



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

109044 г.Москва, Воронцовский пер., дом 2  
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285  
E-mail: [dtv@nts-ees.ru](mailto:dtv@nts-ees.ru), <http://www.nts-ees.ru/>  
ИНН 7717150757

**УТВЕРЖДАЮ**

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

Н.Д. Рогалев

«14 » октябрь 2019 г.

**ПРОТОКОЛ № 7**

совместного заседания секций «Активные системы распределения  
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая  
и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС» для рассмотрения доклада по  
теме: «**Прибрежный энергетический комплекс с функцией защиты  
береговой линии от штормового воздействия**»

12 сентября 2019 года

г. Москва

**Присутствовали:** члены секций «Активные системы распределения  
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» и «Возобновляемая  
и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», сотрудники ФГБОУ ВО «НИУ  
МЭИ», АО «СО ЕЭС», филиала «Русатом – Электротехника», ФГАОУ ДПО  
«ПЭИПК», ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е.  
Жуковского», ООО «ВИЭСХ – ВИЭ», всего 14 чел.

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.

Во вступительном слове отмечено, что в настоящее время отсутствие  
волновой защиты нередко приводит к разрушению береговой линии курортных  
зон в штормовой период. При этом использование энергии волн представляет  
актуальность в особенности для изолированных территорий и дефицитных  
энергорайонов.

Кроме того, следуя за общемировыми тенденциями в области решения  
экологических проблем, вопросов обеспечения курортных зон энергией от  
возобновляемых источников, с использованием волновых электростанций,  
возможно обеспечить защиту прибрежных зон, набережных и различных  
береговых сооружений от разрушающего действия морских волн.

Одной из перспективных возможностей, позволяющих содействовать

решению вышеуказанные вопросы, является применение защитного гидроэнергетического комплекса на базе волнового энергетического демпфера, объединяющего в себе функции защиты побережья, а также выработка электроэнергии. С его помощью возможно создание полноценной курортной инфраструктуры повышенной комфортности, с целью привлечения дополнительных туристов.

С докладом «**Прибрежный энергетический комплекс с функцией защиты береговой линии от штормового воздействия**» выступил главный эксперт филиала АО «РАСУ» – «Русатом Электротехника» Родионов В.А.

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

1. Представлен обзор текущих трендов развития и современного практического использования распределенных энергетических ресурсов, разрабатываемых в проекте «Защита и энергия» с применением технологии волновой генерации типа «Wave Hunter» консорциумом предприятий под руководством НПО «Гидроэнергоспецстрой» (г. Санкт-Петербург).

2. Рассмотрено наличие существующих проблем в ряде отечественных прибрежных морских курортов:

- отсутствует защита от негативного и разрушительного воздействия штормов на прибрежную туристическую зону;
- отсутствует современная туристическая инфраструктура;
- в некоторых бухтах отмечаются экологические проблемы (аварийный сброс сточных вод в море);
- дефицит электроэнергии.

3. Представлены направления решения вышеуказанных проблем в рамках разрабатываемого проекта «Защита и энергия»:

- комплексный подход может обеспечить экономичность и окупаемость затрат при решении вышеуказанных проблем;
- проектом предлагается создание экономичного и эффективного защитного гидроэнергетического комплекса (далее – ЗГЭК) двойного назначения на основе волновых энергетических демпферов (далее – ВлЭД):
  - для защиты набережных морских курортов или других береговых сооружений от разрушающего действия морских волн;
  - для обеспечения курортов электроэнергией на основе волновых, ветровых, солнечных, а также других видов ВИЭ.

4. Отмечено, что основным техническим решением проекта является ВлЭД, который под воздействием волн совершает возвратно-поступательные движения по направляющим (аппарелям), преобразуя энергию волны в электроэнергию, одновременно обеспечивая, таким образом, существенное снижение разрушительной энергии волны.

Из ВлЭД сооружаются отдельные секции длиной 35 м. На несущих конструкциях секций монтируются ВлЭД WH и фотоэлектрические модули.

5. Отмечено, что на усиленных секциях (сотовых бонах) могут быть размещены также ветроэнергетические установки (ВЭУ) и накопители электроэнергии. На специализированных платформах могут быть смонтированы преобразовательные ПС, а также другие источники электроэнергии (ГТЭС, малые АЭС и др.).

Секции объединены в линии, расположенные вдоль береговой черты. Они образуют защитные энергетические пояса протяженностью до 2 км и более, динамически разрушающие волну и генерирующие электроэнергию. Секции экологически безвредны, так как являются проточными, пропускают приливы/отливы и сезонные течения, не препятствуют миграции биоресурсов.

Линии могут быть выстроены в несколько рядов в зависимости от средней мощности волн региона. Такое решение гасит волны в 8–10 раз. КПД выработки электроэнергии может достигать 50–75%.

6. Отмечено, что в работе достигнута высокая степень научной и конструкторской проработки, а также заводской готовности производства ключевых узлов ВлЭД, включая шарнирный дебаркадер, трансмиссию, генератор, преобразователь, средства контроля и автоматизации, конструкцию несущей части.

