

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской
академии наук
(ИСЭМ СО РАН)**

Отчет по основной референтной группе 14 Энергетика

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

Научные подразделения:

1. Отдел электроэнергетических систем.

Состав:

Лаборатория развития электроэнергетических систем

Лаборатория реформирования электроэнергетики

Лаборатория управления функционированием электроэнергетических систем

Лаборатория управления аномальными режимами электроэнергетических систем

Лаборатория межгосударственных электроэнергетических объединений

СКБ электротехнического приборостроения

Научные направления (специализация):

- Теория, математические модели и методы управления развитием и функционированием территориальных, региональных, объединенных государственных и межгосударственных электроэнергетических систем (ЭЭС);



057667

- Научно-методические основы систем автоматизированного проектирования, автоматизированных систем научных исследований в электроэнергетике и их реализация на основе современных вычислительных средств и информационных технологий;

- Концепции и альтернативные сценарии долгосрочного развития электроэнергетики России и ее регионов, тенденции и закономерности ее развития с учетом экономических, социальных, экологических и других факторов;

- Развитие интеллектуальных электроэнергетических систем (на основе Smart Grid), их функционирование, технологии управления ими;

- Возможности, эффективность и проблемы создания и функционирования межгосударственных энергообъединений, евроазиатской и мировой электроэнергетических систем;

- Разработка средств контроля и диагностики технического состояния силового электрооборудования энергосистем.

2. Отдел энергетической безопасности.

Состав:

Лаборатория развития ТЭК с позиций энергетической безопасности

Лаборатория живучести систем энергетики

Лаборатория информационных технологий в энергетике

Лаборатория гидроэнергетических и водохозяйственных систем

Научные направления (специализация):

- Научные основы управления ТЭК и систем энергетики, обоснование стратегических направлений обеспечения энергетической безопасности (ЭБ) России;

- Определение сущности, состава, взаимосвязей и критериев оценки стратегических угроз ЭБ России;

- Разработка методических основ и инструментальных средств для оценки влияния стратегических угроз ЭБ России и ее регионов;

- Моделирование критических ситуаций и определение возможностей ТЭК и систем энергетики по качественному удовлетворению потребителей энергоресурсами в различных условиях функционирования и развития энергетики;

- Разработка и применение перспективных информационных и вычислительных технологий для энергетических исследований, в т.ч. мультиагентное моделирование, семантическое моделирование, онтологический инжиниринг, когнитивное и событийное моделирование, визуальная аналитика (3D-геовизуализация).

- Разработка систем поддержки принятия решений, исследования проблем энергетических систем как критических инфраструктур, а также проблем кибербезопасности интеллектуальных энергетических систем;

- Долгосрочное прогнозирование комплексных природообусловленных факторов энергетики и разработка методов математического моделирования режимов работы сложных энергетических систем с участием ГЭС и их каскадов.

3. Отдел трубопроводных систем энергетики (нефте-, газо-, тепло-, водоснабжения).



Состав:

Лаборатория трубопроводных и гидравлических систем

Лаборатория развития систем газоснабжения

Лаборатория систем теплоснабжения

Научно-технический центр энергосбережения

Научные направления (специализация):

- Задачи и методы математического моделирования, расчета и оптимизации трубопроводных и других гидравлических систем различного типа и назначения;
- Методические основы, алгоритмы и информационное обеспечение задач развития и автоматизированного диспетчерского управления системами тепло-, водо-, нефте- и газоснабжения;
- Теория, модели, методы, инструментарий для анализа и синтеза надежности трубопроводных систем;
- Многоуровневое, многоцелевое моделирование трубопроводных систем с выделением временных, территориальных при планировании, проектировании и эксплуатации систем, их подсистем и объектов;
- Методы согласования отраслевых решений с общеэнергетическими стратегиями топливо- и энергоснабжения на уровне отдельных территорий, регионов и страны в целом;
- Научные основы, свойства, тенденции и перспективы развития теплоэнергетики и теплоснабжения страны, ее регионов и городов; техническая политика, организация и механизмы их реализации;
- Методы и направления преобразования и развития теплового хозяйства России, регионов и населенных пунктов в условиях конкуренции и рисков;
- Методы и математические модели, тенденции, прогноз оптимального развития систем газоснабжения с учетом их надежности;
- Энергосбережение и тарифообразование в теплоснабжении.

4. Отдел комплексных и региональных проблем энергетики.

Состав:

Лаборатория комплексных проблем энергетики

Лаборатория межотраслевых и межрегиональных проблем топливно-энергетического комплекса

Лаборатория ТЭК Сибири и Дальнего Востока

Лаборатория энергоснабжения децентрализованных потребителей

Международный исследовательский центр "Энергетическая инфраструктура в Азии"

Научные направления (специализация):

- научные основы региональной энергетической политики;
- принципы, методы и модели для исследования и выбора рациональных направлений развития ТЭК страны и регионов;



- методические подходы, системы моделей и базы данных для прогнозирования регионального энергопотребления;

- принципы, методы и модели для исследования и прогнозирования развития энергетических рынков стран Северо-Восточной Азии (СВА);

- прогнозы, концепции и сценарии развития ТЭК страны и региональной энергетики Сибири и Дальнего Востока, с учетом энергетической кооперации со странами СВА;

- разработка и обеспечение приоритетных направлений совершенствования схем энерго-, теплоснабжения децентрализованных потребителей в северных и арктических регионах Востока России;

- направления развития и повышение эффективности энергоснабжения потребителей (включая использование возобновляемых источников энергии), в том числе в районах нового освоения.

5. Отдел теплосиловых систем

Состав:

Лаборатория исследования энергетических установок

Лаборатория термодинамики

Лаборатория динамики парогенерирующих систем

Центр коллективного пользования “Высокотемпературный контур”

Научные направления (специализация):

- математическое моделирование и оптимизация параметров и технологических схем теплоэнергетических и энерготехнологических установок различного назначения.

- методы оптимизации режимов функционирования тепловых электрических станций.

- системные исследования и разработка научных основ высокоэффективных и экологически безопасных энергетических технологий и систем, включая системы с распределенной генерацией;

- развитие моделей и методов равновесной термодинамики на основе математического программирования;

- теоретические и экспериментальные исследования процессов образования вредных веществ в энергоустановках и поиск эффективных методов снижения выбросов;

- анализ влияния физико-химических ограничений на развитие энергетических технологий;

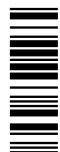
- разработка новых и совершенствование существующих технологий термохимической конверсии низкосортных твердых топлив и отходов в энергетических установках;

- исследование направлений развития ядерной энергетики, возобновляемых источников энергии, гидроэнергетики.

- методы и средства теплофизических исследований динамических процессов в элементах энергетических установок.

6. Отдел взаимосвязей энергетики и экономики.

Научные направления (специализация):



- методы повышения качества и обоснованности долгосрочных прогнозов развития ТЭК и оценки стратегических угроз энергетической безопасности;

- методы прогнозирования конъюнктуры (цен и спроса) на региональных энергетических рынках;

- разработка методического инструментария для оценки макроэкономических последствий сценариев развития ТЭК, ценовой и инвестиционной политики;

- анализ и оценка барьеров, стратегических угроз и пороговых значений индикаторов энергетической и национальной безопасности с учетом их функциональной зависимости от сценариев социально-экономического развития страны, от прогнозов научно-технического прогресса в производстве и потреблении энергоносителей, от рассматриваемой перспективы и от других факторов.

7. Отдел прикладной математики.

Состав:

Лаборатория исследования операций

Лаборатория неустойчивых задач вычислительной математики

Лаборатория методов математического моделирования и оптимизации в энергетике

Научные направления (специализация):

- Математическое исследование проблем согласования интересов с приложениями в энергетике;

- Численные методы оптимизации в задачах функционирования и развития энергетических систем;

- Развитие методов комбинаторного моделирования для изучения развития систем энергетики;

- Теория и методы принятия решения в условиях интервальной и стохастической неопределённости в задачах функционирования и развития электроэнергетических систем;

- Методы идентификации нелинейных динамических систем и их приложения в энергетике;

- Программные средства построения и анализа динамических моделей энергетических, экономических и экологических систем.

Помимо административно-управленческих подразделений институт имеет в своем составе также научно-вспомогательные подразделения:

1. Научно-технический центр информационно-вычислительных сетей.

2. Отдел зарубежных связей.

4. Редакционно-издательский отдел.

5. Научно-техническая библиотека.

5. Группа переводчиков.

6. Отдел аспирантуры.

Подробнее: <http://isem.irk.ru/institute/departments.php>



3. Научно-исследовательская инфраструктура

В институте функционирует Центр коллективного пользования "Высокотемпературный контур" (ЦКП ВТК, работает с 1974 г.).

Оборудование ЦКП ВТК успешно применяется во многих, в том числе междисциплинарных направлениях, таких как:

- кинетика гетерофазного горения различных твердых материалов (полимеры, горные породы, твердые топлива, керамика, фармацевтика).
- исследование термической устойчивости.
- динамика газовой выделенной при термолитическом разложении различных материалов.
- процессы термохимической конверсии твердых топлив, в том числе низкосортных;
- межфазный теплообмен и многофазные течения;
- динамика элементов энергетического оборудования;
- нестационарные кризисные явления в каналах;
- оптимизация параметров энергетических установок и станций.

Перечень дорогостоящего оборудования:

- Многоконтурный теплогидравлический стенд мощностью 2,8 МВт, максимальным давлением 32 МПа, оснащенный системой средств нанесения динамических возмущений по расходу, теплоподводу и температуре теплоносителя.

- Комплекс синхронного термического анализа STA 449 C, STA 449 F1 с четырьмя печами до 1500°C, паровой печью (1250°C), 1700°C и 2400°C, квадрупольный масс-спектрометр QMS 403, блок импульсного термического анализа (в 2014 году дооснащен новым современным оборудованием на 22 млн. руб.).

- Специализированный вычислительный кластер, оснащенный современными высокопроизводительными пакетами численного моделирования теплофизических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании, математического моделирования и оптимизации параметров энергетического оборудования тепловых электростанций.

Основные научные результаты, полученные с использованием ЦКП ВТК.

1. Экспериментально подтверждено существование термодинамической равновесной скорости звука (предсказанной Ландау) и установлено влияние термодинамически «замороженной» и равновесной скоростей звука на истечение парожидкостных потоков через пористую среду. Впервые в области критических двухфазных потоков получены опытные данные по критическому истечению пароводяной смеси через плотные упаковки шаровых частиц. При этом установлено влияние высоты слоя засыпки, диаметра частиц, входного давления и паросодержания смеси на критическую массовую скорость. Проведены прецизионные измерения падения давления в слое шаровых частиц при вынужденном течении воды. Получено уточнение коэффициентов Эргана в уравнении Дарси и установлена их зависимость от диаметра частиц.



