

НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА РАЗВИТИЯ МОРСКИХ ВИЭ

А. А. Горлов

**Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН ,
Москва , Россия**

**Рабочая группа МариНет Национальной
технологической инициативы РФ**



В новой Морской доктрине , утвержденной Президентом РФ от 26 .07. 2015 года , для освоения

Мирового океана прописана в качестве долгосрочных задач:

« ... освоение инновационных технологий выработки электрической энергии с использованием приливно-отливных явлений , прибрежных приводных ветров и ветровых волн , температурного градиента воды , термальной энергии и течений , а также тепловой калорийности биомассы водорослей.»



За рубежом морскими и океанскими ВИЭ (ОВИЭ) волнения , течений, тепла, солености и ветра занимаются уже сотни компаний по всему миру . Наблюдается тенденция роста единичных мощностей типового ряда ОВИЭ и размещение их все дальше от берега в открытом море (до 15-50 км) на глубинах более 100 м. Такие автономные энергоблоки , мощностью от сотен киловатт до нескольких мегаватт , можно производить на небольших заводах и верфях , тиражировать большими сериями , легко транспортировать в избранную точку акватории и , главное, быстро устанавливать практически на любом грунте , в том числе и под водой (по льдом) , практически без долговременных дорогостоящих подготовительных работ. Из отдельных блоков достаточно просто , быстро и поэтапно можно составлять энергетические фермы мощностью в сотни мегаватт , а также их удобно поднимать при ремонте или переставлять в другое место. Важно , что для создания таких блоков и ферм применяются уже не сложные проекты гидроэнергетического строительства, а оффшорные или океанские судостроительные и подводные технологии.

Разработка и создание ОВИЭ является не просто тривиальной проблемой малой распределенной энергетики, а базируется с одной стороны на фундаментальных знаниях океанологии о физических, химических, биологических и геологических процессах, происходящих в Мировом океане, на обширных базах данных о ресурсах различных видов энергии океана в районах от экватора до полюса, на знаниях возможностей и перспектив развития современной океанской техники, а с другой стороны на знаниях о передовых технологиях различных направлений возобновляемой энергетики, широко представленных на Форуме REENCON XX1