7. Отмечено, что НИОКР завершается ресурсными и оптимизационными испытаниями на прототипе ВлЭД со всеми подсистемами в бухте г. Геленджик. В настоящее время идет подготовка полномасштабного опытного образца 1:1 для натурных испытаний и подтверждения проектных показателей для последующего перехода к серийному производству.

8. Представлена методология проектирования гидроэнергетической и защитной части с учетом местных гидрологических и климатологических условий.

9. Представлены основные исходные данные для выбора литий-ионных аккумуляторов в системы накопления электроэнергии для гибридного энергетического комплекса на основе ВИЭ, а также принципы проектирования системы накопления электроэнергии.

10. Отмечено, что на этапе разработки была проведена детальная проработка концептуальной методологии ускоренного строительства ЗГЭК.

11. Отмечен высокий уровень конкурентоспособности, инновационности и защищенности предлагаемой технологии отечественными патентами.

12. Отмечено, что проект обладает высоким уровнем экспортного потенциала, учитывая, что разработка волновых энергозащитных устройств двойного назначения в мире не ведется, и поэтому российские технологии комбинированного использования комплексов волновой защиты и ВИЭ имеет

значительный рыночный потенциал.

13. Представлены дополнительные направления перспективных разработок по рассматриваемому вопросу.

14. Представлены эскизы проектов ЗГЭК для бухт г. Евпатории, г. Геленджика и Республики Мальта.

**В обсуждении доклада и прениях выступили:** Елистратов В.В. (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»), Илюшин П.В. (председатель секции АСРЭиРЭР), Рустамов Н.А. (секретарь секции ВиНЭ), Гусев Ю.П., Чо Гван Чун (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»), Щепетков С.К. (АО «Техническая инспекция ЕЭС»).

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

**Елистратов В.В.** – Директор Научно-образовательного центра «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе» ФГБОУ ВО «СПбПУ», д.т.н., профессор.

Обратил внимание, что в числе современных трендов использования распределенных энергетических ресурсов крайне незначительное место занимают волновые электростанции.

Отметил, что энергия, запасенная в волнах, по количеству может превосходить энергию, накопленную в ветре и солнце, в связи с чем вопросы развития приливной гидроэнергетики остаются особенно актуальными.

Обратил внимание, что представленная конструкция является результатом больших и трудоемких научно-технических исследовательских работ.

Отметил, что разработка конструкции включала в себя оптимизацию угла наклона аппарателей, оптимизацию объема демпфера и балластной камеры, разработку системы якорения, создание системы преобразования обратно-поступательного движения во вращательное и др.

Обратил внимание, что к рассмотрению представлена конструкция ЗГЭК, так как дополнения в виде ветроэнергетических установок и фотоэлектрических модулей являются в достаточной степени известными разработками.

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

Обратил внимание, что основная полезная функция представленной конструкции заключается в защите береговой линии от разрушительного действия морских волн.

Отметил, что система рассеивает и гасит энергию волн тем самым защищая берег от разрушения.

Обратил внимание, что при выдаче электроэнергии рассматриваемым прибрежным энергетическим комплексом в энергосистему, возникает вопрос согласования режима его работы с Системным оператором, в случае, если суммарная установленная мощность превышает 5 МВт. При этом целесообразно рассмотреть возможность работы энергетического комплекса в локальном энергорайоне на выделенную нагрузку.

Отметил, что проблемные вопросы, связанные с нестационарностью выработки электроэнергии прибрежным энергетическим комплексом, целесообразно решать за счет применения систем накопления электроэнергии.

**Щепетков С.К.** – Советник генерального директора АО «Техническая инспекция ЕЭС».

Обратил внимание, что распределительное устройство располагается на берегу, а передача электроэнергии от генерирующих установок на берег осуществляется с помощью подводного кабеля.

Отметил, что необходимо дополнительно исследовать вопросы влияния соленой морской воды и ее паров на техническое состояние фотоэлектрических модулей. Решение вопросов герметизации отдельных узлов является крайне важным для снижения показателей аварийности и обеспечения высокого коэффициента готовности.

Обратил внимание на необходимость проведения периодического технического обслуживания подводной части конструкции с выполнением работ по очистке аппаратов от отложений.

**Рустамов Н.А.** – Ученый секретарь секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика», к.т.н., доцент.

Отметил важность экологической составляющей, так как проблемы охраны окружающей среды и обеспечения электроэнергией часто взаимосвязаны и данные проблемы необходимо решать комплексно.

Обратил внимание, что для зарубежной ветроэнергетики прогноз нагрузки на сутки вперед составляет 95%. Высокий процент обусловлен достаточно большим количеством метеорологических спутников и вычислительных мощностей центра обработки данных.

Отметил целесообразность передачи электроэнергии на берег с помощью постоянного тока.

