

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ДЕМОНСТРАЦИОННО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ  
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**



## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ГИБРИДНЫЙ ЭНЕРГОЦЕНТР<sup>1</sup>



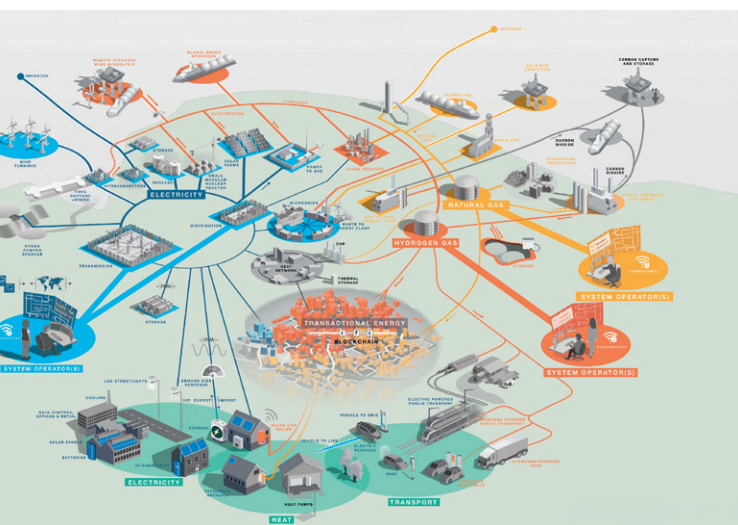
**В. И. Паршуков**, директор ростовского филиала ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, генеральный директор ООО НПП «Донские технологии»  
**Э. Е. Блохин**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Физика и фотоника» ЮРГПУ (НПИ)  
**А. В. Рыжков**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник ООО НПП «Донские технологии»

В настоящее время электрические сети стоят на пути эволюционного перехода к интеллектуальным сетям. Интеллектуальная сеть (умная сеть электроснабжения) – это модернизированная электрическая сеть, в которой используются информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) для повышения надежности, безопасности, устойчивости и эффективности электроэнергетической системы. Одна из ключевых характеристик интеллектуальной сети – обеспечение двустороннего обмена информацией через коммуникационные технологии. Это позволяет создавать приложения, которые связывают производителей и потребителей для лучшего планирования ресурсов, новых функций комфорта и интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в сеть.

<sup>1</sup> В третьей части цикла статей по созданию Национального ДИЦ ВИЭ была рассмотрена возможность создания распределенной сети плавучих солнечных станций как элемента ИГЭ «Новая Анапа» [1]. Затем планировалось подробно осветить создание распределенной сети ветропарков, элементов традиционной газовой генерации, создание систем накопления энергии. Но мы решили, что целесообразнее рассмотреть общую схему энергоснабжения и всего Анапского района Черноморского побережья, поскольку проблема надежности энергоснабжения для этой части Краснодарского края весьма актуальна. – Прим. авт.

Современное развитие электроэнергетики будет связано с изменением в структуре и составе генерирующих мощностей. Схема, по которой электрические станции большой мощности составляют основу единой энергетической системы, постепенно будет заменена на схему, состоящую из множества станций средней мощности, работающих не только на общую сеть, но и на локально расположенных потребителей. Кроме этого, данные узловые станции соединены между собой дополнительными линиями передачи энергии по принципу организации сотовой связи. Фактически это будет аналог системы сотовой связи, но только в электроэнергетике. Такие подходы к организации системы энергоснабжения высказывались и рассматривались ранее, в том числе и нашим коллективом. Описывались разные подходы, создавались математические модели и прочие технические решения. Однако консерватизм в энергетике не позволил реализовать даже пилотные проекты.

**Принципиальное отличие планируемого Энергоцентра от существующих генерирующих станций** заключается в том, что он одновременно должен работать



Сотовая система энергоснабжения и вариант организации системы энергоснабжения

в режиме локальной энергетической системы и обеспечить энергоснабжение конкретных потребителей необходимым уровнем энергии, а излишки вырабатываемой энергии передать в централизованную сеть. Фактически центр будет одновременно работать в островном режиме и параллельно с сетью.

