



**Научный совет
по комплексным проблемам развития энергетики
при Президиуме РАН**

ОИВТ РАН, 125412, Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2
Тел: +7 (495) 483-81-22; E-mail: volkov_ep@ihed.ras.ru

ПРОТОКОЛ № 10

Место проведения заседания:

Москва, Ленинский проспект д. 32А, Президиум РАН, бежевый зал

Время проведения: 15 мая 2025 г., 14:00

Присутствовали:

Заместитель председателя Научного совета, академик РАН С.П. Филиппов.

Члены Научного совета: академик РАН В.А. Стенников (зам. председателя), вице-президент РАН, академик РАН С.М. Алдошин, академик РАН Ю.Г. Драгунов, академик РАН А.А. Иноземцев, академик РАН А.В. Клименко, академик РАН Н.Н. Пономарев-Степной, чл.-корр. РАН В.И. Ильгисонис, чл.-корр. РАН А.Л. Максимов, чл.-корр. РАН Ю.К. Петреня, д.т.н. Е.О. Адамов, д.т.н. П.В. Илюшин (ученый секретарь), д.т.н. О.В. Жданеев, д.т.н. А.В. Кейко, Л.Д. Рябев.

Кворум для проведения заседания имеется.

Приглашенные участники заседания: академик РАН В.В. Клименко, академик-секретарь ОЭММПУ РАН, академик РАН В.Ю. Хомич, чл.-корр. РАН П.А. Бутырин, чл.-корр. РАН А.Ю. Вараксин, чл.-корр. РАН Б.А. Григорьев, чл.-корр. РАН А.В. Дедов, чл.-корр. РАН В.А. Казарян, чл.-корр. РАН Н.Н. Кудрявцев, чл.-корр. РАН С.И. Мошкунов, чл.-корр. РАН Б.Г. Покусаев, чл.-корр. РАН В.А. Ямщиков, д.т.н. Б.И. Нигматулин, д-р физ.-

мат. наук П.А. Стрижак, д.т.н. М.Г. Тягунов, д.т.н. И.В. Юдаев, к.т.н. Н.В. Зорченко, к.т.н. С.П. Попов, к.т.н. В.В. Ханаев, к.э.н. А.А. Хоршев, Р.О. Аликин, А.М. Романов, Д.Д. Сулимов.

Со вступительным словом выступил заместитель председателя Научного совета, академик РАН С.П. Филиппов.

Научный совет рассмотрел следующие вопросы:

1. Доклад «Особенности функционирования и подходы к развитию возобновляемой энергетики в России».

Докладчик: Илюшин Павел Владимирович – руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований Российской академии наук», ученый секретарь НС по КПрЭ, д.т.н.

2. Доклад «Существующее положение и перспективы развития малой возобновляемой энергетики и микрогенерации малым и средним бизнесом, частными домовладениями».

Докладчик: Юдаев Игорь Викторович – профессор кафедры Электроснабжения ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», д.т.н., профессор.

Заслушав и обсудив представленные доклады **Научный совет отмечает:**

1. По состоянию на 01 марта 2025 г. в России суммарная установленная мощность объектов на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) составила 6,59 ГВт или около 2,5% от суммарной установленной мощности электростанций в ЕЭС России. В структуре генерирующих мощностей суммарная мощность ветровых электростанций (ВЭС) составляет 2,57 ГВт, солнечных электростанций (СЭС) – 2,082 ГВт, а малых гидроэлектростанций (установленная мощность до 50 МВт) – 1,3 ГВт. В России в эксплуатации также находятся объекты ВИЭ на основе биомассы, биогаза, свалочного газа, твердых бытовых отходов, геотермальной энергии и др.

2. К объединенным энергосистемам с относительно высокой долей объектов ВИЭ относятся ОЭС Юга, ОЭС Северо-Запада, ОЭС Урала, ОЭС Сибири. По данным Ассоциации развития возобновляемой энергетики в 2025 г. планируется ввод 2,17 ГВт мощностей на объектах ВИЭ: 1,4 ГВт на ВЭС, 645 МВт на СЭС и 128 МВт на малых ГЭС.

