



**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

**УТВЕРЖДАЮ**

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

Н.Д. Рогалев

«23 » марта 2020 г.

**ПРОТОКОЛ № 1**

совместного заседания секций «Активные системы распределения  
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая  
и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС» для рассмотрения доклада по  
теме: «Методология разработки систем гарантированного  
электроснабжения малой мощности на возобновляемых источниках  
энергии»

30 января 2020 года

г. Москва

**Присутствовали:** члены секций «Активные системы распределения  
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая  
и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», сотрудники НП «НТС ЕЭС»,  
ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», ПАО «Россети», АО «НИКИЭТ им. Доллежаля»,  
АО «НТЦ ФСК ЕЭС», НИК С6 РНК СИГРЭ, АО «НТЦ ЕЭС» (Московское  
отделение), ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», АО «Техническая инспекция ЕЭС»,  
НТЦ «Энергобезопасность», АО «РТСофт», ООО «СИСТЭН», филиала «Русатом  
– Электротехника», всего **25** чел. (дополнительно **5** подключений по  
видеоконференцсвязи).

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные  
системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические  
ресурсы», проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», к.т.н. Илюшин  
П.В., где отметил, что в настоящее время применение возобновляемых  
источников энергии (ВИЭ) получает в России свое активное развитие. Большой  
потенциал для развития ВИЭ имеется на Крайнем севере и Дальнем Востоке  
страны, где энергоснабжение потребителей осуществляется в изолированных  
энергорайонах с генерирующими источниками малой мощности. В докладе  
будут представлены результаты многолетней работы ведущего специалиста в  
области разработки и испытаний отечественных ветроэнергетических установок

– к.т.н. Грибкова С.В. В своем докладе им использованы материалы, вошедшие в его докторскую диссертацию и было бы полезным, если участники сегодняшнего совместного заседания секций НП «НТС ЕЭС» высказали свое мнение о представленных результатах работы, с точки зрения их научной и практической новизны.

Со вступительным словом также выступил председатель секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика», к.т.н., ст.н.с. Перминов Э.М. Он отметил, что выбранная автором тематика доклада представляет не только значительный научный, но и практический интерес в связи с принятыми в последние годы решениями по развитию возобновляемой энергетики, особенно в свете подписания 27.12.19 г. Президентом РФ «Закона о микрогенерации», где речь идёт об энергоустановках мощностью до 15 кВт. Это полностью соответствует тематике автора доклада, который давно известен как специалист, занимающийся ВЭУ мощностью 2–10 кВт и решениями вопросов их совместной работы с дизельными электростанциями. Однако название доклада не совсем соответствует представленному материалу, так как автор представляет решения по малой ветроэнергетике, а не по ВИЭ, где малые ГЭС, геотермальная энергетика, солнечная и биоэнергетика, энергетика мирового океана, а также вопросы использования промышленных и коммунальных отходов.

Хотелось бы обратить внимание автора доклада, чтобы он более обстоятельно обосновал свой выбор ВЭУ с вертикальной осью вращения. Мы много лет занимались данными ВЭУ. НИС Гидропроекта много лет испытывал подобные ВЭУ мощностью от 2–4 кВт и до 100 кВт и более на экспериментальной базе возобновляемой энергетики на Чиркейской ГЭС и ничем это не закончилось. НПО «Южное» ещё в СССР сделало и продуло в ЦАГИ двухроторную 20 кВт ВЭУ с ротором Дарье, а для запуска и с ротором Савониуса, которых было изготовлено более 20 штук. Не одна из них не пережила зиму ни в России ни в Украине и про них забыли. Опытные установки мощностью от 150 кВт до 600 кВт монтировались в Англии, ФРГ, Дании, США, Южной Корее и нигде не закончились их промышленным производством. В Украине были смонтированы такие ВЭУ мощностью 420 кВт и от них после пуска отказались. Существовал даже проект установки 1200 кВт.

ОАО Гос МКБ «Радуга» им. А.Я. Березняка, начиная заниматься ветроэнергетикой, проанализировал весь отечественный и зарубежный опыт вместе с ЦАГИ, организовывал разработку и производство ВЭУ мощностью 1, 2, 8, 16, 250, 1000 и 2000 кВт по традиционной схеме – горизонтальная ось и три лопасти. Хотелось бы, чтобы докладчик на эти вопросы ответил.

