

КОМПЛЕКСНЫЙ ПЛАН ФНИ
"Фундаментальные проблемы интеллектуальных энергетических систем и пути их решения"

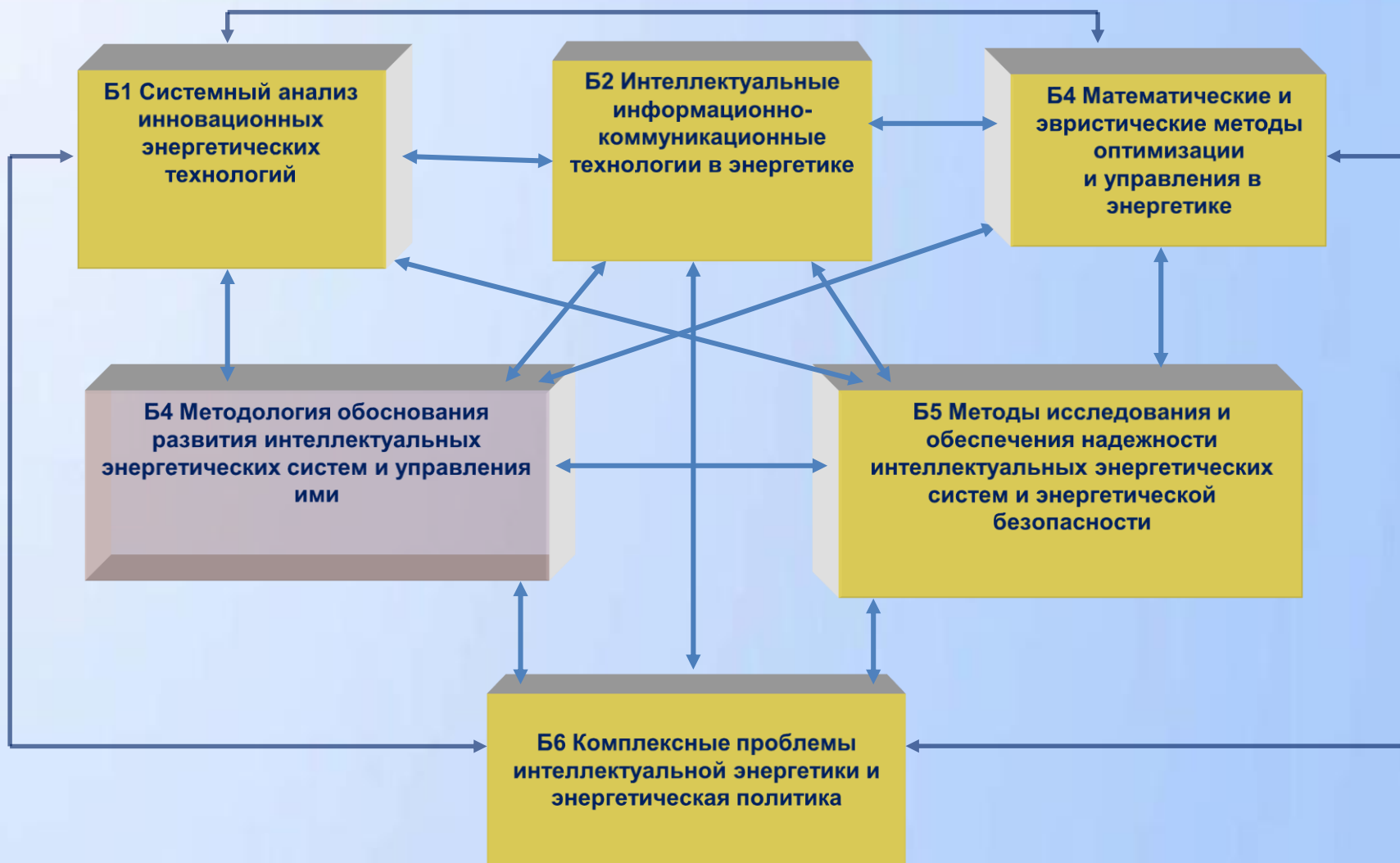
**БЛОК №4 «Методология обоснования
развития интеллектуальных энергетических
систем и управления ими»**

координатор чл.-корр. РАН Стенников В.А.

ИСЭМ СО РАН 2017

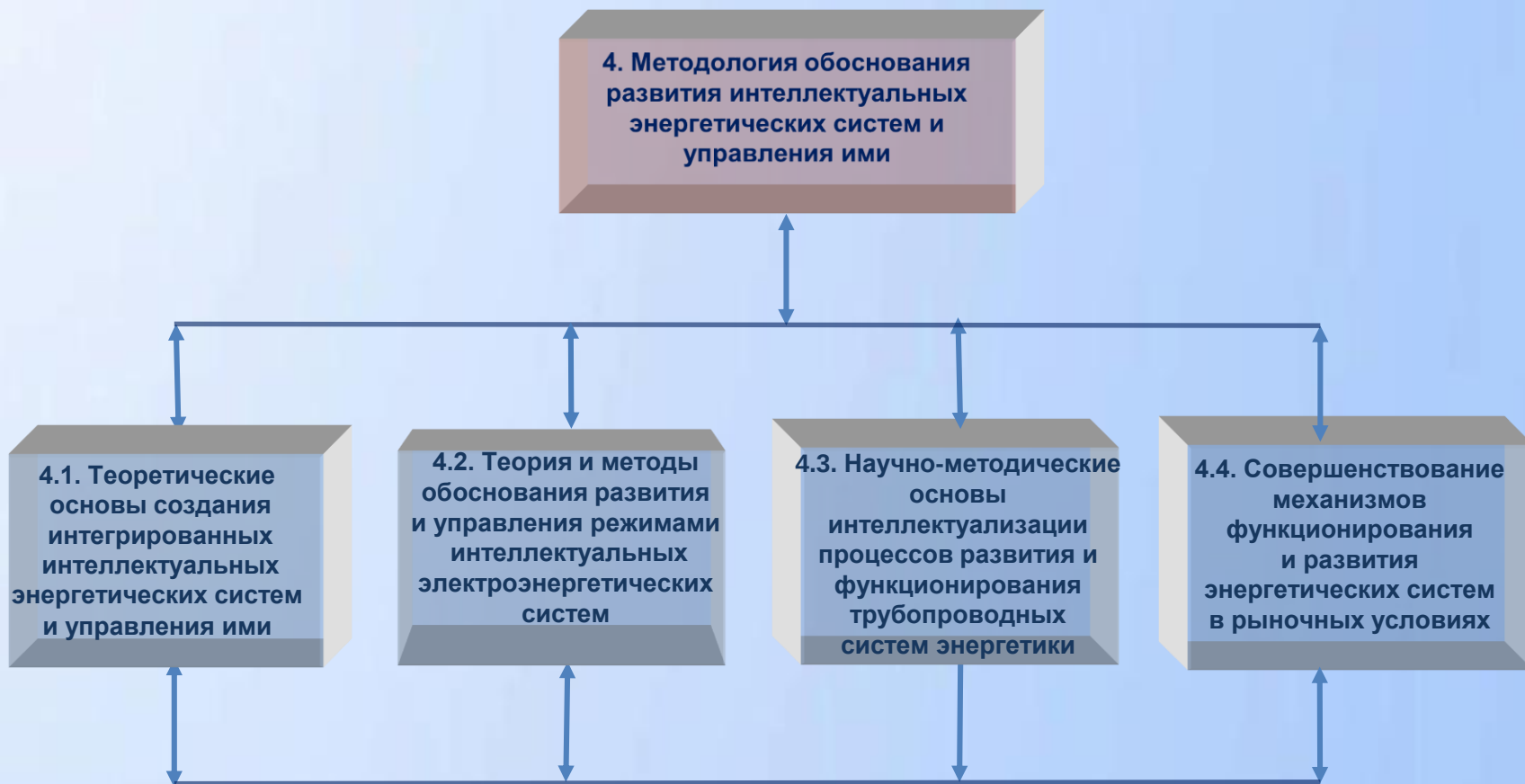


ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ





ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ





ПОТЕНЦИАЛ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ РАССМОТРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Системы уровни	ЭЭС	ТСС	ГСС	ВСС	НСС	УСС
Супер-системы	+	+	+	+	+	+
Мини-системы	+	+	+	+	+	+
Микро-системы	+	+	+	+	+	+
Потребители	+	+	+	+	+	+



БЛОК 4

МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

1. Разработка технологических **принципов построения интегрированных систем** в сочетании с интеллектуальными средствами управления ими
2. Разработка **методических и технологических основ создания интеллектуальных систем управления** энергоснабжением потребителей и промышленных центров
3. Разработка **методов мониторинга** состояния оборудования и режимов его работы
4. Разработка **моделей и методов для анализа и расчета** систем электро-, тепло-, холодо- и газоснабжения
5. Разработка **методов и программных комплексов нового поколения** для расчета и оптимизации интегрированных интеллектуальных систем и их элементов
6. Разработка **универсальных информационно-вычислительных технологий для компьютерного моделирования**, расчета и оптимизации интеллектуальных систем энергоснабжения



БЛОК 4

МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

Проект III.17.4.1. «Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления их режимами» (руководитель д.т.н. В.А. Стенников, ИСЭМ СО РАН).