3. Постановлением Правительства РФ от 5 марта 2021 г. № 328 утверждены правила Программы поддержки отрасли ВИЭ на период 2025-2035 гг. Конкурсный отбор инвестиционных проектов по объектам ВИЭ в 2025 г. пройдет в период с 22 мая по 9 июня со сроками ввода объектов ВИЭ в период 2026 – 2032 гг.

4. Основными особенностями объектов ВИЭ являются:

- стохастический характер и непостоянство выдачи мощности в зависимости от поступления первичных энергоресурсов (инсоляция, ветровой поток), зависящих от географических, климатических, метеорологических условий и времени суток;

- малая удельная плотность поступающих первичных энергоресурсов, требующая больших территорий под строительство объектов ВИЭ для получения нужных величин мощности;

- низкий КПД преобразования возобновляемых энергоресурсов в электрическую и тепловую энергию (КПД ВЭУ составляет не более 40-45%, КПД ФЭМ – не более 14-25%, ТЭС на биомассе – 30-40%);

- высокие коэффициенты готовности при малом среднем времени между вынужденными отключениями по любой внутренней (отказ, вывод во внеплановый ремонт, отключение технологическими защитами и др.) или внешней (короткие замыкания в прилегающей сети) причине;

- высокие удельные капитальные затраты для обеспечения гарантированной мощности (системы прогнозирования выдачи мощности, системы накопления электроэнергии – СНЭЭ), относительно большой срок окупаемости и затраты на утилизацию отдельных элементов.

5. При внедрении объектов ВИЭ значительной суммарной мощностью в территориальных энергосистемах требуется реализация следующих технических мероприятий:

- ввод нового генерирующего оборудования (пиковые газотурбинные установки) или модернизация существующего на традиционных электростанциях для резервирования мощности объектов ВИЭ и обеспечения гибкости энергосистем;

- проведение реконструкции электросетевых объектов (линий электропередачи, подстанций) с целью увеличения пропускной способности и изменения конфигурации, а также установки СНЭЭ;

- проведение реконструкции устройств релейной защиты электросетевых объектов (линий электропередачи, подстанций) для обеспечения селективности и повышения быстродействия;

- реализация индивидуальных и групповых технических решений на ВЭС и СЭС для предотвращения излишних отключений инверторных преобразователей при нормативных возмущениях в прилегающей сети (корректировка характеристики LVRT);

- установка дополнительных фильтро-компенсирующих устройств на ВЭС и СЭС для предотвращения возможности возникновения резонанса напряжений на высших гармонических составляющих с повреждением электротехнического оборудования.

6. Экономические аспекты обоснованности строительства крупных ВЭС и СЭС в России:

- при реализации ДПМ ВИЭ 1.0 технологическая кооперация позволила снизить удельную стоимость ВЭС и СЭС до уровней 85 и 65 тыс. руб/кВт;

- санкции привели к росту стоимости проектов ВЭС и СЭС и разрыву в стоимости электроэнергии в сравнении с ПГУ и АЭС;

- общесистемные затраты на обеспечение гарантированной мощности объектов ВИЭ ограничивают их конкурентоспособность в ЕЭС России;

- в Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2042 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 30 декабря 2024 года №4153-р) предполагает невысокие темпы роста мощности объектов ВИЭ (около 0,9 ГВт/год) с увеличением их доли в структуре генерирующих мощностей до 10,7%. При поддержке объектов ВИЭ в минимальном объеме (0,9-1 ГВт/год) их суммарная мощность в ЕЭС России к 2050 г. достигнет 30 ГВт, а к 2060 г. – 40 ГВт;

- дополнительные экономические стимулы для объектов ВИЭ возникают при квотировании выбросов парниковых газов от ТЭС или вводе платы за выбросы CO₂. При этом ВЭС и СЭС не будут приоритетной безуглеродной технологией – они вовлекаются в балансы после АЭС и ГЭС;

- увеличение доли объектов ВИЭ в структуре генерирующих мощностей ЕЭС России требует учета системных эффектов как в части резервирования, так и в части требований к маневренности генерирующего оборудования, что требует соответствующих финансовых затрат;

- требования по снижению выбросов CO₂ сопровождаются нелинейным ростом капитальных и суммарных затрат на энергоснабжение потребителей.

