяца в течение одного года.</p> <p>2018-2020 гг.:</p>

широкомасштабных чрезвычайных ситуациях (резкие похолодания на территориях федеральных округов, крупные (значимые с позиций ЭБ страны) аварии в энергетических системах).

7. Экспертный анализ результатов исследований и обоснование стратегических направлений минимизации масштабов негативного воздействия имеющихся и формирующихся угроз энергетической безопасности на перспективу до 2030 г.

Многоуровневая система моделей, позволяющая оценить возможности удовлетворения потребителей конечными видами энергии в условиях реализации угроз энергетической безопасности, в том числе ЧС на критически важных объектах ТЭК.

Обоснованный перечень критически важных (с позиций ЭБ) объектов газовой отрасли в условиях реализации стратегических угроз энергетической безопасности

Обоснованный перечень критически важных (с позиций ЭБ) объектов ТЭК страны в условиях реализации стратегических угроз энергетической безопасности

Инструментальные средства для интеллектуальной поддержки обоснования и принятия решений, основанные на современных концепциях математического моделирования

Система моделей формирования притока воды в водохранилища ГЭС (на примере Ангарского каскада ГЭС) на основе вероятностных прогнозных сценариев водности с учетом глобальных и региональных климатических моделей

Модели управления режимами водохранилищ ГЭС (на примере Ангаро-Енисейского каскада ГЭС) на основе вероятностных прогнозных сценариев притока воды в водохранилища ГЭС.

Методика применения результатов моделирования согласованного режима ГЭС (на примере Ангаро-Енисейского каскада ГЭС) с минимизацией рисков в условиях экстремальной водности, создающих природные угрозы энергетической безопасности.

Результаты комплексного анализа возможностей

					<p>обеспечения потребителей страны энергоресурсами при широкомасштабных ЧС (резкие похолодания на территориях федеральных округов, крупные (значимые с позиций ЭБ страны) аварии в энергетических системах).</p> <p>Стратегические направления минимизации масштабов негативного воздействия имеющихся и формирующихся угроз энергетической безопасности на перспективу до 2030 г.</p> <p>Сендеров С. М.</p>
<p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>"Методы оценки и учета при долгосрочном прогнозировании ТЭК новых тенденций во взаимосвязях энергетики и экономики, ускорения научно-технического прогресса и требований энергетической безопасности" (№ 0349-2016-0012)</p>	<p>1. Развитие методов исследования и поэтапного сужения прогнозной области долгосрочного развития ТЭК и новых технологий.</p> <p>2017 г.: Анализ влияния горизонта прогнозирования ТЭК на актуальность решаемых задач и на приемлемый состав используемых моделей.</p> <p>2. Разработка методов и инструментальных средств для комплексной оценки стратегических угроз и индикаторов энергетической безопасности (ЭБ).</p> <p>2017 г.: Разработка методов оценки стратегических угроз и индикаторов ЭБ.</p> <p>2018-2019 гг.: Исследование влияния условий развития ТЭК на серьезность стратегических угроз и пороговые значения индикаторов ЭБ.</p> <p>3. Разработка методов оценки адаптивности и инерционности систем энергетики и способов учета этих свойств при комплексной оценке эффективности и рискованности вариантов развития ТЭК.</p> <p>2017-2018 гг.: Методы анализа и оценки гибкости</p>	6 323.26	6 281.88	6 254.95	<p>Отдел взаимосвязей энергетики и экономики</p> <p>2017 г.</p> <p>Адаптация к новым условиям и требованиям имеющихся моделей и разработка новых. Система моделей и методы комплексной оценки и риск-анализа вариантов развития ТЭК</p> <p>Система индикаторов ЭБ страны и регионов, отражающих угрозы дефицита мощностей и чрезмерного роста цен на энергоносители. Методы их оценки.</p> <p>Система стохастических моделей для прогнозирования спроса и цен на региональных энергетических рынках.</p> <p>2018-2020 гг.</p> <p>Результаты исследования зависимости вероятности возникновения и значимости стратегических угроз и пороговых значений индикаторов ЭБ от сценария и вариантов развития экономики, энергетических рынков и новых технологий</p> <p>Показатели, характеризующие адаптивность и</p>

