



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

111 250, Москва, проезд Завода Серп и Молот,
дом 10, офис 608, Тел. (495) +7 495 012 60 07
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757



**Российская Академия Наук
Секция по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по
системным исследованиям в энергетике**

УТВЕРЖДАЮ

Президент, Председатель
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор

Н.Д. Рогалев

«04» мая 2022 г.

ПРОТОКОЛ № 3

совместного заседания Секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике на тему: **«Разработка и реализация энергоэффективных решений с использованием ВИЭ в индивидуальных домохозяйствах»**

14 апреля 2022 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», сотрудники НП «НТС ЕЭС», ФГБУН «ИНЭИ РАН», ФГБУН «ИСЭМ СО РАН», Комитет ВИЭ РосСНИО, ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», ФГБОУ ВО «Нижегородский ГТУ им. Р.Е. Алексеева», Саяно-Шушенский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», АО «Техническая инспекция ЕЭС», АО «PACU», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», ООО НПП «ЭКРА», всего 34 человека.

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные

системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В.

Во вступительном слове было отмечено, что в России в период до 2024 г. должны быть введены в эксплуатацию ветровые и солнечные электростанции суммарной установленной мощностью 5,3 ГВт, при этом в некоторых энергосистемах доля генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) приблизится к 15%, что потребует создания дополнительных технических возможностей для управления электрическими режимами. К внедрению ВИЭ индивидуальными домохозяйствами (бытовыми потребителями) стимулирует Федеральный закон от 27.12.2019 № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации». В нем определены правовые основы функционирования объектов микрогенерации и порядок продажи выработанной ими электроэнергии на розничном рынке. Под объектом микрогенерации понимается объект по производству электроэнергии мощностью до 15 кВт включительно, функционирующий, в том числе, на основе ВИЭ, используемый потребителем для собственного энергоснабжения, мощность которого не превышает максимальную мощность всех энергопринимающих устройств. Следует отметить, что разработка и внедрение современных технологий микрогенерации позволяет повысить надежность и бесперебойность электроснабжения индивидуальных домохозяйств, повысить энергоэффективность, а также содействовать снижению выбросов парниковых газов и улучшению экологической обстановки. Следовательно, рассматриваемая на сегодняшнем совместном заседании секций тематика является крайне актуальной.

С докладом «Разработка и реализация энергоэффективных решений с использованием ВИЭ в индивидуальных домохозяйствах» выступил Темеров Андрей Викторович, председатель Ассоциации специалистов ВИЭ «Зеленый Киловатт», член комитета ВИЭ РосСНИО, директор ООО «АльтЭнергия».

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прикладывается (**Приложение 1**).

1. В докладе предложена концепция, проектные решения и технологии для жилого помещения в комплексе с тепличным хозяйством для выращивания цветов, овощей, ягод и фруктов, аквариумом для выращивания рыбы на базе возобновляемых источников энергии, с присоединением к внешней распределительной электрической сети общего назначения. Присоединение используется для потребления электроэнергии из сети, при недостатке ее

выработки собственными энергоисточниками, а также имеется возможность для выдачи излишков электроэнергии в сеть при ее избытке (планируется реализовать в перспективе).

2. Разработаны и внедрены следующие системы:

2.1. Система пассивного отопления/охлаждения, которая работает на принципе перемещения теплоты из-под земли в помещения с низкотемпературной системой отопления/охлаждения через фанкойлы (блоки, состоящие из вентилятора и теплообменника). На данную систему получен Патент на полезную модель RU 137793 U1 «Система пассивного охлаждения/отопления помещения».

2.2. Система нагрева воды и поддержки водяного отопления от различных источников энергии функционирует как от солнечных коллекторов, так и от солнечных фотоэлектрических модулей.

2.3. Система воздушного отопления помещений.

2.4. Система электроснабжения функционирует как в режиме подключением к внешней распределительной электрической сети общего назначения, так и от солнечных фотоэлектрических модулей. Гарантированное электроснабжение ответственных электроприемников в индивидуальном домохозяйстве осуществляется через гибридный инвертор с несколькими аккумуляторными батареями (АКБ).

2.5. Система автоматизации освещения, полива, контроля температуры, контроля уровня CO₂.

2.6. Система видеонаблюдения.

2.7. Система контроля доступа.

3. Представлены к рассмотрению все системы жизнеобеспечения со схемами и описанием принципов работы.

3.1. Принцип работы системы пассивного отопления/охлаждения.