2. Разработан методический и модельный инструментарий для оценки и выбора технологий переработки низкосортных твердых топлив в горючие газы.

3. Разработана принципиально новая схема обогащения кварцевого сырья Восточной Сибири для получения кварцевых концентратов высокой и ультравысокой чистоты для наплава кварцевого стекла и кварцевой керамики.

Подробнее:

<http://isem.irk.ru/htc/>

http://ckp-rf.ru/ckp/500415/?sphrase_id=2288483

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

-

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

ИСЭМ СО РАН является лидером в области прогнозирования и разработки стратегических документов по обоснованию социально-экономического развития и развития топливно-энергетического комплекса регионов России, Сибири и Дальнего Востока, с учетом перспектив евразийского международного энергетического сотрудничества. Важной составляющей является направление исследований проблем развития Байкало-Ангарско-Енисейской гидроэнергетической и водохозяйственной системы, включая решение энерго-экологических проблем Байкальской природоохранной территории.

ИСЭМ СО РАН одна из важнейших экспертных организаций в области технико-экономических обоснований развития и реконструкции систем энергоснабжения, энергосбережения и энергоаудита как в Иркутской области, так и в других регионах Азиатской части России.

Важнейшие проекты за период 2013-2015 гг.

1. Обоснование допустимого диапазона колебаний уровня озера Байкал (Иркутского водохранилища) с учетом технических возможностей регулирования и социально-экономических ограничений в нижнем бьефе Иркутской ГЭС в условиях нормальной, экстре-



мально высокой и экстремально низкой водности. Проект выполнен совместно с ИНЦ СО РАН по заказу ПАО «Иркутскэнерго», Правительства Иркутской области и Минприроды РФ, 2015 г.

Регионы: Байкальская природная территория (РФ в целом), Иркутская область, Республика Бурятия)

С помощью разработанного в ИСЭМ СО РАН аппарата математического моделирования и программных средств по заказу Минприроды РФ впервые выполнено моделирование уровня оз. Байкал и режимов работы Иркутской ГЭС в условиях экстремально низкой водности в 2014-2016 гг. Проведено обоснование допустимого диапазона колебаний уровня озера Байкал (Иркутского водохранилища) с учетом технических возможностей регулирования и социально-экономических ограничений в нижнем бьефе Иркутской ГЭС в условиях нормальной, экстремально высокой и экстремально низкой водности, в т.ч. определение и картирование зон возможного затопления. Исследования позволяют утверждать, что законодательно установленный на федеральном уровне диапазон регулирования уровня оз. Байкал 456-457 м ТО (Постановление Правительства РФ №234 от 23 марта 2001 г.) возможен только в условиях 93-34% обеспеченности водности и не может быть выполнен за его пределами. Выполнение этой работы позволило провести изменение Федерального законодательства и нормализовать обострение социально-экономических проблем, связанных с маловодным периодом озера Байкал.

2. Разработка схемы и программы развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2014 - 2018 годы, по заказу Государственного комитета Республики Саха (Якутия), сроки выполнения 2013-2014 гг.

Регион: Республика Саха (Якутия).

Подготовленные материалы представляют стратегические направления развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на период 2014-2018 гг. и до 2020 г. с учетом региональных особенностей, отражают формирование энергетической инфраструктуры региона.

3. Разработка схемы и программы развития электроэнергетики Иркутской области на период 2014-2018 годы, по заказу Правительства Иркутской области, сроки выполнения 2013 гг.

Разработка схемы и программы развития электроэнергетики Иркутской области на период 2016 - 2020 годы, по заказу Правительства Иркутской области, сроки выполнения 2014-2015 гг.

Регион: Иркутская область.

Социально-экономическая значимость: оба последовательных проекта направлены на обеспечение гарантированного электроснабжения потребителей и эффективного функционирования электрических сетей на период до 2018 и до 2020 года, с учётом динамики спроса на электрическую мощность, перспективы развития генерирующих мощностей; разработка рекомендаций по объемам и срокам реконструкции действующих и вводам



новых электросетевых объектов; формирование стабильных и благоприятных условий привлечения инвестиций для создания эффективной и сбалансированной энергетической инфраструктуры, обеспечивающей социально-экономическое развитие и экологически ответственное использование энергии и электрических ресурсов на территории Иркутской области.

4. Топливо-энергетический баланс Иркутской области, по заказу Правительства Иркутской области, работа выполнялась дважды в 2013 и в 2015 году

Регион: Иркутская область.

Социально-экономическая значимость. Подготовлены материалы для обоснования предложений по повышению эффективности управления ТЭК области, для научного сопровождения «Программы «Энергосбережение и повышение эффективности на территории Иркутской области на 2011-2015гг. и на период до 2020 года», а также для текущей деятельности Министерства жилищной политики, энергетики и транспорта Иркутской области (Управление ТЭК) и анализа эффективности выполнения планируемых мероприятий.

5. Стратегия развития энергетики Чаун-Билибинского энергоузла Чукотского автономного округа на перспективу до 2035г., по заказу НО «Фонд Территория», 2013 г.

Регион: Чукотский АО.

Социально-экономическая значимость проекта заключается в развитии энергетики арктической зоны Чукотского АО для освоения новых горнорудных месторождений – таких как Баймская рудная зона и Песчанка. В работе сформированы 27 сценариев развития генерирующих мощностей и электрических сетей для обеспечения централизованного энергоснабжения потребителей. По результатам комплексной оценки эффективности этих сценариев обозначены ключевые проблемы развития централизованного электроснабжения в энергоузле и обоснована стратегия выбора рационального варианта развития энергетики Чаун-Билибинского энергоузла на перспективу до 2035 г. в зависимости от развития и трансформации внешних условий.

6. Научное обоснование концепции и разработка мер развития Восточно-Сибирского нефтегазохимического кластера на территории Иркутской области, по заказу Правительства Иркутской области, 2014 г.

Регион: Иркутская область. Цель работы: научное обоснование концепции формирования газонефтехимического кластера Иркутской области и разработка системы мер и мероприятий, направленных на его развитие, в целях получения максимального социально-экономического эффекта для территории Иркутской области.

7. Научное сопровождение «Стратегии развития топливо-энергетического комплекса Иркутской области», по заказу Правительства Иркутской области, 2014 г. (сама стратегия была разработана ранее в 2012 г.).

Регион: Иркутская область. Социально-экономическая значимость: мониторинг и анализ развития топливо-энергетического комплекса Иркутской области в соответствии с распоряжением Правительства Иркутской области от 12.10.2012 г. № 491-рп. В работе



проведен анализ основных показателей социально-экономического развития Иркутской области, - современного состояния ТЭК, экологической ситуации, с оценкой вклада ТЭК в загрязнение окружающей среды. Дана оценка ресурсного потенциала ТЭК области с анализом современного состояния и выявлением перспектив его дальнейшего развития.

8. Определение и картирование зон затопления р. Ангары в нижнем бьефе Иркутской ГЭС, по заказу ОАО «Иркутскэнерго» (для городской зоны Иркутска), 2014 г. 1,22 млн. руб.

Регион: Иркутская область.

Социальная значимость проекта состоит в том, что впервые комплексно, с учетом многочисленных природных факторов и режимами работы Ангарского каскада ГЭС, определены и точно картированы городские зоны затопления Иркутска.

9. Разработка рекомендаций по организации эксплуатационных режимов и наладке тепловых сетей г. Байкальска, по заказу ОАО «Управление жилищно-коммунальными системами г. Байкальска», 2013 - 2014 гг.

Регион: Иркутская область, Байкальская природоохранная территория.

Социально-экономическая значимость проекта обусловлена необходимостью организации рационального экологического теплоснабжения г. Байкальска, расположенного на берегу озера Байкал, и большими проблемами, связанными с закрытием градообразующего Байкальского целлюлозно-бумажного комбината.

Важнейшие региональные награды, полученные в 2013-2015 гг.:

- Премия Правительства Иркутской области в сфере науки и техники в 2013 году за работу «Стратегия развития ТЭК Иркутской области на перспективу до 2030 г.»;

- Премия Правительства Иркутской области в сфере науки и техники 2014 за работу «Разработка методических и информационно-вычислительных технологий для обоснования эксплуатационных режимов работы трубопроводных систем и их применение для городов и населенных пунктов Иркутской области» награжден авторский коллектив лаборатории трубопроводных и гидравлических систем;

- Заслуженный деятель науки Иркутской области (Новицкий Н.Н., 2015 г.)

Институт курирует работу комитета по энергоэффективности при губернаторе Иркутской области, участвует в работе Научно-координационного совета при губернаторе и Общественного совета по тарифообразованию Иркутской области.

8. Стратегическое развитие научной организации

Стратегическое развитие института на перспективу лежит в направлениях научных исследований:

- формирование интеллектуальных энергетических систем будущего на основе прорывных энергетических технологий, передовых информационно-коммуникационных технологий, современных методов теории управления и оптимизации, для обеспечения высокой



эффективности развития и функционирования энергетики, качественного и надежного энергоснабжения;

- научное обеспечение задач развития топливно-энергетического комплекса и энергетической безопасности РФ и ее регионов.

Институт будет способствовать решению фундаментальных научных проблем, связанных с развитием азиатской части России, включая Сибирь и Дальний Восток, с участием страны в глобальных интеграционных процессах по формированию межгосударственных экономических и энергетических связей и объединений на Евразийском пространстве.

Основой будущего развития по вышеуказанным направлениям является комплексный план фундаментальных исследований (КПНИ) «Фундаментальные проблемы интеллектуальных энергетических систем и пути их решения», инициированный институтом. Структура исследований КПНИ одобрена Президиумом Сибирского отделения РАН и бюро секции энергетики ОЭММПУ РАН. В настоящее время КПНИ реализуется в виде программ и проектов фундаментальных научных исследований СО РАН на 2017-2020 гг. по направлениям программ фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг.

Актуальность КПНИ обусловлена и внутренними процессами (интенсивное развитие энергетических технологий, качественный сдвиг в масштабах применения интеллектуальных информационно-коммуникационных технологий и средств для управления энергетическими объектами и системами), и принципиальным изменением парадигмы развития и функционирования энергетических систем как клиенто-ориентированных инфраструктурных систем для надежного и эффективного обслуживания отраслей экономики и социальной сферы.

КПНИ призван обеспечить международную конкурентоспособность отечественной фундаментальной науки об интеллектуальных энергетических системах в качестве инновационной технологической платформы будущей энергетики на прорывных ее направлениях на основе концентрации ресурсов и интеграции компетенций, системного планирования и координации исследований организаций-участников и организаций-партнеров.