Решение задачи поставки энергии данным способом позволит повысить надежность энергоснабжения, снизить потери в сетях при транспортировке энергии за счет уменьшения мощности в ней. Кроме того, отпадет задача по замене оборудования на распределительных подстанциях на трансформаторы повышенной мощности. В сети будут циркулировать только излишки вырабатываемой центром энергии. При возникновении аварийных ситуаций на одном узле потребитель сможет получить необходимый ему объем энергии с другого ближайшего к нему узла, но, может быть, по более высокой цене.

Вообще **ценообразование в системе электро-снабжения – это отдельная задача, которая требует дополнительного скрупулезного расчета и анализа.** Необходимость решения таких задач подтверждает тот факт, что в вопросе цены поставляемой энергии мы уже почти вплотную подошли к тому рубежу, когда уже некуда повышать стоимость электроэнергии для конечного потребителя, исходя из существующих издержек генерирующих компаний и значительных наценок, установленных большим числом распределительных организаций и порой просто не понимаемых потребителем. Министерство энергетики РФ как государственный регулятор в области электроснабжения с данной задачей явно не справляется. В эпоху цифровизации и всеобщей автоматизации мы не видим в этой области никаких реальных действий и результатов. Затраты потребителя в структуре себестоимости его продукции постоянно растут, что значительно снижает уровень конкурентоспособности российских предприятий.

### Концепция создания интеллектуального гибридного энергоцентра

При разработке концепции интеллектуального гибридного энергоцентра (ИГЭ) решено сохранить данный подход. **Интеллектуальная сеть определяется как расширение электрической сети с помощью информационных и коммуникационных технологий.** Такой вид оцифровки обеспечит двусторонний поток энергии и информации в энергосистеме, предоставит несколько новых приложений и позволит полностью раскрыть потенциал технологий возобновляемых источников энергии. С помощью искусственных нейронных сетей (ИНС), соответствующих вычислительных методов и принципов сбора информации с датчиков о производстве энергии на различных элементах ИГЭ можно будет прогнозировать производство электроэнергии на объектах ВИЭ с большей точностью, чем в существующих моделях.

**Для отечественной электроэнергетики в силу ее особенностей целесообразна интеллектуализация всего сетевого хозяйства как основа единой технической**

# **ELECTRO HEAT GENERATION**

[machinery-fair.ru](http://machinery-fair.ru)