Беспилотники повышенной автономности



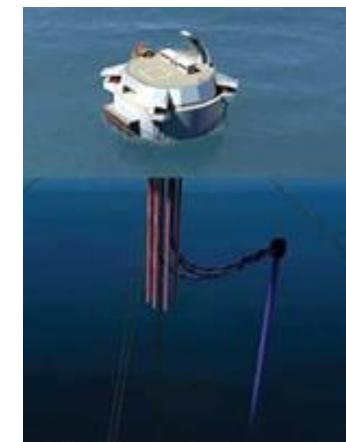
Волновые энергетические установки



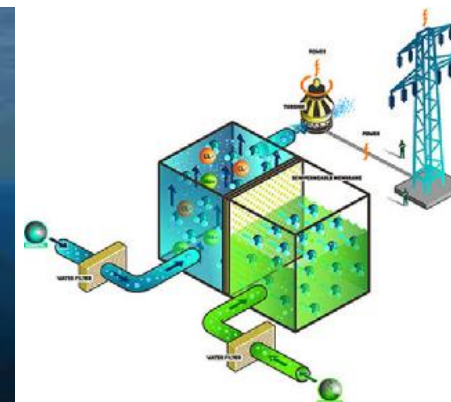
Установки энергии течений



Установки энергии ветра



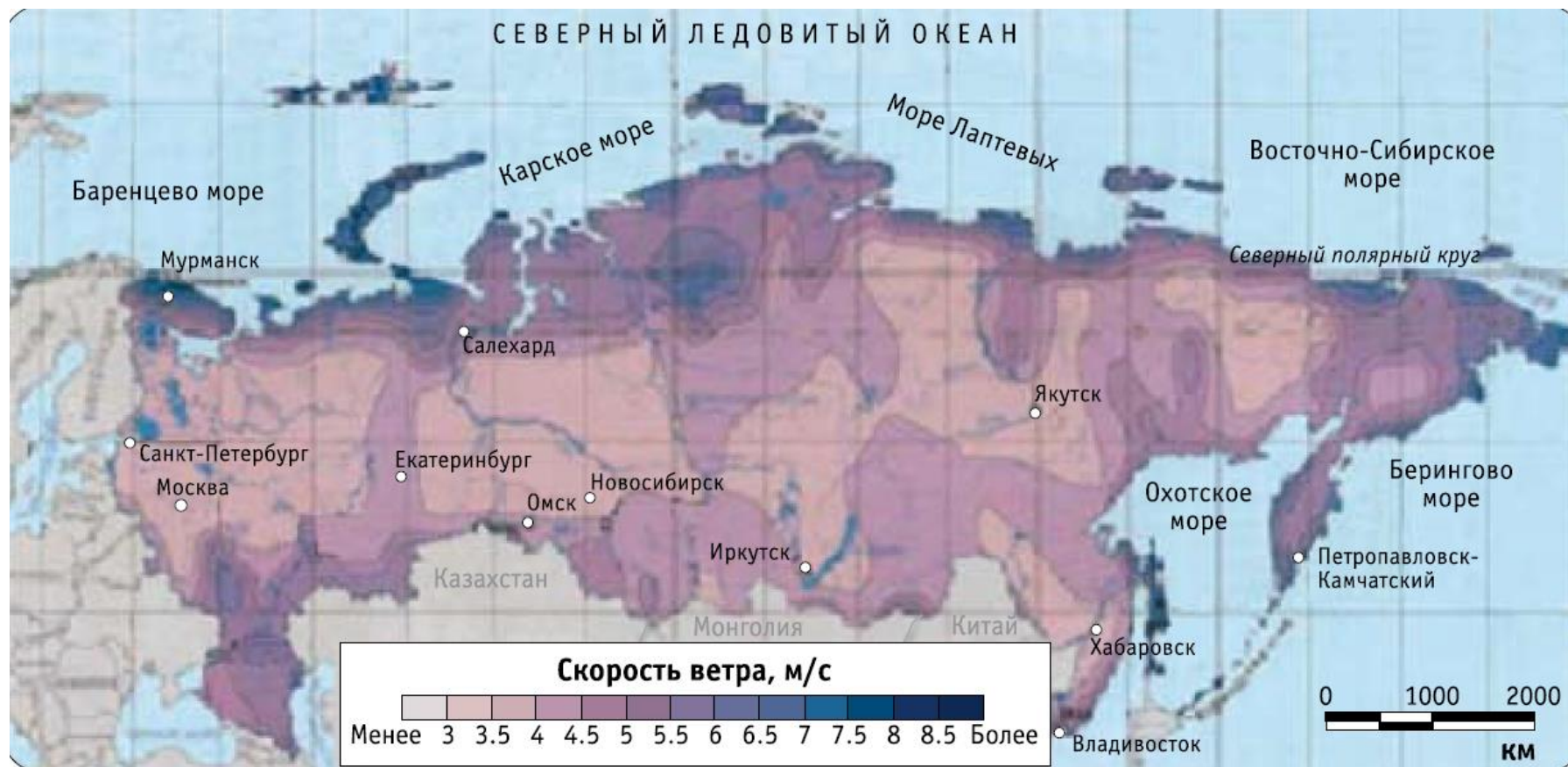
Установки энергии тепла океана



Установки энергии солености океана

МОРСКИЕ РЕСУРСЫ РФ

Энергия волнения до 30 Кв/м , скорости приливных течений от 1.0 to 5 м/с , скорость ветра от 8,0 м/с и выше , градиент температур зимой до 50-60 градусов



Планируются проектные мощности Северной ПЭС в Баренцевом море от **12 МВт до 24 МВт** , Мезенской ПЭС в Белом море до **12 ГВт** , Тугурской ПЭС в Охотском море до **11 ГВт** , Пензенской ПЭС в Охотском море около **110 ГВт** (Северный створ - **21,4 ГВт** , Южный створ - **87 , 1 ГВт**) , что составило бы равно **25% всех действующих электростанций России** . Для сравнения , мощность крупнейшей в России Саяно-Шушенской ГЭС составляет только **6,4 ГВт** . Но до сих пор **реально работает только** одна Кислогубская ПЭС , мощность которой у на текущий момент составляет **1,7 МВт** . Остальные все проекты **заморожены** .

Рабочая Группа MariNet Межведомственной рабочей группы по разработке и реализации Национальной технологической инициативы при Президиуме Совета по модернизации и инновационному развитию при Президенте Российской Федерации

- Морская отрасль – одна из фундаментальных основ глобальной экономики: 80% объема всех мировых перевозок, свыше 30% добычи нефти, один из основных резервов в области добычи полезных ископаемых и производства продовольствия.
- Радикальные изменения в трех областях – цифровая навигация (e-Navigation), инновационное судостроение, технологии освоения ресурсов океана – формируют перспективные рынки
- Ежегодные расходы потребителей в гражданском сегменте морской отрасли составляют свыше 1 трлн долларов в год.
- Доля перспективных рынков в этом объеме составляет около 5% и стабильно растет – с прогнозом до 10-15% в 2035 году.

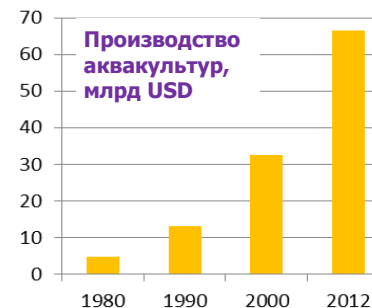


Цифровая навигация: единая информационная среда для взаимодействия участников отрасли

- ключевое изменение стандартов и модели работы морского транспорта, которое повлияет на глобальную организацию транспортных потоков и привлекательность транспортных коридоров;
- ЕС ежегодно тратит свыше 100 млн евро на исследовательские проекты в этой области;
- Россия может использовать свое положение в БРИКС для опережающего создания стандартов;
- российские ИТ-компании конкурентоспособны на международном рынке

Технологии освоения ресурсов океана: инфраструктура морской добычи, производства и выращивания аквакультур, развитие ОВИЭ;

- экспоненциальный рост промышленного освоения ресурсов океана в 21 веке – фокус на энергию и еду;
- текущие инвестиции в ОВИЭ, добычу энергоресурсов, производство аквакультур - свыше 80 млрд USD/год;
- использовать освоение морских ресурсов РФ для создания тиражируемых решений и продуктов для мирового рынка.



Инновационное судостроение: проектирование и строительство специализированных высокотехнологичных судов

- инвестиции в освоение океана формируют спрос на специализированные и высокотехнологичные суда;
- доля специализированного судостроения составляет около 10% или свыше 10 млрд USD/год и растет;
- экологические требования и волатильность цен на традиционное топливо стимулируют новую энергетику;
- судостроение РФ консолидировано и способно мобилизовать ресурсы на выбранных нишевых сегментах

Европейская Ассоциация энергии океана (ОЕЕ)



Для координации усилий по развитию ОВИЭ в 2013 году была образована Европейская Ассоциация энергии океана (Ocean Energy Europe - ОЕЕ), объединяющая в настоящее время около 113 энергетических, промышленных и финансовых организаций ЕС. Среди них крупнейшие компании и корпорации, такие как ALSTOM, SIEMENS, DCNS, EDF, DP ENERGY, ATLANTIS и другие. Целью ОЕЕ является создание сильной поддержки для развития энергии океана, в том числе улучшение доступа к финансированию проектов ОВИЭ и расширению деловых возможностей для своих членов. Для достижения этой цели ОЕЕ установила тесные связи с Европейской комиссией, Советом Европы, Европейским инвестиционным банком и национальными министерствами по энергетике, климату и финансам, что обеспечило поддержку ЕС и приток инвестиций к проектам ОВИЭ. Например, только по инвестиционной программе Horizon 2020 было выделено в 2014-2015 годах в сектор морской энергетики более 62 млн. Евро. Ассоциация ОЕЕ для ускорения процессов обмена информацией также организует ежегодную Европейскую Конференцию и Выставку по Энергетике Океана (Ocean Energy Europe Conference & Exhibition), где участвуют европейские министры, руководители и ведущие сотрудники различных компаний в этой области (Эдинбург -2013, Париж -2014, Дублин – 2015, Брюссель – 2016). В 2013 году ОЕЕ основала Технологическую Платформу «Энергия океана» (TP Ocean), которая является официальным консультативным органом при Европейской Комиссии и определяет технологические приоритеты финансирования научно-исследовательских программ. Для эффективного развития ОВИЭ с помощью ОЕЕ выполняются десятки различных совместных проектов стран ЕС.

Главная задача: снижение обобщенной стоимости (levelised) энергии (LCOE), которая в настоящее время для установок энергии течений составляет 0,2-0,4 Евро/ кВт-час (14-28 руб/кВт-час), а для установок энергии волнения оценивается от 0,407 до 0,52 Евро/ кВт-час (от 28 до 35 руб/ кВт-час).