	<p>вариантов развития систем энергетики. 2019 г.: Исследование возможных проявлений свойства адаптивности в прогнозах развития ТЭК (в т.ч. при формировании развития интеллектуальных систем).</p> <p>4. Развитие концепции методов и моделей для решения задач долгосрочного прогнозирования спроса на топливо и энергию с учетом его ценовой эластичности и региональных особенностей. 2017 г.: Развитие методического инструментария. 2018-2019 гг.: Исследование влияния новых технологий в производстве и потреблении энергоресурсов на спрос и цены на региональных энергетических рынках.</p> <p>5. Влияние роста неопределенности, ускорения научно-технического прогресса и требований ЭБ на методы долгосрочного прогнозирования. 2020 г: Обобщение результатов исследований по проекту.</p>				<p>методы их оценки. Методы оценки вариантов развития систем энергетики с точки зрения их гибкости и адаптивности Исследование возможности и условий адаптации ТЭК к разным сценариям развития экономики, к разным темпам развития интеллектуальных энергетических систем. Влияние новых технологий (в т.ч. распределении генерации, умных сетей и домов, автомобилей) на спрос и цены на региональных энергетических рынках. Стенд оптимизационных и стохастических моделей и способы их использования на разных этапах долгосрочного прогнозирования ТЭК и при решении поставленных в проекте задач. Монография. Кононов Ю. Д.</p>
<p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>"Методические основы учета фактора надежности при управлении развитием интеллектуальных энергетических систем" (№</p>	<p>1. Комплексное исследование проблем современных и перспективных условий развития и функционирования энергетических отраслей, влияющих на обеспечение их надежности. 2017 г.: Мониторинг и анализ современных условий функционирования и перспектив развития систем энергетики с позиций надежности. 2018 г.: Исследование свойств, способов и средств обеспечения надежности систем энергоснабжения, связанных с разработкой и применением нового оборудования и технологий, а также организационных принципов и экономических отношений.</p>	5 269.39	5 234.90	5 212.35	<p>отдел энергетической безопасности отдел электроэнергетических систем отдел трубопроводных систем энергетики</p> <p>Будет разработан методический аппарат комплексного обеспечения учёта фактора надёжности специализированных систем энергетики при управлении их развитием в современных условиях. 2017 г.: Уточнение современных условий функционирования и перспектив развития систем энергетики с позиций надежности. Определены</p>

2. Анализ влияния инновационных технологий, рационального освоения природных ресурсов, изменений климата, глобализации и пр. на надежность систем энергетики.
2019 г.: Исследование проблем диверсификации различных источников первичных энергоресурсов и местных источников возобновляемых и нетрадиционных видов энергоносителей в части повышения надежности энергоснабжения.
2020 г.: Оценка системной эффективности новых технологий, новых источников энергии при оценке надежности.

3. Методы и средства скоординированного обеспечения необходимого уровня надежности энергоснабжения в специализированных системах энергетики.
2017 г.: Изучение взаимосвязи и взаимовлияния первичных энергоресурсов на электроэнергетику.
2018 г.: Ознакомление и выбор методов и средств комплексного обеспечения надежности систем энергетики.

4. Разработка методик учета фактора надежности при управлении развитием энергетики и обоснование рекомендаций по повышению надежности.
2019 г.: Формулирование содержательной постановки и математической формализации задач оптимизации надежности при управлении

взаимосвязи и взаимовлияние первичных энергоресурсов на электроэнергетику.
2018 -2020 гг.:
Характеристика новых способов и средств обеспечения надежности систем энергоснабжения, связанных с разработкой и применением нового оборудования и технологий, а также организационных принципов и экономических отношений.
Оценка роли диверсификации различных источников первичных энергоресурсов и местных источников возобновляемых и нетрадиционных видов энергоносителей в части повышения надежности энергоснабжения.
Принципы учета новых технологий, новых источников энергии при оценке надежности.
Методы и средства комплексного обеспечения надежности систем энергетики.
Содержательная постановка и математическая формализация задач оптимизации надежности при управлении развитием систем энергетики.
Рекомендации по обеспечению требуемого уровня надежности энергетических отраслей.
Ковалев Г. Ф.