С докладом «**Методология разработки систем гарантированного электроснабжения малой мощности на возобновляемых источниках энергии**» выступил Генеральный директор научно-инженерного Центра

«Виндэк», ст. научн. сотр. ФГУП ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского, академик Российской инженерной академии, к.т.н. С.В. Грибков.

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

1. Представлена актуальность темы исследования, заключающаяся в том, что:

- системы гарантированного электроснабжения мощностью от 0,2 до 30 кВт являются наиболее востребованными со стороны индивидуальных фермерских хозяйств, индивидуальных жилых комплексов, систем наблюдения, воинских подразделений, структур МЧС, систем радиорелейной и сотовой связи и прочих объектов, удаленных от централизованных сетей электроснабжения;

- создание комплексов гарантированного электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии является важной народно – хозяйственной задачей, позволяющей сократить объемы завозимого дизельного топлива с материковой части, а также расширить среду комфорtnого обитания человека и обеспечить деятельность предприятий гражданского и оборонного назначения.

2. Отмечена степень разработанности темы, поставлены цели и задачи работы, среди которых:

- создание высокоэффективных комплексов гарантированного электроснабжения малой мощности, для чего проводятся исследования работы дизель-генераторных установок;

- разработка комплексов гарантированного электроснабжения малой мощности с применением возобновляемых источников энергии на базе ветродвигателей различных конструкций;

- определение параметров ветродвигателей и их оптимизация;

- определение предельных параметров вертикально-осевых ветроэнергетических установок (ВЭУ) турбинного типа;

- аэродинамические исследования вертикально-осевых ВЭУ турбинного типа с направляющим аппаратом, разработка методики проектирования ветродвигателей вертикально-осевого исполнения турбинного типа с направляющим аппаратом, как наименее исследованного класса ветродвигателей;

- разработка методики ускоренных испытаний ВЭУ в аэродинамической трубе для определения аэродинамических характеристик ветроколес при проведении натурных испытаний;

- формулирование требований к электромеханическим преобразователям энергии, выбор класса генераторов для ВЭУ малой мощности;

- проектирование и организация серийного производства электрогенераторов с малыми частотами вращения;

- формулирование требований к системам преобразования энергии, вырабатываемой генераторами, для обеспечения высокого качества выходного напряжения для обеспечения гарантированного электроснабжения от комплексов малой мощности на основе возобновляемых источников энергии;
- разработка и создание комплексов гарантированного электроснабжения на основе вертикально-осевых установок турбинного типа.

3. Представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследований, основные положения работы, степень достоверности и апробация результатов.

4. Представлена характеристика энергетики России и отмечена значимость северных территорий и приравненных к ним регионов, отмечается острая необходимость в автономных источниках электроэнергии малой мощности. Особое внимание в докладе уделяется вопросам электроснабжения удаленных территорий Кольского полуострова.

5. Отмечена высокая стоимость доставки топлива для дизельных электростанций и необходимость сокращения объёмов завоза и потребления топлива как в поселениях южной, так и восточной частях Кольского полуострова, северных поселениях Красноярского края, Якутии, Архангельской области, Калмыкии и ряда других регионов России.

6. Отмечено, что высокая стоимость электроэнергии в вышеуказанных регионах связана с трудоемкостью доставки топлива и высокой транспортной составляющей.

7. Представлены пути и методы экономии топлива за счёт включения дизель-генераторов разной мощности по мере необходимости, введение переменной частоты вращения приводных дизельных двигателей и, соответственно, генераторов, возможности аккумулирования энергии с применением электрохимических аккумуляторов.

8. Отмечено, что вышеуказанные технические решения позволяют экономить топливо в диапазоне от 5 до 30%.

9. Отмечено, что большинство потребителей изолированных энергорайонов: частные хозяйства, фермерские хозяйства, кордоны, рекреационные зоны, объекты связи, воинские подразделения и различные передвижные и выездные отряды, геологические экспедиции, туристы и др. находятся в зонах со среднегодовой скоростью ветра более 4,5-5 м/с, а в ряде случаев 6-8 м/с и более. Как правило, в данных районах весьма эффективно могут применяться ВЭУ, поэтому для электроснабжения удаленных потребителей целесообразно использовать портативные и/или стационарные источники электрической энергии мощностью от 100 Вт до 5-30 кВт.