Испытательный европейский центр морской энергетики (ЕМЕС)

ЕМЕС был образован в 2003 году

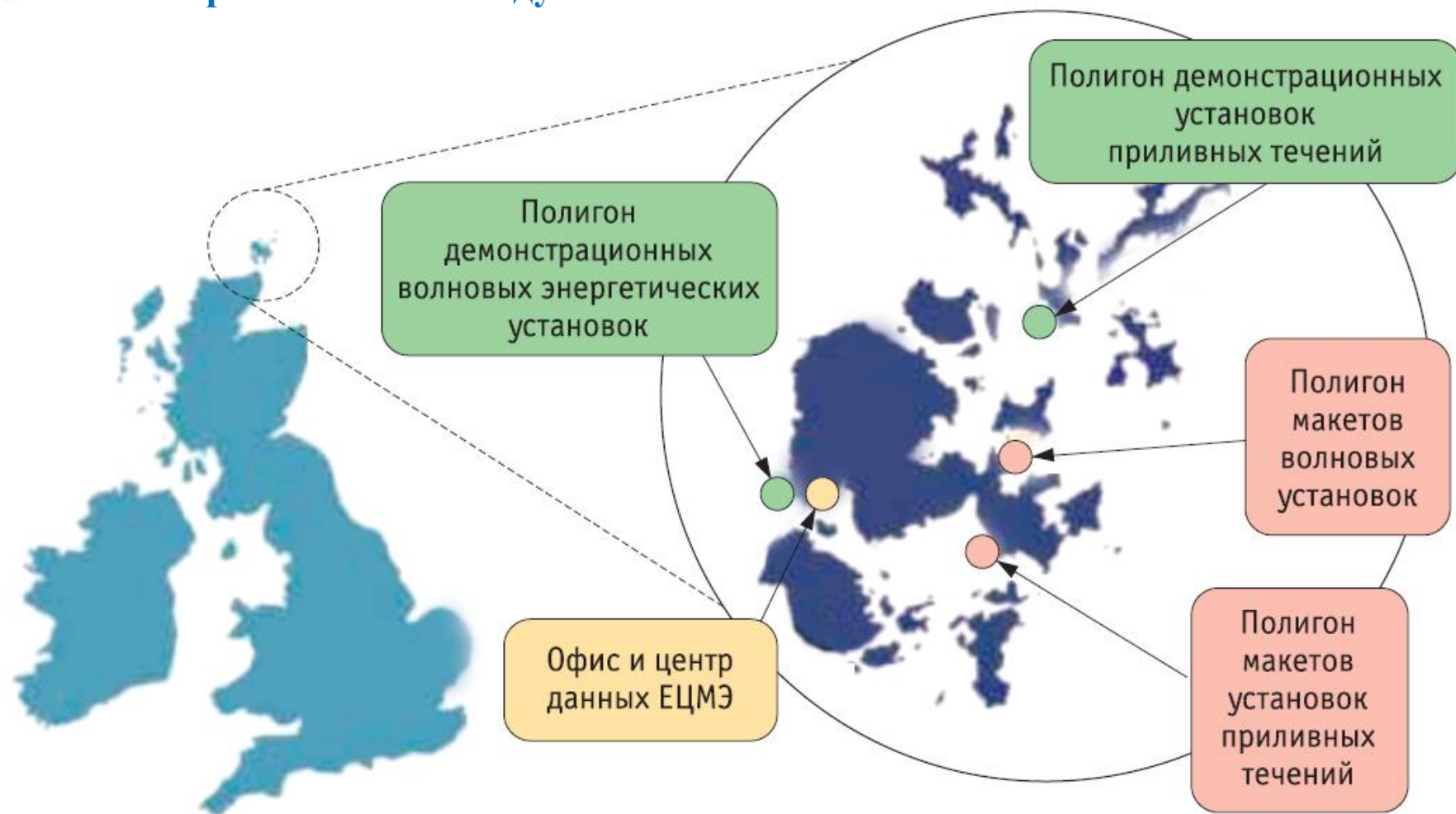
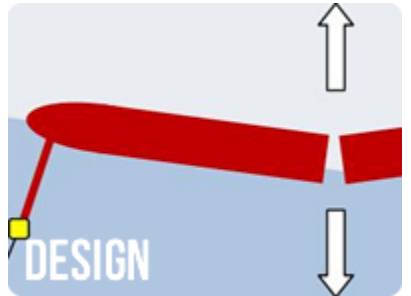


Схема расположения полигонов Европейского центра морской энергетики.

УСЛУГИ ЕМЕС ДЛЯ КОМПАНИЙ – РАЗРАБОТЧИКОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

ПЕРВЫЙ КОНТАКТ НАЧИНАЕТСЯ С ПОДПИСАНИЯ КОНТРАКТА !

ЕМЕС может предоставить заказчикам всю цепочку необходимых им услуг , начиная от разработки первоначальной концепции проекта, заканчивая полномасштабными испытаниями демонстрационных установок.



Помощь в финансировании прикладных исследований
Помощь в разработке проекта с использованием научно-технического опыта ЕМЕС



Помощь в разработке концепция преобразователя энергии волнения или течений
Помощь в получении финансирования
Предоставление исследовательской базы данных



Помощь в создании мелкомасштабных моделей
Обеспечение испытаний моделей в опытовых бассейнах