7. В настоящее время строительство малых объектов ВИЭ и микрогенерации осуществляется предприятиями малого и среднего бизнеса и частными домовладениями за счет собственных средств.

Основными преимуществами указанных объектов являются следующие:

- производство электрической и/или тепловой энергии в непосредственной близости от места ее потребления для удовлетворения нужд бытовых потребителей (частных домовладений) или производственных нужд предприятий малого и среднего бизнеса;

- производство электрической и/или тепловой энергии осуществляться с использованием различных местных первичных и вторичных энергоресурсов, без необходимости их транспортировки на большие расстояния;

- обеспечивается техническая и экономическая доступность энергоснабжения, а также повышается надежность энергоснабжения

потребителей, удаленных от систем централизованного энергоснабжения;

- эффективно решаются задачи энергосбережения (повышения энергоэффективности производства и распределения энергии), в том числе за счет экономии топлива и снижения потерь электрической и тепловой энергии при их передаче;

- снижается антропогенное воздействие на региональные экосистемы за счет сокращения объемов сжигания топлива, с соответствующим сокращением выбросов парниковых газов, уменьшая влияние на климат;

- эффективно реализуются программы социально-экономического развития территорий и концепции «зеленой» экономики и органического сельского хозяйства в энергодефицитных регионах России;

- малые сроки выполнения проектно-изыскательских и строительно-монтажных работ за счет модульности конструкций, компактности и высокой заводской готовности применяемого оборудования.

8. Применение объектов ВИЭ в России целесообразно для решения следующих актуальных задач:

- электроснабжение потребителей в изолированных и удаленных территориях (энергорайонах) за счет создания автоматизированных гибридных энергокомплексов с различной конфигурацией на базе современных дизельных, ветровых, солнечных электростанций, малых и микроГЭС, а также СНЭЭ, что позволяет сэкономить от 30 до 60% дизельного топлива;

- сохранение особо охраняемых природных территорий – заповедников, заказников, национальных природных парков, памятников природы) и обеспечение доступности энергоснабжения. Применение объектов ВИЭ, совместно с системами накопления электрической и тепловой энергии позволяет отказаться от применения дизель-генераторных установок и строительства линий электропередачи, исключая загрязнение воздуха и обеспечивая экологически чистую среду для проживания и экотуризма;

- утилизация бытовых отходов, не подлежащих вторичному использованию, твердых видов топлива (щепа, гранулы, брикеты), биогаза и

жидкого биотоплива на мусоросжигательных и биотопливных ТЭС, что позволяет снизить нагрузку на экосистему регионов и содействовать бережному отношению к окружающей среде;

- энергоснабжение потребителей в регионах (Мурманская, Иркутская и Магаданская область, Еврейская автономная область, Забайкальский и Красноярский край, Республика Бурятия, Тыва, Хакасия), где отсутствует трубопроводный газ для объектов электроэнергетики из-за значительной удаленности населенных пунктов от газовых месторождений и сложного ландшафта. Строительство объектов ВИЭ оправдано при высокой стоимости доставки угля для электростанций в Восточной Сибири и Дальнем Востоке в условиях высокой загрузки железнодорожных магистралей экспортными грузопотоками (доля угля в расходе топлива на производство электрической и тепловой энергии по данным Росстата в СФО составляет 59%, а ДВФО – 72%);

- выработка электроэнергии на ВЭС с КИУМ 46-52% (средний КИУМ ВЭС России – 31%) вдоль побережий морей, Северного Ледовитого и Тихого океанов, а также предгорных и горных районах Кавказа, Урала, Алтая и Саян;