Обратил внимание, что один ряд волновых установок гасит только треть энергии волн, однако три ряда установок не смогут работать на полную мощность.

Обратил внимание на важность вопросов, связанных с сезонностью выработки электроэнергии различными объектами ВИЭ.

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

Обратил внимание на необходимость установки силовых трансформаторов на одном из модулей, с целью снижения потерь при передаче электроэнергии на береговую линию. При этом открытыми остаются вопросы организации заземления электроустановок и обеспечения безопасности приведения работ на высоковольтной части трансформаторной подстанции.

Отметил, что рассматриваемый прибрежный энергетический комплекс имеет достаточно высокий расчетный коэффициент использования установленной мощности (далее – КИУМ) до 54%. При этом расчет КИУМ необходимо проводить для волн разного типа и различных акваторий.

Обратил внимание, что применение суперконденсаторов должно быть обосновано при проектировании с учетом их технических особенностей, характеристик выдачи мощности и их высокой стоимости.

Обратил внимание на важность решения вопросов, связанных с управлением режимами работы энергетического комплекса и обеспечением показателей качества электроэнергии на шинах электроустановок потребителей.

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. Основным недостатком технологии ВлЭД является недостаточная устойчивость конструкции к экстремальным волнам. За последние годы предпринимались попытки вводить ВлЭД в Австралии, Англии и других странах, однако под действием экстремальных волн станции выходили из строя.

2. Необходимыми условиями для широкомасштабного применения волновых технологий в мире являются:

- технические решения по обеспечению стойкости ВлЭД к штормам;
- экономическая эффективность и целесообразность в сравнении с хорошо зарекомендовавшими себя прибрежными ветровыми электростанциями, которые имеют аналогичную стоимость выработки электроэнергии и требуют схожих географических условий.

3. Представленная технология ВлЭД, прошедшая двухлетние испытания на стойкость и ресурсные испытания в натурных условиях акватории Черного моря (г. Геленджик), является технологией, которая не только устойчива к волнам любой высоты, но и демонстрирует высокие показатели на экстремальных волнах, эффективно выполняя функцию защиты побережья.

4. Заявляемые авторами проекта КПД = 50–75% и КИУМ = 54% являются расчетными и требуют дополнительного подтверждения на стадии сертификации

и аттестации.

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

1. Отметить положительный опыт коллектива авторов в области разработки прибрежного энергетического комплекса с функцией защиты береговой линии от штормового воздействия.

2. Отметить оригинальность и новизну представленной конструкции, универсальность устройства системы, решающей задачи погашения энергии волн, выработки электроэнергии и защиты береговой линии от разрушения.

3. Рекомендовать авторам проекта продолжить научно-исследовательскую работу с целью совершенствования представленной технической системы. Кроме того, рекомендуется принимать участие в совещаниях, конференциях и семинарах по выбранной тематике с целью доведения представленной информации до инвесторов и потребителей.

4. Одобрить и подтвердить обоснованность выбора общих и частных технических решений в проекте «Защита и энергия», включая комплексность подхода к решению проблем прибрежных зон, экономичность и техническую эффективность подавлению волновых воздействий на береговую инфраструктуру, эффективность преобразования энергии волн в электроэнергию, функциональность системы контроля и управления защитным гидроэнергокомплексом.

5. Рекомендовать разработчикам, проектировщикам и производителям оборудования сконцентрировать усилия:

– на выявлении потребностей в электроснабжении прибрежных потребителей для решения вопросов за счет использования «зеленой» энергии от ЗГЭК (опреснение воды, водоочистка акватории или лагун и др.);

– на разработках решений, устраняющих ограничения по глубине применения (30 м) секций ВлЭД на основе свайных конструкций (важно для решения проблем волнозащиты прибрежных зон с большими глубинами, например Имеретинской низменности в районе г. Сочи);

– на научных и проектных решениях, обеспечивающих устойчивость функционирования энергетических комплексов на базе объектов распределенной генерации различных типов, как в составе энергосистемы, так и в изолированных энергорайонах.

6. Рекомендовать авторам разработки на основе представленного доклада подготовить научно-технические статьи в отечественные отраслевые журналы «Энергетик» и «Вести в электроэнергетике» для ознакомления профессионального сообщества с данными материалами.

7. Отметить проект «Защита и энергия», как достаточно проработанный для его коммерческой реализации в прибрежных морских зонах, в которых требуется комплексное решение указанных проблем, и рекомендовать хозяйствующим субъектам и инвесторам рассмотреть вопрос об открытии соответствующего инвестиционного пилотного проекта.

С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ГЭИПК», к.т.н. Илюшин П.В. в котором отметил, что внедрение прибрежного энергетического комплекса будет способствовать как решению вопросов электроснабжения курортных зон и защиты береговой линии от штормовых воздействий, так и развитию туризма за счет создания курортной инфраструктуры повышенной комфортности. Кроме того использование разработанного энергетического комплекса целесообразно для организации электроснабжения прибрежных населенных пунктов в различных регионах страны.

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

Б.В. 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