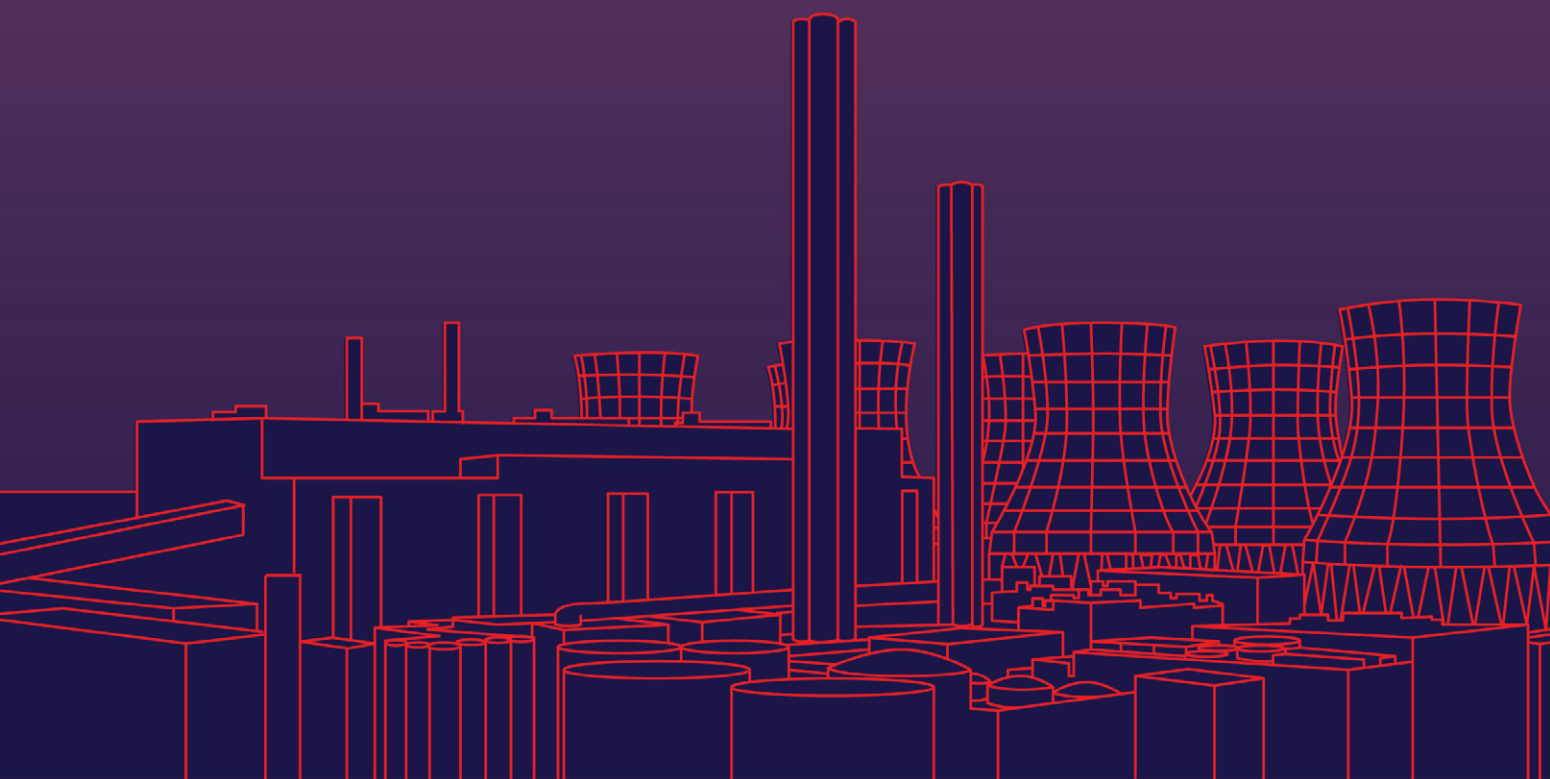
Специальная экспозиция  
промышленного  
тепло-электрогенерирующего  
и вспомогательного  
оборудования для объектов  
малой и большой энергетики

**01-03.11.2022**

ЦВК «Экспоцентр», Москва

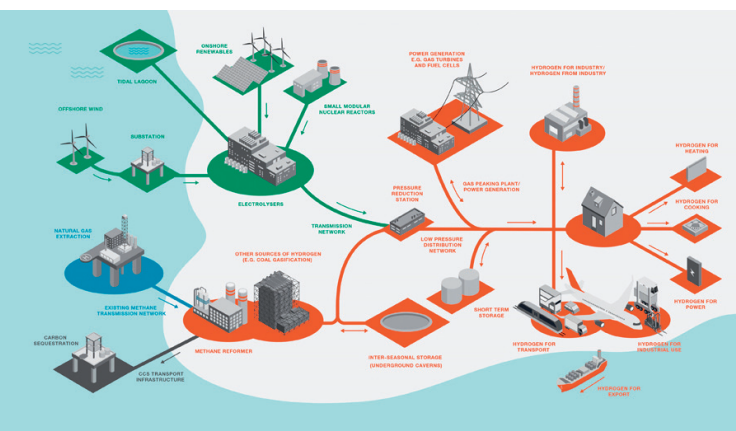
в рамках  
международной  
выставки

**INTERNATIONAL  
MACHINERY  
FAIR**



политики и обеспечения доступности электросетевой инфраструктуры. При этом под интеллектуализацией надо понимать не просто совершенствование или даже глубокую информатизацию отдельных установок и подсистем, а новое эффективное цифровое управление данными и оборудованием на всех стадиях жизненного цикла, что потребует пересмысления части процессов и подходов для обеспечения эффективной организации и технологичности.