Данная система работает совместно со скважиной. Для этого скважина должна отвечать следующим требованиям:

- постоянный дебит;
- температура воды в скважине 8-12 °C;
- минимальная глубина скважины (минимизация электропотребления погружным насосом).

Летом, при температуре наружного воздуха плюс 30-35 °C, вода из скважины пропускается через фанкойлы, охлаждая жилое помещение и биовегетарий. После этого подогретая вода направляется на полив растений на улице, а также собирается в емкость для дальнейшего использования. Таким образом охлаждение жилого помещения и биовегетария осуществляется без дополнительных затрат. Электроэнергия расходуется только на работу погружного насоса (380 Вт) и четырех вентиляторов (по 35 Вт каждый).

Суммарная потребляемая мощность при этом составляет 520 Вт.

Зимой, когда температура наружного воздуха ниже нуля (в рассматриваемом регионе доходит до минус 20 °C), вода из скважины имеет температуру 8-12 °C. Пропуская воду через фанкойлы осуществляется нагрев жилого помещения и биовегетария. Если теплоты воды недостаточно для комфорtnого отопления жилого помещения, то система отопления переключается во второй режим – отопление от других источников тепла. Если в текущий момент в жилом помещении никто не проживает, то плюсовой температуры вполне достаточно, чтобы не допустить его размораживания.

3.2. Система горячего водоснабжения (ГВС) и поддержки водянного отопления от различных источников энергии.

Система ГВС может работать от различных источников энергии: бескорпусных солнечных коллекторов собственного производства, фотоэлектрических модулей, а также электронагревателей (ТЭНов), подключенных к распределительной электрической сети общего назначения. В особых условиях возможно обходиться без подключения к распределительной электрической сети общего назначения, такие технические решения известны и могут быть реализованы по требованию заказчика.

Центральным элементом системы ГВС является горизонтальный бойлер объемом 1000 л с двумя контурами косвенного нагрева собственного производства. Через первый контур в него поступает тепловая энергия от солнечных коллекторов, а через второй осуществляется отбор тепловой энергии в систему отопления жилого помещения и биовегетария. Вода из солнечных коллекторов подается по трубопроводу без насосов и контроллеров под действием естественной конвекции, при этом отсутствует электропотребление из распределительной электрической сети общего назначения.

В горизонтальный бойлер встроено несколько ТЭНов, которые могут иметь непосредственное присоединение к фотоэлектрическим модулям или электрической сети напряжением 220 В. Питание от сети подается только в случае необходимости, когда температура воды в бойлере опускается ниже заданной уставки. Если в текущий момент в жилом помещении никто не проживает, то ТЭНы не включаются и в систему отопления через второй контур подается вода с температурой, которая получилась в результате нагрева в первом контуре. Насос системы отопления работает совместно с вентиляторами фанкойлов (№ 1-3), обеспечивая эффективный низкотемпературный перенос тепла в жилое помещение.

3.3. Система воздушного отопления.

Данная система является основной для организации отопления биовегетария. Она является независимой от распределительной электрической сети общего назначения и влияния «человеческого фактора».

При наличии инсоляции солнечная батарея, состоящая из нескольких фотоэлектрических модулей, вырабатывает электроэнергию. Солнечная батарея имеет непосредственное присоединение к некоторым маломощным вентиляторам, которые засасывают теплый воздух в самой верхней точке биовегетария и подают его по воздуховодам (№ 1-8), расположенным под грунтом биовегетария. Таким образом обеспечивается принудительная конвекция воздушных масс и передача тепловой энергии в грунт. При этом грунт выполняет функцию теплового аккумулятора.

Данное техническое решение является достаточно простым и относительно не дорогим. Это позволяет оптимально распределять тепловую энергию по всей площади биовегетария в то время, когда инсоляция отсутствует. За счет естественной конвекции тепло от грунта поднимается вверх, нагревая все высаженные растения в вечернее и ночное время.

Аналогичным образом осуществляется подача теплого воздуха в жилое помещение по воздуховодам (№ 9-11), с одним отличием: вентиляторы подключены к электрической сети напряжением 220 В и включаются при достижении заданной температуры на температурном датчике. В данном случае уставка по температуре составляет 35 °C.

Обе рассмотренные системы воздушного отопления работают ежегодно с октября по апрель месяц следующего года.

3.4. Система электроснабжения.

Система электроснабжения должна проектироваться таким образом, чтобы затраты на ее реализацию были минимальными и учитывали местные условия размещения объекта (жилого помещения и биовегетария):

- наличие инсоляции;
- наличие достаточного ветрового потенциала;
- возможность технологического присоединения к распределительным электрическим сетям общего назначения;
- тарифы на технологическое присоединение и электроэнергию.