	развитием систем энергетики. 2020 г.: Анализ и обоснование рекомендаций по обеспечению требуемого уровня надежности энергетических отраслей.				
17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов. "Комплексное исследование перспективных направлений инновационного развития энергетики восточных регионов страны с учётом прогнозируемого роста энергетического сотрудничества России со странами Северо-Восточной Азии" (№ 0349-2016-0014)	2017 г.: Создание информационно-аналитической базы данных инновационных технологий для долгосрочного прогнозирования развития ТЭК страны и ее восточных регионов Анализ характеристик и параметров инновационных энергетических технологий стран Северо-Восточной Азии Разработка методических подходов к оценке регионального спроса на энергоресурсы в долгосрочной перспективе с учетом инновационного развития энергетики и экономики Разработка методики классификации изолированных потребителей в зависимости от параметров альтернативных схем энерго-, топливоснабжения 2018 г.-2020 гг.: Совершенствование существующих, разработка новых методов и моделей, развитие информационно-аналитической базы данных инновационных технологий для комплексного анализа и долгосрочного прогнозирования инновационного развития ТЭК страны и ее восточных регионов Оценка влияния инновационных энергетических технологий на институциональную инфраструктуру, международные рынки энергоносителей и энергетических услуг в странах СВА с целью использования их опыта для условий России Разработка инструментальных средств, создание	5 269.39	5 234.90	5 212.35	Отдел комплексных и региональных проблем энергетики 2017 г.: Информационно-аналитическая база инновационных технологий для комплексного анализа и долгосрочного прогнозирования инновационного развития ТЭК страны и ее восточных регионов Актуализация прогнозов развития инновационных энергетических технологий для стран СВА Методические рекомендации к оценке регионального спроса на энергоресурсы в долгосрочной перспективе с учетом инновационного развития энергетики и экономики Критерии для классификации и категории изолированных потребителей восточных регионов в зависимости от параметров альтернативных схем их энерго-, топливоснабжения 2018-2020 гг.: Система оптимизационных и имитационных моделей, информационно-аналитическая база инновационных технологий для прогнозирования инновационного развития ТЭК страны и ее восточных регионов Количественная оценка влияния инновационных технологий на рынки энергоносителей и энергетических услуг в Северо-Восточной Азии. Идентификация направлений развития национальных и международных институтов в

	<p>базы данных для оценки регионального спроса на энергоресурсы с учетом инновационного развития энергетики и экономики восточных регионов, прогноз регионального спроса на энергоресурсы</p> <p>Разработка методических подходов и модельного инструментария оценки воздействия на природную среду инновационных энергетических технологий</p> <p>Развитие методических подходов, инструментальных средств и исследований для целесообразности и эффективности внедрения инновационных технологий при энергоснабжении изолированных потребителей восточных регионов страны</p> <p>Формирование перечня наиболее значимых внутренних и внешних факторов, влияющих на инновационное развитие ТЭК страны и ее восточных регионов</p> <p>Исследование влияние различных факторов на выбор рациональных вариантов инновационного развития ТЭК страны и ее восточных регионов</p> <p>Разработка Основных положений стратегии инновационного развития ТЭК страны и ее восточных регионов до 2030 г. и на перспективу до 2050 г.</p>				<p>энергетике</p> <p>Имитационная модель и база данных для оценки регионального спроса на энергоресурсы с учетом инновационного развития энергетики и экономики регионов.</p> <p>Прогноз регионального спроса на энергоресурсы в восточных регионах страны с учетом инновационного развития их энергетики и экономики</p> <p>Имитационная модель и база данных для оценки воздействия на природную среду инновационных энергетических технологий в восточных регионах</p> <p>Оценка целесообразности и эффективности изменения сложившихся схем энерго-, топливоснабжения и внедрения инновационных энергетических технологий для изолированных от энергосистем потребителей восточных регионов</p> <p>Перечень и количественные оценки наиболее значимых внутренних и внешних факторов, влияющих на инновационное развитие ТЭК страны и ее восточных регионов</p> <p>Сценарии инновационного развития ТЭК страны и ее восточных регионов в долгосрочной перспективе (до 2050 г.)</p> <p>Основные положения стратегии инновационного развития ТЭК страны и ее восточных регионов в первой половине 21 века</p> <p>Санеев Б. Г.</p>
<p>2. Вычислительная математика.</p> <p>17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации,</p>	<p>2017 г.: Идентификация интегральных моделей активно-адаптивных элементов энергетических систем на базе аппарата полиномов Вольтерра.</p> <p>2018-2020 гг.: Алгоритмизация отслеживания бифуркаций динамических систем, применение</p>	5 486.87	5 423.90	5 391.73	<p>Отдел прикладной математики</p> <p>2017 г.:</p> <p>1. Методы, алгоритмы и соответствующее</p>