Если учесть достаточно сложную обстановку с электроснабжением в Краснодарском крае, очевидно, что создание центра энергоснабжения только в интересах одного ТРК «Новая Анапа» нецелесообразно. В Анапском районе необходимо создание Энергоцентра гораздо большей мощности, с расчетом подачи энергии в саму Анапу и близрасположенные поселения. В этом случае Энергоцентр перерастает свои первоначальные условия и становится одним из узловых ИГЭ на территории Черноморского побережья. **Данный принцип является основным при выборе сети демонстрационно-показательных площадок энергоснабжения, создаваемого Национальным ДИЦ ВИЭ России.** Учитывая, что в России создается целая сеть туристско-рекреационных кластеров (ТРК) мирового уровня, демонстрационные площадки Национального ДИЦ ВИЭ (ИГЭ) предлагается расположить вблизи каждого ТРК.



**Диспетчерский пункт АСУ ИГЭ Пример системы энергоснабжения**

Такая схема позволит решать целый комплекс задач. ИГЭ будут не только выполнять научные цели, но и обеспечивать энергоснабжение реальных объектов, выдерживая при этом самые высокие требования к качеству поставляемой энергии и ее надежности. **ИГЭ должны стать площадкой для опытной эксплуатации отечественных разработок, что особенно важно в современных условиях санкций.**

ИГЭ позволит стимулировать творческую деятельность при подготовке новых кадров для развития энергетики, а также обеспечить повышение уровня квалификации действующего персонала сетевых и обслуживающих организаций. Кадры решают все. ИГЭ – площадки для трансфера технологий и управленческих решений на другие энергетические объекты регионов. ИГЭ – «локомотив» для экспорта российских технологий и решений.

### Функции интеллектуального гибридного энергоцентра «Новая Анапа»

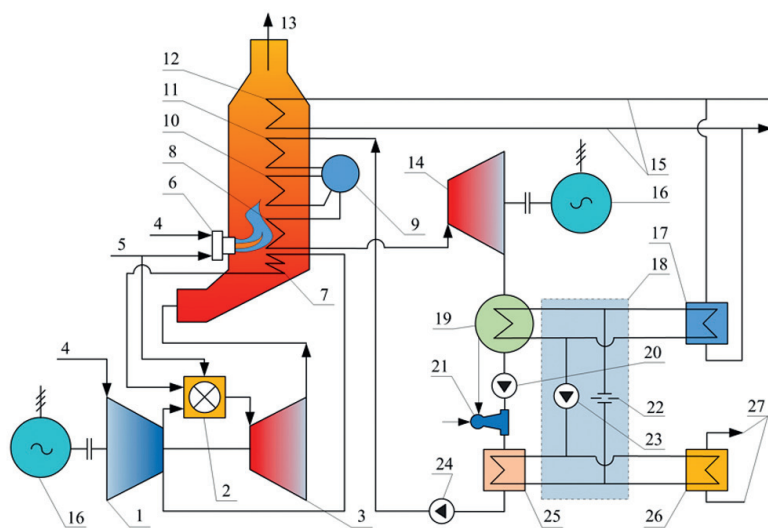
Из всего перечня планируемых в России ТРК в качестве пилотного проекта нами была выбрана площадка ТРК «Новая Анапа» вблизи ст. Благовещенская. Она самая большая по площади (более 800 га), насыщена различными энергоемкими потребителями, расположена в наиболее благоприятной с точки зрения использования потенциала ВИЭ местности и к тому же является в значительной мере энергодефицитной. Важную роль в выборе пилотной площадки сыграло отношение к этому проекту администрации города Анапы<sup>2</sup>. Исходя из этого планируемый энергоцентр получил следующее название: Интеллектуальный гибридный энергоцентр «Новая Анапа» (ИГЭ «Новая Анапа»).