- увеличение экспорта электроэнергии из России в смежные государства (Китай, Казахстан, Монголия, Киргизия и др.) по привлекательной стоимости (в 2024 г. объем экспорта составил 8,53 млрд кВт·ч) по линиям электропередачи постоянного и переменного тока за счет возобновления приостановленных проектов и подготовки новых к реализации;

- выработка электроэнергии фасадными и крышными солнечными электростанциями административных и производственных зданиях, торговых комплексов и др., не требующих дополнительных территорий для их установки, но позволяющих снизить величину электропотребления из распределительной сети и обеспечить кратковременно автономность зданий (при наличии СНЭЭ) в случае возникновения аварий в энергосистеме;

- выработка электроэнергии на объектах ВИЭ для электроснабжения собственных нужд электростанций с целью увеличения величины выдачи мощности в энергосистему, а также снижения потребления природного газа;

– смещение вправо сроков реконструкции линий электропередач и подстанций за счет выработки электроэнергии объектами микрогенерации, используемыми частными домовладениями (предприятиями малого и среднего бизнеса) для покрытия бытовых и/или производственных нужд, в целях продажи, а также обеспечения надежного электроснабжения при авариях в распределительных сетях. Ввод в эксплуатацию фотоэлектрических модулей мощностью 5 кВт на 5% крыш частных домовладений в России суммарный объем солнечной микрогенерации составит 4,4 ГВт;

– восстановление заброшенных малых ГЭС для решения проблемы «засорения» малых рек России не использующимися гидросооружениями, разрушение которых в будущем может иметь техногенные последствия;

– внедрение объектов ВИЭ за счет частных инвестиций для собственного энергоснабжения позволяет обеспечить ввод новых генерирующих мощностей без увеличения тарифов для всех потребителей электроэнергии;

– разработка и производство полного комплекса оборудования для объектов ВИЭ отечественными предприятиями энергетического машиностроения, в том числе для его экспорта в другие страны.

9. Учитывая то, что объекты ВИЭ могут эффективно решать актуальные экологические, экономические и технические задачи, требуется создать условия для их надежного функционирования и сбалансированного развития в составе территориальных энергосистем и ЕЭС России в целом, обеспечив при этом возможности по управлению электрическими режимами.

В обсуждении докладов выступили:

По первому докладу: д.т.н. Б.И. Нигматулин, д.т.н. О.В. Жданеев, чл.-корр. РАН В.И. Ильгисонис, академик РАН В.А. Стенников, чл.-корр. РАН Ю.К. Петреня, чл.-корр. РАН Н.Н. Кудрявцев, академик РАН С.П. Филиппов.

По второму докладу: д.т.н. Б.И. Нигматулин, академик РАН В.А. Стенников, академик РАН С.П. Филиппов, д.т.н. М.Г. Тягунов.

В целях создания условия для надежного функционирования и развития возобновляемой энергетики рекомендовать **Правительству Российской Федерации, региональным органам власти и Президиуму Российской академии наук** обратить внимание на необходимость совершенствования системы нормативно-технического и нормативно-правового регулирования по следующим направлениям:

1. Определение оптимальных масштабов и технологических направлений развития возобновляемой энергетики в России на основе оптимизации структуры генерирующих мощностей и их территориального размещения, а также структуры и пропускных способностей межсистемных и основных внутрисистемных линий электропередачи.

2. Корректировка технических требований к генерирующему оборудованию объектов ВИЭ с учетом международного опыта, особенностей ЕЭС России и территориальных энергосистем.

3. Внедрение современных средств краткосрочного и оперативного прогнозирования мощности на крупных ВЭС и СЭС, включая действующие, с целью более точного планирования диспетчерских графиков традиционных электростанций на сутки вперед и уменьшения резервов мощности;

4. Установка СНЭЭ на ВЭС и СЭС требуемой мощности и энергоемкости для их учета в балансе мощности с целью минимизации резервов мощности в энергосистемах, а также требований к маневренности генерирующего оборудования традиционных электростанций.