<p>включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>"Теория и методы решения обратных и некорректных задач при математическом моделировании интеллектуальных систем энергетики" (№ 0349-2016-0015)</p>	<p>флаговой арифметики для тестирования качества вычислительных процедур. Постановка и решение специальных задач адаптивного управления, учитывающих особенности энергетических объектов с использованием полиномиальных уравнений Вольтерра. Исследование слабо некорректных задач обработки и прогнозирования временных рядов, связанных с динамическими объектами энергетики, в частности, обработка результатов экспериментов на ВТК ИСЭМ СО РАН по исследованию кризиса теплообмена при быстром нарастании мощности тепловыделения в активной зоне реактора АЭС.</p> <p>Раздел 2. Интегральные модели развития интеллектуальных энергетических систем. 2017 г.: Развитие теории решения неклассических интегральных уравнений типа Вольтерра. 2018-2020 гг.: Моделирование динамики развития интеллектуальной энергетической системы с учетом ее возрастной структуры. Задача оптимального управления сроками службы генерирующего оборудования электростанций. Исследование неклассических интегральных уравнений типа Вольтерра.</p>				<p>программное обеспечение. Области применимости алгоритмов идентификации для динамических объектов.</p> <p>2. Теоремы существования и единственности решения частных классов уравнений Вольтерра, эффективные численные методы, программное обеспечение.</p> <p>2018-2020 гг.:</p> <p>1. Алгоритмы и комплексы программ применительно к исследованию тепловых процессов. Технология и методический аппарат синтеза имитационного моделирования замкнутых динамических систем энергетики и ситуационного подхода. Области применимости полиномиальных уравнений в задачах автоматического регулирования. Применение преобразования Гильберта–Хуанга для решения поставленных задач, разработка комплекса программ.</p> <p>2. Применение аппарата, развитого в 2017 г., для математического моделирования стратегий развития реальных динамических систем энергетики, включая Единую электроэнергетическую систему (ЕЭЭС) России; разработка программного обеспечения. Алгоритмы и комплексы программ оптимального управления сроками службы генерирующего оборудования электростанций. Набор тестовых уравнений для сравнения эффективности различных численных методов и алгоритмов, новый метод регуляризации задачи численного дифференцирования.</p> <p>Солодуша С. В.</p>
17. Основы эффективного развития и	Блок 1. Комплексное исследование направлений	5 269.39	5 234.90	5 212.35	Отдел электроэнергетических систем

<p>функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.</p> <p>"Комплексное исследование направлений развития и эффективности электроэнергетической интеграции России и стран Азиатского региона в условиях глобализации, инновационного обновления энергетики и рационального использования возобновляемых энергоресурсов" (№ 0349-2016-0016)</p>	<p>развития и эффективности электроэнергетической интеграции России и стран Азиатского региона.</p> <p>2017 г.:</p> <p>Сбор и представление в формате модели исходных технико-экономических данных по национальным и региональным энергосистемам для проведения многовариантных оптимизационных исследований различных сценариев развития Азиатского энергокольца и Евразийского МГЭО, представляя их с необходимой степенью детализации.</p> <p>Формирование расчетных схем для модели.</p> <p>2018-2020 гг.:</p> <p>Разработка новой, более мощной версии математической модели развития и режимов работы энергосистем ОРИРЭС, позволяющей оптимизировать развитие генерирующих мощностей, пропускных способностей межгосударственных и межсистемных электрических связей, режимы работы национальных и региональных ЭЭС, входящих в Азиатское и Евразийское МГЭО, с развитым интерфейсом ввода–вывода, представления и визуализации исходных данных и полученных результатов.</p> <p>Проведение комплексных энерго-балансовых и режимных исследований перспектив формирования Азиатского энергокольца и оценка роли и эффективности участия России в нем с использованием новой версии математической модели ОРИРЭС и базы исходных данных, подготовленных на предыдущих этапах проекта.</p> <p>Проведение комплексных энерго-балансовых и</p>				<p>Отдел прикладной математики</p> <p>Блок 1.</p> <p>2017 г.:</p> <p>Требуемый состав исходных данных для исследования развития Азиатского энергокольца и Евразийского МГЭО. Расчетные схемы МГЭО.</p> <p>2018-2020 гг.:</p> <p>Модернизированная версия модели ОРИРЭС. Эффективные направления, объемы, режимы обмена мощностью и электроэнергией между ЭЭС России и национальными ЭЭС стран Азии. Рациональная конфигурация, технико-экономические параметры, режимы загрузки МГЭС в азиатском регионе. Эффективные скоординированные объемы вводов генерирующих мощностей и МГЭС в ЭЭС России и других сопредельных странах Азии для достижения указанных обменов перетоками и реализации системных эффектов. Эффективные направления, объемы, режимы обмена мощностью и электроэнергией между ЭЭС России и национальными ЭЭС стран Евразии, в т.ч. Таможенного и Евразийского экономического союзов. Техничко-экономические параметры, рациональная конфигурация, режимы загрузки МГЭС в евразийском регионе. Эффективные скоординированные объемы вводов генерирующих мощностей и МГЭС в ЭЭС России и других сопредельных странах Евразии для достижения указанных обменов перетоками и реализации системных эффектов.</p>
--	---	--	--	--	---