10. Отмечено, что большой вклад в развитие отечественной ветроэнергетики внесли видные ученые ФГУП «ЦАГИ» – Н.Е. Жуковский,

Н.В. Красовский, Г.Х. Сабинин, В.П. Ветчинкин, А.Г. Уфимцев, Е.В. Кондратюк, Е.М. Фатеев, К.П. Вашкевич, создавшие основы теории работы горизонтально-осевых ветроустановок. Кроме того, большой вклад в развитие ветроэнергетики внесли и вносят работы В.И. Виссарионова, В.И. Обрезкова, П.П. Безруких, В.В. Елистратов, Э.М. Перминова, И.А. Бабинцева, В.П. Харитонова, В.В. Самсонова, Л.А. Маслова, В.Г. Николаева, В.С. Лаврова, В.И. Нырковского, В.А. Гусарова, Н.В. Цыглунка, В.П. Кривоспицкого, Е.В. Соломина и др.

11. Отмечено, что ВЭУ бывают двух видов – горизонтально-осевые и вертикально-осевые. Каждый из них имеет свои как положительные, так и отрицательные характеристики. Наибольшее распространение получили ВЭУ горизонтально-осевого исполнения, мощность которых представлена в диапазоне от 50-100 Вт и до 5-10 МВт.

12. Отмечено, что в последние годы появился интерес к ВЭУ вертикально-осевого исполнения малой мощности. Известны два типа вертикально-осевых установок – это установки Савониуса и Дарриуса (Дарье). Отличительными их свойствами является отсутствие необходимости ориентации на ветер, отсутствие токосъемного устройства. ВЭУ Савониуса имеют малый уровень шума (менее 45 дБА) и малую быстроходность ( $Z = 0,4$ ). ВЭУ Дарриуса более шумные, но, вместе с тем, более быстроходные ( $Z = 2-2,4$ ), однако имеют проблемы с запуском. Вместе с тем, коэффициент использования энергии ветра у вертикально-осевых ВЭУ ниже, чем у горизонтально-осевых.

13. Отмечено, что на лопасти, траверсы и узлы крепления лопастей действуют знакопеременные нагрузки, кроме того, ветроколеса вертикально-осевых ВЭУ имеют неравномерную частоту вращения.

14. Отмечено, что эффективность работы ВЭУ, зависит от скорости ветра в третьей степени, площади ометаемой поверхности ветроколеса, плотности воздуха и коэффициента преобразования энергии ветра – зависящем от качества профиля лопастей и КПД электрогенератора. Поэтому в работе был сделан акцент на исследование аэродинамических характеристик лопастей и самих ветроустановок и разработку генераторов. Было исследовано несколько типов профилей лопастей горизонтально-осевых ВЭУ. Выбран наилучший и разработаны однолопастные ВЭУ для ветро-солнечных и ветро-солнечно-дизельных комплексов мощностью от 100 Вт до 1 кВт, которые могут использоваться как в переносном, так и стационарном исполнении.

15. Представлено решение проблемы запуска однолопастного ветроколеса и регулирования частоты вращения за счет применения «косого кардана», увеличивающего угол атаки ветроколеса при пуске и центробежного регулятора частоты вращения ветроколеса. Характеристики ВЭУ были получены экспериментальным путем продувки в аэродинамической трубе Т-2 ФГУП «ЦАГИ».

16. Отмечено, что для стационарных объектов, требующих минимальное шумовое воздействие на окружающую среду, были разработаны вертикально-осевые модульные ВЭУ турбинного типа с направляющим аппаратом, профилем лопаток и пластин направляющего аппарата типа «дужка».

17. Отмечено, что для определения минимального коэффициента преобразования вертикально-осевых установок с профилем «дужка» было проведено математическое моделирование ветроколеса с допущением, что профиль «дужка» имеет бесконечно большой радиус, т.е. представляют собой плоские пластины.

18. Представлены аналитические зависимости коэффициента преобразования от их углового положения и быстроходности.

19. Экспериментально определены оптимальные значения углов установки лопаток к ветру, их оптимальное число, быстроходность и максимальный коэффициент преобразования энергии ветра равный 0,146, что является минимальным значением коэффициента преобразования для профиля «дужка» с бесконечным радиусом.

