

На рассмотрение Рабочей группы Минэнерго России
по внедрению интеллектуальных энергетических систем
23 июня 2015 г.

Интеллектуальная энергетическая система Технопарка РГСУ



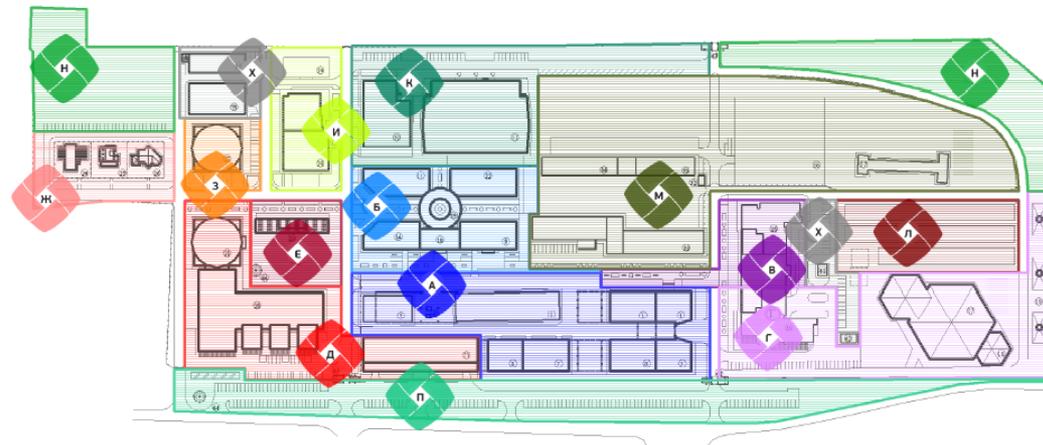
Координатор проекта, В. И. Паршуков, директор ООО НПП "Донские технологии", член Научного Совета РАН по нетрадиционным возобновляемым источникам энергии
Н. Н. Ефимов, зав. кафедры ТЭСиТ ФГБОУ ВПО «ЮРГТУ (НПИ) им. М.И. Платова», профессор, д.т.н.

Проект ТехноЭкопарка

Ростовским государственным строительным университетом разработан проект реконструкции учебного центра и создания на его основе современного Южного регионального строительного **ТехноЭкопарка**, отвечающего требованиям международных стандартов в области "зеленого" строительства LEED и BREAM.

Цель создания ТехноЭкопарка - опытная площадка для отработки технологий строительства и создания материалов, научно-исследовательская и образовательная деятельность, выставочно-демонстрационная зона высоких технологий, возможность отработки современных технологий управления (**Smart Grid**) сложными многоуровневыми системами для их тиражирования на другие территории.

В настоящее время выполнен архитектурный проект технопарка. Проект поддержан Губернатором Ростовской области



- | | | | |
|--|---|--|---|
| | А. Инновационно-производственная зона | | З. Бизнес-зона |
| | Б. Учебно-производственная зона | | И. Зона социальной инфраструктуры |
| | В. Учебная зона | | К. Спортивная зона |
| | Г. Научная зона. | | Л. Стадион поисково-спасательной службы МЧС |
| | Д. Выставочная зона | | М. Учебный полигон Военной кафедры |
| | Е. Инновационная выставочная площадка строительной техники и технологий городского строительства и хозяйства. | | Н. Рекреационная зона |
| | Ж. Научно-экспериментальный полигон малоэтажного домостроения | | Х. Хозяйственная зона |
| | | | П. Благоустраиваемая прилегающая территория |



НИОКР «Интеллектуальная система энергоснабжения»

Разработка технических решений локальной интеллектуальной системы энергоснабжения на основе распределенной генерации с использованием возобновляемых источников энергии для создания высокоэффективных распределительных энергосистем нового поколения

1. Цели

- Создание научно-технического задела для проектирования и строительства локальных интеллектуальных энергетических систем (ИЭС) распределенной генерации на основе источников собственной генерации и возобновляемых источников энергии (ВИЭ).
- Практическая апробация инновационных технических и технологических решений для последующего внедрения и тиражирования в рамках проекта ИЭС России.

2. Задача

- В результате выполнения проекта будет создана локальная ИЭС, предназначенная для надежной, безопасной и эффективной работы разнообразных объектов распределенной генерации (установок генерации с использованием традиционных видов топлива, энергоустановок на основе ВИЭ и другого оборудования), сетевой инфраструктуры, включая накопители энергии, и потребителей с регулируемой и нерегулируемой нагрузкой, обеспечивающая выработку энергии в режиме тригенерации.

Предусмотренная тема НИОКР соответствует действующим отраслевым приоритетам в области развития электроэнергетики и направлена на создание научно-технического задела, необходимого для последующего создания высокоинтегрированных интеллектуальных системообразующих и распределительных сетей нового поколения, в том числе с использованием ВИЭ.

Гармоничное развитие централизованной и распределенной энергетики соответствует целям Энергетической стратегии России, направленной на создание инновационного и эффективного энергетического сектора экономики.