Основные блоки (программы) исследований КПНИ:

1. Системный анализ инновационных энергетических технологий;
2. Методология обоснования развития интеллектуальных энергетических систем и управления ими;
3. Методы исследования и обеспечения надежности интеллектуальных энергетических систем и энергетической безопасности;
4. Комплексные проблемы интеллектуальной энергетики и энергетическая политика.
5. Интеллектуальные информационно-коммуникационные технологии в энергетике;
6. Математические и эвристические методы оптимизации и управления в энергетике;

В результате выполнения исследований будет сформирован фундаментальный научный задел для опережающего развития исследований в России в области создания интеллек-



туальных энергетических систем и управления ими с выходом на эффективные прикладные разработки с целью реализации интеллектуальной технологической платформы будущей энергетики страны с учетом международной энергетической кооперации.

Публичный доклад о КПНИ опубликован в открытом доступе на сайте института в разделе: <http://isem.irk.ru/kpni/>

Перечень долгосрочных стратегических партнеров института:

Институты, подведомственные ФАНО:

1. Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН, Иркутск);
2. Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН (ИТ СО РАН, Новосибирск);
3. Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН (ИФТПС СО РАН, Якутск);
4. Институт вычислительных технологий СО РАН (ИВТ СО РАН, Новосибирск);
5. Институт динамики систем и теории управления СО РАН (ИДСТУ СО РАН, Иркутск);
6. Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН (ИСИ СО РАН, Новосибирск);
7. Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН, Владивосток);
8. Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (ИЭиОПП СО РАН, Новосибирск);
9. Институт энергетических исследований РАН (ИНЭИ РАН, Москва);
10. Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН, Москва);
11. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН, Москва).

Зарубежные организации:

1. Университет Дортмунда (Германия);
2. Университет Отто-фон-Герике (Магдебург, Германия);
3. Институт Фраунхофера (Магдебург, Германия);
4. Университет Тасмании (Хобарт, Австралия);
5. Корейский электро-технологический институт (Республика Корея);
6. Корейский институт экономики энергетики (Республика Корея);
7. Института экономики энергетики Японии;
8. Азиатско-Тихоокеанский энергетический исследовательский центр (Токио, Япония);
9. Институт энергетики Национальной Академии Наук Беларуси;
10. Белорусский национальный технический университет (Минск, Беларусь);
11. Международный институт прикладного системного анализа (Австрия).

Российские научно-образовательные организации:

1. Сколковский институт науки и технологий;
2. Иркутский национальный исследовательский технический университет;
3. Дальневосточный федеральный университет;
4. Амурский государственный университет;



5. Иркутский государственный университет;
6. Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
7. Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»;
8. Институт энергетической стратегии Минэнерго РФ;
9. Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского;
10. Научно-технический центр ФСК ЕЭС;
11. Российское энергетическое агентство Минэнерго РФ.

Основные промышленные партнеры:

1. ПАО «ИНТЕР РАО ЕЭС»;
2. ПАО «Российские сети»;
3. ПАО «Евросибэнерго»;
4. ПАО «Иркутскэнерго»;
5. ПАО «Иркутская электросетевая компания»;
6. ПАО «Сахаэнерго»;
7. ПАО «Русгидро»;
8. ПАО «Восточная энергетическая компания»;
9. ПАО «Премьерэнерго»;
10. Группа En+;
11. Фонд «Энергия без границ».

Российские технологические платформы:

1. «Интеллектуальная энергетическая система России»,
2. «Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности»,
3. «Перспективные технологии возобновляемой энергетики»,
4. «Малая распределенная энергетика»;
5. «Биоэнергетика».

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

Институт входит и принимает активное участие в международных организациях:

- CIGRE, Conseil International des Grands Reseaux Electriques (Международный Совет по большим электроэнергетическим системам), статус: членство; роль: экспертиза, участие и проведение конференций;
- бюро советников Asia Pacific Energy Research Center, Tokyo, Japan (Азиатско-Тихоокеанский Центр Энергетических Исследований, Токио, Япония), статус: членство; роль: экспертиза, участие в конференциях;



- International Federation of Automatic Control (IFAC), статус: членство; роль: экспертиза, проведение конференций, выполнение НИР;

- IEEE PES (Международная ассоциация инженеров-электриков и электроников общества энергетики и электроэнергетики), институт представляет и возглавляет отделение Russian Siberian Chapter (Российская Сибирская группа), статус: членство; роль: экспертиза, участие и проведение конференций, выполнение НИР;

- рабочей группе по энергетической политике и планированию Межправительственного совместного механизма по энергетическому сотрудничеству в Северо-Восточной Азии ЭСКАТО ООН, статус: членство, роль: подготовка аналитических материалов;

- исполнительном комитете Международного Форума по природному газу и газопроводам в Северо-Восточной Азии (NAGPF), статус: членство, роль: проведение и участие в конференциях, подготовка аналитических материалов, выполнение НИР;

- международной организации по кооперации и сотрудничеству в создании глобальной энергетической сети (GEIDCO), статус: членство.

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

Институт выполнял международные научно-исследовательские проекты.

1. Подготовка аналитических материалов «Страновой доклад: Российская Федерация», по заказу ЭСКАТО ООН, 2013-2015 гг.

В рамках работ в составе рабочей группы по энергетической политике и планированию межправительственного совместного механизма по энергетическому сотрудничеству в Северо-Восточной Азии ЭСКАТО (Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана) ООН институт ежегодно выполняет российскую часть ежегодного прогнозно-аналитического отчета. Аналитические отчеты за 2013-2015 гг. годы рассмотрены и утверждены в ходе заседаний старших должностных лиц ЭСКАТО ООН по энергетическому сотрудничеству в Северо-Восточной Азии.

2. Оценка ёмкости Российского рынка газотурбинных установок в диапазоне единичных мощностей 25–120 МВт до 2030 г., по заказу Mitsubishi Hitachi Power Systems (договор 2/15 У от 16 января 2015 г.) Сроки выполнения: в течение 2015 г.

Проведены исследования объемов ввода на ТЭС РФ газотурбинных установок в диапазоне единичных мощностей 25-120 МВт, работающих в составе ПГУ в период 2010-2014 гг. и на перспективу до 2030 г. Целью проводимых исследований является определение средних удельных капиталовложений в строительство и средних удельных расходов



топлива на отпуск электро- и теплоэнергии для введенных в период 2010-2014 гг. газотурбинных установок по объединенным энергетическим системам РФ, а так же проведение оценки потребности РФ во вводе газовых турбин на период 2015-2030 гг.

3. «Программа гидравлических расчетов водоснабжения и самотечной канализации», заказчик – компания «Georgian Water&Power», г. Тбилиси, Грузия, контракт №687-14 от 15.10.2014, сроки октябрь 2014 – июнь 2015 г. Внедрена и адаптирована для условий систем водоснабжения и водоотведения г. Тбилиси новая версия информационно-вычислительного комплекса (ИВК) «АНГАРА-ВС» для расчета и обоснования гидравлических режимов сетей большой размерности с учетом регулирующего и аккумулирующего оборудования.

4. Интеграционный проект Сибирского отделения РАН и Национальной академии наук Беларуси «Методы построения интеллектуальной инструментальной среды для поддержки принятия решений при определении стратегии развития энергетики России и Беларуси с позиций энергетической безопасности», период 2012-2014 гг. Партнер по проекту со стороны Республики Беларусь: Институт энергетики НАН Беларуси (г. Минск). Проект выполнен в рамках соглашения о научном сотрудничестве между СО РАН и НАН Беларусь и в рамках дополнительного соглашения о намерениях между институтами. Проведены исследования с использованием разработанных в ИСЭМ СО РАН методик, технологий и инструментальных средств создания интеллектуальной ИТ-среды, в ходе которых моделировались угрозы энергетической безопасности России и Республики Беларусь.

5. Международный Российско-Китайский грант №2015DFR70850 «Исследование алгоритмов самовосстановления, мониторинга и управления в изолированных энергосистемах» Партнер со стороны Китая: Хунаньский университет. Сроки выполнения: 2015-2017 гг.

Коллективом сотрудников ИСЭМ СО РАН разработаны модели, алгоритмы и программное обеспечение для самовосстановления, мониторинга и управления в изолированных энергосистемах, в том числе в автономных гибридных сетях постоянно-переменного тока энергосистем кораблей.

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

Направление III.17. Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов.

Важнейшие результаты:



1. Разработана концепция интеллектуального оперативного и противоаварийного управления электроэнергетическими системами (ЭЭС) и реализована технология на ее основе. Новизна подход к управлению в ЭЭС состоит в том, что впервые удалось интегрировать взаимосвязанные этапы управления: сбор данных, оценивание состояния системы и прогнозирование дальнейшего его изменения, выработка автоматических и диспетчерских управляющих воздействий с использованием векторных измерений параметров состояния. Ключевые компоненты технологии - мультиагентная система оценивания состояния с PMU, система мониторинга и предсказания режимов, система взаимосвязи состояний ЭЭС и управляющих воздействий - разработаны на основе современных интеллектуальных методов и средств. Методические основы и положения концепции использованы при подготовке ряда стратегических документов по развитию «умных» сетей и систем (Smart Grid) для Федеральной сетевой компании Единой энергосистемы. Технология успешно апробирована на специально разработанном аппаратно-программном комплексе по управлению нормальными и аварийными режимами ЭЭС.

2. Разработаны методы инновационного развития теплоснабжающих систем, выполнена их практическая реализация. Впервые структурирована проблема оптимального развития и реконструкции теплоснабжающих систем в виде взаимоувязанного комплекса задач проектирования, разработана информационно-технологическая платформа для решения ключевых задач управления развитием теплоснабжающих систем городов страны любой сложности и масштабов. Предложены инновационные технологические решения, перспективные направления развития теплоэнергетики и теплоснабжения России, которые нашли применение при формировании энергетических стратегий, целевых программ и проектов, развития энергетики и энергосбережения, а также при проектировании теплоснабжающих систем городов нового поколения. В научном плане эти работы развивают основные положения теории гидравлических цепей и системных исследований в энергетике, повышают уровень знаний о свойствах теплоснабжающих, что обеспечивает им качественно новый уровень построения и функционирования. Работа удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники для молодых ученых.

3. Исследованы перспективы обеспечения энергетической безопасности России и основные факторы формирования угроз энергетической безопасности. На базе разработанного в ИСЭМ СО РАН методико-модельного аппарата ясно показаны и обоснованы сущность энергетической безопасности для условий России, соотношение энергетической безопасности с категориями надежности и живучести, соотношение понятий национальной безопасности, энергетики и энергетической безопасности, в том числе на основе индикативно-сценарного анализа определен перечень наиболее существенных угроз энергетической безопасности России с оценкой направлений и масштабов их развития до 2030 года, набор мер по их нейтрализации.