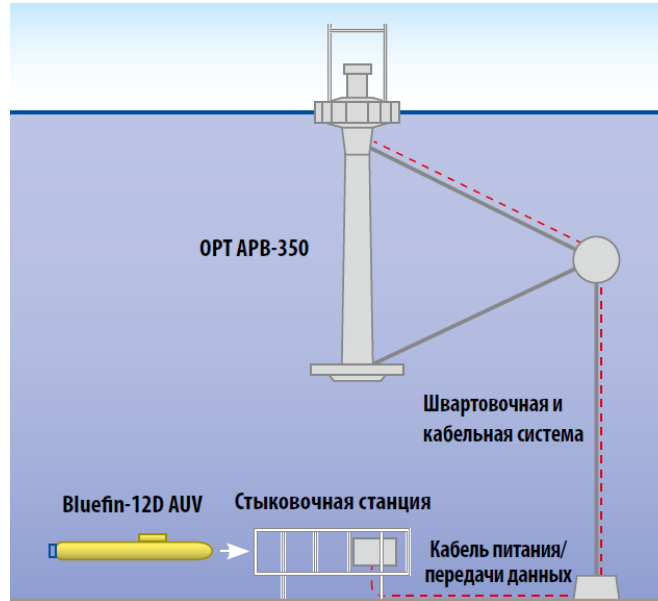
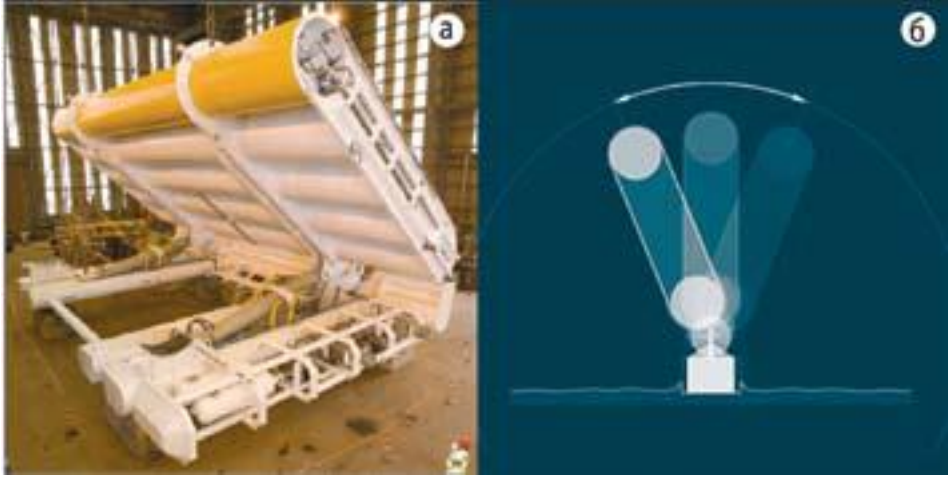


Помощь в создании демонстрационных установок и проведении их натурных испытаний в открытом море



Полномасштабное коммерческое развертывание установки

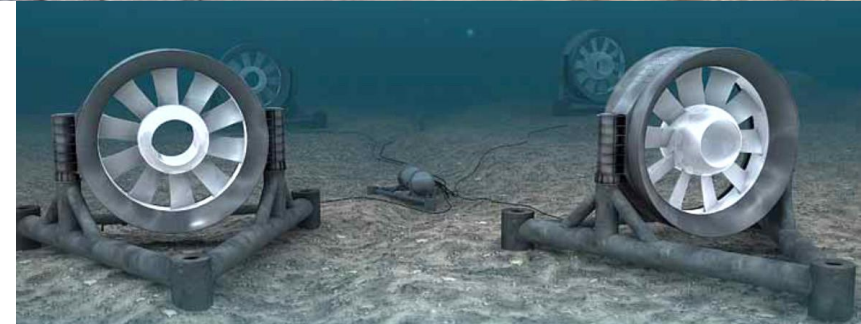
ИСПЫТАНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ВОЛНОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПОЛИГОНАХ ЕМЕС



ИСПЫТАНИЯ ПОДВОДНЫХ УСТАНОВОК ГЛАВНЫХ И ПРИЛИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА ПОЛИГОНАХ ЕМЕС



Турбины SeaGen



Турбины компании Atlantis

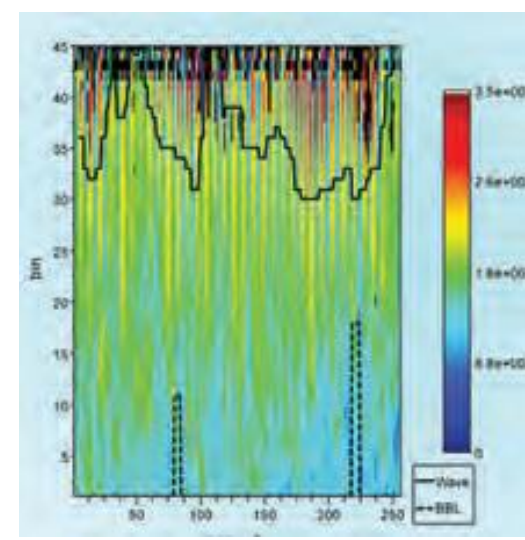


Шотландская компания Nautricity



НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПОЛИГОНАХ ЕМЕС

ЕМЕС располагает большим научно-техническим опытом после проведения более 1000 морских энергетических и экологических проектов, охватывающих развертывания устройств, соединения сети, прокладки подводных кабелей, сбора данных, различных мероприятия по мониторингу и многое другое.



- Проводится регулярный ежемесячный анализ данных Гидрометеорологической станции. Полученные отчеты доступны для разработчиков энергетических установок, получающих постоянно информацию о местных условиях, что очень помогает созданию конструкции установок, оценки способов и средств их развертывания.

- Постоянно проводятся экологические и биологические исследования влияния морских энергетических установок на жизнедеятельность омаров и других ракообразных, рыб и животных на испытательных полигонах.

- В рамках проекта Redart, связанного с испытанием подводных установок энергии течений, кроме постоянного экологического мониторинга с применением различного измерительного оборудования: морских радаров, дрейфующих гидрофонов и телеуправляемых подводных аппаратов, ЕМЕС разрабатывает программы 3-D гидродинамического моделирования поведения установки.

- Проводится с помощью подводной аппаратуры постоянный гидроакустический мониторинг параметров волнения и течений.

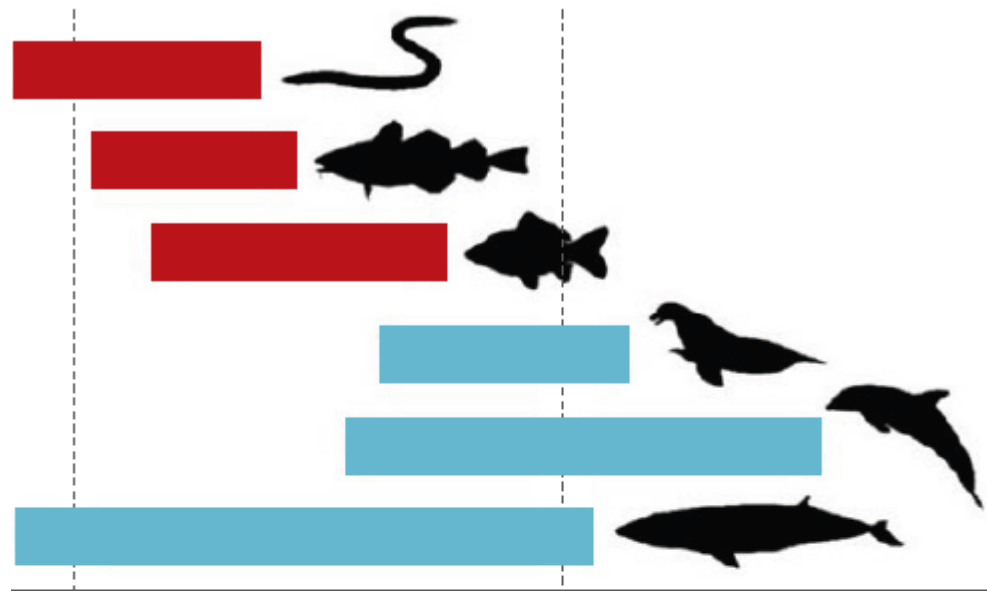
- Постоянно разрабатываются гидродинамические цифровые модели, имитирующие различные процессы волнения, течений, приливов, что обеспечивает проектантов подробной информацией, соответствующей реальным условиям в выбранных местах на полигонах ЕМЕС.