В рассматриваемых условиях было принято решение о необходимости реализации технологического присоединения к распределительным электрическим сетям общего назначения на напряжении 380 В для возможной продажи излишков электроэнергии по Федеральному закону от 27.12.2019 № 471-ФЗ (о микрогенерации). Для этого проектом была предусмотрена установка двух солнечных батарей с фотоэлектрическими модулями.

Проект системы электроснабжения был разработан с учетом следующих условий:

- возможность выдачи излишков электроэнергии в распределительную электрическую сеть общего назначения (мощность до 15 кВт);
- инсоляция на горизонтальной поверхности составляет 1000 кВт·ч/м² в

год;

– установка ветрогенератора целесообразна при условии, что среднегодовая скорость ветра на высоте флюгера не меньше 4 м/с (в рассматриваемой местности – 2,2 м/с).

В системе электроснабжения предусмотрено два источника:

– первый – солнечная батарея установленной мощностью 15 кВт с сетевым инвертором, предназначенная для электроснабжения всех потребителей (жилой дом и биовегетарий) и выдачи излишков электроэнергии в распределительную электрическую сеть общего назначения (при отключении внешней сети сетевой инвертор отключается);

– второй – солнечная батарея установленной мощностью 3,84 кВт с гибридным инвертором и АКБ, которой достаточно для обеспечения гарантированного электроснабжения ответственных электроприемников при отключении внешней сети. В нормальном режиме электроэнергия от АКБ может использоваться как для питания собственных электроприемников, так и для выдачи во внешнюю сеть.

4. Демонстрация жилого помещения и биовегетария в прямом эфире.

Была организована on-line экскурсия по жилому помещению и биовегетарию с целью демонстрации всех вышеописанных систем жизнеобеспечения в действии.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Вольный В.С. (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»), Грибков С.В., Безруких П.П. (Комитет ВИЭ РосСНИО), Хазиахметов Р.М. (АО «Техническая инспекция ЕЭС»), Богуш Б.Б. (НП «НТС ЕЭС»), Воротницкий В.Э. (АО «НТЦ ФСК ЕЭС»), Тягунов М.Г (председатель секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика»), Крупенев Д.С. (ФГБУН «ИСЭМ СО РАН»), Илюшин П.В. (председатель секции «АСРЭ и РЭР»).

Вольный В.С. – Старший преподаватель кафедры «Релейная защита и автоматизация энергосистем» ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ».

Задал вопрос о типах применяемых фотоэлектрических модулей и инверторов, а также номинальной мощности и энергоемкости АКБ.

Грибков С.В. – Ученый секретарь Комитета ВИЭ РосСНИО, академик РИА, к.т.н.

Обратил внимание на особенности использования АКБ в системах автономного электроснабжения и допустимую глубину разряда в зависимости от выбранного вида и типа.

Отметил, что для сохранения заявленных заводом-изготовителем

календарных и циклических сроков службы АКБ необходимо обеспечивать периодический контроль за состоянием АКБ, а при их последовательном соединении применять балансиры.

Хазиахметов Р.М. – советник Генерального директора АО «Техническая инспекция ЕЭС».

Обратил внимание, что в рассматриваемых географических координатах предложенное техническое решение функционирует без сбоев, однако неясно, как будет вести себя система в более холодных климатических условиях.

Отметил, что разработанное техническое решение может быть, при определенных условиях, запущено в серийное производство для оснащения аналогичных объектов в близких климатических зонах.

Богуш Б.Б. – Эксперт в области ВИЭ, член секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС».

Обратил внимание, что разработанное техническое решение достаточно жестко привязано к определенным климатическим условиям.

Отметил, что проблемы с функционированием системы могут возникнуть при использовании малодебитной скважины. Кроме того, следует доработать предложенное решение по водоотведению.

Обратил внимание, что для обеспечения бесперебойного электроснабжения жилого помещения и биовегетария при длительных отключениях во внешних электрических сетях целесообразно дополнить данное техническое решение дизель-генераторной установкой.

Отметил, эффективность применения системы дистанционного контроля за функционирование всех систем жизнеобеспечения жилого помещения и биовегетария.

Воротницкий В.Э. – главный научный сотрудник АО «НТЦ ФСК ЕЭС», д.т.н., профессор.

Отметил, что для дальнейшего развития данного направления следует разработать набор типовых технических решений для различных климатических условий и возможных вариантов оснащенности объекта.

Тягунов М.Г. – Председатель секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика», профессор кафедры «Гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии» ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», д.т.н., профессор.