Важнейшие публикации:



1. Voropai N.I., Efimov D.N., Kolosok I.N. et al. Smart technologies in emergency control of Russia's unified energy system // IEEE Transactions on Smart Grids. - 2013. - Vol.4. - No.3. - P.1732-1740. - DOI: 10.1109/TSG.2013.2251684

2. Monitoring, Control and Protection of Interconnected Power Systems / Hager Ulf, Rehtanz Christian, Voropai N.I. - New York: Springer, 2014. - 391 p. ISBN 978-3-642-53847-6. DOI: 10.1007/978-3-642-53848-3.

3. Stennikov V.A., Barakhtenko E.A., Sokolov D.V. et al. Problems of Modeling and Optimization of Heat Supply Systems: New Methods and Software for Optimization of Heat Supply System Parameters // Sustaining Power Resources through Energy Optimization and Engineering. - 2015. - DOI: 10.4018/ijeoe.2013100105

4. Grebneva O.A., Novitskiy N.N. Optimal planning and processing of the results of tests for hydraulic and heat losses in heat systems // Thermal Engineering. Vol.61. No.10. 2014. P.754-759. DOI: 10.1134/S004060151410005X.

5. Сендеров С.М., Рабчук В.И. Проблемы анализа энергетической безопасности России на федеральном уровне: подходы к оценке пороговых и текущих значений важнейших индикаторов // Известия РАН. Энергетика. - 2015. - №5. - С.3-15.

Направление IX.88. Разработка предложений к государственной политике комплексного развития Сибири, Севера и Дальнего Востока.

Важнейшие результаты:

1. В результате многофакторных исследований разработан прогноз развития ТЭК России (ее азиатских регионов) в первой половине XXI века в условиях прогнозируемого роста энергетического сотрудничества России с зарубежными странами. С использованием методико-модельного инструментария через системный анализ статистических источников разработан отчетный сводный топливно-энергетический баланс азиатских регионов России. Анализ баланса позволил выявить основные проблемы региональных ТЭК и выработать мероприятия по их устранению с целью повышения энергоэффективности экономики регионов. Разработан прогноз энергопотребления и импорта угля, нефти и природного газа странами Северо-Восточной Азии в перспективе до 2050 г. Дана оценка доли российских энергоресурсов на энергетических рынках этих стран: рост импорта российского газа и угля и стабилизация доли российской нефти.

2. Исследована системная эффективность и определены перспективные пути формирования межгосударственного энергообъединения в Северо-Восточной Азии (СВА). На основе методологии и программно-модельного инструментария развития ТЭК и его отраслей выполнен мониторинг существующих прогнозов формирования энергетических рынков в странах СВА и определена возможная ниша на них российских топливно-энергетических ресурсов (уголь, нефть, нефтепродукты, природный газ, электроэнергия). Проведено многофакторное исследование долгосрочных тенденций развития ТЭК России с прогнозом пропорций и масштабов развития Азиатской России, оценки экономической эффективности и рациональных масштабов поставок топливно-энергетических ресурсов



из Азиатской России на рынки европейских регионов страны, в Европу и страны Азии. В рамках совместного исследования с Международным Форумом по газу и газопроводам в Северо-Восточной Азии (NAGPF) разработана уточненная концепция долгосрочного развития газопроводной инфраструктуры в Северо-Восточной Азии на период до 2030 г. Разработана концепция формирования межгосударственных линий электропередачи в Северо-Восточной Азии, даны комплексные оценки системной эффективности экспорта российской электроэнергии в страны СВА и создания энергомоств Россия-Япония, Россия-Корея, Россия-Китай, Россия-Монголия. Полученные результаты нашли применение в проектах стратегического планирования Минэнерго РФ, Сколковского института науки и технологий (Сколтех), ОАО «Русгидро», Экономической и социальной комиссии Объединенных наций для Азии и Тихоокеанского Региона (ЭСКАТО), других международных и российских организаций.

3. Разработаны методические подходы, имитационные модели и архитектура информационно-аналитической системы для формирования стратегических направлений развития локальной энергетики на востоке РФ. В части обоснования применения возобновляемых источников энергии предложена экспресс-методика определения оптимальной мощности ВИЭ для изолированных от энергосистем потребителей на основе соотношения стоимостных показателей с учетом внутригодового распределения потенциала энергоресурсов. Получены обобщенные зависимости оптимальной мощности ветровых электростанций (ВЭС) в составе ветродизельного комплекса от нагрузки потребителей для условий восточных арктических территорий РФ. Выяснено, что наиболее существенное влияние оказывает значение ветропотенциала: при низких значениях оптимальная мощность ВЭС превосходит максимум нагрузки потребителя в 3–10 раз, при высоких – практически с ним совпадает. Влияние внутригодового распределения показателя ветропотенциала на оптимальную мощность не столь выражено и проявляется в основном при коэффициенте использования установленной мощности меньше 25%. На основе многофакторного исследования выполнен прогноз развития возобновляемой энергетики на период до 2050 г. в зонах децентрализованного и неустойчивого электроснабжения восточных регионов РФ с выделением арктических территорий. Суммарные вводы ВИЭ оцениваются в 875-1230 МВт в зависимости от сценария развития, при этом основная доля вводимой мощности в Восточной Сибири приходится на фотоэлектрические станции (360-370 МВт), на Дальнем Востоке – на ветроэлектростанции (140-220 МВт).

Важнейшие публикации:

1. Saneev B.G. Energy Sector of Eastern Russia: Current State and Prospects // Regional Research of Russia. - 2014. - Т.4. - №2. - С.115-120. - DOI: 10.1134/S2079970514020117
2. Топливо-энергетический комплекс Байкальского региона: современное состояние, перспективы развития / Под ред. д.т.н. Б.Г. Санеева. - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. - 176 с. ISBN 978-5-906284-86-0.



3. Подковальников С.В., Савельев В.А., Чудинова Л.Ю. Исследование системной эффективности формирования межгосударственного энергообъединения Северо-Восточной Азии // Известия РАН. Энергетика. - 2015. - №5. - С.16-32.

4. Воропай Н.И., Подковальников С.В., Санеев Б.Г. Межгосударственная энергетическая кооперация в Северо-Восточной Азии: состояние, потенциальные проекты, энергетическая инфраструктура // Энергетическая политика. - 2014. - №2. - С.55-64.

5. Иванова И.Ю., Тугузова Т.Ф., Халгаева Н.А. Определение оптимальной мощности возобновляемого источника энергии для изолированного от энергосистемы потребителя // Известия РАН. Энергетика. - 2014. - №3. - С.22-28.

Направление III.16. Физико-технические и экологические проблемы энергетики, теплообмен, теплофизические и электрофизические свойства веществ, низкотемпературная плазма и технологии на ее основе

Важнейшие результаты:

1. Разработана методика и совместной оптимизации параметров цикла газотурбинной установки (ГТУ) и парогазовой установки (ПГУ) и параметров охлаждаемой проточной части газовой турбины. Новизна работы заключается в том, что впервые проведены оптимизационные расчеты конструктивных параметров газовой турбины с оценкой их влияния на энергоэкономическую эффективность работы ПГУ и ГТУ в целом.

2. Разработана подробная математическая модель и проведена оптимизация режимов работы газогенератора плотного слоя для парогазовой мини-ТЭЦ. В рамках работы предложен новый подход к описанию газификации в плотном слое путем представления процесса в виде последовательности равновесных состояний, определяемых условиями баланса потоков. Модель учитывает пространственную неоднородность процессов в частице топлива и в слое. Разработаны численные алгоритмы, которые позволяют использовать модель для расчетов режимных характеристик процесса газификации, таких как напряжение сечения по топливу. Модель газогенератора может быть использована как основа для создания инженерных методов расчета газогенераторного оборудования.

3. Впервые в области критических двухфазных потоков получены опытные данные по критическому истечению пароводяной смеси через плотные упаковки шаровых частиц. Установлено влияние высоты слоя засыпки, диаметра частиц, входного давления и паросодержания смеси на критическую массовую скорость. Исследована роль теплообмена в засыпках при низкочастотных возмущающих воздействиях. Показано, что с повышением частоты уменьшается количество передаваемого тепла за время прохождения фронта давления, и скорость прохождения волны приближается к значению адиабатной равновесной скорости звука в парожидкостной смеси. Получено уточнение коэффициентов Эргана в уравнении Дарси и установлена их зависимость от диаметра частиц.

Важнейшие публикации:

1. Kler A.M., Zakharov Y.B., Potanina Y.M. Coordinated optimization of the parameters of the cooled gas-turbine flow path and the parameters of gas-turbine cycles and combined-cycle



power plants // *Thermophysics and Aeromechanics*. - 2014. - T.21. - №3. - С.383-392. - DOI: 10.1134/S0869864314030111

2. Kler A.M., Tyurina E.A., Potanina Y.M. et al. Estimation of efficiency of using hydrogen and aluminum as environmentally-friendly energy carriers // *International Journal of Hydrogen Energy*. - 2015. - Vol.40. - No.43. - P.14775-14783. - DOI: doi: 10.1016/j.ijhydene.2015.09.041.

3. Kozlov A.N., Svichev D.A., Donskoi I.G. et al. Impact of gas-phase chemistry on the composition of biomass pyrolysis products // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. Vol.122. No.3. 2015. P.1089-1098. DOI: 10.1007/s10973-015-4951-z.

4. Donskoi I.G., Keiko A.V., Kozlov A.N. et al. Calculation of the Fixed Bed Coal Gasification Regimes by the Use of Thermodynamic Model with Macrokinetic Constraints // *Thermal Engineering*. Vol.60. No.12. 2013. P.904-909. DOI: 10.1134/S0040363613100081.

5. Pavlenko A.N., Tairov E.A., Zhukov V.E. et al. Dynamics of transient processes at liquid boiling-up in the conditions of free convection and forced flow in a channel under nonstationary heat release // *Journal of Engineering Thermophysics*. 2014. Vol.23. No.3. P.173-193. DOI: 10.1134/S1810232814030023.

Направление IV.35. Когнитивные системы и технологии, нейроинформатика и биоинформатика, системный анализ, искусственный интеллект, системы распознавания образов, принятие решений при многих критериях

Важнейшие результаты:

1. Разработана интеллектуальная ИТ-среда для поддержки принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности. Новизна состоит в том, что разработанная среда интегрирует алгоритмическое и программное обеспечение в единый комплекс для моделирования угроз энергетической безопасности. Дополнительно разработаны новые компоненты – такие как: компонент моделирования на основе аппарата байесовских сетей доверия с использованием экспертных оценок и статистических данных, геокомпонент 3D-визуализации, усовершенствованы ранее разработанные компоненты интеллектуальной ИТ-среды для онтологического, когнитивного и событийного моделирования OntoMap, CogMap и Event Map.