Актуальность проекта ИЭС

- ЭЭС России, создававшаяся около 100 лет назад, нуждается в серьезной модернизации основных фондов и обновлении как в части замены почти 50% физически и морально устаревшего оборудования, так и в применении новых технологий и оборудования, информационно-диагностических систем и систем управления. Функционирующая сегодня система испытывает ряд проблем:
 - постоянное повышение стоимости электроэнергии во всем мире
 - необходимость повышения энергетической и экологической эффективности электроэнергетики;
 - рост требований потребителей к надежности и качеству электроснабжения появление прогрессивных технологий в результате НТП, не нашедших должного применения в современной электроэнергетике;
 - снижение надежности энергоснабжения;
 - изменение условий функционирования рынков электроэнергии и мощности.
- В последнее десятилетие в передовых странах мира развивается технология Smart Grid (интеллектуальная сеть). Существуют уже десятки пилотных проектов, где применение «умных счетчиков», «умных лифтов», «умных домов», использование солнечной и ветровой энергии в сочетании с «умными домами» дает существенный выигрыш потребителю в оплате услуг энергетических организаций. Электроснабжающие организации, в свою очередь, получают положительный эффект благодаря сглаживанию графика.
- В Российской Федерации работы по созданию и развитию Smart Grid активно развивает ОАО "Россети". Проекты реализуются, в основном, в сетях высокого и частично, среднего напряжения. Но существует «провал» в разработках нижнего уровня – в сетях 0,4 и 10 кВ. В условиях развития распределенной энергетики эти участки системы являются наиболее перспективными.

Проект Техноэкопарка РГСУ идеально подходит для реализации идей ИЭС.

Пилотный проект ИЭС, в том числе с генерацией от ВИЭ, позволит развивать экологическую составляющую часть российской энергетики путем постепенного внедрения нетрадиционных источников энергии в энергосистему наравне с перспективным направлением Smart Grid.

Концепция энергоснабжения ТехноЭкопарка

Для обеспечения устойчивого и надежного энергоснабжения объектов Южного Регионального строительного **Техноэкопарка РГСУ** предлагается распределенная локальная энергетическая система соединенная с центральными электрическими сетями и состоящая из следующих источников:

- собственная мини-ТЭЦ (основной источник энергии), работающая в режиме тригенерации;
- цифровая трансформаторная подстанция, и комплектное распределительное устройство;
- солнечная фотоэлектрическая станция (центральная и распределенные по отдельным объектам технопарка станции, объединенные в единую систему);
- ветроэнергетическая установка (в составе 3-х установок, объединенных в единую систему);
- теплонасосные установки (ТН большой мощности, входящие в состав мини ТЭЦ и ТНУ распределенные по отдельным объектам технопарка);
- солнечная гелиостанция (распределенные по отдельным объектам технопарка станции, объединенные с ТНУ в единую систему отопления, кондиционирования и приготовления ГВС);
- системы аккумуляции электрической и тепловой энергии (накопители электрической и тепловой энергии в составе мини ТЭЦ и ТНУ распределенных по отдельным объектам технопарка);
- система автоматизированного управления производством, распределением тепловой и электрической энергии;
- системы автоматизированного контроля и учета за выработкой и потреблением электрической и тепловой энергии, с функцией организации расчетов с потребителями энергии;
- системы автоматического контроля, диагностики и защиты энергетического оборудования и сетей;
- центр диспетчеризации, связи и управления системой энергоснабжения.



Генерирующие оборудование



1. Три газотурбинных агрегата мощностью по 2,5 МВт



2. Котлы-утилизаторы, обеспечивающий паром паротурбинный агрегат



3. Паровая турбина мощностью 2,5 МВт



4. Теплонасосная установка для теплоснабжения и кондиционирования общей мощностью 10 МВт