	<p>режимных исследований перспектив формирования Евразийского МГЭО и оценка роли и эффективности участия России в нем с использованием новой версии математической модели ОРИРЭС и базы исходных данных подготовленных на предыдущих этапах проекта.</p> <p>Блок 2. Исследование экономической и экологической эффективности комплексного использования ВИЭ в России и в других регионах мира, в т.ч. азиатском.</p> <p>2017 г.:</p> <p>Применение математической модели энергосистем с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) для оценки эффективности производства и потребления вторичных энергоносителей.</p> <p>2018-2020 гг.:</p> <p>Исследование экологических ограничений на экономическую эффективность энергетических технологий, включая ВИЭ, работающих в стохастическом режиме, в России и странах Азии. Оценка экономических рисков прогнозов энерго-технологических структур, в т.ч. на базе ВИЭ, в зависимости от внешних условий.</p> <p>Прогноз масштабов развития возобновляемых источников энергии в России и в странах Азии.</p>				<p>Блок 2.</p> <p>2017 г.: Математическая модель с ВИЭ, результаты оценки эффективности.</p> <p>2018-2020 гг.: Ранжирование энергетических технологий ВИЭ по эффективности в зависимости от внешних условий</p> <p>Функция "эффект-вероятность" для оценки эффективности ВИЭ с учетом экономических рисков. Объемы генерирующих мощностей ВИЭ для нескольких сценариев.</p> <p>Подковальников С. В.</p>
<p>174. Разработка предложений по государственной политике комплексного развития Сибири, Севера и Дальнего Востока.</p> <p>"Многофакторный анализ энергетических рынков стран Северо-Восточной Азии" (№ 0349-2016-0017)</p>	<p>2017 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ влияния формальных и неформальных общественно-экономических структур на организацию функционирования и развития электроэнергетического рынка Японии 2. Анализ механизмов ценообразования на природный газ на рынках природного газа стран СВА 3. Совершенствование методических подходов к 	5 527.52	5 389.53	5 334.69	<p>Отдел комплексных и региональных проблем энергетики</p> <p>2017 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка направлений и параметров развития электроэнергетического рынка Японии на постреформенный период 2. Оценка перспектив развития механизмов

оценке эффективности газотранспортной инфраструктуры в восточных регионах России

2018 г.:

1. Анализ схемы формирования энергетической политики стран СВА (на примере Японии)
2. Анализ финансовых механизмов как фактора развития инновационных методов добычи природного газа (на примере «сланцевого газа»)
3. Актуализация моделей и расчёты эффективности различных схем развития инфраструктуры экспорта природного газа в восточных регионах России

2019 г.:

1. Анализ схемы формирования энергетической политики Китая
2. Разработка методологии выбора механизмов ценообразования на рынках природного газа в Северо-Восточной Азии
3. Усовершенствование методических рекомендаций по учёту тенденций изменения энергетической инфраструктуры стран СВА

2020 г.:

1. Анализ схем координации энергетической политики стран СВА
2. Разработка направлений развития механизмов ценообразования в целях увеличения экспорта российского природного газа в страны СВА
3. Мониторинг энергопотребления и развития энергетической инфраструктуры стран СВА

ценообразования на рынках природного газа стран СВА

3. Методический подход к оценке эффективности влияния перспективных газовых рынков стран СВА на развитие газотранспортной инфраструктуры в восточных регионах России 2018 г.:

1. Оценка влияния ключевых факторов и организаций в схеме разработки энергетической политики в Японии.
2. Оценка влияния финансовых механизмов на масштабы и темпы развития низкорентабельных ресурсов природного газа.
3. Оценка эффективности влияния перспективных газовых рынков стран СВА на развитие газотранспортной инфраструктуры в восточных регионах России .