2. Разработан программно-вычислительный комплекс прогнозирования гидроэнергетического потенциала и уровенных режимов водохранилищ ГЭС в условиях глобального изменения климата. На основе методологии системного подхода к исследованию природообусловленных факторов, влияющих на работу энергетических систем, разработанный программный комплекс ГеоГИПСАР позволяет: а) проводить анализ климатических изменений; б) обрабатывать прогностические показатели состояния атмосферы в виде ансамблей глобальных климатических моделей (CFS); в) формировать вероятностные оценки предстоящей водности и температур летнего и отопительного периодов. Разработан гибкий инструментарий АПИМГЭС для моделирования уровенных режимов водохранилищ с формированием прогностических показателей режимов работы ГЭС и оценкой водохозяйственных, энергетических и экологических рисков. Данный инструментарий успешно



применен для моделирования уровня режима оз. Байкал и режимов работы Ангарского каскада ГЭС. Результаты

Важнейшие публикации:

1. Massel L.V., Arshinsky V.L., Massel A.G. Intelligent computing on the basis of cognitive and event modeling and its application in energy security studies // *International Journal of Energy Optimization and Engineering*. - 2014. - Vol.3. - No.1. - P.83-91. - DOI: 10.4018/ijeoe.2014010105
2. Eremchenko E., Tikunov V., Ivanov R. et al. Digital Earth and Evolution of Cartography // *Procedia Computer Science*. Vol.66. 2015. P.235-238. DOI: 10.1016/j.procs.2015.11.028.
3. Никитин В.М., Савельев В.А., Бережных Т.В. и др. Гидроэнергетические проблемы озера Байкал: прошлое и настоящее // *Регион: экономика и социология*. - 2015. - №3 (87). - С.273-295.
4. Bychkov I.V., Nikitin V.M. Water-level regulation of lake Baikal: Problems and possible solutions // *Geography and Natural Resources*. Vol.36. No.3. 2015. P.215-224. DOI: 10.1134/S1875372815030014.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

Наиболее значимые публикации в ведущих журналах за 2013-2015 гг.

1. Voropai N.I., Efimov D.N., Kolosok I.N. et al. Smart technologies in emergency control of Russia's unified energy system // *IEEE Transactions on Smart Grids*. - 2013. - Vol.4. - No.3. - P.1732-1740. - DOI: 10.1109/TSG.2013.2251684. (Web of Science: квартиль 1, импакт-фактор 4,85; Scopus CitScore – 8,48).
2. Kler A.M., Tyurina E.A., Potanina Y.M. et al. Estimation of efficiency of using hydrogen and aluminum as environmentally-friendly energy carriers // *International Journal of Hydrogen Energy*. - 2015. - Vol.40. - No.43. - P.14775-14783. - DOI: doi: 10.1016/j.ijhydene.2015.09.041. (Web of Science: квартиль 2, импакт-фактор 3,3; Scopus импакт-фактор – 3,6).
3. Marchenko O.V., Solomin S.V. The future energy: hydrogen versus electricity // *International Journal of Hydrogen Energy*. - 2015. - Vol.40. - No.10. - P.3801-3805. - DOI: 10.1016/j.ijhydene.2015.01.132 (Web of Science: квартиль 2, импакт-фактор 3,3; Scopus импакт-фактор – 3,6).
4. Kozlov A.N., Svichev D.A., Donskoi I.G. et al. Impact of gas-phase chemistry on the composition of biomass pyrolysis products // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. -



2015. - Vol.122. - No.3. - P.1089-1098. - DOI: 10.1007/s10973-015-4951-z (Web of Science: квартиль 2; Scopus CitScore – 1,69)

5. Pavlenko A.N., Tairov E.A., Zhukov V.E. et al. Dynamics of transient processes at liquid boiling-up in the conditions of free convection and forced flow in a channel under nonstationary heat release // *Journal of Engineering Thermophysics*. 2014. Vol.23. No.3. P.173-193. DOI: 10.1134/S1810232814030023 (Web of Science: квартиль 3; Scopus CitScore – 1,12)

6. Tomin N.V., Zhukov, A., Sidorov D.N. et al. Random forest based model for preventing large-scale emergencies in power systems // *International Journal of Artificial Intelligence*. 2015. Vol.3. No.1. P.211-228. DOI: нет. (Scopus CiteScore – 2,14).

7. Penkovsky A.V., Stennikov V.A., Khamisov O.O. Optimum load distribution between heat sources based on the Cournot model // *Thermal Engineering*. Vol.62. No.8. 2015. P.598-606. DOI: 10.1134/S0040601515080054. (Scopus CiteScore = 0,21).

8. Voropai N.I., Naumann A., Bielchev I. et al. Smart grid automation using IEC 61850 and CIM standards // *Control Engineering Practice*. - 2014. - Vol.25. - P.102-111. - DOI: 10.1016/j.conengprac.2013.12.001. (Scopus CiteScore – 3,05, РИНЦ ИФ = 0,452).

9. Воропай Н.И., Стенников В.А. Интегрированные интеллектуальные энергетические системы // *Известия РАН. Энергетика*. №1. 2014. С.64-71. DOI: нет. (РИНЦ ИФ = 0,321)

10. Сендеров С.М., Рабчук В.И. Проблемы анализа энергетической безопасности России на федеральном уровне: подходы к оценке пороговых и текущих значений важнейших индикаторов // *Известия РАН. Энергетика*. №5. 2015. С.3-15. DOI: нет. (РИНЦ ИФ = 0,321)

Наиболее значимые монографии за 2013-2015 гг.

1. *Monitoring, Control and Protection of Interconnected Power Systems* / Hager Ulf, Rehtanz Christian, Voropai N.I.- New York: Springer, 2014. - 391 p. ISBN 978-3-642-53847-6. DOI: 10.1007/978-3-642-53848-3. Доступна электронная версия на сайте Springer: <http://www.springer.com/us/book/9783642538476> Более 19000 скачиваний.

2. *Теоретические основы, методы и модели управления большими электроэнергетическими системами* / Под ред. Н.И. Воропая. - ОАО "НТЦ ФСК ЕЭС", 2015. - 188 с. ISBN 978-5-9904113-2-6. Тираж: 1000 экз.

3. *Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике* / Под ред. под ред. Воропая Н.И., Ковалева Г.Ф. ИД "Энергия", 2013. 301 с. ISBN 978-5-98908-112-7. Тираж: 1000 экз.

4. *Обоснование развития электроэнергетических систем: Методология, модели, методы, их использование* / Под ред. Н.И. Воропая. - Новосибирск: "Наука", 2015. - 448 с. ISBN 978-5-02-019212-6. Тираж: 500 экз.

5. *Трубопроводные системы энергетики: Методические и прикладные проблемы математического моделирования* / Под ред. Н.Н. Новицкий, А.Д. Тевяшев. - Новосибирск: "Наука", 2015. - 476 с. ISBN 978-02-019202-7. Тираж: 500 экз.

6. *Надежность систем энергетики: Проблемы, модели и методы их решения.* / Под ред. Н.И. Воропай. Новосибирск: "Наука", 2014. 284 с. ISBN 978-5-02-019169-3. Тираж: 500 экз.



7. Топливо-энергетический комплекс Байкальского региона: современное состояние, перспективы развития / Под ред. д.т.н. Б.Г. Санеева. - Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. - 176 с. ISBN 978-5-906284-86-0. Тираж: 300 экз.

8. Г.Ф. Ковалев, Л.М. Лебедева. Надежность систем электроэнергетики / Под ред. чл.-корр. РАН Н.И. Воропая. - Новосибирск: "Наука", 2015. - 224 с. ISBN 978-5-02-019164-8. Тираж: 300 экз.

9. Кононов Ю.Д. Пути повышения обоснованности долгосрочных прогнозов развития ТЭК / Под ред. А.А. Макарова. Новосибирск: "Наука", 2015. 147 с. ISBN 978-5-02-038662-4. Тираж: 300 экз.

10. Илькевич Н.И. Многоуровневое моделирование развития систем газоснабжения /Илькевич Н.И., Дзюбина Т.В., Калинина Ж.В. – Новосибирск: «Наука», 2014. – 217 с. ISBN 978-5-02-019187-7. Тираж: 300 экз.

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

Наиболее значимые гранты РНФ и РФФИ (фонд, номер, тема, период, объем полученных средств).

1. РНФ № 14-19-00524, Разработка интеллектуальной системы для предотвращения крупных аварий в энергосистемах, 2014–2016 гг., 13500 тыс. руб.

Основной результат. Разработан интеллектуальный комплекс управления для раннего предупреждения и предотвращения крупных аварий в электроэнергетических системах. Комплекс интеллектуальных средств реализует функции мониторинга режимов ЭЭС и управления ими на основе мультиагентных технологий и алгоритмов машинного обучения на принципах предаварийного управления, которое подразумевает раннее предупреждение и предотвращение опасных состояний режима и аварийных ситуаций прежде, чем они приведут к крупной системной аварии. Предложенные функции предаварийного управления дополняют существующую систему оперативно-диспетчерского и автоматического противоаварийного управления и направлены на предотвращение крупных системных аварий, связанных с системным коллапсом напряжений в ЭЭС

2. РФФИ № 13-08-00281-а, Исследование алло-автотермических режимов термохимической конверсии твердого топлива с газообразным теплоносителем, 2013-2015 гг., 1480 тыс. руб.

Основной результат. Разработана математическая модель процесса ступенчатой газификации биомассы и результаты исследования режимов работы установки по переработке древесных отходов. Модель включает уравнения стационарного теплопереноса в плотном слое и описание кинетики гетерогенных процессов (пиролиз, горение, газификация); для описания процессов в газовой фазе применяется равновесная модель. Управляющими параметрами выбраны тепловой поток в реакторе пиролиза и коэффициент избытка



окислителя при горении пирогаза в надслоевом пространстве. Показано наличие критического значения внешнего теплового потока, ниже которого процесс пиролиза затухает и эффективность газификации резко падает. Сжигание пирогаза целесообразно проводить при избытках окислителя ок. 0.5. В результате возможно получение химического КПД ступенчатого процесса газификации до 90%.

3. РФФИ № 12-06-00090-а, Разработка методического инструментария и исследование влияния характера неопределенности будущих условий на эффективность и реализуемость вариантов развития и модернизации систем энергетики, 2012-2014 гг., 1000 тыс. руб.

Основной результат.