Проект III.17.4.2. «Теория и методы обоснования развития и управления режимами интеллектуальных электроэнергетических систем» (руководитель д.т.н. В.Г. Курбацкий, ИСЭМ СО РАН).

Проект III.17.4.3. «Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики» (руководитель д.т.н. Н.Н. Новицкий, ИСЭМ СО РАН).

Проект III.17.4.4. «Анализ механизмов организации функционирования и развития интеллектуальных энергетических систем в рыночных условиях» (руководитель д.т.н. С.И. Паламарчук, ИСЭМ СО РАН).

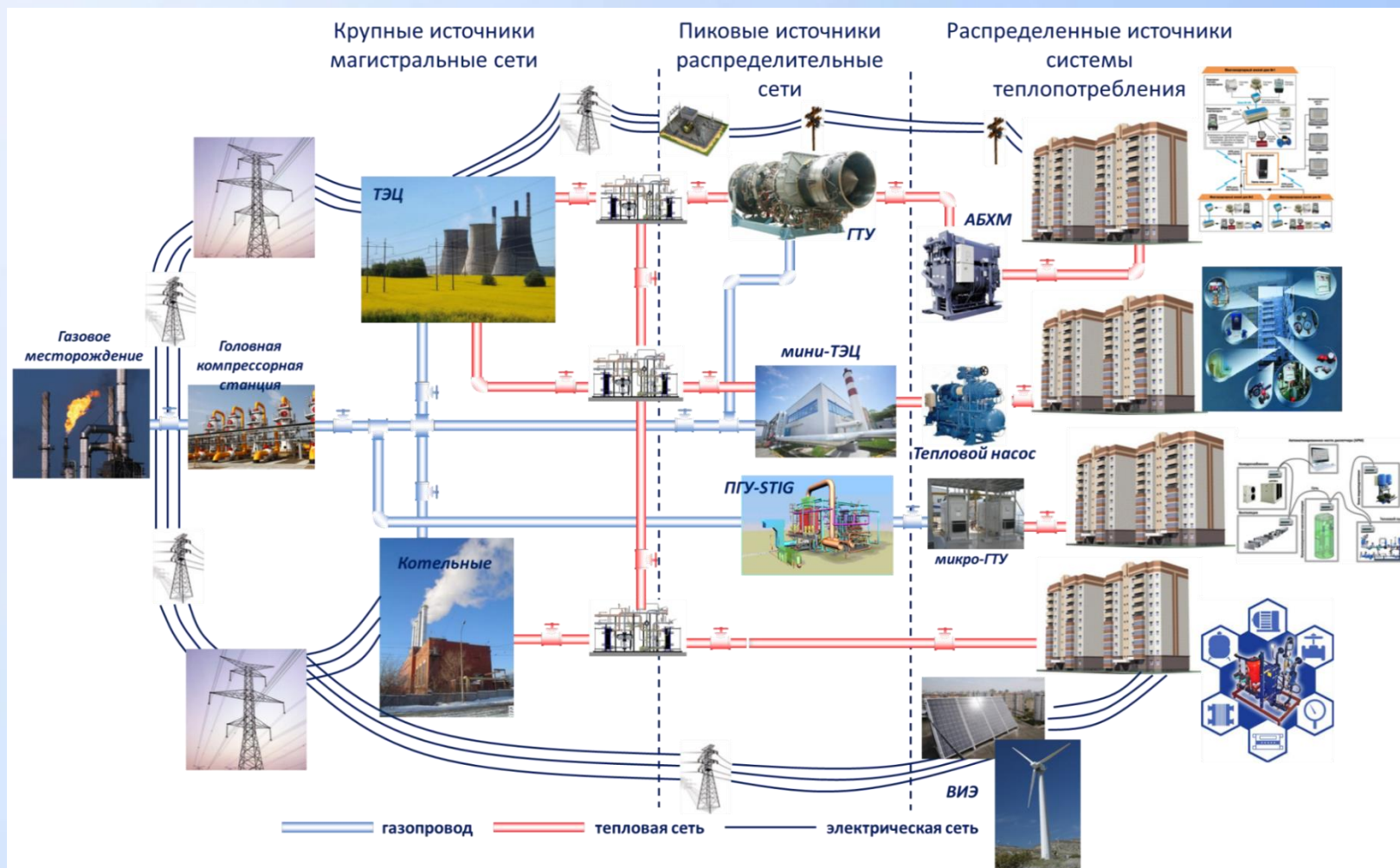
координатор блока 4

чл.-корр. РАН В.А. Стенников, ИСЭМ СО РАН



ПРОЕКТ III.17.4.1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕЖИМАМИ

руководитель чл.-корр. РАН В.А. Стенников, ИСЭМ СО РАН



ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ



ПРОЕКТ III.17.4.1

МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

СОСТАВ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПРОЕКТА

№	ФИО	Должность	Ученая степень	Степень участия в проекте
1	Балышев Олег Анатольевич	в.н.с.	д.т.н.	0,5
2	Барахтенко Евгений Алексеевич	с.н.с.	к.т.н.	1
3	Войтов Олег Николаевич	с.н.с.	к.т.н.	0,5
4	Воропай Николай Иванович	Научный руководитель	член-корр. РАН	0,5
5	Голуб Ирина Ивановна	в.н.с.	д.т.н.	0,5
6	Ефимов Дмитрий Николаевич	с.н.с.	к.т.н.	0,5
7	Жарков Сергей Владимирович	с.н.с.	к.т.н.	1
8	Илькевич Николай Иванович	зав.лаб.	д.т.н.	0,2
9	Коверникова Лидия Ивановна	с.н.с.	к.т.н.	1
10	Карамов Дмитрий Николаевич	н.с.	к.т.н.	1
11	Марченко Олег Владимирович	в.н.с.	к.т.н.	0,5
12	Соколов Дмитрий Витальевич	с.н.с.	к.т.н.	0,2
13	Соломин Сергей Владимирович	с.н.с.	к.т.н.	0,5
14	Медникова Екатерина Евгеньевна	м.н.с.		1
15	Балышев Сергей Олегович	вед. инж.	к.г.н.	0,1
16	Семенова Людмила Васильевна	вед.инж.		0,5
17	Карымова Надежда Саликзановна	Инж.		1
18	Стенников Валерий Алексеевич	зав. отделом	чл.-корр. РАН	0,5
19	Хамисов Олег Валеобевич	зав. отд.	д.ф.-м.н.	0,1
20	Шелехова Вероника Борисовна	инж.(аспирант)		1
21	Янышева Ирина Михайловна	вед. инж		1
22	Сурнин Николай Валерьевич	Инж.		1

координатор блока 4

чл.-корр. РАН В.А. Стенников, ИСЭМ СО РАН



Проект III.17.4.1

Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления их режимами

Целью исследований являются комплексный **анализ и разработка инновационных направлений развития интегрированных систем** энергоснабжения потребителей на интеллектуальной основе, ориентированных на новые технические средства и принципы построения технологических систем энергетики, создание интеллектуальных систем управления ими, комплексное применение информационных технологий и телекоммуникаций, в совокупности обеспечивающих возможность построения существенно более эффективных систем по сравнению с существующими системами энергопроизводства, энергораспределения и энергопотребления.

Задачи

- ☐ **Разработка технологических принципов построения** интегрированных систем энергоснабжения в сочетании с интеллектуальными средствами и системами управления ими.
- ☐ **Формирование технических решений по технологическим схемам** источников энергии, транспортным комплексам систем энергоснабжения.
- ☐ Разработка **методических и технологических основ создания интеллектуальных систем управления** энергоснабжением потребителей.
- ☐ Разработка **методов мониторинга состояния оборудования и режимов** его работы в системах энергоснабжения.
- ☐ Разработка **моделей и методов для расчета и анализа** систем электро- тепло-, газо- и хладоснабжения.
- ☐ Разработка **методических подходов интеллектуализации процесса управления развитием и функционированием** интегрированных интеллектуальных энергетических систем.
- ☐ Разработка универсальных **информационно-вычислительных технологий** для компьютерного моделирования, расчета и оптимизации интегрированных интеллектуальных систем энергоснабжения.
- ☐ Подготовка **практических рекомендаций и предложений по созданию** интегрированных интеллектуальных систем электро-, тепло-, газо-, хладоснабжения потребителей.