20. Представлены результаты исследования аэродинамической схемы вертикально-осевой установки с профилями «дужка» методом компьютерного моделирования процессов работы в среде FlowVision. При проведении цифрового моделирования на основе решений уравнений Навье-Стокса были разработаны цифровые модели ВЭУ. Было исследовано влияние различных геометрических параметров на эффективность ВЭУ, что позволило получить максимальное значение коэффициента преобразования энергии ветра до 0,2 при быстроходности  $Z = 0,4$ .

21. Отмечено, что проведенные экспериментальные исследования в аэrodинамической трубе Т-2 НИМК ФГУП «ЦАГИ» показали удовлетворительное совпадение с результатами моделирования. Применение более эффективных электрогенераторов позволит на 20-30% повысить эффективность коэффициента преобразования энергии ветра, т.е. до 0,24-0,26.

22. Представлена методика определения геометрических размеров вертикально-осевых установок турбинного типа с направляющим аппаратом по рассматриваемой аэродинамической схеме, разработанная на основании компьютерных и экспериментальных исследований.

23. Представлены результаты проектирования ВЭУ мощностью от 100 Вт до 10 кВт. Увеличение мощности ветроустановок и создаваемых на их основе комплексов возможно за счёт установки нескольких однотипных вертикально-осевых ветроустановок турбинного типа и объединение их по цепи постоянного тока. В качестве базового модуля могут быть взяты установки мощностью 1,0; 2,5 и 5,0 кВт. Дальнейшее увеличение мощности нецелесообразно как из-за громоздкости конструкции и трудности её транспортировки, так и из-за малой

частоты вращения ветроколеса, что в случае прямого привода электрогенератора от ветроколеса скажется на его массе и стоимости.

24. Отмечено, что для ВЭУ малой мощности могут применяться асинхронные, синхронные магнитоэлектрические и индукторные генераторы электромагнитного возбуждения. Сформулированы требования к частоте вращения электрогенераторов применяемых в ветроустановках малой мощности горизонтально-осевого и вертикально-осевого исполнения. Разработана классификация электрогенераторов, возможных к применению в ветроустановках малой мощности. Среди них наиболее перспективно применение синхронных индукторных и магнитоэлектрических генераторов, хотя возможно применение и асинхронных генераторов, требующих использования емкостей, имеющих большие габариты и, кроме того, у них возможна потеря возбуждения в переходных режимах.

25. Отмечено, что для ВЭУ малой мощности наиболее перспективными и простыми являются ветроустановки с прямым приводом. В этих ветроустановках должны применяться многополюсные генераторы, имеющие малую частоту вращения. Большой вклад в развитие теории магнитоэлектрических и индукторных генераторов внесли работы В.А. Балагурова, Ф.Ф. Галтеева, П.А. Тыричева, А.Н. Ледовского, А.М. Сугробова, А.М. Русакова, Я.М. Кашина и др.

26. Отмечено, что для горизонтально-осевых и вертикально-осевых ветроустановок на заводах ООО «Агрегат – привод» (г. Москвы) и ООО «Электропривод» (г. Псков) были разработаны и организованы мелкосерийные производства генераторов мощностью от 100 Вт, 200 Вт, 0,5 кВт, 1 кВт, 2 кВт, 5 кВт, 10 кВт с малыми частотами вращения. Их внешние и скоростные характеристики приведены на слайдах. Кроме того, мелкосерийно выпускаемые электрогенераторы применяются в ряде отечественных ВЭУ.

27. Отмечено, что актуальность представляют вопросы исследования ВЭУ, связанные с получением оптимальных аэродинамических характеристик. Для исследования горизонтально-осевых ВЭУ и определения оптимальных углов атаки лопастей был разработан метод ускоренного получения аэродинамических характеристик, получивший название «метод разбега», при котором, по графику измерения выходного напряжения генератора во время «разбега» ветроколеса от нулевой до синхронной частоты вращения при стационарной (установившейся) скорости воздушного потока в аэродинамической трубе или неизменной скорости ветра в полевых условиях. Для построения аэродинамических характеристик определяется момент инерции ветроколеса «методом маятника» – по времени затухания колебаний ветроколеса с прикреплённым к одной из лопастей грузом известной массы. Применение этого метода позволяет существенно сократить время получения аэродинамических характеристик (с

нескольких часов до пяти минут), упростить и снизить стоимость исследований ВЭУ в аэродинамической трубе, а также по данному методу возможно получение аэродинамических характеристик ветроколеса в полевых условиях.