- Разрабатываются цифровые модели взаимодействия окружающей среды с преобразователями энергии волнения или течений, позволяющие давать точные оценки энергетической эффективности проектируемого устройства, предназначенного для прибрежной зоны или открытого моря.

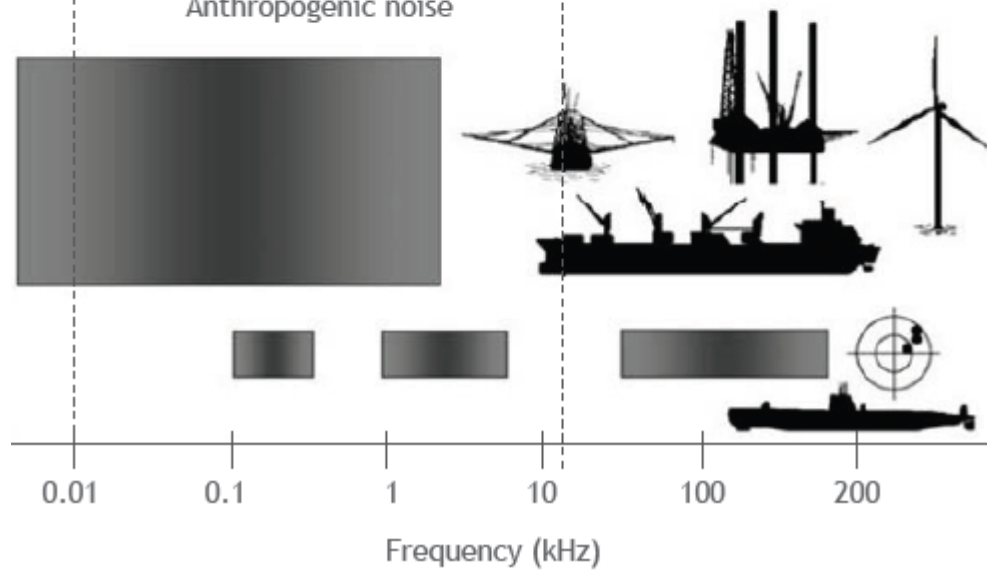
- Разработан теоретический и демонстрационный курс безопасности при работах на морском шельфе в области морских ВИЭ, по которому постоянно проводится обучение и подготовка специалистов.

АККУСТИЧЕСКИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПОЛИГОНАХ ЕМЕС

Hearing ranges of fish and mammals



Anthropogenic noise



Marine X-band radar system installed at EMEC electricity substation, UK.



WavEC monitoring buoy, Portugal.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОЕКТЫ ЕМЕС (ЭКСПОРТ ТЕХНОЛОГИЙ)

2011 - Стратегические соглашения , сформированные с Фанди исследовательским центром по энергетике океана (FORCE) Канады и Университетом океана Китая (ОНС).

2011 - начался совместный проект с 26 организациями , работающими в области энергии волн, приливов и плавучей ветроэнергетики по всей Европе в инфраструктурной сети ВИЭО (MaRINET)



2012 - ЕМЕС заключил соглашение о сотрудничестве с Японией, Южной Кореей, США и на Тайване, чтобы поддержать развитие объектов испытаний морской энергии по всему миру

2013 – в ЕМЕС состоялся симпозиум Global Ocean Energy для морских объектов испытаний энергии в Оркни с демонстрацией ведущих мировых работ, которые происходят в ЕМЕС

2013 - ЕМЕС объявила соглашение о сотрудничестве с Сингапуром с целью поддержки разработки испытательной лаборатории морской энергетики в этой стране.

Заявление коммерческого директора ЕМЕС :

«Работая вместе, мы можем помочь открыть рынки по всему миру для энергетических технологий волн и приливов , которые в настоящее время в разработке».