5. Ветроэнергетические установки общей мощностью 1,5 – 1,6 МВт



6. Солнечные фотоэлектрические установки, общей мощностью 0,35 – 0,5 МВт

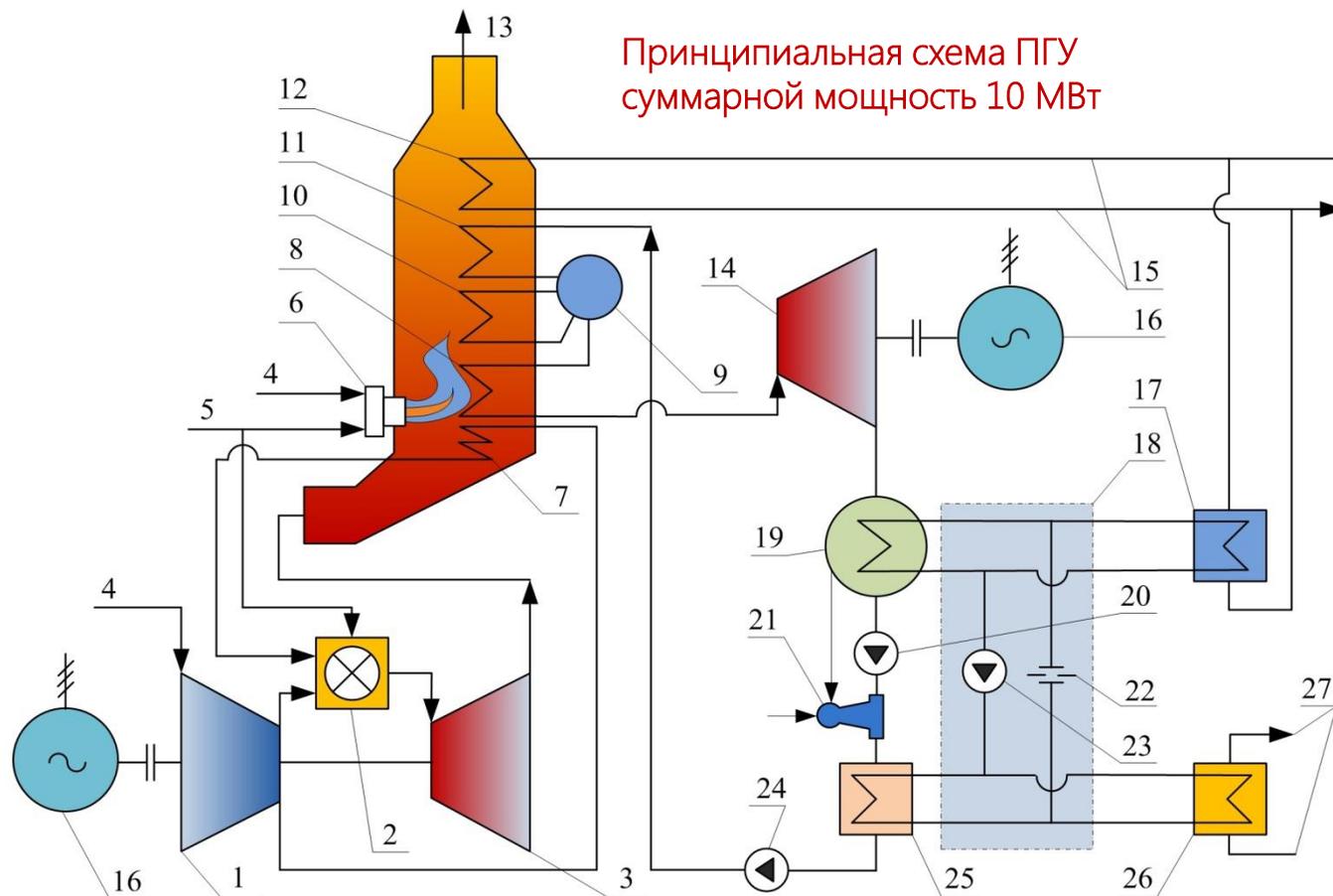


7. Локальные тепловые насосы и гелиоустановки



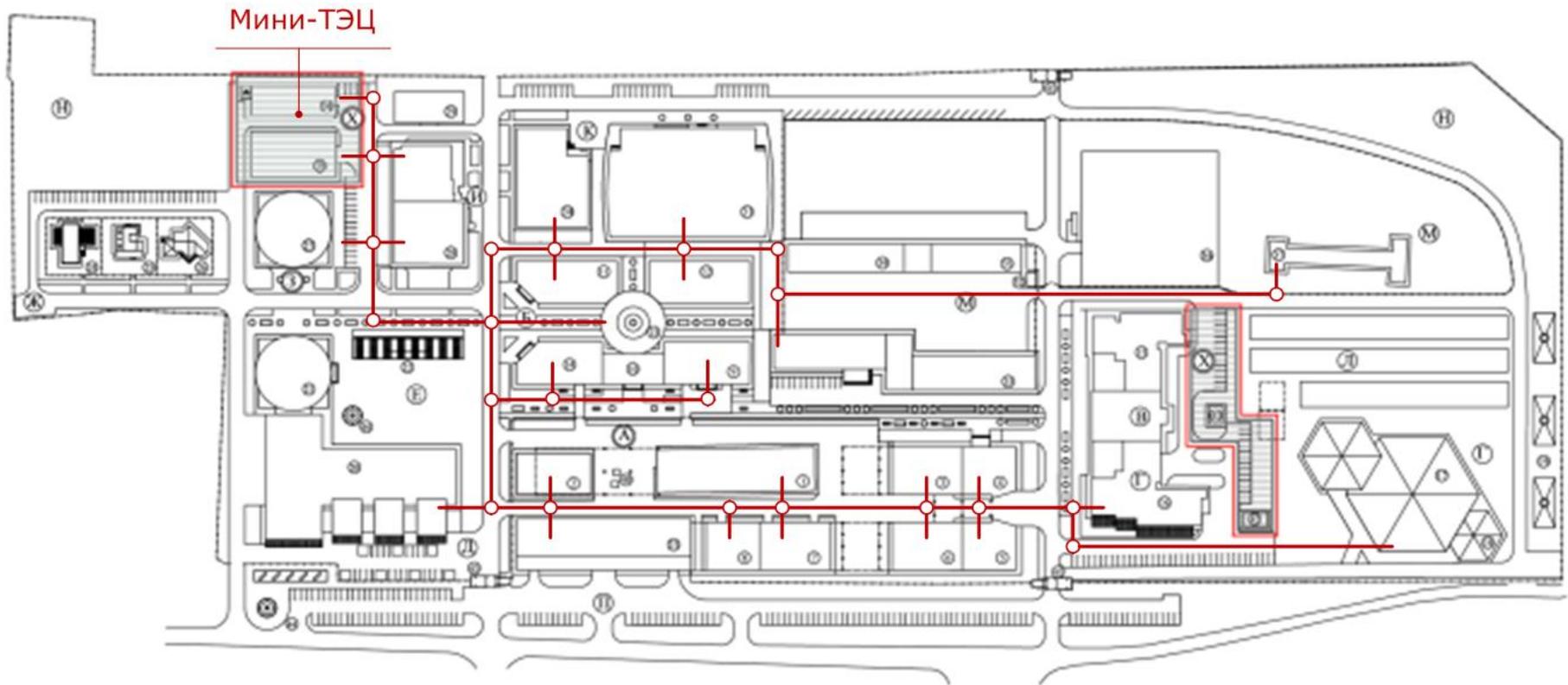
8. Аккумулирующее оборудование

Парогазовая установка в составе мини-ТЭЦ



- 1 – газовая турбина; 2 – камера сгорания; 3 – компрессор; 4 – подача воздуха; 5 – подвод топлива; 6 – горелка котла-утилизатора (КУ); 7 – рекуператор воздуха; 8 – пароперегреватель; 9 – барабан; 10 – испарительные поверхности; 11 – водяной экономайзер и нагрева; 12 – сетевой подогреватель; 13 – выход уходящих газов; 14 – паровая турбина; 15 – тепловая сеть; 16 – генератор; 17 – охладитель сетевой воды (испаритель ТН); 18 – тепловой насос (ТН); 19 – конденсатор (испаритель ТН); 20 – конденсатный насос; 21 – эжектор; 22 – дроссельное устройство; 23 – насос теплонасосного цикла; 24 – питательный насос; 25 – регенеративный подогреватель (конденсатор ТН); 26 – подогреватель горячей воды (конденсатор ТН); 27 – линия горячего водоснабжения.

Схема теплоснабжения

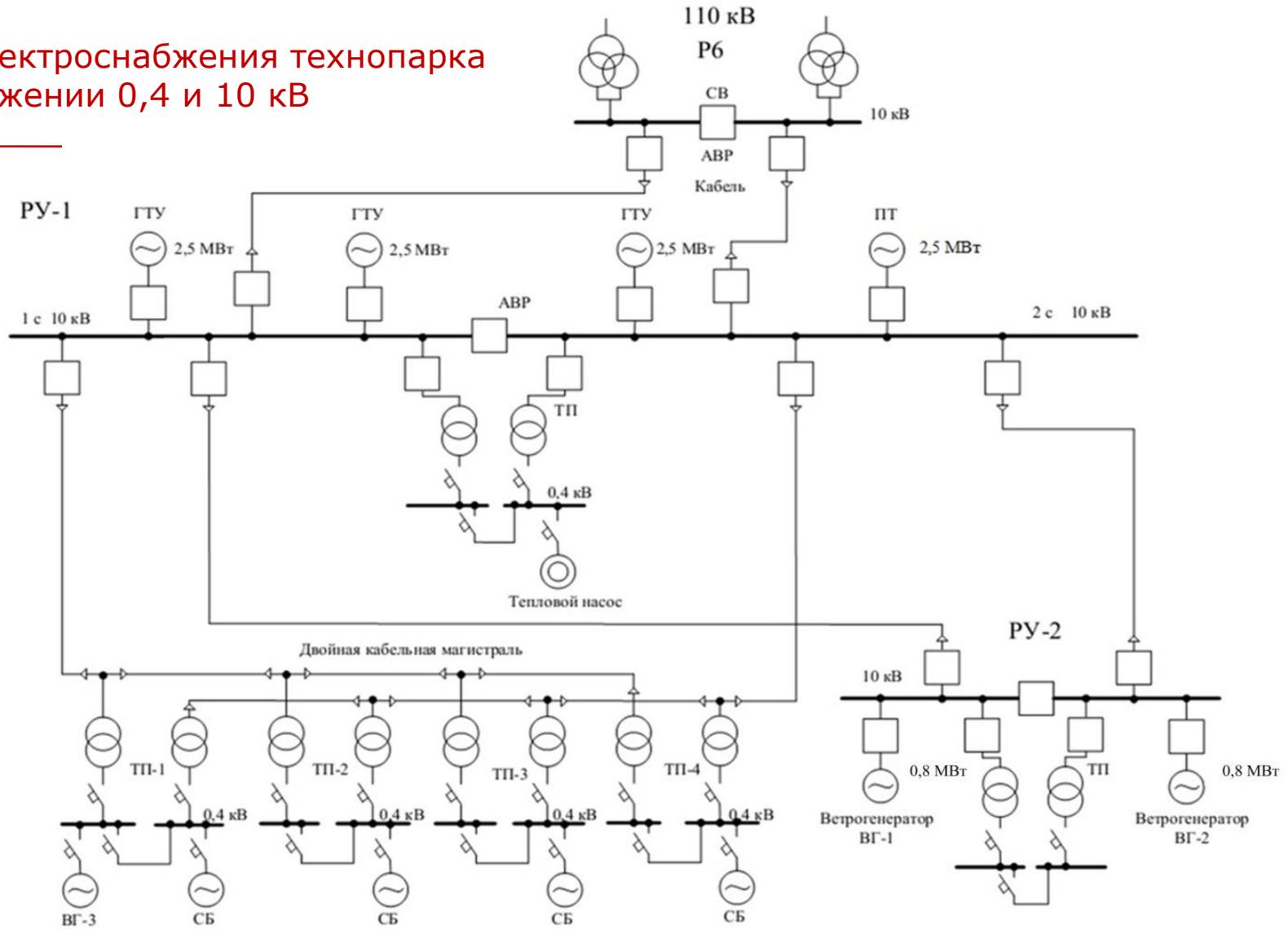


Обобщённая система выработки, аккумуляции и распределения тепловой энергии:

- 1) мощная ТНУ, трубные пучки в котла-утилизаторах и накопители тепловой энергии в составе мини-ТЭЦ,
- 2) малые ТНУ и солнечные гелиостанции, распределенные по отдельным объектам **Техноэкопарка РГСУ**

Схема электроснабжения

Схема электроснабжения технопарка на напряжении 0,4 и 10 кВ



Технико-экономические показатели

Очередность ввода мощностей

1 очередь (1 год): 2 газотурбинные установки мощностью по 2,5 МВт. Итого: 5 МВт установленной электрической мощности.
Максимальная нагрузка равна установленной мощности

2 очередь (2 год): Ветрогенераторы суммарной мощностью 1,5-1,6 МВт. Итого: 6,5 МВт установленной электрической мощности.
Максимальная нагрузка равна установленной мощности

3 очередь (3 год): 1 газотурбинная установка мощностью по 2,5 МВт, 3 паровых котла-утилизатора, 1 паротурбинная установка мощностью 2,5 МВт, 5 тепловых насосов суммарной тепловой мощностью 10-11 МВт, солнечные фотоэлектрические установки суммарной мощностью 0,5 МВт. Итого: 12 МВт установленной электрической мощности. Максимальная электрическая нагрузка мини-ТЭЦ – 7,5 МВт, максимальная нагрузка энергокомплекса в целом – 9,5 МВт.

Исходные данные для расчета:

Расчетные капитальные вложения: 1,977 млрд. руб.
Стоимость основного (мини-ТЭЦ, ВЭУ, ФЭП, ТНУ) и вспомогательного оборудования: 1,076 млрд. руб.
Расчетный период: 20 лет (на основании полного назначенного срока службы - не менее 120 тыс. ч.)

Электрическая энергия

Установленная мощность по годам соответственно:
5 – 6,5 – 12 МВт

Суммарная установленная мощность ВИЭ: 2 МВт
Расчетная постоянная электрическая нагрузка по годам соответственно : 5 – 6,5 – 8,8 МВт

Коэффициент использования максимума электрической нагрузки мини-ТЭЦ / ветрогенераторов / солнечных панелей соответственно: 0,65 / 0,45 / 0,5

Тепловая энергия

Расчетная максимальная тепловая (ГВС и отопление) нагрузка в зимний период: 14,36 Гкал/ч

Длительность отопительного периода: 181 день

Расчетная максимальная тепловая нагрузка (ГВС) в летний период: 2,4 МВт

Расчетная стоимость отпускаемой тепловой энергии по годам: 1700 руб./Гкал

Статьи расхода

Максимальный расчетный расход газа на мини-ТЭЦ: 1620 м³/ч

Максимальный расчетный расход масла на мини-ТЭЦ: 0,65 кг/ч

Распределение средств по очередям

1-я очередь, 1-й год	млн. руб./год
Стоимость основного оборудования	380,00
Стоимость вспомогательного оборудования	537,15
Проектные, монтажные, строительные и др. работы	183,47
Итого капитальные затраты на 1-ю очередь	1100,62

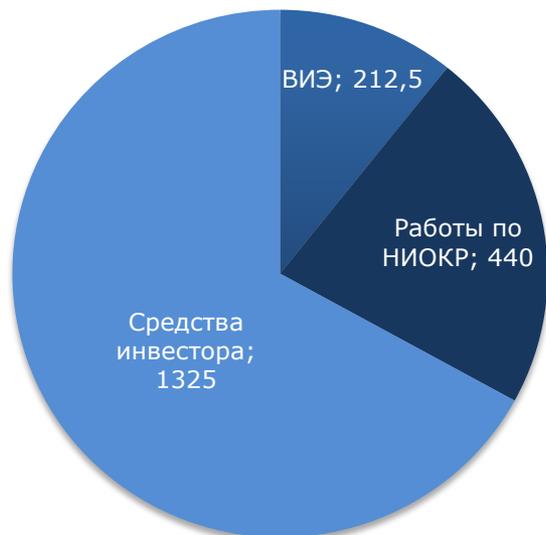
2-я очередь, 2-й год	млн. руб./год
Стоимость основного оборудования	150,00
Стоимость вспомогат. оборудования	0,00
Монтажные, строительные работы	74,05
Итого капитальные затраты на 2-ю очередь	224,05

3-я очередь, 3-й год	млн. руб./год
Стоимость основного оборудования	546,12
Стоимость вспомогат. оборудования	32,28
Монтажные, строительные работы	74,05
Итого капитальные затраты на 3-ю очередь	652,45

Всего капитальные затраты	1 977,12
Основное оборудование, млн.руб.	1 076,12
Вспомогательное оборудование, млн.руб.	569,43
Работы, млн. руб.	331,57

Распределение средств по частям проекта

Распределение средства по статьям, млн. руб.



Инвестор – ОАО Межрегиональная инвестиционная компания «Содружество» : 1325 млн.руб.

- Основное и вспомогательное оборудование мини-ТЭЦ:
 1. Газотурбинные установки и котлы-утилизаторы.
 2. Паротурбинная установка.
 3. Тепловые насосы.
 4. Тепломеханическое и водоподготовительное оборудование мини-ТЭЦ.
 5. Трансформаторы, ЛЭП, кабели.
- проектные и строительно-монтажные работы.