Разработана концепция модельно-программного комплекса для прогноза ценовой эластичности спроса на топливо на региональных рынках с учетом интервальной неопределенности ожидаемых условий. Исследовано влияние отдельных факторов и характера неопределенности на прогнозируемые значения цен на электро- и теплоэнергию. Предложен методический подход к долгосрочному прогнозированию цен генерации на региональных энергетических рынках, основанный на оценке эффективности и конкурентоспособности разных способов удовлетворения заданной потребности в электроэнергии в ожидаемых условиях.

4. РФФИ 13-06-00303-а, Моделирование и долгосрочное прогнозирование цен и спроса на региональных энергетических рынках в условиях усложнения взаимосвязей энергетики и экономики и роста неопределенности, 2013-2015 гг., 1030 тыс. руб.

Основной результат. Показано, что степень изменения потребления газа в регионе при его удорожании зависит от особенностей потребителей и изменяется во времени. Исследовано влияние характера неопределенности исходной информации на объемы использования газа потребителями. Дана оценка долгосрочной ценовой эластичности спроса на газ в макрорегионах. Региональные различия объясняются разной производственной структурой и разными условиями конкуренции энергоносителей на региональных энергетических рынках.

5. РФФИ № 13-07-00297-а, Методы и технологии автоматизированного построения программного обеспечения на основе концепции модельно-управляемой разработки и применения онтологий в области проектирования теплоснабжающих систем, 2013-2015 гг., 1650 тыс. руб.

Основной результат. Разработана оригинальная методика модельно-управляемого построения программного комплекса на базе концепции Model-Driven Engineering («управляемая моделями разработка», MDE). Эта концепция представляет собой совокупность методических подходов автоматизированного построения сложных программных систем на основе предварительно разработанных моделей. Предложенная методика позволяет выполнять автоматизированное построение программного обеспечения как для определения оптимальных параметров теплоснабжающих систем, так и для решения смежных задач проектирования.



6. РФФИ № 13-08-00835-а, Комплексные оптимизационные исследования угольного паротурбинного энергоблока на ультракритические параметры пара, 2013–2014 гг., 900 тыс. руб.

Основной результат. Была разработана подробная математическая модель угольного энергоблока мощностью 660 МВт на суперсверхкритические параметры пара. В ходе оптимизационных расчётов построены зависимости минимальных удельных капиталовложений от КПД нетто рассматриваемого энергоблока для двух вариантов изготовления выходных пакетов пароперегревателей острого пара и промежуточного перегрева из никелевого сплава Haynes 282 и из стали 10X16N16B2МБР. Для рассмотренного диапазона цен на топливо второй вариант обеспечивает максимальную технико-экономическую эффективность.

7. РФФИ №12-08-00734-а, Экспериментальное исследование экстремальных характеристик парожидкостного потока в плотноупакованном слое шаровых частиц, 2012–2014 гг., 1410 тыс. руб.

Основной результат. Получены уточненные данные по критическому истечению пароводяной смеси через плотноупакованные слои шаровых частиц из стали и боросиликатного стекла. Опытные данные отражают влияние давления, паросодержания смеси и геометрических параметров засыпки на величину критической массовой скорости. Выявлен линейный характер влияния геометрического фактора на величину критической массовой скорости смеси. Предложена расчетная зависимость, опирающаяся на представление модели гомогенного потока со скольжением фаз, которая обобщает опытные данные по критической массовой скорости двухфазного потока в засыпках.

8. РФФИ №14-07-00116-а, Методы поддержки коллективной экспертной деятельности для выработки и принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности, 2014 – 2016 гг., 1 800 тыс. руб.

Основной результат. Разработан методический подход к организации поддержки коллективной экспертной деятельности и реализующие его программные инструментальные средства. Реализованы компоненты интеллектуальной экспертной среды и методический подход к виртуальной интеграции данных на основе онтологий. Предложена технология поддержки коллективной экспертной деятельности, основанная на концепциях сетцентричности и интеграции распределенных информационных и интеллектуальных ресурсов.

9. РФФИ № 13-06-00152-а, Рынки несовершенной конкуренции в электроэнергетике: модели и механизмы функционирования, 2013-2015 гг., 1800 тыс. руб.

Основной результат. Исследована экономико-математическая модель нескольких взаимосвязанных олигопольных и олигопсонных рынков. Доказано, что в случае линеаризованных функций спроса на олигопольных рынках и линеаризованных функций предложения на олигопсонных рынках проблема поиска равновесия Курно-Нэша сводится к задаче математического программирования, что облегчает решение вопросов существования и



единственности решения, а также дает надежные алгоритмы для поиска равновесных решений.

10. РФФИ № 13-07-00140-а, Методология создания и интеграции интеллектуальных, агентных и облачных вычислений в Smart Grid (умных энергетических системах), 2013-2015 гг., 2500 тыс. руб.

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

Институт является ведущим разработчиком в РФ концепции интеллектуальных энергетических систем будущего (Smart Grid, Smart City, активные потребители и др.). По итогам открытого конкурса Сколковского института науки и технологий (Сколтех) ИСЭМ СО РАН выбран базовой организацией от России для интеграции фундаментальных и прикладных исследований в сфере энергетики по направлениям развития интеллектуальных и интегрированных энергосистем, межгосударственных энергообъединений и рынков. В 2013-2015 гг. ИСЭМ СО РАН выполнял следующие проекты по заказу Сколтеха:

1. Формирование интегрированных интеллектуальных систем электро- и теплоснабжения с активными потребителями и координированное управление режимами этих систем, сроки выполнения: 2013 - 2015 гг., 10 млн. руб.

2. Интеллектуальные интегрированные энергосистемы и энергообъединения, сроки выполнения: 2015 г., 15 млн. руб.

Основные результаты:

Разработаны концептуальные положения по созданию интегрированных интеллектуальных систем электро- и теплоснабжения с активными потребителями и координированного управления режимами этих систем. Выполнена структуризация задач по формированию методической и технологической базы для обоснования развития и управления функционированием интегрированных интеллектуальных энергетических систем. Предложены основы формирования информационно-вычислительной платформы, на базе ко-



торой выполняется построение интеллектуального инструментария для моделирования, анализа и управления режимами интегрированных интеллектуальных энергетических систем.

Разработаны вероятностные модели допустимой области гидравлических режимов трубопроводных систем, новая методика вероятностного анализа последствий управления и показатель технологической управляемости для трубопроводных систем в целом. Сформулирована задача планирования гидравлических режимов теплоснабжающих систем как задача дискретно-непрерывной оптимизации по экономическим критериям и предложены оригинальные методы ее решения, апробированные на условных примерах теплоснабжающих систем. Предложены методы решения задач синтеза управляемой гидравлической цепи интеллектуальной теплоснабжающей системы и сформулированы дальнейшие направления исследований по развитию этих методов.

Выполнено исследование и подготовлены предложения по направлениям формирования и развития интегрированных энергообъединений в странах Северо-Восточной Азии.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

В прикладном плане институт преимущественно ориентирован на оказание научно-технических услуг в сфере энергетики и смежных с ней областях. Для этого создана необходимая технологическая инфраструктура, которая состоит из локально-вычислительной сети на 267 рабочих станций и высокопроизводительного вычислительного кластера, объединяющего многопроцессорное серверное оборудование в составе 7 вычислительных узлов на базе серверных платформ Intel. Данная система имеет 68 вычислительных ядер и более 100 Гб оперативной памяти и используется в основном для «тяжелых» расчетов сложных математических моделей энергетических объектов и систем, масштабных вычислительных экспериментов с поддержкой параллельных вычислений, многовариантных прогнозных исследований.

В составе технологической инфраструктуры в институте самостоятельно разработан и функционирует аппаратно-программный комплекс (АПК) по управлению нормальными и аварийными режимами электроэнергетических систем. АПК связан с большой энергосистемой, оснащен комплексом синхронизированных векторных измерений (PMU). Он является испытательным участком для апробации и отладки перспективных разработок и технологий института в области интеллектуального управления электроэнергетическими системами.

В институте работают прикладные подразделения:

1. Центр энергосбережения. Основное направление деятельности: технико-экономическое обоснование реконструкции систем энергоснабжения, энергетические обследования и энергоаудит, режимная наладка котельного оборудования и теплосетей.



2. СКБ электротехнического приборостроения. Основное направление деятельности: разработка и производство приборов для безразборного контроля и диагностики состояния высоковольтных выключателей.

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

Наиболее значимые разработки:

1. Информационно-вычислительная среда (ИВС) «АНГАРА» для автоматизации разработки эксплуатационных режимов трубопроводных систем тепло- и водоснабжения. Позволяет создавать многоуровневую компьютерную модель тепловой сети на плане города (на локальном рабочем месте или в компьютерной сети), проводить гидравлические, тепловые и наладочные расчеты сетей большой размерности, анализировать их результаты в виде пьезометрических графиков и непосредственно на схемах, проверять допустимость параметров режима для трубопроводных систем любого типа (теплоснабжение, водоснабжение, нефте- и газоснабжение). Успешные внедрения за 2013-2015 гг. для следующих бизнес-организаций: ОАО "Камчатскэнерго" (г. Петропавловск-Камчатский), МУП "Водоканал" (г. Иркутск), ООО "ИркутскЭнергоПроект" (г. Иркутск), ОАО "Управление жилищно-коммунальными системами" (г. Байкальск), ООО "Джорджиан Уотер энд Пауер" (г. Тбилиси, Грузия).

2. Интернет система для гидравлических расчетов (ИСИГР) для онлайн моделирования и расчетов режимов трубопроводных систем широкого класса. Ядро платформы составляют разработанные ранее в институте теория гидравлических цепей, аппарат математического моделирования и вычислительных методов трубопроводных систем. Инновационный характер разработки и ее прикладное значение состоят в том, что она позволяет без установки прикладного программного обеспечения выполнять расчеты практически любому числу пользователей, в любом месте и в любое время. Позволяет выполнять расчеты режимов систем водо- и газоснабжения средней размерности, обладает эффективным графическим интерфейсом пользователя, зарегистрирован в государственном реестре программ для ЭВМ. Система находится в открытом доступе: <http://51.isem.irk.ru/> В настоящее время на портале зарегистрировано более 100 пользователей из научно-образовательных и бизнес организаций.

3. АНАРЭС – программный комплекс для расчетов, анализа и планирования режимов работы электроэнергетических систем, предназначен для оперативных расчетов, анализа, планирования режимов работы электроэнергетических систем (ЭЭС); управления ими на различных территориальных уровнях диспетчерского управления. Внедрения результатов за период в бизнес-партнерах ОАО «Иркутскэнерго», ОАО «Магаданэнерго», ЗАО «Сибирский ЭНТЦ» и др.