Распоряжением председателя Правительства РФ от 1 июня 2021 года № 1447-р утвержден план мероприятий по реализации Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года, в котором определена «Разработка и реализация Программы по созданию и развитию испытательных центров мирового уровня в интересах отраслей ТЭК». В связи с этим **на ИГЭ «Новая Анапа» планируется возложить дополнительную задачу по проведению испытаний и сертификации энергетического оборудования для малой распределенной генерации, включая альтернативные его виды и ВИЭ.** Ответственным исполнителем по выполнению распоряжения Правительства РФ в части создания такого центра испытаний должно быть ФГУП «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России.

ИГЭ «Новая Анапа» будет выполнять следующие функции:

- обеспечение энергоснабжения ТРК «Новая Анапа», города Анапы, близрасположенных потребителей энергии;
- передача излишков энергии в сеть централизованного электроснабжения;
- проведение опытной эксплуатации создаваемого российского энергетического оборудования в реальных условиях энергоснабжения;

<sup>2</sup> Мэр города В. А. Швец, а также губернатор Краснодарского края В. И. Кондратьев.



- 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

### Парогазовая установка в составе элемента газовой генерации ИГЭ

- проведение сертификационных испытаний и аттестации энергетического оборудования с выдачей сертификата ответственности международного образца.

### ИГЭ «Новая Анапа»: источники получения энергии

Существующая схема электроснабжения и перспективы ее развития на период до 2024 года не предусматривают строительства новых объектов генерации в данном районе. По предварительным оценкам, для ТРК потребуется около 60 МВт установленной мощности. Но тогда сама Анапа не получит крайне необходимой ей энергии, что поставит на грань срыва целый ряд инвестиционных проектов по развитию региона, а это задача уже другого порядка. Необходимо максимально использовать весь экономический потенциал ВИЭ данной местности. Дополнительно, за счет газовой генерации, можно обеспечить гарантированный уровень поставляемой электрической энергии.

**Исходя из необходимости решения такой задачи мощность создаваемого ИГЭ составит порядка 700 МВт.** За счет чего можно получить данный уровень энергии?

Как уже отмечалось ранее, мощность распределенной солнечной станции возможна на уровне 300 МВт и более. Ветропотенциал местности, оценку которого проводили ранее, достигает 300 МВт. Ветропарк планируется распределенным на сегменты, предоставленные разработчикам и поставщикам оборудования, в том числе включая разные типы ВЭУ малой мощности (от 5 до 300 кВт единичной мощности)<sup>3</sup>.

Существующие возможности подачи газа к месту строительства ТРК позволяют реализовать газовую ТЭС мощностью порядка 100 МВт, построенную на различных типах оборудования.

### ИГЭ «Новая Анапа» – площадка для испытаний нового отечественного энергетического оборудования

По аналогии с ТЭС «Ударная», возводимой ГК Ростех, в газовом сегменте ИГЭ «Новая Анапа» предлагается установить экспериментальные газовые турбины мощностью 12 и 16 МВт разработки АО «ОДК – Авиадвигатель». Таким образом ИГЭ «Новая Анапа» приобретает статус экспериментальной площадки для опытной отработки нового отечественного энергетического оборудования.