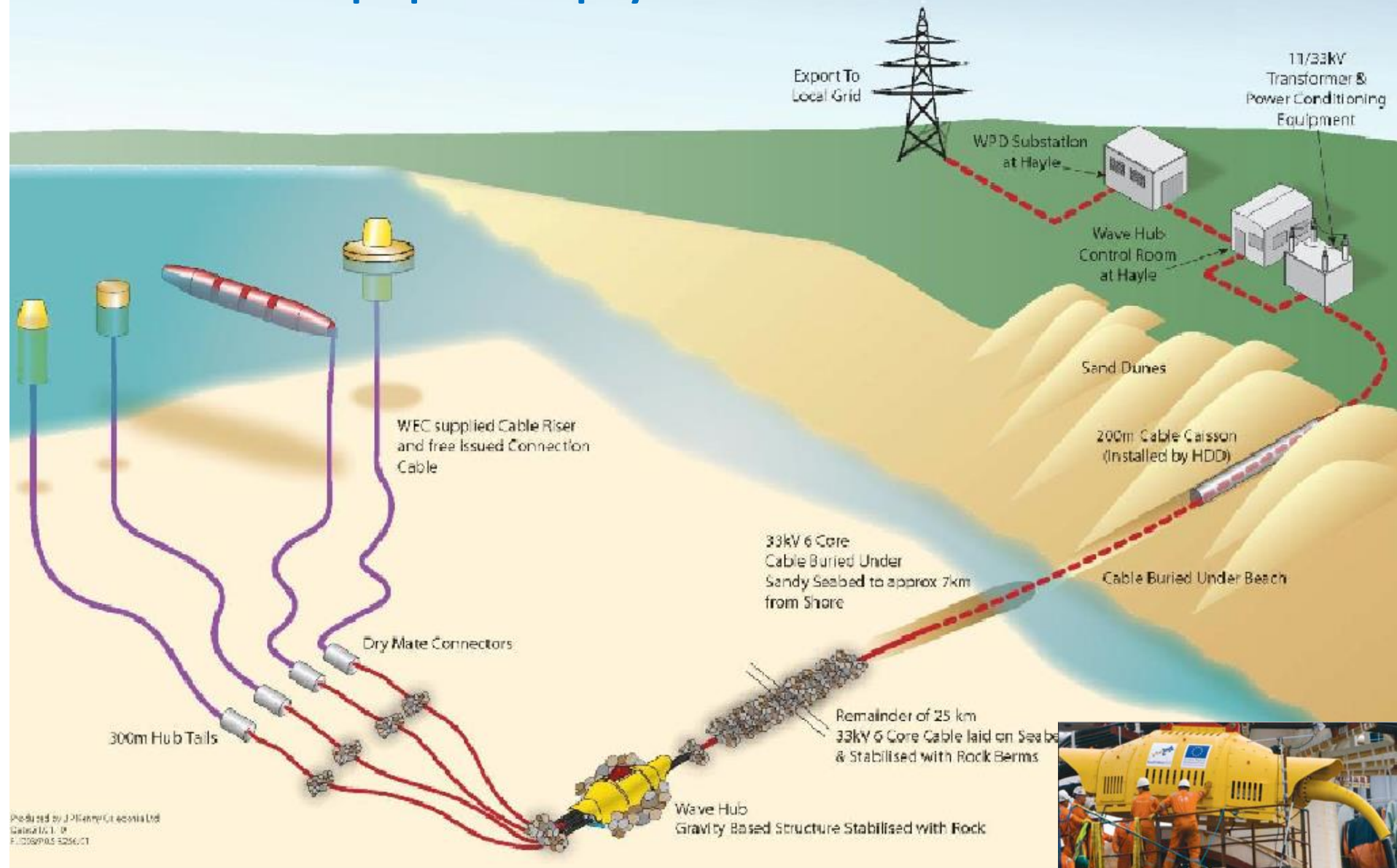
Заявление проф. Хонгда Ши из университета океана Китая (ОНС) :

"Морские возобновляемые источники энергии в Китае имеют потенциал для блестящего будущего, но нам самим предстоит пройти длинный путь . Более коротким путем развития является сотрудничество со странами, которые имеют продвинутые технологии и богатый опыт. Шотландия, без сомнения, такая страна, и ЕМЕС является лидером в области.

Китай развивает три морских полигона для натуральных экспериментов с ОВИЭ Шаньдун (технологии волновой и приливной энергии), Чжэцзян (технологии энергии приливных течений) и Гуандун (технологии волновой энергии).

По данным Синьхуа правительство уже инвестировало \$ 163,4 млн в программы финансирования, специально разработанные для морских возобновляемых источников энергии

Wave Hub в графстве Корнуолл



Европейская научно-исследовательская и сеть морских ВИЭ



(MaRINET)

MaRINET - финансируемая ЕС и ведущими компаниями-спонсорами сеть научно-исследовательских центров, которые обеспечивают научно-техническое взаимодействие, с целью ускорить разработку и коммерческое внедрение морских технологий возобновляемых источников энергии - волнения, течения и оффшорные ветер.

Научная сеть работает MaRINET начиная с апреля 2011 года. Участвуют 29 научно-исследовательских центров и 45 объектов научно-экспериментальной инфраструктуры из 12 стран Европы. Общий бюджет составляет € 11 млн (около 770 млн.руб). К настоящему времени выполняется более 300 совместных проектов. Имеющийся уже опыт работы MaRINET показывает большие возможности для продвижения морских ВИЭ и их **коммерческого использования.**

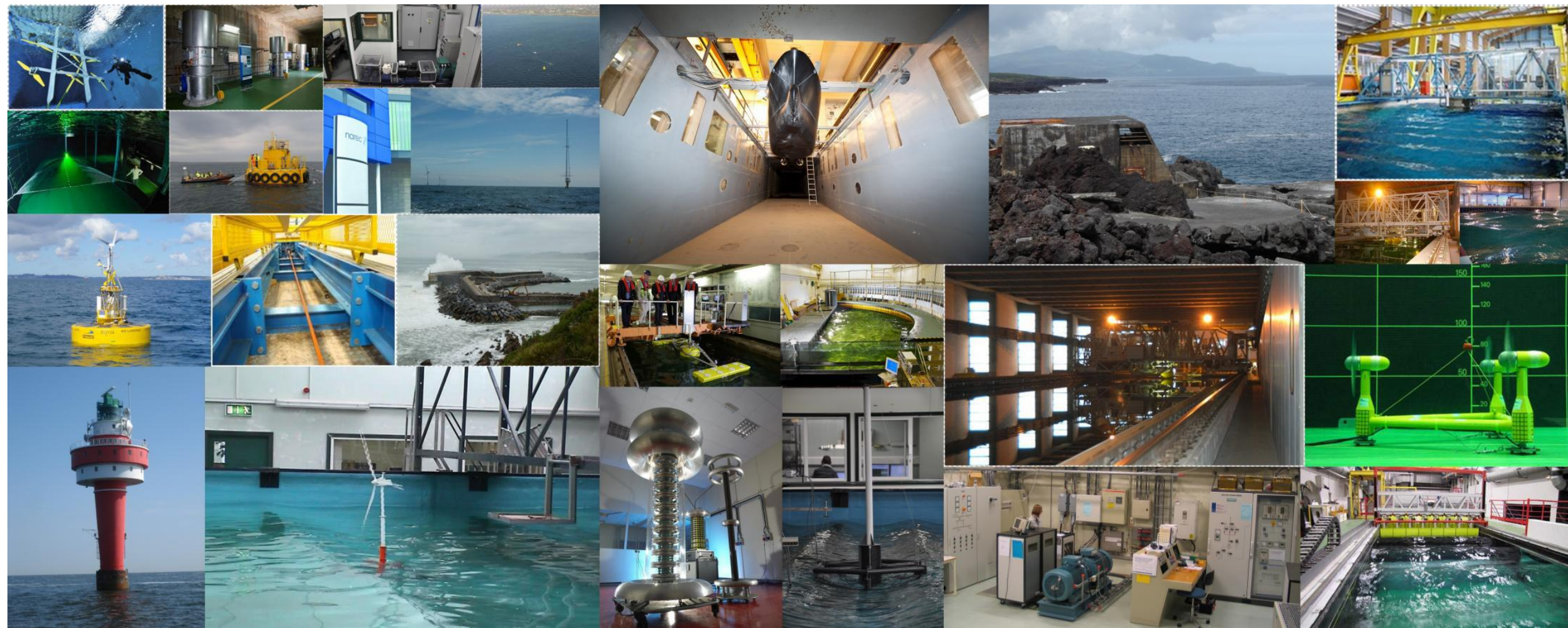


What does MARINET offer?