4. Разработка новой версии программы «Байкал-2012» для расчёта и анализа гидроэнергетических режимов каскада Ангарских ГЭС с учётом ввода в эксплуатацию Богучанской



ГЭС. Программное обеспечение доработано и внедрено по заказу ОАО «Иркутскэнерго» в 2013-2014 гг. Разработаны математические модели ГЭС, ориентированные на расчёт каскада при заданных мощностях станций или при заданных расходах воды через их плотины. Усовершенствованы расчетные алгоритмы.

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

Наиболее важные документы:

1. Подготовка постановления Правительства РФ «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в осенне-зимний период 2014-2015 года», по заданию Минприроды РФ, 2014 г.

2. Доктрина энергетической безопасности России, по заказу Минэнерго РФ, 2013 г.

3. Корректировка Энергетической стратегии России на период до 2030 года с пролонгацией до 2035 года и разработка предложений по формированию проекта Концепции Энергетической стратегии России на период до 2050 года (раздел Теплоснабжение, поручение Правительства РФ от 18.07.2013 г. № АД-П9-5120 и распоряжения Правительства РФ от 13.11.2009 г. №1715-р.)

4. Мониторинг «Энергетической стратегии России-2030» и подготовка «Энергетической стратегии России на период до 2035 года», для рабочей группы Минэнерго РФ по разработке Энергетической стратегии России-2035, по заказу Минэнерго РФ, 2015 г.

5. По запросу Аппарата Совета Безопасности РФ от 17.01.2013 №А21-113 подготовлена аналитическая записка по перспективам использования сланцевых газа, нефти и нетрадиционных топливно-энергетических ресурсов по основным регионам мира и возможные последствия для России, 2013 г.

6. По заданию полномочного представителя Президента РФ в Сибирском федеральном округе Толоконского В.А. подготовлена аналитическая записка по последствиям сооружения ГЭС Муран на р.Селенге в Монголии для экосистемы озера Байкал и водного хозяйства Бурятии, 2013 г.

7. Подготовка новой редакции межгосударственного стандарта ГОСТ 27.002 «Надежность в технике. Термины и определения» (пересмотр ГОСТ 27.002-89), 2013-2016 г.



8. Подготовка межгосударственного стандарта ГОСТ 18322 “Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения” (пересмотр ГОСТ 18322-78), 2013-2016 г.

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

Наиболее значимые научно-технические проекты (тема, годы, заказчик, результаты).

1. Прогнозирование стратегических направлений энергетического сотрудничества России и Китая с учетом тенденций энергетической кооперации в Северо-Восточной Азии, по заказу Минэнерго РФ, 2014 г., 7,6 млн. руб.

Основные результаты. Сформированы рациональные сценарии энергетического сотрудничества России и Китая на перспективу до 2025 года с учетом тенденций энергетической кооперации в Северо-Восточной Азии. Дано системное обоснование восточного вектора энергетической политики России как приоритетного направления развития энергетики в первой половине 21-го века и определена роль китайского фактора в его реализации.

2. Обоснование уровней пороговых значений индикаторов энергетической безопасности, исходя из положений Доктрины энергетической безопасности Российской Федерации, по заказу РЭА Минэнерго России, 2014 г., 3,5 млн. руб.

Основные результаты. Оценены пороговые значения актуализированного перечня индикаторов энергетической безопасности федерального уровня на краткосрочную перспективу (2015-2017 гг.), исходя из положений Доктрины энергетической безопасности РФ при учете наиболее значимых внешних и внутренних факторов. Разработана логическая модель улучшения/ухудшения ситуации с обеспечением энергетической безопасности страны на федеральном уровне и оценка возможностей адаптации методов ситуационного управления в ТЭК с целью повышения уровня энергетической безопасности страны.

3. Анализ топливно-энергетического комплекса Дальневосточного федерального округа, по заказу РЭА Минэнерго России, 2013, 3,54 млн. руб.

Основные результаты. Выявлены ключевые проблемы ТЭК и даны предложения по обеспечению энергетической безопасности ДФО в целом и отдельных его регионов. Обоснована необходимость долгосрочной стратегии энергетического взаимодействия регионов путем создания общего рынка топливно-энергетических ресурсов с учетом их экспорта в страны СВА, что позволит рационально использовать имеющийся на востоке России огромный энергетический потенциал.

4. Разработка программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года, по заказу ОАО «Русгидро», 2014-2015 гг., 1,8 млн. руб.



Основные результаты. Выполнены прогноз ввода основных генерирующих мощностей (ГЭС, ГАЭС, АЭС, ТЭС) и ввод генерации на базе возобновляемых источников энергии по крупным регионам страны на период до 2030 г. и на перспективу до 2050 г. с учетом их поставок на европейские и азиатские рынки, прогноз потребности в электроэнергии по территориально-производственным кластерам в зонах строительства новых ГЭС в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Выполнено исследование по определению характеристик физической и экологической безопасности энергетики России.

5. Разработка проекта интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электроэнергетические рынки, по заказу ОАО «Русгидро», 2014-2016 гг., 4,95 млн. руб.

Основные результаты. Выполнен анализ перспектив формирования Глобального, Евразийского и Восточноазиатского энергообъединений. Рассмотрены направления электроэнергетической интеграции России, включая Европейское, Восточноазиатское, а также Североамериканское. Приведены результаты оптимизационных исследований формирования межгосударственного энергообъединения в Северо-Восточной Азии, а также экономического обоснования межгосударственной линии электропередачи из России в Северную Америку, в т.ч. с рассмотрением роли гидроэнергетических ресурсов в обеспечении электроэнергией потребителей в странах северной части Азиатско-Тихоокеанского региона.

6. Техничко-экономическое обоснование оптимального варианта энергоснабжения Нюрбинского горнообогатительного комбината, по заказу ОАО «Алроса», март-ноябрь 2015 г., 11,21 млн. руб.

Основные результаты. Выполнены: прогноз потребности в электрической и тепловой энергии; анализ схемы доставки различных видов топлива (нефть, мазут, СПГ, природный трубопроводный газ, пропан-бутан, газовый конденсат); оценки стоимости различных видов топлива на промплощадке; описание технических особенностей переоборудования действующих станций и котельных с учетом их перевода на другие виды топлива; оценки капитальных затрат на переоборудование; сравнительные технико-экономические оценки вариантов в сравнении с базовым.

7. Разработка принципов построения и алгоритмов распределенной адаптивной специальной автоматики отключения нагрузки (САОН), по заказу ПАО «Иркутскэнерго», 2013-2014 гг., 5 млн. руб.

Основные результаты. Обеспечение устойчивости работы транзита 500 кВ Братск-Иркутск (в том числе, и как части потенциального транзита Север-Юг) посредством балансирующих управляющих воздействий в рамках системы. Предотвращение перегрузки элементов контролируемых подсистем за счет быстрого отключения минимального объема потребителей посредством разработанного алгоритма и произведены массовые расчеты по формированию управляющих воздействий на схеме Иркутской ЭЭС при различных сочетаниях отключений связей.



8. Разработка технико-экономического обоснования проекта создания транспортных электропередач, по заказу ОАО «Иркутская энергосбытовая компания» (для перспективного развития Иркутской энергосистемы), 5 млн. руб., 2012-2013 гг.

Основные результаты. При рассмотрении комплекса различных сценариев выяснено, в том числе и в количественных показателях, что простой вариант экспорта электроэнергии из России в Китай не дает положительного экономического эффекта. Максимальная эффективность объединения энергосистем России и Китая с реализацией интеграционных эффектов совмещения годовых и суточных графиков нагрузки, улучшения режимов работы электростанций достигается в варианте совместной оптимизации межгосударственного объединения.

9. Исследование закономерностей изменения состояния промышленных объектов, объектов электроэнергетики и коммунально-бытовых потребителей топливно-энергетических ресурсов в условиях нарушения работы газоснабжения, по заказу ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 6,77 млн. руб., 2011-2014 гг.

Основные результаты. Исследованы вопросы управления функционированием потребителей природного газа в промышленной сфере, в электроэнергетике и в коммунально-бытовом секторе в условиях снижения, прекращения и восстановления поставок газа. Подробно раскрыт необходимый алгоритм перехода типовых газопотребителей указанных отраслей от функционирования в штатном режиме к нештатному, а также алгоритм восстановления штатного режима после окончания действия чрезвычайной ситуации в системе газоснабжения.

10. Работы по расчету гидравлических режимов участков тепловых сетей с последующим внесением результатов в программный комплекс "Ангара", по заказу ПАО «Камчатскэнерго», 2,6 млн. руб., 2015 г.

Основные результаты. Разработана графическая база данных по энергорайонам г. Петропавловск-Камчатский, включающая: адресный план застройки района; схемы тепловых сетей, центральных тепловых пунктов, насосных станций и котельных; параметры элементов сетей и др. На основе проведения многовариантных расчетов режимов тепловых сетей разработаны рекомендации по нормализации теплоснабжения потребителей и наладочным мероприятиям.

**Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении
организации в соответствующем научном направлении
(представляются по желанию организации в свободной форме)**

**22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации
в соответствующем научном направлении, а также информация, которую ор-
ганизация хочет сообщить о себе дополнительно**

Основная направленность института соответствует:



а) приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации:

3. Информационно-телекоммуникационные системы.

8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

б) критическим технологиям РФ:

8. Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.

9. Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.

13. Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.

15. Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетiku.

26. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

27. Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

г) профильным технологическим платформам:

«Интеллектуальная энергетическая система России»,

«Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности»,

«Перспективные технологии возобновляемой энергетики»,

«Малая распределенная энергетика»;

«Биоэнергетика».

д) направлению Energy.Net в рамках Национальной технологической инициативы (НТИ).

е) положениям Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной 01.12.2016 г.

Основная задача института состоит в комплексном изучении энергетики в широком ее понимании, объектами исследований и приложений являются общеэнергетические и физико-технические системы: топливно-энергетические комплексы (ТЭК) территорий, регионов, страны и мира и составляющие их электроэнергетические, тепло-, нефте- и газоснабжающие системы, угольная промышленность, атомная энергетика, а также перспективные энергетические технологии и оборудование.

В настоящее время институт является ведущим разработчиком РФ в сфере интеллектуальных энергетических систем будущего (Smart Grid, Smart City, активные потребители и др.). По инициативе и при поддержке ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ФСК ЕЭС) совместно с ИПУ РАН и НТЦ ФСК ЕЭС разработана Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью. На основе этой концепции теми же организациями выполнена разработка и систематизация теоретических основ, методов и моделей управления интеллектуальными электроэнергетическими системами. Еще ранее под эгидой 7-й рамочной про-



граммы ЕС-Россия выполнен крупный проект «Интеллектуальная координация оперативного и противоаварийного управления энергообъединениями Европейского Союза и России», в котором ИСЭМ СО РАН координировал работу 14 организаций. Эти работы послужили методической базой для развития исследований в России в области интеллектуальных технологий и интеллектуальных ЭЭС. В 2014 году по итогам открытого конкурса Сколковского института науки и технологий (Сколтех) ИСЭМ СО РАН выбран базовой организацией России для интеграции фундаментальных и прикладных исследований в сфере энергетики по направлениям развития интеллектуальных и интегрированных энергосистем, межгосударственных энергообъединений и рынков, член всех технологических платформ в сфере энергетики. Научно-исследовательские работы института послужили методической базой для развития исследований в России в области интеллектуальных технологий и интеллектуальных энергетических систем.