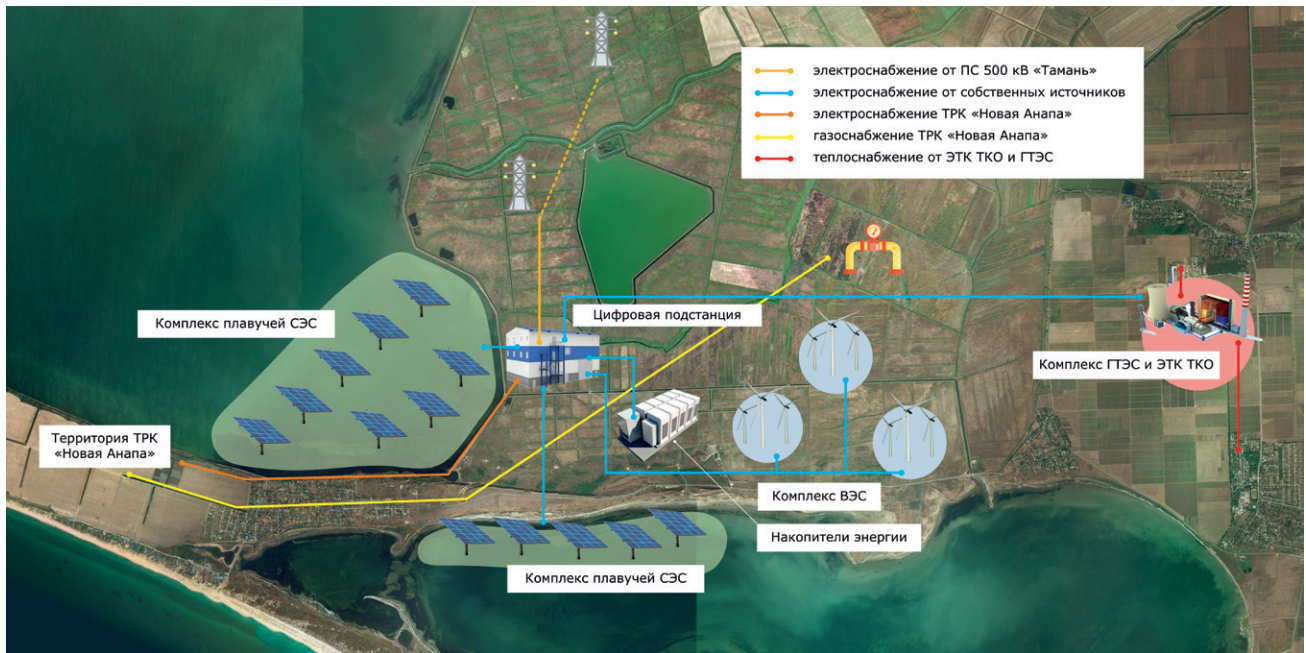
В сегменте газовой генерации целесообразно сосредоточить лучшие опытные образцы генерирующего оборудования разной мощности и разных разработчиков: АО «Сатурн-Газовые Турбины», АО «ОДК-Пермские моторы», АО «РЭП Холдинг», высокооборотные газовые микротурбины разработки ОИВТ РАН, турбины малой мощности ЗАО НПВП «Турбоконт», паровые высокооборотные микротурбины ООО НПП «Донские технологии» и др.

### Энерготехнологический комплекс по переработке и утилизации ТКО

Вблизи ТРК «Новая Анапа» планируется строительство энерготехнологического комплекса (ЭТК) по полной переработке и утилизации ТКО комбинированными методами оксипиролиза и газификации. Технология утилизации разработана АО «Российский научный центр «Прикладная химия». Разработку и изготовление основного технологического оборудования для ЭТК осуществили НИЦ «Курчатовский институт-ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» и ООО ИТЦ «ДонЭнергоМаш». Координатор проекта – ООО НПП «Донские технологии».

ЭТК представляет собой блочно-модульную конструкцию, изготовленную в заводских условиях и построенную полностью на отечественном оборудовании. В настоящее

<sup>3</sup> Подробный анализ предполагаемых ВЭУ для Энергоцентра будет представлен в отдельной статье.