2019 г.:

1. Оценка влияния ключевых факторов на формулирование энергетической политики в Китае.
2. Методология выбора механизма ценообразования на рынках природного газа в Северо-Восточной Азии по критерию экономической эффективности для России
3. Методические рекомендации по актуализации прогнозов энергопотребления стран СВА.

2020 г.:

1. Структура и механизмы развития кооперации при формировании энергетической политики в Северо-Восточной Азии.
2. Направления развития механизмов ценообразования в России с учётом рынков природного газа в Северо-Восточной Азии.
3. Актуализация прогнозов энергопотребления

					<p>стран СВА. Санеев Борис Григорьевич Попов Сергей Петрович</p>
<p>174. Разработка предложений по государственной политике комплексного развития Сибири, Севера и Дальнего Востока.</p> <p>"Многофакторное исследование направлений развития ТЭК азиатских регионов России в первой половине 21 века с учетом их энергетической кооперации со странами Северо-Восточной Азии" (№ 0349-2016-0018)</p>	<p>2017 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Актуализация информационно-аналитической базы, совершенствование существующих и разработка новых методов и моделей для долгосрочного прогнозирования и анализа развития ТЭК страны и регионов. 2. Мониторинг современного состояния ТЭК регионов, их внутренних (российских) и внешних (экспортных) энергетических связей. 3.Ретроспективный анализ тенденций энергопотребления регионов Азиатской России. <p>2018 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Формирование и анализ наиболее значимых факторов, влияющих на развитие территориально-производственной структуры ТЭК регионов в первой половине 21 века. 2. Мониторинг государственных прогнозов энергопотребления регионов Азиатской России; 3.Анализ современного состояния ресурсной базы ТЭК азиатских регионов и оценка перспектив ее развития. 4. Определение потенциальной емкости рынка стран СВА для топливно-энергетических ресурсов Азиатской России. <p>2019 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Оценка энергопотребления регионов Азиатской России на основе их комплексного экономического и энергетического развития. 	6 141.69	5 988.36	5 927.52	<p>Отдел комплексных и региональных проблем энергетики</p> <p>2017 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обновленная информационно-аналитическая база, усовершенствованная система оптимизационных и имитационных моделей для долгосрочного прогнозирования и анализа развития ТЭК страны и регионов. 2.Характеристика современного состояния ТЭК азиатских регионов России, их внутренних и внешних (экспортных) энергетических связей. 3. Ретроспективные тенденции энергопотребления регионов Азиатской России. <p>2018 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Количественна оценка факторов, влияющих на развитие ТЭК Азиатской России в первой половине 21 века. 2. Оценка качественного уровня долгосрочных прогнозов энергопотребления и методические рекомендации по их улучшению. 3.Характеристика современного состояния ресурсной базы отраслей ТЭК азиатских регионов и оценка перспектив ее развития. 4. Количественная оценка потенциальной емкости рынков стран СВА для топливно-энергетических ресурсов Азиатской России.

	<p>2. Исследование влияния различных факторов на развитие территориально-производственной структуры ТЭК регионов в первой половине 21 века в увязке с развитием ТЭК страны.</p> <p>3.Формирование прогнозных топливно-энергетических балансов регионов.</p> <p>1. Формирование основных направлений совершенствования структуры ТЭБ регионов.</p> <p>2. Определение эффективных направлений снижения энергоемкости валового внутреннего (регионального) продукта регионов Азиатской России.</p> <p>3. Разработка предложений по приоритетным направлениям развития ТЭК регионов в первой половине 21 века с учетом энергетической кооперации России со странами СВА.</p>				<p>2019 г.:</p> <p>1. Сценарные прогнозы энергопотребления Азиатской России на долгосрочную перспективу.</p> <p>2.Сценарии развития территориально-производственной структуры ТЭК регионов России с учетом внутренних и внешних (экспортных) энергетических связей; Объемы поставок топливно-энергетических ресурсов из азиатских регионов в европейскую часть страны и их экспорта в европейском и азиатском направлениях;</p> <p>3. Прогнозные топливно-энергетические балансы.</p> <p>2020 г.:</p> <p>1. Показатели энергоэффективности экономики и ТЭК регионов.</p> <p>2. Рекомендации по мерам (механизмам) снижения энергоемкости валового внутреннего (регионального) продукта регионов Азиатской России.</p> <p>3. Дорожная карта развития ТЭК азиатских регионов страны в первой половине 21 века с учетом энергетической кооперации России со странами СВА.</p> <p>Соколов А. Д.</p>
<p>174. Разработка предложений по государственной политике комплексного развития Сибири, Севера и Дальнего Востока.</p> <p>"Комплексная оценка схем энергоснабжения при освоении месторождений</p>	<p>2017 г.:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Актуализировать информацию по потенциальным проектам освоения минерально-сырьевых ресурсов восточного арктического сектора</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Разработать методические положения, обновить информационную базу и имитационную</p>	5 527.52	5 389.53	5 334.69	<p>отдел комплексных и региональных проблем энергетики</p> <p>2017 г.:</p> <p>1. Информация по потенциальным проектам освоения минерально-сырьевых ресурсов восточного арктического сектора с указанием</p>