28. Отмечено, что на основании проведенных исследований профилей горизонтально-осевых ВЭУ были изготовлены на предприятии ООО «Агрегат-привод» и исследованы в аэродинамической трубе однолопастные горизонтально-осевые ВЭУ с центробежным регулятором частоты вращения ветроколеса мощностью 200 Вт, предназначенные для электроснабжения радиорелейной станции. Кроме того, мощностью 800 Вт, работающей в составе ветро-солнечно-дизельного комплекса, для электроснабжения базовой сотовой станции на Памире в республике Таджикистан.

29. Представлена, изготовленная на заводе «Медтехника» ГРКЦ им. М.В. Хруничева, вертикально-осевая установка турбинного типа с направляющим аппаратом для ветро-солнечно-дизельного комплекса гарантированного электроснабжения газоперекачивающей станции. Ветроустановка состоит из четырёх модулей по 0,8 кВт каждый, соединенных последовательно друг с другом и приводящих во вращение один генератор. Общая мощность ветроэлектрической установки составляет 3,2 кВт, мощность солнечных батарей 3,0 кВт и дизель-генератора мощностью 10 кВт, работающего на заряд аккумуляторов и питания нагрузки, во время отсутствия поступления энергии от ВЭУ и/или солнечных батарей и разряженных аккумуляторов.

30. Отмечено, что в разработанном комплексе, возможен заряд аккумуляторов и питание нагрузки одновременно от всех трех первичных источников энергии. При заряде аккумуляторов до напряжения  $0,9U_{\text{ном}}$  дизель-генератор, в целях экономии топлива, выключается. Питание потребителей осуществляется от аккумуляторов, а если ветрогенератор и/или солнечной батареи начали вырабатывать энергию, то нагрузка будет питаться от них при дозаряде аккумулятора. В случае снижения напряжения аккумулятора до значения  $0,7 U_{\text{ном}}$  происходит повторное включение дизель-генератора.

31. Предложено экономическое обоснование применения ветро-солнечно-дизельных комплексов за счет замещения работы дизель-генератора ветро-солнечными источниками энергии. Эффективность предложения была подтверждена опытной эксплуатацией ветро-солнечно-дизельной станции, сооруженной в поселении Пялица Терского района Мурманской области.

**В обсуждении доклада и прениях выступили:** Перминов Э.М. (председатель секции ВиНЭ), Новиков Н.Л., Рабинович М.А., Сокур П.В. (АО «НТЦ ФСК ЕЭС»), Адамов Е.О. (АО «НИКИЭТ им. Доллежаля»), Тягунов М.Г., Гусев Ю.П., Чо Гван Чун (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»), Щепетков С.К. (АО «Техническая инспекция ЕЭС»), Родионов В.А. (филиала «Русатом –

Электротехника»), Илюшин П.В. (председатель секции АСРЭиРЭР).

С экспертными заключениями по тематике доклада **выступили:**

**Перминов Э.М.** – Председатель секции ВиНЭ, к.т.н., ст.н.с.

Отметил, что автором представлен большой и информативный материал. Отчасти он ответил и на вопросы, которые были при предварительном рассмотрении материала. Проведены исследования роторов ВЭУ с вертикальной осью вращения и различных типов генераторов. Приведен обширный материал по зарубежным ВЭУ малой мощности, опыту их применения. Но было бы полезно привести более подробно данные и по отечественному опыту с его технико-экономической оценкой, хотя бы по тем объектам, которые он привёл, ну и по ВЭУ, которые созданы с его участием.

Тема действительно злободневная. Когда мы в своей работе пытались оценить потребность ВЭУ мощностью 10 кВт, то только Калмыкия заявила 1000 установок, а по стране – около 10 тыс. штук. Но это было около 10 лет назад. Сейчас ситуация другая и её полезно бы было знать. Наверное, надо бы предложить какие-то проекты ВЭУ, гибридных комплексов, о которых Вы докладывали, а также знать потребности в них. Тогда можно определять возможности производства и конкретных производителей, возможности их обслуживания и ремонта. Понятно, что доля установленной мощности оборудования в составе гибридных энергетических комплексов, содержащих, например, солнечные и ветровые электростанции, будет зависеть от региона применения данных комплексов. Поэтому важна разработка нормативно-технической документации, методических документов для проектирования, монтажа и эксплуатации установок и гибридных комплексов малой мощности, понимая, что это, в основном, относится к изолированным энергорайонам.