ИГЭ «Новая Анапа» на карте

время ЭТК прошел все виды испытаний, опытную эксплуатацию и оценку выбросов вредных веществ независимой сертифицированной организацией. Подтверждена возможность установки такого ЭТК в непосредственной близости от населенных пунктов и источников образования отходов. На выходе ЭТК мы получаем электрическую и тепловую энергию для ее подачи в общую сеть ИГЭ. Фактически **этот элемент ИГЭ «Новая Анапа» получил название «мурсорная ТЭС».**

### Оборудование в составе ИГЭ «Новая Анапа»

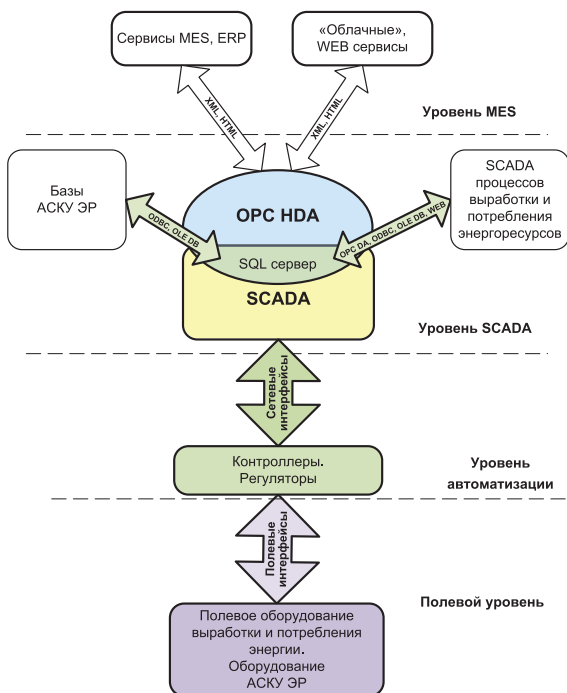
Планируется включение в состав ИГЭ накопителей электрической и тепловой энергии разных типов и видов, включая АКБ большой мощности, суперконденсаторы, топливные элементы на основе водородных технологий. Для снижения углеродного следа весь транспорт на ТРК, включая и водный, планируется с электрическим приводом, что потребует создания разветвленной сети станций зарядки.

Внутренняя сеть электроснабжения планируется напряжением 0,95 кВ с установкой понижающего трансформатора непосредственно у потребителя. Планируется также распределенная сеть солнечных электрических станций, интегрированных в конструкцию зданий и сооружений ТРК.

Конфигурация зданий и их взаимное расположение могут создать условия для встраивания в них ветроэнергетических установок малой мощности. Система тепловых насосов, функционирующих по принципу «вода-вода» и использующих низкопотенциальную энергию Черного моря и лиманов, в совокупности с солнечными гелиосистемами обеспечат потребителя тепловой энергией в течение всего года. Возможны и другие способы получения энергии, необходимой для функционирования ТРК, в режиме тригенерации.

**ИГЭ «Новая Анапа» будет представлять собой достаточно широкий набор генерирующего энергетического оборудования.** С одной стороны, это кажется нецелесообразным, поскольку проще установить оборудование одного типа, обеспечивающее максимальную экономичность проекта. Однако, с другой стороны, такой набор позволяет реализовать различные схемы работы оборудования и отработать их совместную работу в единой сети.

На практике простое сопряжение двух различных видов генерации, например солнечной или ветровой энергетики совместно с газовой генерацией и централизованной сетью



Структура АСУ ИЭС

электрообеспечения, уже вызывает проблемы у эксплуатируемых организаций и Системного оператора. В данной схеме энергообеспечения присутствуют ВИЭ (в виде СЭС и ВЭС), газовая генерация на различных типах оборудования, «мусорная ТЭС» и различные виды накопителей энергии.

Предлагаемое решение по ИГЭ «Новая Анапа» будет способствовать разработке методов и способов подключения к совместной работе разных элементов ИГЭ совместно с сетью и технологий их синхронизации. Так как мощность отдельных элементов ИГЭ находится в диапазоне от нескольких киловатт до сотен мегаватт, то есть отличается практически в  $10^5$  раз, такой диапазон мощности приводит к необходимости разработки специализированных алгоритмов расчета.