Также институт является основоположником и разработчиком уникальной методологии количественной оценки уровней энергетической безопасности страны, методологии подготовки стратегий региональных энергетических программ с их внедрением на территории России.

Конференции, семинары, школы, организованные и проведенные институтом в 2013 – 2015 гг.

Институт регулярно организует и проводит международные и всероссийские конференции.

В 2013 году проведены:

1. XVIII Байкальская Всероссийская конференция с международным участием «Информационные и математические технологии в науке и управлении» и Всероссийская школа-семинар научной молодежи в области информационных технологий, 1 июля-10 июля 2013 г., Иркутск Участники 250 человек из 14 городов России и 3 из за рубежа. Проведено 10 секций и 3 круглых стола, 120 научных докладов. Сборник трудов в 3-х томах.

2. Международный научный семинар им. Ю.Н. Руденко «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики». 85-е заседание семинара на тему "Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы" 10-15 июля 2013 г. в г. Иркутске на оз. Байкал. В работе семинара приняло участие 72 человека (12 городов России и 3 стран), заслушано 70 докладов.

3. Международный семинар «Российско-Корейское сотрудничество в области электроэнергетики» ИСЭМ СО РАН и Корейского института экономики энергетики (КЕЕИ), 24-25 сентября 2013 г., Иркутск, Россия.

4. Международный семинар ИСЭМ СО РАН и институтов-партнеров по проекту «ГобитЭК и Азиатская супер электроэнергетическая сеть», 26-27 сентября 2013 г., Иркутск, Россия под эгидой секретариата Энергетической Хартии, институтами-партнерами ИСЭМ СО РАН в проекте выступили: Корейский институт экономики и энергетики (КЕЕИ), Секретариат Энергетической Хартии (ECS), Брюссель, Бельгия, Министерство энергетики



Монголии (MoE), Монголия, Улан-Батор, Японский фонд возобновляемых источников энергии (JREF), Токио, Япония. По итогам семинара была издана монография.

5. Российско-монгольский семинар «Сотрудничество России и Монголии в энергетической сфере: прошлое, настоящее, взгляд в будущее», 21-22 ноября 2013 г., г. Улан-Батор (Монголия). Участники: более 30 человек, 20 докладов.

В 2014 году проведены:

1. XIX Байкальская Всероссийская конференция с международным участием «Информационные и математические технологии в науке и управлении», включающая школу-семинар научной молодежи в области информационных технологий, 28 июня – 7 июля 2014 г., Иркутск – Бурятия. Участники 160 человек из 15 городов России и из 6 стран. Проведено 11 секций и 4 круглых стола, 90 научных докладов.

2. Международный научный семинар им. Ю.Н. Руденко «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики». 86-е заседание семинара на тему "Надежность либерализованных систем энергетики", 30 июня - 4 июля 2014 г. в г. Санкт-Петербурге. Заслушано 72 доклада.

3. 9-я международная конференция “Энергетическая кооперация в Азии”, 23-24 сентября 2014 г., 23-24 сентября 2014 г., Иркутск, Россия. Участников 60, в т. ч. 35 иностранных. 20 докладов.

4. 14-й Всероссийский научный семинар «Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем», 8-13 сентября 2014 г. Место: г. Белокуриха Алтайского края. 36 человек из 7 городов России.

5. XVI Байкальская международная школа-семинар «Методы оптимизации и их приложения», 30 июня – 6 июля 2014 г., Ольхон, оз. Байкал. Участники: 94 человека из 10 стран мира, в т.ч. из России (13 городов, 56 иногородних). Заслушано 85 докладов.

6. Международный семинар «Intelligent, agent-based, cloud computing and cybersecurity in energy sector» (IACCCSES-2014). Март 2014 г., оз. Хубсугул, Монголия. 27 докладов.

В 2015 году проведены:

1. Всероссийская конференция «Энергетика России в XXI веке: инновационное развитие и управление», 1-3 сентября 2015 г., Иркутск, Россия. Участников: 150 человек из более 40 организаций из городов России, а также из Монголии. Представлено более 80 докладов.

2. XX Байкальская Всероссийская с международным участием конференция «Информационные и математические технологии в науке и управлении», включающая школу-семинар научной молодежи в области информационных технологий, 29 июня - 7 июля 2015 г, Иркутск-Байкал. Участников более 200 человек из 13 городов России и 2-х зарубежных стран, 120 докладов.

3. Международный семинар «Intelligent, agent-based, cloud computing and cybersecurity in energy sector» (CM/IAC/CS/ES-2015). 5-10 марта 2015 г., оз. Хубсугул, Монголия. Участников 50 человек, 25 докладов.



4. Всероссийский научный семинар им. Ю.Н. Руденко с международным участием «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики», 7-11 сентября 2015 г., г. Минск, Беларусь. 73 доклада.

5. 6-я объединенная международная конференция CRIS "Проблемы критических инфраструктур" и "Либерализация и модернизация энергетических систем", 25-27 июня 2015 г., Санкт-Петербург, Россия. 32 доклада.

6. Мероприятия под эгидой ЭСКАТО ООН в Иркутске. Заседание экспертной группы по энергетической интеграции в Азиатско-Тихоокеанском регионе секретариата ЭСКАТО ООН, 14-16 сентября 2015 г. Круглый стол на тему «Электроэнергетическая торговля и возможность объединения электроэнергетических систем в Северо-Восточной Азии», 17 сентября 2015 г. Заседание Комитета старших должностных лиц (КСДЛ) Механизма энергосотрудничества в Северо-Восточной Азии (МЭС-СВА), 18-19 сентября 2015 г. МИД России и секретариат Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО ООН) выразили благодарность ИСЭМ СО РАН за безупречную организацию мероприятий.

Ежегодно в институте проводится конференция-конкурс научной молодежи «Системные исследования в энергетике» с целью ускорения научного роста молодых научных сотрудников института и повышения мотивации их научной деятельности. Издается сборник трудов. В течение 2013-2015 года проведено 3 таких конференции.

Гранты Президента РФ по поддержке ведущих научных школ и молодых ученых.

В 2013-2015 годах выполнялись работы по грантам Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (поддержка с 1996 года) и молодых ученых:

1. НШ-1507.2012.8. Разработка теории, моделей и методов обоснования развития и управления функционированием структурно неоднородных электроэнергетических систем в рыночных условиях, 2012-2013 гг.

2. НШ-4711.2014.8. Разработка теории, моделей и методов обоснования развития и управления функционированием структурно неоднородных электроэнергетических систем в рыночных условиях, 2014-2015 гг.

3. Стипендия Президента РФ для молодых ученых, для выполнения проекта «Макрокинетика термохимической конверсии низкосортных твердых топлив в энергетических установках», 2013-2015 гг.

Участие в дополнительных грантах РФФИ и ФЦП.

- Участие в гранте РФФИ 14-19-00524. Решение проблемы применения бедных промышленных и синтез-газов для выработки электроэнергии в комбинированном цикле. 2014-2016 гг. Проект был выполнен на базе УрФУ (г. Екатеринбург).

- Участие в ФЦП 2013-1.6-14-516-0074. Разработка технологии подготовки рабочего тела для перспективной ПГУ с внутрицикловой газификацией. Проект был выполнен на базе УрФУ (г. Екатеринбург).



В 2015 году подготовлены заявки на гранты РНФ и по результатам конкурсов институт выиграл еще три дополнительных гранта РНФ.

Важнейшие награды федерального уровня:

1. Орден Почета, чл.-корр. РАН Н.И. Воропай, 2013 г.
 2. Почетный работник науки и техники РФ, д.т.н. В.А. Стенников, 2014 г., д.т.н. Б.Г. Санеев, 2015 г.
 3. Почетная грамота Минэнерго РФ, д.т.н. В.А. Стенников, 2014 г.
- Взаимодействие с ВУЗами

Около трети научных сотрудников ведут преподавательскую деятельность в высших заведениях Иркутской области. На базе ИСЭМ СО РАН в структуре Иркутского национального исследовательского технического университета (ИрННТУ) сформированы 3 базовых кафедры «Энергетические системы и комплексы», «Электроэнергетические системы», «Теплоэнергетические системы». Также в ИрННТУ 2011-2013 гг. при методической и организационной поддержке ИСЭМ СО РАН реализован проект «Интеллектуальная энергосистема для эффективной электроэнергетики будущего», выполненный по гранту Минобрнауки РФ в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские учреждения высшего профессионального образования». Приглашенным ученым был профессор Университета Отто-фон-Герике Магдебурга, Германия, З.А. Стычински, с которым институт продолжительное время ведет исследования в сфере электроэнергетики.

Динамика публикационной активности.

Институт активно публикуется в российском научном информационном пространстве. Статистику публикаций по видам можно посмотреть в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) по ссылке: https://elibrary.ru/org_profile.asp?id=600

В ведущих международных базах цитирования институт представлен меньшим объемом публикаций, однако при практически неизменном количестве исследователей 115-117 чел. в течение наблюдается положительная динамика публикаций по Web of Science (поисковый запрос по полю адрес: Energy Syst Inst OR Melentiev OR Melentyev OR Melent'ev OR Melentev OR ESI SB RAS, затем уточнить по стране: Russia):

2013 – 18 публ.

2014 – 24 публ.

2015 – 24 публ.

2016 – 29 публ.

Стоит учесть, что по состоянию на текущий момент количество публикаций за период 2013-2015 гг. по сравнению с данными, поданными ранее в систему мониторинга Минобрнауки РФ (Sciencemon), значительно увеличилось.

Динамика также положительная и по международной базе Scopus (поисковый запрос Advanced: (AFFIL("Energy Syst* Inst*") OR AFFILORG(melentiev) OR AFFILORG(melentyev) OR AFFILORG(melentev) OR AFFILORG(melent'ev) OR



AFFILORG("ESI SB RAS") OR AU-ID("Voropai, N. I." 56183009600) AND
(AFFILCOUNTRY(russia) OR AFFILCOUNTRY(russian)):

2013 – 32 публ.

2014 – 37 публ.

2015 – 39 публ.

2016 – 53 публ.

Важнейшие результаты института более подробно (с иллюстрациями) представлены на сайте: <http://isem.irk.ru/results>

ФИО руководителя _____ Подпись _____

Дата _____