Отметил, что разработанные технические решения по энергоснабжению жилого помещения и биовегетария являются достаточно интересными и

перспективными для дальнейшего тиражирования.

Поддержал мнение о необходимости разработки набора типовых технических решений для различных способов применения предложенной системы. При этом целесообразно приводить укрупненные стоимостные показатели для различных конфигураций системы, что позволит потенциальным собственникам принимать обоснованные решения о возможности внедрения данной системы на своих объектах.

Крупенёв Д.С. – Заведующий лабораторией «Надёжность топливо- и энергоснабжения» ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук», к.т.н., доцент.

Обратил внимание на зарубежный опыт применения аналогичных систем в других странах мира, а также их продвижения на рынках развитых и развивающихся стран.

Отметил, что чем выше стоимость электроэнергии и ниже надежность электроснабжения в конкретных условиях размещения объекта, тем будет меньше срок окупаемости предложенных технических решений.

Безруких П.П. – Председатель комитета ВИЭ РосСНИО, академик РИА, д.т.н., профессор.

Отметил, что представленный доклад вызвал значительный интерес у всех участников данного заседания.

Поддержал мнение о целесообразности разработки набора типовых технических решений для различных регионов России, с указанием ориентировочных затрат на проектирование, приобретение оборудования, монтаж и наладку, а также эксплуатационных затрат в годовом разрезе.

Илюшин П.В. – Председатель секции «АСРЭ и РЭР», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н.

Отметил, что подготовка данного доклада заняла достаточно продолжительное время, так как необходимо было представить на заседание не только реализованные технические решения, но и привести расчеты и фактически полученные результаты за несколько лет эксплуатации жилого помещения и биовегетария.

Выразил готовность поддержать развитие данного направления и оказать содействие в широкой популяризации типовых технических решений в научно-популярных и практических журналах в России.

Заслушав выступления и мнения экспертов по результатам дискуссии

совместное заседание Секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике отмечает:

1. Важность и актуальность разработки набора технических решений по организации энергоснабжения жилого помещения и биовегетария.
2. Предоставленные расчеты экономических показателей и технические результаты внедрения разработанной системы энергоснабжения являются в целом обоснованными.
3. Возможность применения представленного набора технических решений в зданиях и сооружениях различного назначения с целью снижения затрат на энергоснабжение.
4. Возможность масштабирования предложенных технических решений.
5. Возможность внедрения набора технических решений по организации энергоснабжения жилого помещения и биовегетария в различных климатических зонах России, с учетом их особенностей при проектировании.

Совместное заседание Секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике **решило:**

1. Рекомендовать автору разработать набор типовых технических решений для различных климатических зон и способов использования с указанием укрупненных стоимостных показателей.
2. Рекомендовать автору доработать решение по водоотведению.
3. Рекомендовать организациям, эксплуатирующим здания и сооружения различного назначения, рассмотреть возможность применения представленного набора технических решений с целью снижения затрат на энергоснабжение.
4. Рекомендовать проектным организациям рассмотреть возможность включения предложенных технических решений в перспективные проекты энергоэффективных зданий и сооружений.
5. Рекомендовать автору продолжать работы по совершенствованию предложенных технических решений для последующего их применения при организации энергоснабжения зданий и сооружений различного назначения.

С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», д.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что развитие

микрогенерации в России может позволить домохозяйствам обеспечивать надежное и бесперебойное электроснабжение основных электроприемников в случаях повреждений во внешних распределительных электрических сетях общего назначения, при наличии в составе систем электроснабжения аккумуляторных батарей. Внедрение микрогенерации является экономически обоснованным техническим решением при максимально эффективном использовании всех получаемых энергоресурсов, что должно быть обосновано расчетами. Разработка набора типовых технических решений для различных климатических условий с укрупненными стоимостными показателями для различных конфигураций системы позволит содействовать широкому применению предложенных подходов.

Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор

В.В. Молодюк

Председатель секции «АСРЭ и РЭР»
НП «НТС ЕЭС», ученый секретарь
Секции по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по системным
исследованиям в энергетике, д.т.н.

П.В. Илюшин

Ученый секретарь секции
«АСРЭ и РЭР» НП «НТС ЕЭС»

Д.А. Ивановский

Ученый секретарь
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.

Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции
«Возобновляемая и нетрадиционная
энергетика» НП «НТС ЕЭС»,
д.т.н., профессор

М.Г. Тягунов

Ученый секретарь секции
«Возобновляемая и нетрадиционная
энергетика» НП «НТС ЕЭС»,
к.ф.-м.н.

Н.А. Рустамов