Проект III.17.4.1

Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления их режимами

Раздел 1. Аналитические исследования, выбор направлений исследования, разработка требований к технологическому построению и методическому и информационному обеспечению.
(отв. исполнители: к.т.н. Коверникова Л.И., Медникова Е.Е.)

1.1. Анализ отечественных и зарубежных тенденций формирования новой парадигмы интеграции и интеллектуализации энергетических систем, методического и вычислительного обеспечения для решения задач их развития и функционирования.

1.2. Функциональные, технические, информационные особенности и свойства интегрированных систем энергетики, требования к их структуре и процессу управления режимами.

1.3. Технологическая архитектура интегрированных интеллектуальных энергетических систем, принципы их формирования, построения и управления.

1.4. Требования, предъявляемые к методическому и информационно-вычислительному инструментарию для управления развитием и управлением функционирования интегрированных систем энергетики.



Проект III.17.4.1

Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления их режимами

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

(отв. исполнитель: к.т.н. Ефимов Д.Н., к.т.н. Барахтенко Е.А.)

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

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

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

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



Проект III.17.4.1

Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления их режимами

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

отв. Исполнители: к.т.н. Войтов О.Н., к.т.н. Постников И.В.

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

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

3.3. Методические основы управления нормальными и аномальными режимами интеллектуальных интегрированных систем энергетики.

3.4. Методические подходы интеллектуализации процесса управления функционированием и развитием интегрированных интеллектуальных энергетических систем



Раздел 4. Распределенные системы энергоснабжения и их интеграция в централизованные системы.

(отв. исполнители: к.т.н. Жарков С.В., к.т.н. Карамов Д.Н.)

4.1. Анализ тенденций особенностей и возможностей интеграции систем распределенной генерации энергии с интегрированными интеллектуальными энергетическими системами.

4.2. Разработка технических решений по технологическим схемам подключения систем малой распределенной генерации к интегрированным системам энергоснабжения с целью повышения надежности и эффективности.

4.3. Технологические схемы, моделирование, расчет и оптимизация систем распределенной генерации энергии.

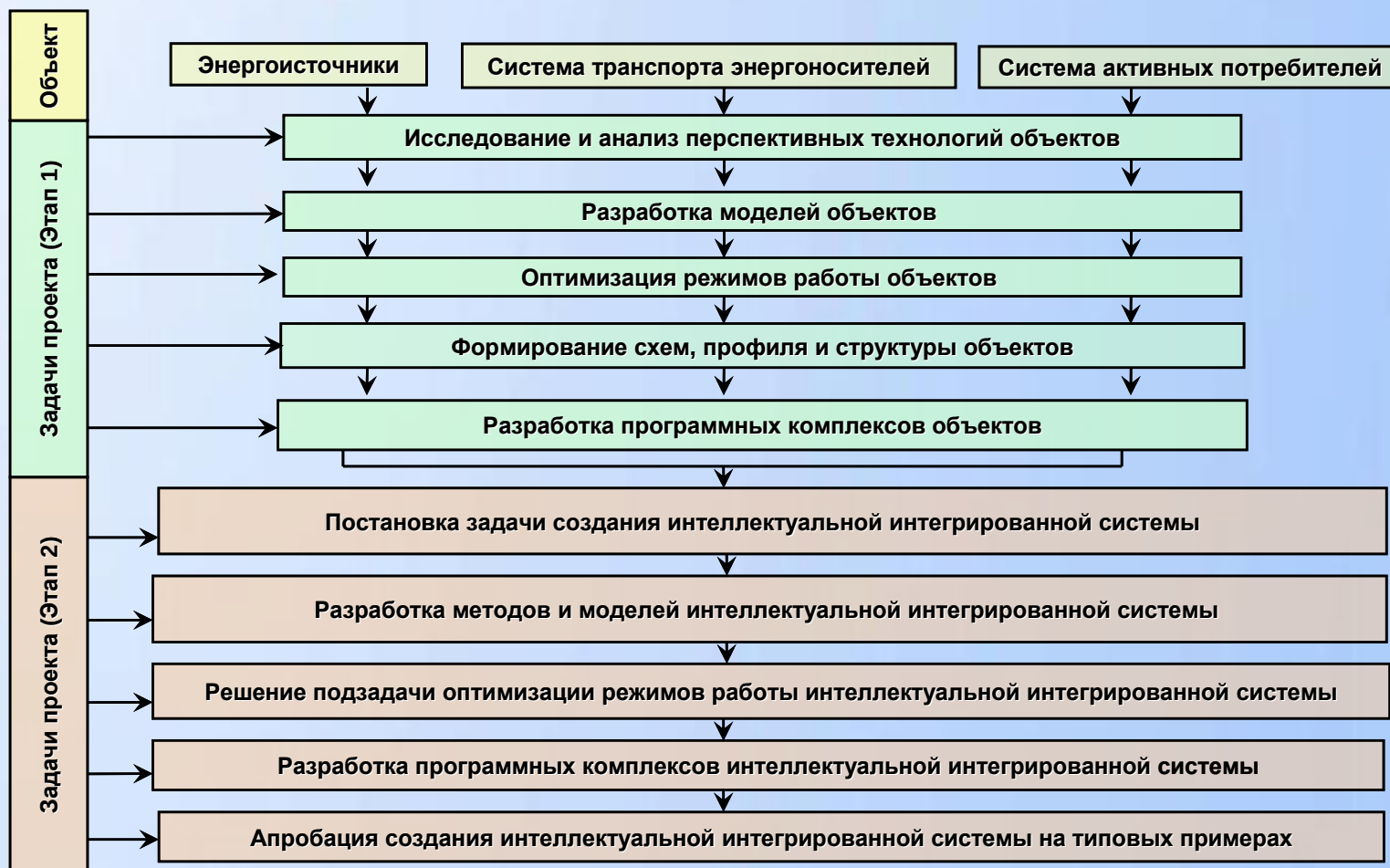
4.4. Моделирование схемы взаимодействия активных потребителей и распределенной генерацией энергии с интегрированными интеллектуальными энергетическими системами.



Проект III.17.4.1

Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления их режимами

Задачи создания интегрированных систем





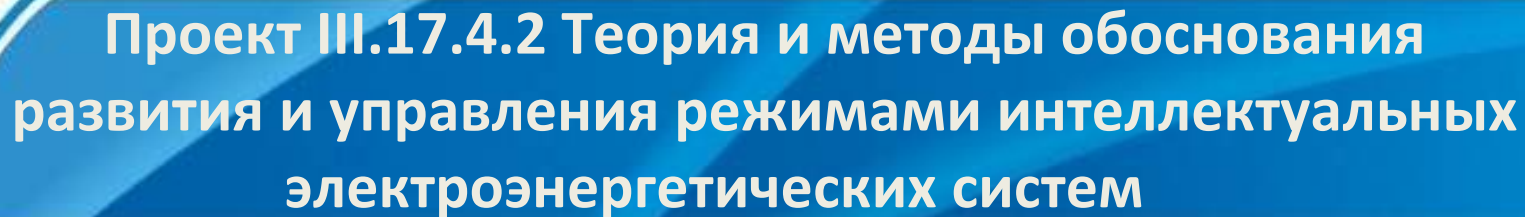
Проект III.17.4.1

Теоретические основы создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем и управления их режимами

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Новые **свойства и требования** к структуре и управлению ИИЭС.
2. **Технологическая архитектура, принципы** построения и управления.
3. Требования, предъявляемые к методическому и информационно-вычислительному инструментарию.
4. **Структура, состав и свойства задач** оптимального построения и развития интегрированных систем энергетики.
5. Структура и специфика задач управления.
6. **Методология решения задач оптимального развития.**
7. Методические основы управления.
8. Методические подходы интеллектуализации процесса управления.
9. **Модели многопродуктовых энергетических рынков.**
10. Методическое обеспечение задач надежности.
11. **Методология интеллектуализации процесса управления развитием.**

*руководитель чл.-корр. РАН
В.А. Стенников, ИСЭМ СО РАН*



The diagram illustrates the three levels of smart grid implementation, categorized by voltage range and scale:

- Супер Грид (Super Grid):** 220 - 750 кВ. This level involves large-scale power generation and transmission infrastructure, including nuclear power plants, hydroelectric dams, and thermal power plants. It features high-voltage transmission towers and substations.
- Мини Грид (Mini Grid):** 6 - 110 кВ. This level focuses on localized power distribution, often utilizing renewable energy sources like wind turbines and solar panels, connected to a central substation and distribution network.
- Микро Грид (Micro Grid):** 0,4 - 10 кВ. This level represents the end-user side of the grid, showing smart homes and buildings equipped with smart meters, energy storage systems, and intelligent appliances for efficient energy management.