Конечно, нужна и экономическая оценка предлагаемых автором решений.

Ни в предварительных материалах, ни в докладе не прозвучало чётких выводов по представленной работе. Автору необходимо продумать название темы, более чётко сформулировать положения, выносимые на защиту, оценить и представить свой научный и практический вклад в решение важной задачи энергообеспечения потребителей, у которых есть в этом проблемы и после такой доработки представить работу к защите.

**Новиков Н.Л.** – Заместитель научного руководителя АО «НТЦ ФСК ЕЭС», д.т.н., профессор.

Обратил внимание, что несмотря на то, что вопросы применения энергоустановок малой мощности для электроснабжения удаленных потребителей исследуются достаточно давно, данное направление имеет большое количество проблематики для исследований.

Отметил, что горизонтально-осевые ВЭУ обладают высокими энергетическими показателями и меньшими габаритами по сравнению с вертикально-осевыми ВЭУ. Кроме того, интерес для исследований представляют парусные ВЭУ.

Обратил внимание, что для решения комплекса вопросов энергообеспечения удаленных населенных пунктов за счет объектов распределенной генерации на основе ВИЭ целесообразно также рассмотреть возможность применения малых ГЭС и ГАЭС.

**Адамов Е.О.** – Научный руководитель АО «НИКИЭТ им. Доллежаля», д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ.

Обратил внимание, что материалы, представленные в работе, интересны и многоплановы, однако работа ими весьма перегружена. Кроме того, необходимо сформулировать задачу, которая решается представленной диссертационной работой.

Обратил внимание, что необходимо внести корректировки в наименование работы в связи с тем, что в ней, в основном, идет описание возможностей использования энергии ветра, а непосредственно методологии разработки систем гарантированного электроснабжения уделяется малая доля в представленных материалах.

Отметил необходимость более детального представления экономической эффективности представленных систем электроснабжения на базе ВЭУ в связи с достаточно высокой ценой электроэнергии в регионах Крайнего Севера России.

**Тягунов М.Г.** – Профессор кафедры гидроэнергетики и ВИЭ ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», д.т.н. профессор.

Отметил, что в настоящее время ведется разработка единой методики для расчета оптимальной структуры энергетического комплекса с ВЭУ.

Обратил внимание, что в представленной работе недостаточно отмечен вклад докладчика в описание и моделирование лопастных систем ВЭУ с вертикальной осью.

**Гусев Ю.П.** – Заведующий кафедрой «Электрические станции» ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», к.т.н., доцент.

Обратил внимание, что в последнее время к установке объектов распределенной генерации на базе ВИЭ возрос интерес у потребителей с большой долей нагрузки в виде асинхронных двигателей.

Отметил целесообразность применения высоковольтных конденсаторов с целью компенсации пусковых токов асинхронных двигателей.

Обратил внимание на актуальность вопросов, связанных с обеспечением

динамической устойчивости двигательной нагрузки, в связи с наличием в одном энергорайоне ВЭУ разной инерционности.

Отметил, что коэффициент превышения мощности дизель-генераторного оборудования по отношению к суммарной мощности двигательной нагрузки потребителей равен как минимум трем.

**Родионов В.А.** – Главный эксперт Филиала «Русатом – Электротехника».

Обратил внимание, что в регионах с большим ветропотенциалом должны устанавливаться ВЭУ с регулируемым углом атаки на лопасти ветротурбин, с целью предотвращения опрокидывания ветрогенератора.

Обратил внимание, что для обеспечения эффективной эксплуатации ВЭУ в настоящее время остро стоит вопрос подготовки эксплуатационно-ремонтного персонала.

Отметил, что для увеличения спроса бытовыми потребителями на ВЭУ малой мощности, необходима организация государственных механизмов поддержки данного направления.

**Илюшин П.В.** – Председатель секции «АСРЭиРЭР», проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», к.т.н.

Обратил внимание, что мощность ветровых электростанций, строительство которых осуществляется посредством заключения договоров о предоставлении мощности, составляет от единиц до десятков МВт. При этом все эти электростанции работают параллельно с ЕЭС России.

Обратил внимание, что при проектировании систем гарантированного электроснабжения, с использованием генерирующих источников на основе ВИЭ, достаточно большое внимание следует уделять проблемным вопросам, связанным с техническими требованиями к накопителям электроэнергии, инверторному оборудованию и системам управления.