Научно-экспериментальная инфраструктура сети MaRINET

Путем свободного доступа к научной инфраструктуре и оптимизации процесса исследований и испытаний сеть MaRINET способствует быстрейшему продвижению проектов ОВИЭ на стадиях фундаментальных исследований, НИР и ОКР на всех уровнях - от моделей малого масштаба и лабораторных испытаний до демонстрационных установок и натурных испытания в открытом море.



Стандартизация испытаний в сети MaRINET

Курсы тренинга и обучений в сети MaRINET

Организации-партнеры сети координируют разработку различных стандартов , прежде всего для исследований и испытаний по единым методикам и критериям установок энергетики волнения , течений , ветра и сопутствующих морских технологий

В структуре MaRINET установлена четкая последовательность проведения совместных работ с полным обеспечением доступа всем своим членам- организациям ко всей своей инфраструктуре :

Первый этап – фундаментальные исследования и тестирование моделей масштабов: 1:25 – 100 в опытовых бассейнах при регулярном волнении

Второй этап - испытания демонстрационных моделей масштабов: 1:10 - 25 в опытовых бассейнах и реальных морских условиях

Третий этап – испытания моделей масштабов: 1:10 - 15 или 1: 1 – 4 в опытовых бассейнах и натуральных морских условиях максимально воспроизводящих условия в месте предстоящего базирования волновых установок.

Четвертый этап – натурные испытания макетов установок масштабов: 1: 1,25 в месте базирования

Пятый этап – натурные испытания демонстрационных волновых установок полного масштаба 1:1 в месте базирования

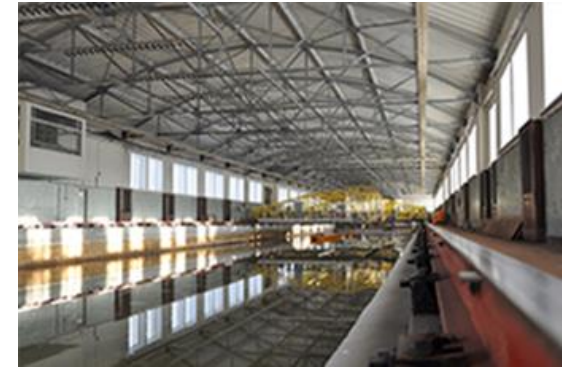
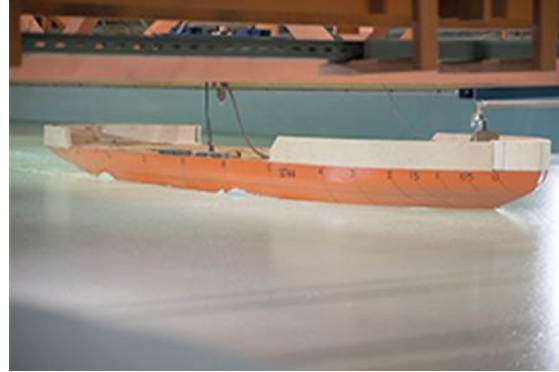
Организации-партнеры сети активно участвуют в совместных научных мероприятиях , обеспечивают широкий обмен информацией и методиками , изучают единые стандарты и программы тестирования моделей , проводят тренинги и обучение специалистов для повышения их профессиональной подготовки.



Round Robin testine at Strathclyde's Tow Tank. UK.

Аналогично проводятся исследования с целью развития WEC и в США (программа Wave Energy Prize)

ФГУП «Крыловский государственный научный центр»