Arrows indicate the flow of power and data between these levels, showing how the Super Grid feeds into the Mini Grid, which in turn feeds into the Micro Grid.

Супер-мини-микро-электроэнергетическая система



СОСТАВ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПРОЕКТА

№	ФИО	Должность	Ученая степень	Степень участия в проекте
1	Воропай Николай Иванович	Научный руководитель	член-корр. РАН	0,5
2	Гришин Юрий Алексеевич	Зав. лаб. с.н.с.	к.т.н.	1
3	Голуб Ирина Ивановна	в.н.с.	д.т.н.	1
4	Войтов Олег Николаевич	с.н.с.	к.т.н.	0,5
5	Болоев Евгений Викторович	с.н.с.	к.т.н.	1
6	Семенова Людмила Васильевна	вед.инж.		0,5
7	Кузькина Яна Игоревна	аспирант		0,1
8	Труфанов Виктор Васильевич	зав. лаб., в.н.с	д.т.н.	1
9	Шевелева Галина Ивановна	с.н.с.	к.э.н.	1
10	Попова Ольга Михайловна	с.н.с.	к.э.н.	1
11	Ханаев Вениамин Вениаминович	с.н.с.	к.т.н.	1
12	Драчев Павел Сергеевич	м.н.с.		1
13	Селифанов Виталий Викторович	вед. инж.		1
14	Курбацкий Виктор Григорьевич	в.н.с.	д.т.н.	1
15	Томин Никита Викторович	с.н.с.	к.т.н.	1
16	Колосок Ирина Николаевна	в.н.с.	д.т.н.	1
17	Коркина Елена Сергеевна	с.н.с.	к.т.н.	1
18	Глазунова Анна Михайловна	с.н.с.	к.т.н.	1
19	Гурина Людмила Александровна	н.с.	к.т.н.	1
20	Аксаева Елена Сергеевна	н.с.		1
21	Осак Алексей Борисович	н.с.		1
22	Панасецкий Даниил Александрович	с.н.с.	к.т.н.	1
23	Домышев Александр Владимирович	н.с.		1
24	Ефимов Д.М.	с.н.с.	к.т.н.	0,5
25	Ефимова Л.М.	инж.		1
26	Смирнов С.С.	в.н.с.	д.т.н.	1
27	Попов Д.А.	вед.инж.		1
28	Подковальников С.В.	зав.лаб., в.н.с.	к.т.н.	0,5
29	Чудинова Л.Ю.	с.н.с.	к.т.н.	0,3
30	Волкова Е.Д.	вед.инж.		0,3
31	Трофимов И.Л.	ст.инж.		0,2
32	Хамисов О.В.	зав.отд.	д.ф.-м.н.	0,1



ПРОЕКТ III.17.4.2

Теория и методы обоснования развития и управления режимами интеллектуальных электроэнергетических систем

Цели и задачи проекта

Целью исследования в рассматриваемой проблеме является **разработка методологии обоснования развития и управления режимами интеллектуальных энергосистем (ИЭС)** на базе новых методических подходов, современных технических средств, математических моделей и программно-информационных средств, комплексное применение информационных технологий.

Задачи проекта

- разработка современных **математических моделей ИЭС**;
- формирование **требований к информационному обеспечению ИЭС**;
- разработка **комплекса вычислительных средств** для реализуемой **системы оперативного и противоаварийного управления режимами ИЭС**;
- разработка **интеллектуальной модели мониторинга и управления режимами ИЭС** для предотвращения крупных системных аварий;
- разработка **методов и алгоритмов выработки управляющих воздействий** при решении задач диспетчерского управления ИЭС;
- разработка методов и алгоритмов **обеспечения кибербезопасности** при управлении ИЭС;
- разработка методического и программного обеспечения для решения **задач оценивания состояния, планирования и управления режимами ИЭС**;
- подготовка рекомендаций и предложений по **совершенствованию оперативного управления ЭЭС**;
- разработка методического и программного **обеспечения развития ИЭС** с учетом средств управления электрической нагрузкой;
- разработка программного обеспечения для **задачи развития системообразующей электрической сети ЭЭС**;
- разработка двойственной **модели и методики использования двойственных оценок** для анализа перспектив развития интеллектуальных ЭЭС.



Проект III.17.4.2

Теория и методы обоснования развития и управления режимами интеллектуальных электроэнергетических систем

Раздел 1. Разработка интеллектуальной системы мониторинга и управления режимами ИЭС для предотвращения крупных системных аварий. (отв. исполнитель: чл.-корр. РАН Н.И. Воропай)

1.1. Структура и специфика **задач управления режимами ИЭС.**

1.2. Оценка **применимости существующего методического обеспечения** для решения задач управления нормальными и предаварийными режимами ИЭС.

1.3. Интеллектуальная модель для **мониторинга и управления режимами ЭЭС** для предотвращения крупных системных аварий.

1.4. Методология и прототип системы интеллектуального управления режимами ИЭС.



Раздел 2. Разработка методов формирования математической модели ИЭС на базе современных средств измерений, статистических и математических методов обработки информации и новых информационных технологий для решения задач диспетчерского управления

(отв. исполнитель: к.т.н. Ю.А. Гришин)

2.1. Анализ современных отечественных и зарубежных методов и обобщение тенденций формирования математической модели ИЭС, в том числе, с учетом определения максимально допустимых перетоков (МДП), мест **расстановки нового измерительного и интеллектуального оборудования.**

2.2. Разработка математической модели ИЭС, учитывающей современное оборудование (устройства FACTS), новые измерительные устройства (PMU) для решения задач мониторинга (анализа) текущих и предстоящих режимов.

2.3. Разработка методов и алгоритмов выработки управляющих воздействий при решении задач диспетчерского управления ИЭС.

2.4. Разработка методики обеспечения СО ЕЭС полной и достоверной информацией для целей оперативного управления режимами ИЭС.



Проект III.17.4.2

Теория и методы обоснования развития и управления режимами интеллектуальных электроэнергетических систем

Раздел 3. Теоретические основы, модели, методы решения задач кибербезопасности при управлении ИЭС

(отв. исполнитель: д.т.н. И.Н. Колосок)

- 3.1. Анализ современных отечественных и зарубежных **методов обеспечения кибербезопасности** при управлении ИЭС.
- 3.2. Разработка методов и алгоритмов **повышения качества измерительной информации** с учетом динамического поведения ЭЭС.
- 3.3. Разработка методики **повышения информационной безопасности систем** сбора и обработки данных в ЭЭС, базирующихся на использовании современных средств и технологий измерений (СМПР, СВИ).
- 3.4. Разработка новых подходов на основе **теории рисков для анализа степени уязвимости и опасности по последствиям реализованных физических и информационных отказов и воздействий** на современные объекты ИЭС (цифровые подстанции, межсистемные связи, FACTS и др.).



Проект III.17.4.2

Теория и методы обоснования развития и управления режимами интеллектуальных электроэнергетических систем

Раздел 4. Методология решения задач оценивания состояния, планирования и управления режимами активно-адаптивных распределительных электрических сетей ИЭС

(отв. исполнитель: д.т.н. И.И. Голуб)

- 4.1. **Анализ наблюдаемости** активно-адаптивных **распределительных** электрических **сетей**.
- 4.2. Решение задачи **оценивания состояния** активно-адаптивных распределительных электрических сетей.
- 4.3. **Планирование режимов** активно-адаптивных распределительных электрических сетей.
- 4.4. **Оптимальное управление** режимами активно-адаптивных распределительных электрических сетей.



Проект III.17.4.2

Теория и методы обоснования развития и управления режимами интеллектуальных электроэнергетических систем

Раздел 5. Развитие методов, математических моделей и программно-информационных средств обоснования развития ИЭС

(отв. Исполнители: д.т.н. В.В. Труфанов, к.т.н. С.В. Подковальников)

- 5.1. **Методическое и программное обеспечение** развития электроэнергетических систем с учетом средств **управления электрической нагрузкой**.
- 5.2. Совершенствование **корпоративного управления для привлечения инвестиций** в развитие интеллектуальных электроэнергетических систем.
- 5.3. Совершенствование **методического обеспечения** и математических моделей **развития электрических сетей ЭЭС**. Разработка **программного обеспечения** для задачи развития системообразующей электрической сети ЭЭС.
- 5.4. Разработка **двойственной модели** и методики использования двойственных оценок **для анализа перспектив** развития интеллектуальных ЭЭС.