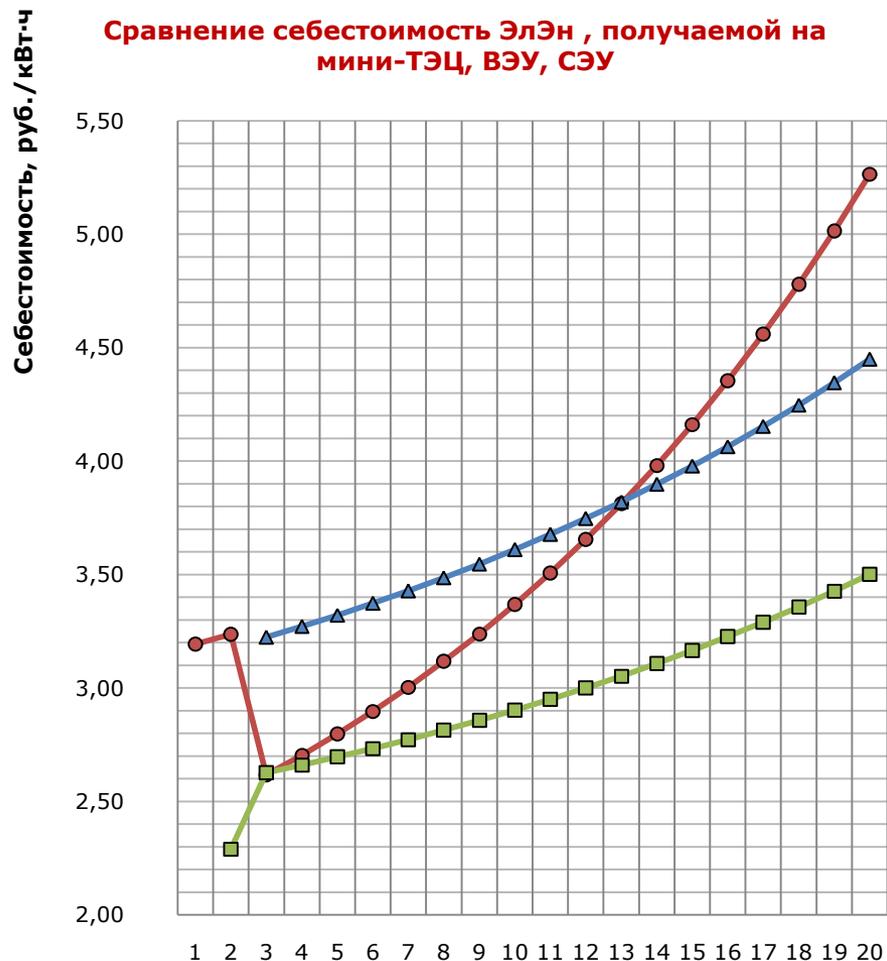
Электрогенерирующее оборудование ВИЭ: 212,5 млн.руб.

- Ветроэнергетические установки по 0,8 МВт, 2 шт.
- солнечные фотоэлектрические установки суммарной мощностью 0,35-0,5 МВт

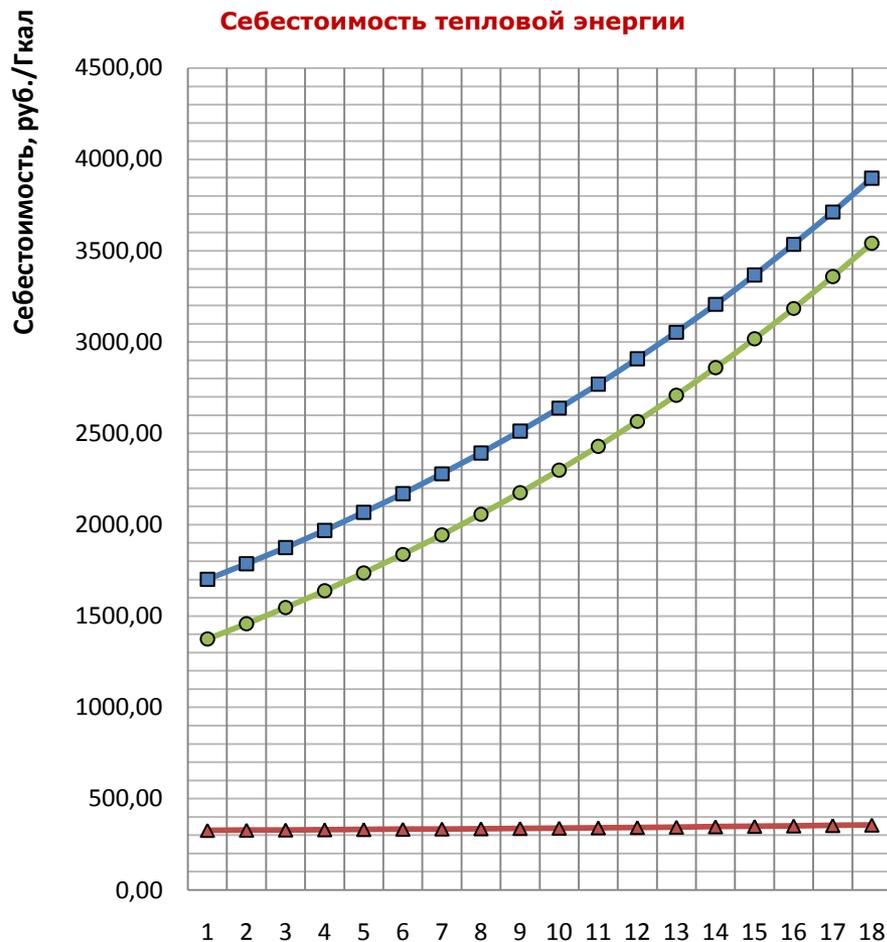
НИОКР по созданию типового проекта ИЭС (см. ниже), в том числе оборудование ИЭС и цифровая подстанция: 440 млн.руб.