5. Создание резервов мощности на крупных ВЭС и СЭС за счет введения требований по наличию абсолютного (относительного) ограничения мощности с целью стабилизации величины выдаваемой мощности и наличия резерва на загрузку при возникновении дефицита активной мощности в ЕЭС России, что требует корректировки рыночных механизмов на ОРЭМ.

6. Реализация алгоритма «виртуального синхронного генератора» в инверторных преобразователях крупных ВЭС и СЭС при вводе нового оборудования и поэтапно на действующих для решения круга актуальных задач

управления электрическими режимами.

7. Создание локальных интеллектуальных энергосистем на базе различных объектов ВИЭ, СНЭЭ и распределенной энергетики с децентрализованными САУ, способных автоматически выделяться в островной режим при авариях в территориальных энергосистемах для обеспечения надежного электроснабжения потребителей, а также автоматически синхронизироваться после восстановления параметров режима. Это позволяет существенно повысить живучесть территориальных энергосистем.

8. Опережающая реконструкция электросетевых объектов на территориях перспективного размещения новых ВЭС и СЭС для возможности их технологического присоединения без задержки по срокам ввода.

9. Строительство новых и реконструкция существующих ТЭС с применением пиковых высокоманевренных ГТУ, а также внедрению СНЭЭ на электросетевых объектах в территориальных энергосистемах с высокой долей объектов ВИЭ в структуре генерирующих мощностей.

10. Разработка и внедрение современных систем автоматического управления режимами и средств управления режимами в сетях напряжением 6-35 кВ с реализацией комплексных пилотных проектов.

11. Увеличение предельной величины электрической мощности, выдаваемой в распределительную сеть низкого напряжения объектами микрогенерации и малыми объектами ВИЭ, принадлежащих предприятиям малого и среднего бизнеса, крестьянско-фермерским хозяйствам, объектам рекреационной и туристической инфраструктуры в технологически обоснованных объемах.

12. Упрощение процесса технологического присоединения малых объектов ВИЭ и микрогенерации к распределительным сетям низкого напряжения и организация государственного контроля за этим процессом.

13. Разработка методических рекомендаций по проектированию новых и реконструкции существующих распределительных сетей среднего и низкого напряжения с малыми объектами ВИЭ и микрогенерации, выбору алгоритмов и

параметров настройки инверторных преобразователей для обеспечения их надежного функционирования.

14. Разработка федеральных или региональных программ развития микрогенерации и малых объектов ВИЭ, например, «Солнечные крыши России», «Возобновляемая энергетика для продовольственной безопасности страны», «Возобновляемая энергетика – основа устойчивого развития территорий».

15. Увеличение цены выкупа электроэнергии у объектов микрогенерации и малых объектов ВИЭ в дефицитных энергосистемах при выдаче мощности в часы пиковой нагрузки, что существенно дешевле строительства новых традиционных электростанций и электросетевых объектов.

16. Кредитование с пониженной процентной ставкой предприятий малого и среднего бизнеса, частных домовладений на приобретение оборудования для малых объектов ВИЭ с СНЭЭ, в т.ч. утилизирующих вторичные энергоресурсы.

17. Возврат налогоплательщику подоходного налога за приобретение оборудования для объектов микрогенерации, малых объектов ВИЭ и систем накопления электроэнергии отечественных заводов-изготовителей после их ввода в эксплуатацию.

18. Включение в образовательные федеральные стандарты специальности по подготовке инженерно-технических работников и восстановление научной специальности, взамен утраченной 05.14.08 «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии», для сохранения научных школ, а также подготовки инженерных и научных кадров по возобновляемой энергетике.

Заместитель председателя
Научного совета, академик РАН

С.П. Филиппов

Ученый секретарь
Научного совета, д.т.н.

П.В. Илюшин