СТРУКТУРА ЗАДАЧ

Интеллектуальное управление режимами активно адаптивной электрической сети интеллектуальной энергосистемы





ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

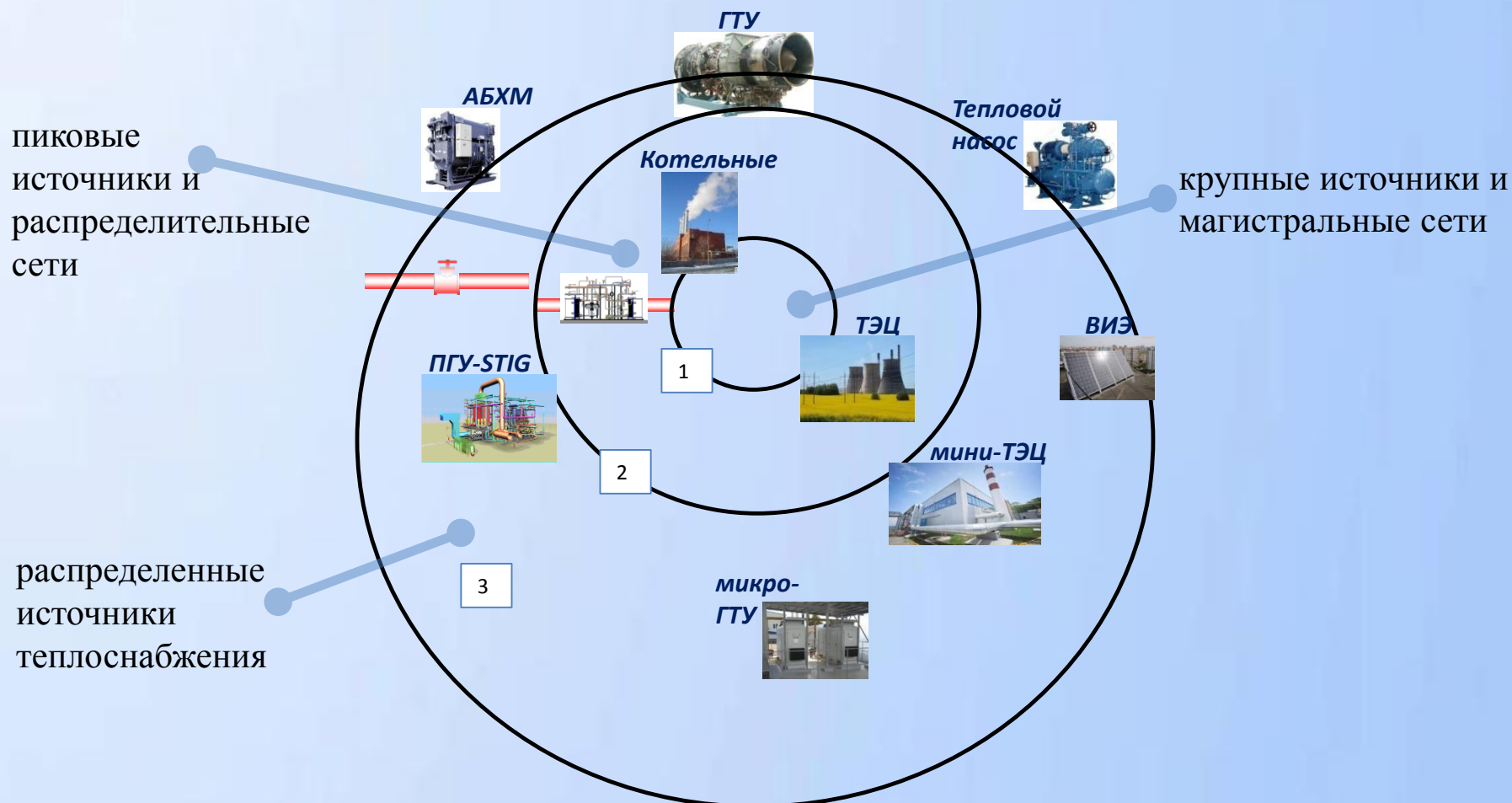
- **Прямая и двойственная модели развития ЭЭС** с блоками активных потребителей (АП) и распределённой генерации (РГ).
- **Методология, математические модели и прототипы** программно-информационных средств оптимального управления развитием интеллектуальных ЭЭС.
- **Подходы, методы, модели для** решения задач оценивания состояния, планирования и управления режимами активно-адаптивных распределительных электрических сетей ИЭС.
- **Методология и прототип системы интеллектуального управления ЭЭС** в нормальных и аварийных режимах.
- **Методы решения задач кибербезопасности** при управлении ИЭС.

руководитель д.т.н. В.Г. Курбацкий,
ИСЭМ СО РАН



Проект III.17.4.3 Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики

руководитель д.т.н. Н.Н. Новицкий, ИСЭМ СО РАН



Интеллектуальная теплоснабжающая система



Проект III.17.4.3

Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Цель – разработка научно-методических основ интеллектуализации ТПС энергетики и процессов их развития и функционирования

Задачи проекта

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



Проект III.17.4.3

Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики

«Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики»

Блок 1 «Методические основы интеллектуализации процессов функционирования ТПС», отв. исп. – зав. лабораторией «Трубопроводных и гидравлических систем» №51, д.т.н., Новицкий Николай Николаевич

Блок 2 «Научно-методические основы развития интеллектуальных трубопроводных систем (на примере систем теплоснабжения)», отв. исп. – зав. лабораторией «Систем теплоснабжения» №53, чл.-корр. РАН Стенников Валерий Алексеевич

Блок 3 «Методы и модели многоуровневой оптимизации развития газораспределительных систем для комплексного энергоснабжения крупных территориальных образований на интеллектуальной основе» отв. исп. – зав. лабораторией «Развития систем газоснабжения» №52, д.т.н., Илькевич Николай Иванович



Проект III.17.4.3

Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики

РАЗДЕЛ 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТПС

- 1.1. Анализ и обобщение **тенденций интеллектуализации** процессов управления ТПС.
- 1.2. Разработка и развитие **методов анализа и обеспечения наблюдаемости, идентифицируемости и управляемости** ТПС как объектов интеллектуализации.
- 1.3. Развитие **методов многоуровневого анализа и оптимизации** режимов ТПС.
- 1.4. Развитие **новых технологий компьютерного моделирования** ТПС различного типа и назначения при их эксплуатации и управлении.
 - 1.4.1. Развитие **ИВС «АНГАРА» как платформы** для создания единого информационного и вычислительного пространства при управлении режимами ТПС.
 - 1.4.2. Разработка и развитие **интернет-ориентированных технологий** для удаленного применения методов математического моделирования ТПС.

Исполнители: Новицкий Н.Н. (ответственный),

Алексеев А. В., Барина С. Ю., Вантеева О. В., Гребнева О.А., Луценко А.В., Михайловский Е.А., Сидлер Л. Е., Токарев В.В., Шалагинова З. И.



Научно-методические основы интеллектуализации процессов развития и функционирования трубопроводных систем энергетики

РАЗДЕЛ 2. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ)

- 2.1. Обобщение отечественного и мирового опыта в области **проблем и направлений интеллектуализации ТПС.**
 - 2.1.1. Анализ основных **тенденций инновационного преобразования** ТПС, новых технических, технологических, кибернетических и других свойств ТПС, приобретаемых ими в процессе интеллектуализации.
 - 2.1.2. Анализ **научно-методического и информационно-вычислительного обеспечения** процессов обоснования развития интеллектуальных ТПС.
 - 2.1.3. **Структуризация научно-методических задач** интеллектуализации ИТПС и процессов управления их развитием.
- 2.2. Разработка и развитие **методов анализа и обеспечения требуемых свойств ТПС** как объектов интеллектуализации.
 - 2.2.1. Математические модели и методы **структурно-параметрического синтеза** управляемых ТПС.
 - 2.2.2. Разработка методов **анализа и управления надежностью** ТПС в процессе их развития.
- 2.3. Методы **многоуровневой структурно-параметрической оптимизации** ТПС при их развитии.
- 2.4. Моделирование и разработка **методов анализа и развития рыночно-ориентированных структур** организации снабжения потребителей ТПС на примере систем теплоснабжения
- 2.5. Создание интеллектуальной **информационно-вычислительной платформы** с управляемой архитектурой для решения задач развития ТПС.

Исполнители: Стенников В.А.(ответственный), Добровольская Т.В., Еделева О.А., Ощепкова Т.Б., Пеньковский А.В., Постников И.В., Соколов П.А., Соколов Д.В.



РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ МНОГОУРОВНЕВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КРУПНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОСНОВЕ

- 3.1. Анализ основных **тенденций инновационного преобразования газотранспортных** и газораспределительных сетей и свойств, приобретаемых ими в процессе интеллектуализации.
- 3.2. Разработка и развитие методов **анализа и обеспечения надежности** газораспределительных ТПС в задачах их развития для комплексного энергоснабжения крупных территориальных образований.
- 3.3. Методы **многоуровневой оптимизации развития больших ТПС** на примере систем газоснабжения.
- 3.4. Методы **оптимального развития газораспределительных систем в условиях конкуренции** газа с другими видами энергии.

Исполнители: Илькевич Н. И.(ответственный),
Дзюбина Т.В., Калинина Ж. В., Окунева С. Т.,
Сурнин Н. В., Полякова О. В.



ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- ✓ **Структуризация научно-методических задач** интеллектуализации ИТПС и процессов управления их развитием и функционированием.
- ✓ **Разработка и развитие методов анализа и обеспечения** требуемых свойств ТПС как объектов интеллектуализации.
- ✓ **Методы многоуровневого моделирования** для интеллектуализации процессов оптимального развития и управления режимами ТПС.
- ✓ **Модели рыночного взаимодействия поставщиков и потребителей** в интеллектуальных ТПС.
- ✓ **Развитие новых технологий компьютерного моделирования ТПС** различного типа и назначения при их проектировании, эксплуатации и управлении.

руководитель д.т.н. Н.Н. Новицкий,
ИСЭМ СО РАН



Проект III.17.4.4

Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

руководитель д.т.н. С.И. Паламарчук, ИСЭМ СО РАН



Многообразие преобразования рынка



Проект III.17.4.4

Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

Цели и задачи проекта

Цель проекта - анализ механизмов управления функционированием и развитием энергетических систем, в том числе, электроэнергетики, систем теплоснабжения и газовой промышленности. **Разработка методов и моделей для исследования свойств и повышения эффективности работы систем энергетики.**

Задачи проекта -

- разработка математических моделей и методов для **анализа конкурентных рынков;**
- моделирование **взаимодействия субъектов на нескольких связанных рынках;**
- формирование предложений к **изменению нормативно-правовой базы** энергетики,
- предложения по **совершенствованию механизмов анализа эффективности** предлагаемых изменений.



Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

**Раздел 1. Анализ эффективности организации оптового и розничного рынков и предложения по их совершенствованию.
(отв. исполнитель: д.т.н. С.И. Паламарчук)**

- 1.1. Анализ целесообразности изменения структуры участников оптового и розничных рынков;**
- 1.2. Повышение эффективности государственного регулирования уровней тарифов за услуги по передаче электроэнергии;**
- 1.3. Выработка предложений по совершенствованию организации оптового рынка мощности с целью повышения обоснованности формируемых цен.**

Исполнители: Паламарчук С.И., Головщиков В.О., Подковальников С.В.



Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

Раздел 2. Совершенствование организации розничных рынков электроэнергии (мощности).

(Отв. Исполнитель: к.т.н. Головщиков В.О.)

- 2.1.** Анализ **новых условий работы региональных розничных рынков** электроэнергии и мощности (РРЭМ). Разработка моделей организации РРЭМ с привлечением новых их субъектов.
- 2.2.** Совершенствование функционирования и развития **распределительных сетевых компаний** с учетом нового состава субъектов **РРЭМ**.
- 2.3.** Формирование **предложений по повышению эффективности** энергосбытовой деятельности.

**Исполнители: Головщиков В.О.
(ответственный), Паламарчук С.И.**



Проект III.17.4.4

Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

РАЗДЕЛ 3. Развитие методов, математических моделей и программно-информационных средств обоснования развития электроэнергетических систем.

(отв. исполнитель: д.т.н. Труфанов В.В.)

3.1. Методическое и программное обеспечение развития электроэнергетических систем с учетом средств управления электрической нагрузкой.

3.2. Совершенствование корпоративного управления для привлечения инвестиций в развитие интеллектуальных электроэнергетических систем.

3.3. Совершенствование методического обеспечения и математических моделей развития электрических сетей ЭЭС.

Исполнители: д.т.н. Труфанов В.В. к.э.н.
Шевелева Г.И., к.т.н. Попова О.М.



Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

РАЗДЕЛ 4. Разработка моделей и математических методов для оценки условий работы и принятия решений при управлении функционированием ЭЭС.

(отв. исполнитель: д.т.н. Зоркальцев В.И.)

- 4.1. Разработка **моделей и методов** оценки условий работы ЭЭС с использованием **гибридных методов** (в т.ч. сочетаний методов наименьших квадратов, минимизации абсолютных значений, чебышевской аппроксимации);
- 4.2. Разработка **моделей** принятия решений **с учетом многоэтапности и дискретности** протекающих в ЭЭС процессов;
- 4.3. Отработка **моделей анализа взаимодействия субъектов рынков** несовершенной конкуренции (электроэнергии и топливоснабжения электростанций) с использованием систем **имитационного моделирования и аппроксимаций** потенциальными игровыми моделями.

Исполнители: д.т.н. Зоркальцев В.И.,
к.т.н. Мокрый И.В., к.т.н. Айзенберг Н.И.,
к.т.н. Пержабинский С.М.



Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

РАЗДЕЛ 4. Разработка моделей и математических методов для оценки условий работы и принятия решений при управлении функционированием ЭЭС.

(отв. исполнитель: д.т.н. Зоркальцев В.И.)

4.4. Разработка **теоретико-игровых подходов** для согласования интересов агентов **на розничном рынке** электроэнергетики.

4.5. Разработка методов и моделей для **анализа проблем надежности** энергоснабжения с использованием критериев и методов согласования экономических решений.

4.6. Разработка **моделей оценки экономической эффективности** внедрения в ЭЭС генерирующих устройств на **возобновляемых источниках энергии и накопителей** энергии на основе использования марковских цепей.

Исполнители: д.т.н. Зоркальцев В.И.,
к.т.н. Мокрый И.В., к.т.н. Айзенберг Н.И.,
к.т.н. Пержабинский С.М.



Проект III.17.4.4

Анализ механизмов функционирования и развития энергетических систем в рыночных условиях

РАЗДЕЛ 5. Анализ последствий и побочных эффектов регулирования в электроэнергетике.

(отв. исполнитель: к.т.н. Васильев М.Ю.)

5.1. Анализ особенностей и побочных эффектов применения линейной математической модели рынка мощности. Разработка **направлений развития модели рынка мощности**. Моделирование и анализ стратегии поведения на рынке мощности поставщиков на базе тепловых электростанций в условиях избытка генерирующих мощностей.

5.2. Моделирование и разработка алгоритмов **построения характеристик предложения электроэнергии и заявок на рынок на сутки вперед** поставщиков-ценополучателей на базе тепловых электростанций.

5.3. Анализ математической модели рынка на сутки вперед. Анализ ценовых сигналов и выработка предложений по совершенствованию модели. Анализ **тенденций** в электроэнергетике России за десятилетие в свете изученных побочных **эффектов регулирования**.



ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Методы повышения конкурентоспособности оптового и розничных рынков электроэнергии.
2. Совершенствование организации технологического и коммерческого управления режимами энергосистем с учетом меняющихся структуры производства и потребления электрической и тепловой энергии.
3. Эффективные системы (методы) управления развитием и привлечения инвестиций в генерирующий и сетевой секторы энергосистем в новых условиях взаимодействия субъектов отношений.
4. Разработка методов и алгоритмов для моделирования свойств действующих рынков тепла, электроэнергии и мощности.
5. Теоретический анализ рынков несовершенной конкуренции и их экономико-математические модели.
6. Эффективные функции и полномочия государственных структур, вовлеченных в управление и регулирование деятельности систем энергетики.