- цифровая подстанция;
- центр диспетчеризации, связи и управления системой энергоснабжения;
- Работы по обеспечению функционирования ИЭС.

Сравнение себестоимости ЭлЭн и теплоты

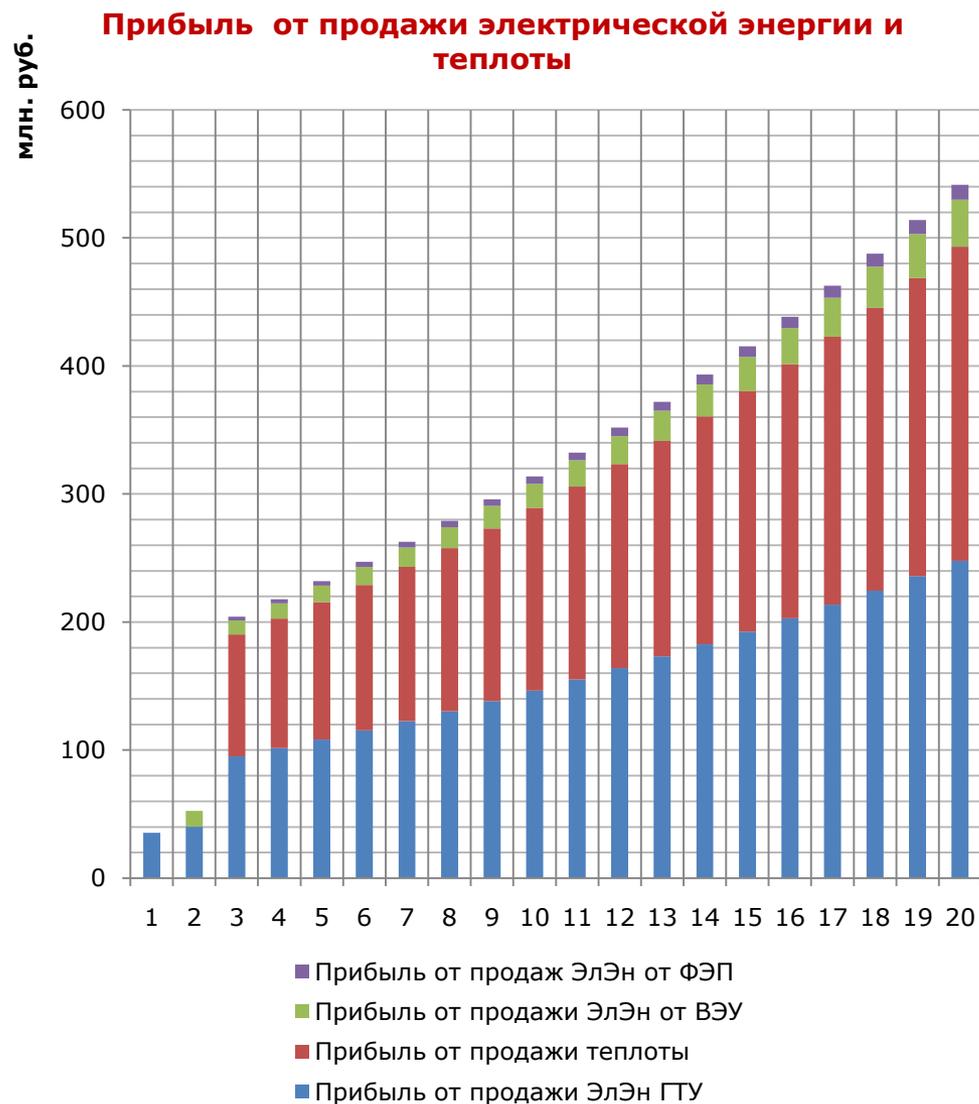


- GTU: Полная Себестоимость, (производ.с/с+коммерч.расходы), 1 кВт*ч, руб
- ВЭУ: Полная С/С 1 кВт·ч, руб
- ▲ ФЭП: Полная Себестоимость 1 кВт·ч, руб



- ▲ Полная себестоимость 1 Гкал, руб.
- Отпускная цена за 1 Гкал, руб.
- Прибыль с 1 Гкал, руб.