Мелководный бассейн



Глубоководный опытный бассейн

Ледовый опытный бассейн



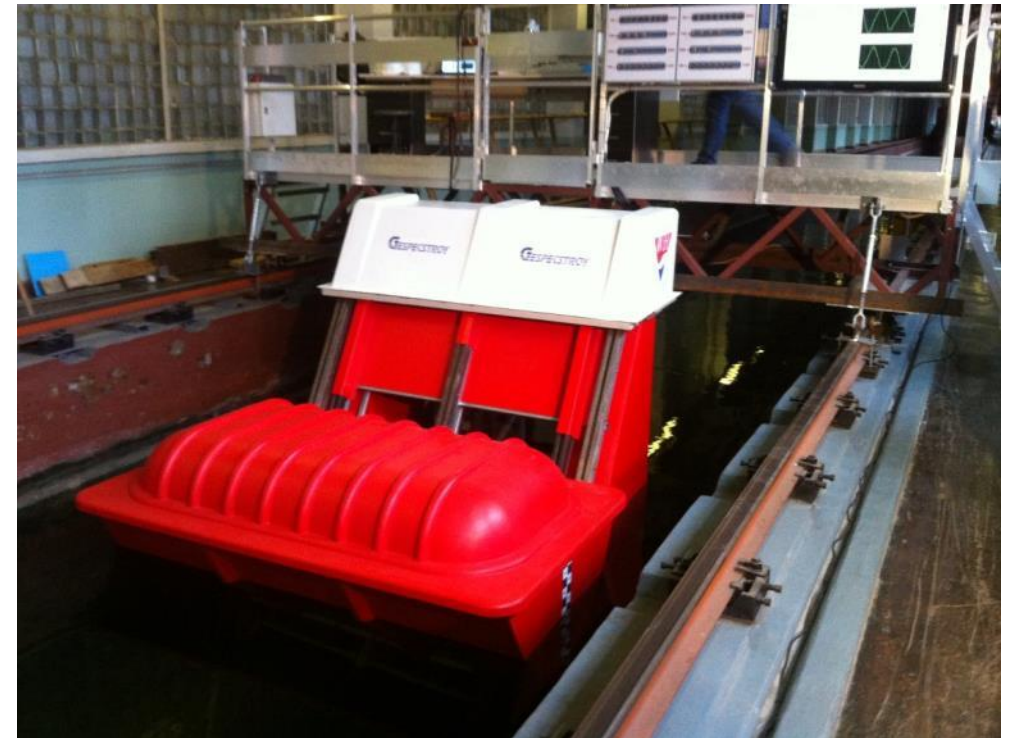
Циркуляционный бассейн



Мореходный бассейн

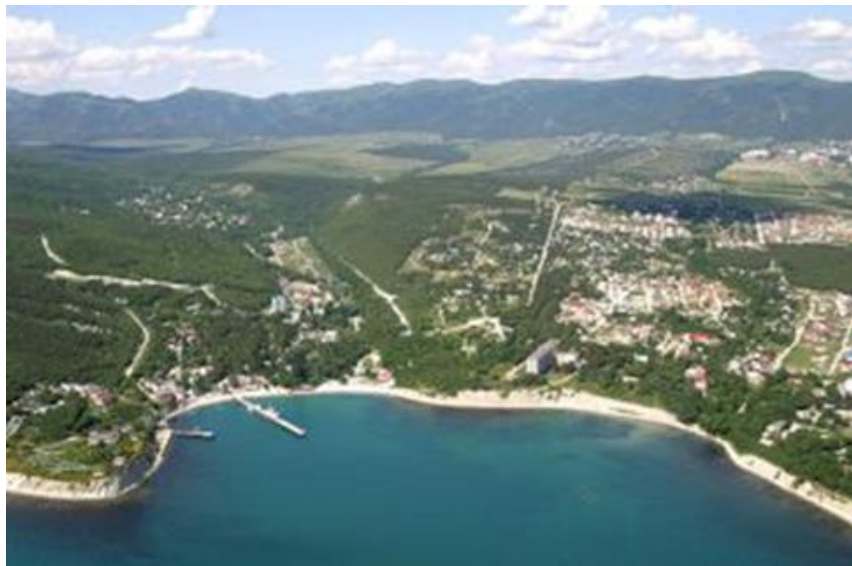


Большая аэродинамическая труба

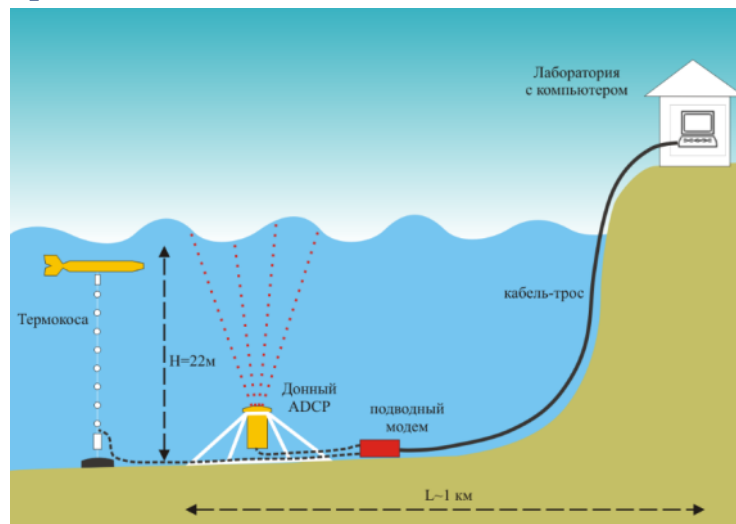
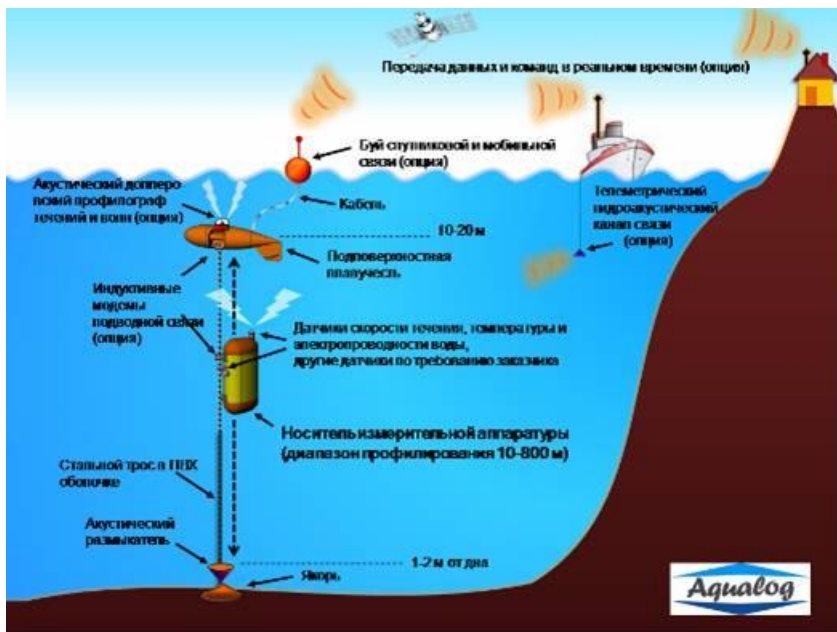


Волнозащитный энергетический преобразователь «Wave Hunter» компании ООО "НПО Гидроэнергоспецстрой"

Морской гидрофизический полигон Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ЮО ИО РАН) расположено на берегу Голубой бухты Черного моря в районе г. Геленджика.



Имеющаяся в ЮО ИО РАН производственная и жилищная инфраструктура, наличие квалифицированных специалистов в области морских исследований, механики, программирования, обработки и анализа данных, а также опыт в реализации инновационных научно-технических проектов, могут обеспечить решение основных задач РГ Маринет по осуществлению прикладных исследований и разработок в области морских технологий, в т. ч., области подводной техники, морской энергетики, подводной и надводной робототехники.



Концептуальная схема подспутникового полигона для многоуровневого мониторинга и фундаментальных исследований на акватории района Геленджикской бухты Черного моря

Научно-исследовательский и технологический задел ИО РАН для развития ОВИЭ в России

- Межлабораторная группа ИО АН СССР по «Энергетике океана» совместно с рядом научных и учебных организаций СССР, таких как Московский физико-технический институт, Московский энергетический институт, Энергетический НИИ им. Г.М. Кржижановского, Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе, Ленинградский механический институт, Всесоюзный аккумуляторный НИИ и других, разработала математические модели преобразователей и провела исследования в море физических моделей малого масштаба преобразователей энергии течений, волнения и тепла океана. Были разработаны и исследованы цифровые тепловые схемы энергоустановок, использующих разницу температур между океанской водой на поверхности и глубине (ОТЕС), а также разницу температур между подледной водой и наружным морозным воздухом (АОТЕС).
- Совместно с организациями – соисполнителями были разработаны и испытаны в натуральных условиях несколько моделей и макетов установок, использующих энергию волнения, течений и тепла океана и накопителей энергии, результаты были опубликованы в отчетах, статьях и были получены авторские свидетельства.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