минерально-сырьевых ресурсов в восточном арктическом секторе Российской Федерации" (№ 0349-2016-0019)

модель определения потребности в энергоресурсах в зависимости от глубины переработки минерального сырья
3. Сформировать перечень и определить качественные и количественные характеристики значимых факторов, влияющих на эффективность альтернативных вариантов энергоснабжения в восточном арктическом секторе.

2018 г.:

1. Усовершенствовать методические подходы и модельный инструментарий, информационно-аналитическую систему для комплексной оценки схем энергоснабжения перспективных горнодобывающих предприятий
2. Определить потребность в энергоресурсах перспективных горнодобывающих предприятий в зависимости от глубины переработки минерального сырья
3. Актуализировать прогнозы развития транспортной и энергетической инфраструктуры в северо-восточных регионах РФ

2019 г.:

1. Определить условия целесообразного применения централизованного электроснабжения перспективных горнодобывающих предприятий в восточном арктическом секторе
2. Провести исследования эффективности применения различных вариантов автономной генерации энергии в зависимости от влияющих факторов

2020 г.:

1. Выполнить комплексную оценку схем

уровня подготовленности и технологического процесса

2. Методические положения, информационная база и имитационная модель определения потребности в энергоресурсах перспективных горнодобывающих предприятий в восточном арктическом секторе

3. Перечень экономико-географических, технических и других факторов, влияющих на эффективность альтернативных вариантов энергоснабжения с количественными и качественными характеристиками для каждого потенциального проекта освоения минерально-сырьевых ресурсов

2018 г.:

1. Усовершенствованные методические подходы, модельный инструментарий и информационно-аналитическая система для комплексной оценки схем энергоснабжения перспективных горнодобывающих предприятий
2. Потребность в энергоресурсах при реализации потенциальных проектов освоения минерально-сырьевых ресурсов восточного арктического сектора
3. Уточненные характеристики значимых факторов для каждого потенциального проекта с учетом прогнозов развития транспортной и энергетической инфраструктуры в северо-восточных регионах РФ

2019 г.:

1. Условия и зоны целесообразного применения централизованного электроснабжения перспективных горнодобывающих предприятий в зависимости от прогнозов развития энергетической инфраструктуры в изолированных энергосистемах

	<p>энергоснабжения перспективных горнодобывающих предприятий в восточном арктическом секторе РФ</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Выявить зоны целесообразного использования возможных схем топливоснабжения при освоении арктических территорий</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Выработать предложения и принципы формирования рациональных схем энергоснабжения при освоении минерально-сырьевых ресурсов в восточном арктическом секторе РФ</p>				<p>восточных регионов РФ</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Оценка эффективности применения различных вариантов автономной генерации энергии в зависимости от влияющих факторов 2020 г.:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Результаты комплексной оценки схем энергоснабжения перспективных горнодобывающих предприятий в восточном арктическом секторе РФ</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Условия и зоны целесообразного применения возможных схем топливоснабжения при освоении восточных арктических территорий.</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Предложения и принципы формирования рациональных схем энергоснабжения при освоении минерально-сырьевых ресурсов в восточном арктическом секторе с учетом прогнозов развития транспортной и энергетической инфраструктуры в северо-восточных регионах РФ.</p> <p>Иванова Ирина Юрьевна</p>
	Итого	136 863.88	132 546.65	131 871.10	

Врио директора
 Федерального государственного бюджетного учреждения науки
 Института систем энергетики им. Л.А.Мелентьева Сибирского
 отделения Российской академии наук



/ В.А. Стенников /