руководитель д.т.н. С.И. Паламарчук,

ИСЭМ СО РАН



СОВМЕСТНОЕ РАССМОТРЕНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРО И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В М/Р НОВО-ЛЕНИНО В ИРКУТСКЕ

Исследования в области ИИСЭ

- Концепция интегрированных интеллектуальных систем электро- и теплоснабжения с активными потребителями и координированного управления режимами этих систем
- Комплекс задач по формированию методической и технологической базы для перехода к интеллектуальным интегрированным системам энергоснабжения городов
- Комплекс задач по управлению режимами интеллектуальных интегрированных систем энергоснабжения городов
- Информационно-вычислительная платформа для моделирования, анализа и управления режимами интеллектуальных интегрированных систем энергоснабжения городов
- Методы координации суточных режимов систем энергоснабжения и активных потребителей

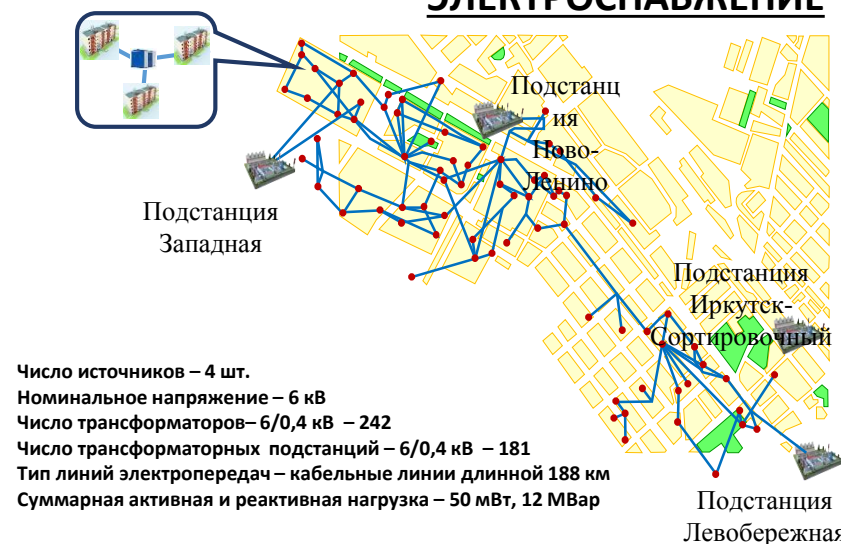
Методическое обеспечение и инструментальные средства

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Теория гидравлических и электрических цепей• Математическое программирование и оптимизация | <ul style="list-style-type: none">• Численный анализ• Теория графов• Теория вероятности• Теория игр | <ul style="list-style-type: none">• ПО для графического и математического моделирования систем энергоснабжения• Математическое ПО• Базы данных |
|---|--|--|

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ



ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ





СОВМЕСТНОЕ РАССМОТРЕНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ М/Р НОВО-ЛЕНИНО



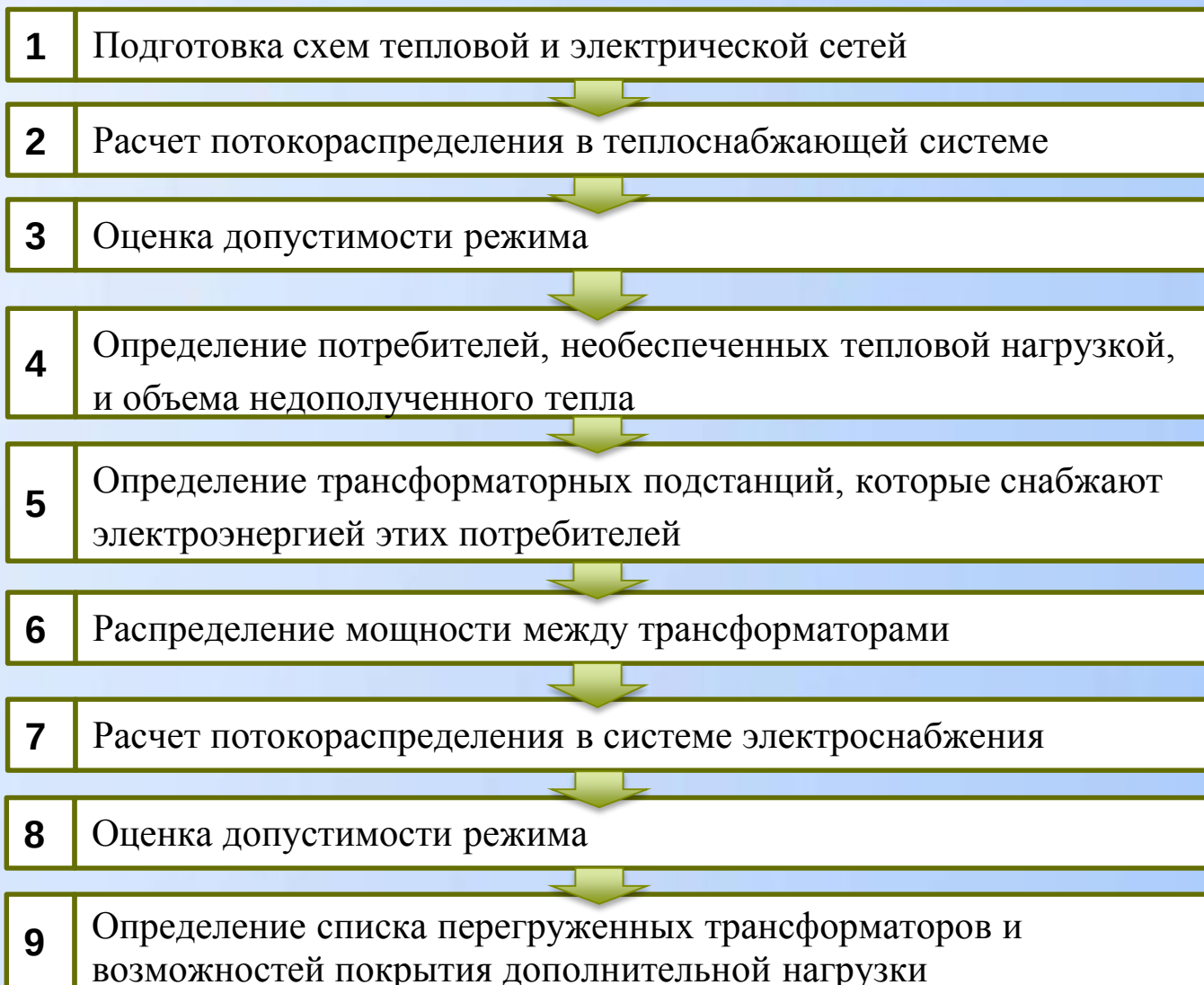
Исполнители: к.т.н. Войтов О.Н.

к.т.н. Баряхтенко Е.А., к.т.н. Постников И.В.

к.т.н. Ощепкова Т.Б., к.т.н. Соколов Д.В., Семенова Л.В.



МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

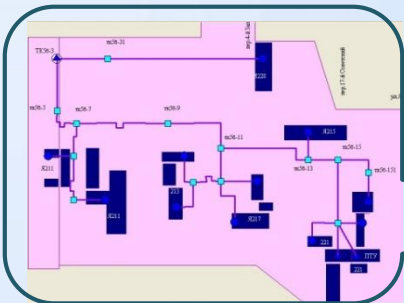




СЦЕНАРИЙ №1. В РАБОТЕ Э/К «НОВО-ЛЕНИНО» И Э/К «БЫТОВАЯ»

ВАРИАНТ №1. РАСЧЕТНАЯ ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА

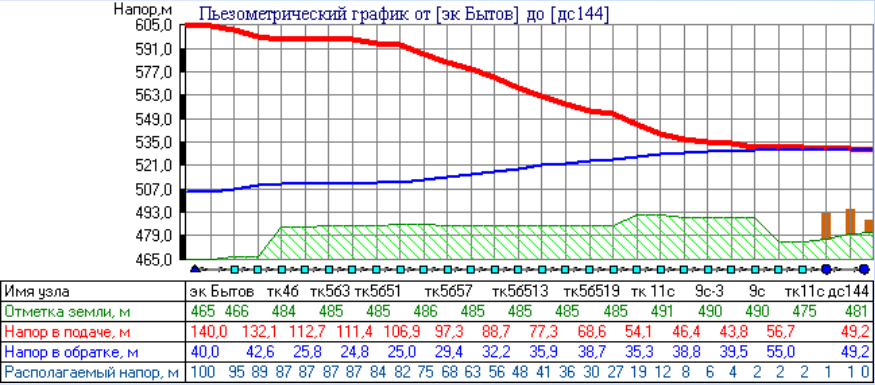
**НЕДООТПУСК $\approx 41,5$ Гкал/ч
(48 МВт)**



Угольная котельная

Электрокотельная
«Ново-Ленино»