Отметил, что в рамках подготовки документов к предстоящей защите докторской диссертации, автору целесообразно сократить количество решаемых в данной работе задач.

Заслушав выступления и мнения экспертов по результатам дискуссии **совместное заседание секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика»** отмечает:

1. Большой объём и современный научный уровень представленных в докладе результатов работы. Вместе с тем объём материалов, изложенных автором в докладе, слишком обширен и требует сокращения. Кроме того, количество решаемых в диссертационной работе задач необходимо сократить до

разумного количества.

2. Необходимость внесения корректировок в название работы и акцентирование внимания непосредственно на результатах, полученных автором в области ветроэнергетики.

3. Возможность оформления результатов проведённых исследований вертикально-осевых ВЭУ турбинного типа в формате национального стандарта по проектированию ВЭУ малой мощности.

4. Особое внимание заслуживает методика проведения ускоренных испытаний и исследования ветроустановок на этапе разработки и оптимизации углов установки лопастей, с целью получения максимальной выработки энергии ВЭУ за счёт получения максимального значения коэффициента преобразования энергии ветра.

5. Разработанные и выпускаемые электрогенераторы хорошо известны и находят применение в ветроустановках, производимых различными заводами-изготовителями ВЭУ в России.

**Совместное заседание секций «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» решило:**

1. Отметить значительный положительный опыт автора в области исследований ветроэнергетических систем малой мощности.

2. Рекомендовать представленную автором работу, с учетом устранения высказанных замечаний и предложений, для представления в диссертационный совет для ее последующей защиты на соискание ученой степени доктора технических наук.

3. Рекомендовать Ассоциации «НП Совет рынка» рассмотреть возможность представить на заседание секций НТС ЕЭС доклад по промежуточным итогам реализации программы ДПМ ВИЭ в отечественной электроэнергетике.

4. Рекомендовать автору сформулировать и направить свои предложения ведущим проектным организациям, с учетом результатов исследований, представленных в докладе, с целью разработки проекта методических рекомендаций по интеграции ВЭУ малой мощности в изолированные энергорайоны.

5. Рассмотреть возможность ведущим проектным организациям, с учетом результатов исследований, представленных в докладе, подготовить и представить на рассмотрение в НТС ЕЭС проект методических рекомендаций по выбору состава и параметров генерирующего оборудования гибридных энергетических комплексов, содержащих СЭС и ВЭС.

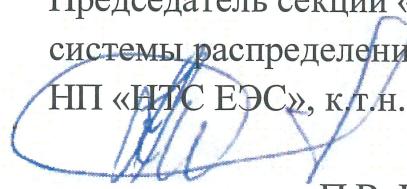
С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», к.т.н. Илюшин П.В. в котором отметил, что в отечественной электроэнергетике имеются значительные предпосылки к развитию ветроэнергетических комплексов на базе ВЭУ малой мощности, связанные с наличием удаленных от централизованного электроснабжения территорий, которые обладают значительными ветропотенциалом. Представленный сегодня на совместном заседании секций НП «НТС ЕЭС» результаты научной деятельности к.т.н. С.В. Грибкова вносят значительный вклад в развитие и применение ВЭУ малой мощности в удаленных изолированных энергорайонах России, что позволяет комплексно решать задачи энергоснабжения.

Первый заместитель Председателя  
Научно-технической коллегии,  
д.т.н., профессор



\_\_\_\_\_ B.B. Молодюк

Председатель секции «Активные  
системы распределения ЭЭ и РЭР»  
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.



\_\_\_\_\_ П.В. Илюшин

Ученый секретарь секции  
«Активные системы распределения  
ЭЭ и РЭР» НП «НТС ЕЭС»



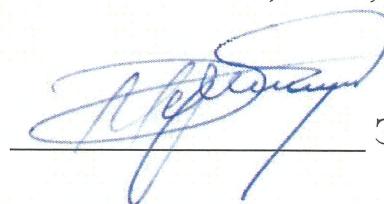
\_\_\_\_\_ Д.А. Ивановский

Ученый секретарь  
Научно-технической коллегии, к.т.н.



\_\_\_\_\_ Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «Возобновляемая  
и нетрадиционная энергетика»  
НП «НТС ЕЭС», к.т.н., ст.н.с.



\_\_\_\_\_ Э.М. Перминов

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



\_\_\_\_\_ Н.А. Рустамов