Необходимо также решать задачу стыковки различных элементов генерации и поиска оптимизационных решений по расчету минимальной стоимости вырабатываемого киловатт-часа энергии для конечного потребителя. **Для реализации единой системы управления ИГЭ необходима комплексная программа** по оценке и расчету наименьшей стоимости вырабатываемой энергии в реальном времени в зависимости от стоимости первичной энергии от каждого вида генерирующего оборудования.

Реализация подхода к оценке экономической эффективности работы ИГЭ в данном виде позволит минимизировать операционные расходы и стоимость отпускаемой энергии локальному потребителю. Прототип программно-аппаратного комплекса по оптимизации обмена активной мощности магистральной и распределенной сети с учетом ценовых показателей в настоящее время готовится ООО ИТЦ «Дон-

ЭнергоМаш» для проведения испытаний и опытной эксплуатации на реальных объектах энергообеспечения. Реализация проекта осуществляется при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям (Фонд Бортника).

**Приглашаем все организации и предприятия промышленности, желающие реализовать свои разработки в области интеллектуальных энергетических систем, ВИЭ, энерготехнологических комплексов и прочего энергетического оборудования, к участию в данном проекте.**

#### Литература

1. Паршуков В. И., Блохин Э. Е., Рыжков А. В. Опытная площадка на территории Краснодарского края. Использование энергии Солнца // Энергосбережение. 2022. № 2.

2. Фортов В. Е., Макаров А. С., Дорофеев В. В. и др. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью / Монография. М., 2012.

3. Эльменрайх Вильфрид. Интеллектуальные микросети и возобновляемые источники энергии в интеллектуальных сетях. <http://elektrik.info/main/news/1805-intellektualnyemikroseti-i-vie.html>.

4. Черезов А. В. Мультиагентные технологии: новые возможности для российской электроэнергетики / Тезисы доклада на конференции «Состояние и перспективы развития ТЭК России» (Москва). federalbook.ru.

5. Мясоедов Ю. В. Интеллектуальные системы электрообеспечения / Методические указания к практическим занятиям. Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. ♦

# ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЗДОРОВЫЕ ЗДАНИЯ



[zvt.abok.ru](http://zvt.abok.ru)

**ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС**  
**ЗДАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ** №2-2021  
SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGIES

- КОМФОРТНЫЙ КЛИМАТ В ТЕАТРАХ ИЛИ РЕЗУЛЬТАТ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА
- КОМПЛЕКСНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ КВАРТАЛА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ НЕРАБОТЫ
- ПЕРВАЯ ШКОЛА БЕЗ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В КАНАДЕ

**В ТЮМЕНИ БУДЕТ ПОСТРОЕН ПЕРВЫЙ ДОМ УРОВНЯ EXCELLENT СОГЛАСНО МЕТОДОЛОГИИ BREEAM**

**ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС**  
**ЗДАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ** №1-2021  
SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGIES

- СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МИНИЦИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ – РЕЗУЛЬТАТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОЙ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОЙ
- МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕДИЦИНСКИХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ЗАРМОКОМАНЕНИЯ

**УМНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗДОРОВОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

**ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС**  
**ЗДАНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ** №3-2020  
SUSTAINABLE BUILDING TECHNOLOGIES

- ЗДАНИЯ, КОТОРЫЕ ПОМОГАЮТ НАМ ВЕСТИ ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ. НОВЫЙ СТАНДАРТ «ЗДОРОВОЙ СРЕДЫ» FITWEL
- КОММЕРЧЕСКОЕ ЗДАНИЕ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ И ВЫХОДА ИЗ НЕЕ – КОМФОРТ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЗДОРОВЬЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ

**TROTEC**  
ИЗМЕРЕНИЯ, ДОСТУПНЫЕ КАЖДОМУ