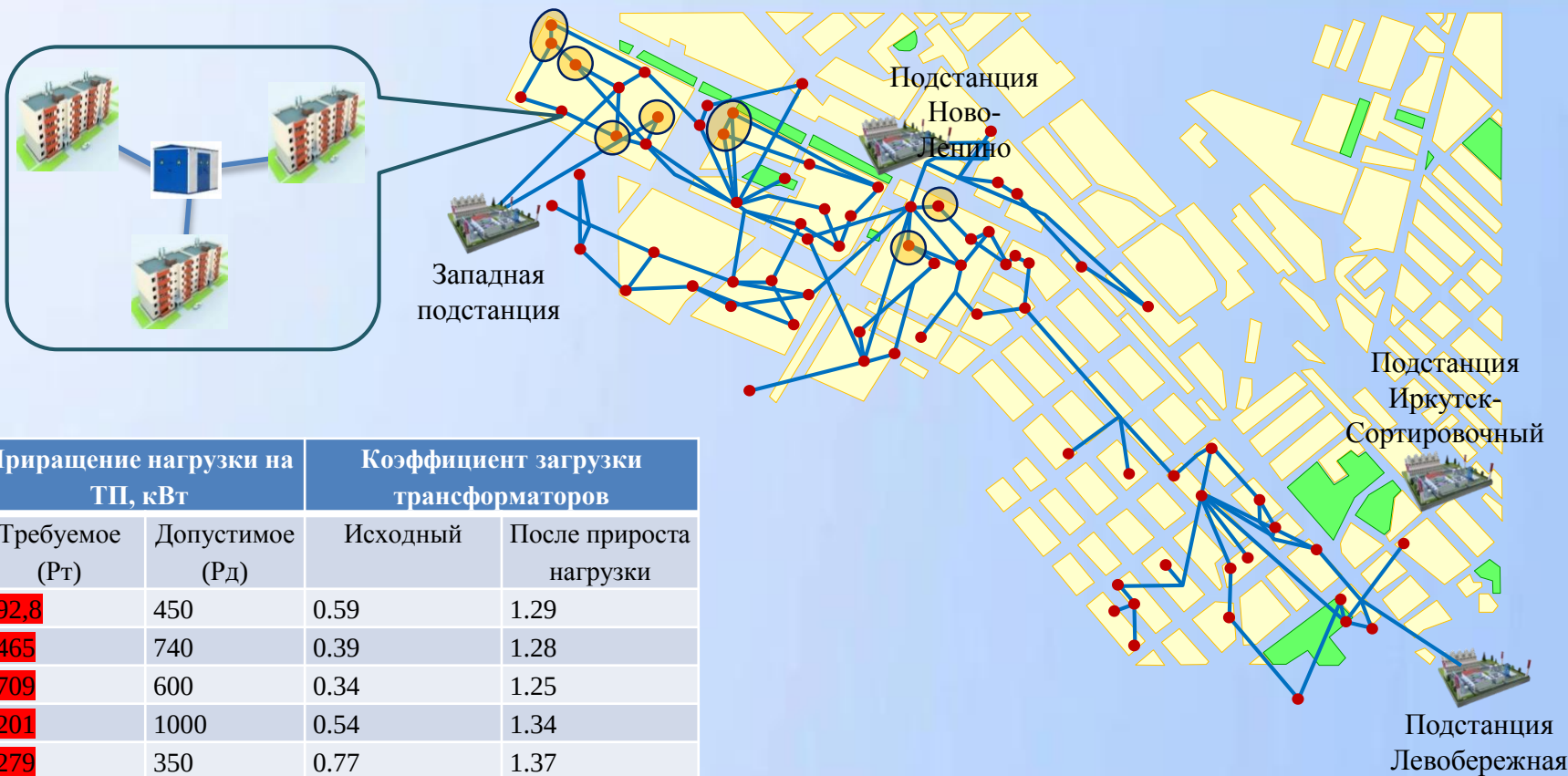
Электрокотельная
«Бытовая»





СЦЕНАРИЙ №1. В РАБОТЕ Э/К «НОВО-ЛЕНИНО» И Э/К «БЫТОВАЯ»

ВАРИАНТ №1. РАСЧЕТНАЯ ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА



№	Приращение нагрузки на ТП, кВт		Коэффициент загрузки трансформаторов	
	Требуемое (Рт)	Допустимое (Рд)	Исходный	После прироста нагрузки
1	592,8	450	0.59	1.29
2	1465	740	0.39	1.28
3	1709	600	0.34	1.25
4	1201	1000	0.54	1.34
5	1279	350	0.77	1.37
6	8122	800	0.86	1.33
7	1715	700	0.8	1.39
8	5636,8	500	0.77	1.42
9	1016	1016	0.3	1.13
Рт-Рд=16480				



РЕЗУЛЬТАТЫ СОВМЕСТНОГО РАССМОТРЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ М/Р НОВО-ЛЕНИНО



ВЫВОДЫ:

Отмечается

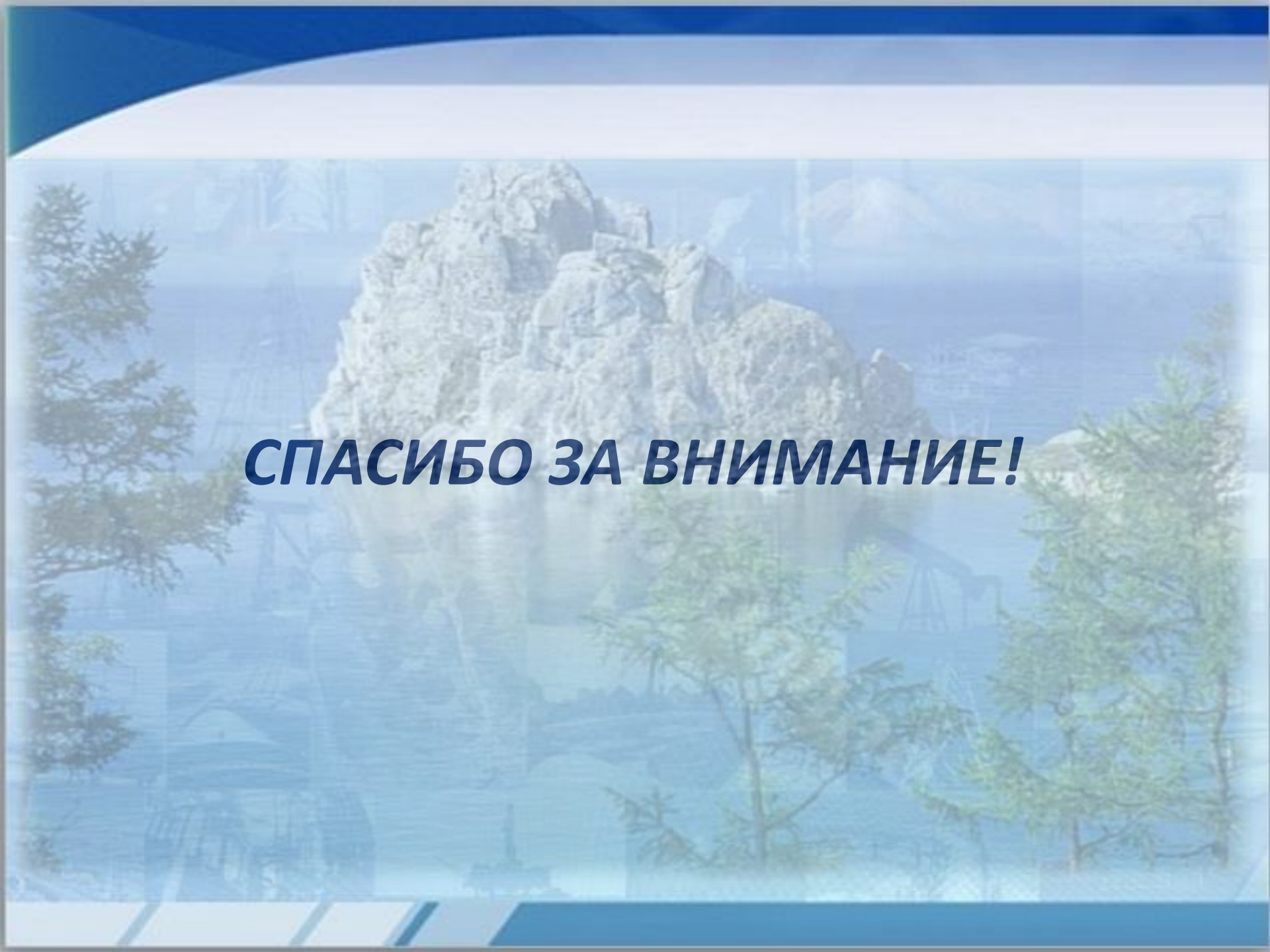
- Сильная технологическая взаимосвязь между системами

Необходимы

- Единая информационно-вычислительная платформа;
- Совместное решение задач управления развитием и функционированием

№	Приращение нагрузки на ТП, кВт		Коэффициент загрузки трансформаторов	
	Требуемое (Рт)	Допустимое (Рд)	Исходный	После прироста нагрузки
1	860,50	740	0.39	1.4
2	1000,00	600	0.34	1.24
3	627,9	350	0.77	1.36
4	3413,5	800	0.86	1.34
5	817,1	700	0.8	1.39
6	2005,1	500	0.77	1.42
7	1664,8	1000	0.47	1.31
8	1891,8	700	0.37	1.34
Рт-Рд=6890				

№ вар	Суммарный прирост нагрузки			Число перегруженных ТП	
	Суммарный, кВт	Непокрытый, кВт	% к суммарной нагрузке	Общее	% к общему числу задействованных ТП
1	48313,953	16480	34	9	47
2	28860,465	6890	24	8	44



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!