Суммарная прибыль и окупаемости проекта



Показатель	Без субсидий	Размер субсидии, млн. руб.			
		250	300	575	652,34
ЧДД, млн.руб.	-221,97	28,03	78,03	336,43	397,54
Простой срок окупаемости, лет	11	10	10	9	8
Дисконтированный срок окупаемости, лет	>20	20	19	14	13
Внутренняя норма доходности	12%	14%	15%	18%	19%
Индекс рентабельности	0,89	1,02	1,05	1,24	1,3

Предлагаемые темы НИОКР

1. Разработка технических, организационных и экономических условий, обеспечивающих доступ любых видов генерации и потребителей энергии к услугам электросетевой инфраструктуры.
2. Разработка научно-технических решений по рациональному использованию первичных источников электрической и тепловой энергии на основе интеллектуальной системы управления, создание класса «активных» потребителей с учетом их требований к качеству энергии.
3. Разработка математических и имитационных моделей функционирования ИЭС энергоснабжения в условиях нормальной и аварийной работы, критических ситуаций, возможными отказами энергетического оборудования и отключениями крупных потребителей.
4. Разработка системы оценки текущего состояния ИЭС в реальном масштабе времени, включая системы управления, мониторинга и диагностики оборудования для принятия оперативных и долгосрочных решений.
5. Разработка технических и организационно – экономических решений, обеспечивающих взаимодействие локальной ИЭС с централизованной энергосистемой, на основе рыночных механизмов в управлении балансами энергии и мощности при оказании энергетических услуг.
6. Разработка опытного образца «Цифровой подстанции 10 кВ» высокой заводской готовности в соответствии со стандартом МЭК 61850.
7. Разработка опытного образца быстродействующих устройств адаптивных защит, обеспечивающих выявление аварий в ИЭС на ранних стадиях, а также разработка принципов противоаварийной автоматики балансирующего действия, предотвращающей развития аварийных ситуаций.
8. Разработка опытного образца автоматизированной системы управления энергоснабжением, энергопотреблением и энергосбережением (АСУ ЭЭЭ) для отработки взаимодействия различных уровней иерархической структуры АСУ ЭЭЭ (полевого уровня, уровня автоматизации, уровня SCADA, уровня MES АСУ).
9. Разработка опытного образца информационной системы, алгоритмов управления источниками и потребителями энергоресурсов, обеспечивающей эффективное взаимодействие между субъектами энергетики и централизованной энергосистемы.
10. Разработка системы мониторинга, безопасности и защиты энергосистемы от естественных и искусственных внешних воздействий, включая киберугрозы.
11. Разработка подсистем ИЭС отдельных объектов (административных и жилых зданий, учебных, лабораторных, спортивных и торгово-развлекательных комплексов) в составе ИЭС ТехноЭкопарка.
12. Разработка типового проекта ИЭС распределенной генерации с использованием ВИЭ, обеспечивающей условия тригенерации.

Результаты выполнения НИОКР

Технические, организационные и экономические условия, обеспечивающие доступ любых видов генерации и потребителей энергии к услугам электросетевой инфраструктуры и взаимодействие локальной ИЭС с централизованной энергосистемой, на основе рыночных механизмов в управлении балансами энергии и мощности при оказании энергетических услуг

Научно-технические решения по рациональному использованию первичных источников электрической и тепловой энергии на основе интеллектуальной системы управления, создание класса «активных» потребителей

Типовой проект ИЭС распределенной генерации с использованием ВИЭ, обеспечивающей условия тригенерации.

Опытный образец «Цифровой подстанции 10 кВ» высокой заводской готовности в соответствии со стандартом МЭК 61850.

Опытные образцы быстродействующих устройств адаптивных защит, образца автоматизированной системы управления энергоснабжением, энергопотреблением и энергосбережением (АСУ ЭЭЭ)

Подсистемы ИЭС отдельных объектов (административных и жилых зданий, учебных, лабораторных, спортивных и торгово-развлекательных комплексов) в составе ИЭС ТехноЭкопарка; информационной системы, алгоритмов управления источниками и потребителями энергоресурсов.

Система оценки текущего состояния ИЭС в реальном масштабе времени и система мониторинга, безопасности и защиты энергосистемы от естественных и искусственных внешних воздействий.

Математические и имитационные модели функционирования ИЭС энергоснабжения в условиях нормальной и аварийной работы, критических ситуаций.

Экспериментальный образец микро-ТЭЦ на базе ГТУ Capstone-30 и влажно-паровой турбины ООО НПП «Донские технологии» мощностью 30 кВт.

Экспериментальный образец микро-ТЭЦ



1. Три газотурбинных агрегата Capstone мощностью по 30 кВт



2. Котел-утилизатор, обеспечивающий паром паротурбинный агрегат



3. Влажно-паровая микротурбинная установка мощностью 30 МВт



4. Двухкаскадная теплонасосная установка тепловой мощностью 150 кВт



5. Аккумулирующее оборудование

Основные участники проекта

ОИВТ РАН

- научное сопровождение проекта;

ООО НПП «Донские технологии», Новочеркасск

- системный интегратор проекта;

ОАО «Ростовтеплоэлектропроект,» Ростов-на-Дону

- проектные работы;

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», Москва

- разработка схемы взаимодействия ИЛЭС с ЭС 110 кВ, поставка цифровой подстанции 10кВ;

ООО НПП «Внико», Новочеркасск

- разработка схем электроснабжения 0,4 кВ и АСКУ;

ФГБОУ ВПО «РГСУ», Ростов-на-Дону

- согласование проекта, создания ИЭС, обеспечение строительных и монтажных работ;

ООО МИК «Содружество», Москва

- частный инвестор энергетической составляющей проекта;

Предприятия поставщики энергетического оборудования