



В президиуме заседания (слева направо) Молодюк В.В., Саркисов А.А., Исамухамедов Я.Ш.  
Выступает Смоленцев Д.О.

## Возможности применения АЭС малой мощности для энергоснабжения гражданских потребителей

17 ноября 2016 года состоялось заседание Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике на тему «Возможности применения атомных станций малой мощности для энергоснабжения гражданских потребителей».

Со вступительным словом выступил первый заместитель председателя Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», д.т.н. профессор В.В. Молодюк, который сообщил, что на данном совместном заседании будет рассмотрена возможность применения атомных станций малой мощности. Растущий в мире интерес к атомным источникам энергии малой мощности и практические шаги ряда стран по развитию малой атомной энергетики подтверждают актуальность этого направления.

На предыдущих заседаниях рассматривались проблемы развития децентрализованной энергетики, однако вне обсуждения остались вопросы применения атомных источников малой мощности для децентрализованного энергоснабжения. Практические шаги России и ряда стран по развитию малой атомной энергетики подтверждают актуальность этого направления. Цель данного заседания — информировать научное сообщество о состоянии дел и проблемах создания и использования атомных станций малой мощности (АСММ).

Многие проблемы обеспечения потребителей электроэнергией и теплом могут быть решены путём создания атомных станций малой мощности, поскольку у них есть преимущества: автономность эксплуатации, возможность размещения в непосредственной близости от потребителя, отсутствие необходимости завоза дорого органического топлива. Сегодня энергоснабжение потребителей в районах Севера обеспечивается в основном за счёт дизельных электростанций (ДЭС). Применение АСММ в изолированных районах затруднено малыми нагрузками потребителей и высокими затратами на выработку энергии.

Использование атомных станций малой мощности позволит выполнить следующие государственные программы:

- «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 г.» (утверждена Постановлением Правительства РФ от 21.04.2014 № 366). Ответственный — Министерство регионального развития РФ;
- «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2015—2030 гг.» (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 06.06.2015 № 1033-р). Ответственный — Министерство промышленности и торговли РФ;
- «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» (утверждена Постановлением Правительства РФ от 02.06.2014 № 506-12). Ответственный — Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом».

Можно ли рассматривать АСММ в качестве энергетической альтернативы дизельным электростанциям для применения в районах децентрализованного энергоснабжения? Каковы их технико-экономические показатели?



Смоленцев Д.О.

На эти вопросы отвечает доклад «Возможности применения атомных станций малой мощности для энергоснабжения гражданских потребителей» научного сотрудника ИБРАЭ РАН Д.О. Смоленцева.

По определению МАГАТЭ атомными станциями малой мощности (АСММ) являются электростанции с реакторными установками единичной мощностью до 300 МВт (э).

Основными предпосылками к применению малой атомной энергетики для энергоснабжения потребителей на территории России являются:

- наличие потребителей, проблемы энергообеспечения которых могут быть эффективно решены за счёт АСММ;
- научно-технический задел в совокупности с развитыми компетенциями в области разработки, строительства и эксплуатации прототипов современных АСММ.

Как в России, так и за рубежом, интерес к малой атомной энергетике, помимо экспорта, связан с необходимостью энергоснабжения труднодоступных изолированных потребителей для освоения отдалённых регионов. Потребность в новых источниках энергии с высокой степенью надёжности и автономности эксплуатации (увеличенные интервалы обслуживания и снижение зависимости от поставок топлива) особо остро выражена для территорий децентрализованного энергоснабжения России. Необходимость создания таких источников энергии является актуальной задачей, от решения которой зависят не только темпы развития северных территорий, но и защита национальных интересов России в Арктике. Строительство распределительных сетей (ЛЭП и кабельных линий) в условиях вечной мерзлоты приближается к стоимости сооружения самих энергоисточников, в связи с чем энергоснабжение осуществляется от электростанций, размещаемых в непосредственной близости от потребителя.

Энергоснабжение потребителей в Арктике осуществляется в основном за счёт дизельных электростанций (ДЭС). При этом главной проблемой является северный завоз топлива, при котором доля транспортной составляющей в стоимости топлива может достигать 80 %.

Стоимость котельно-печного топлива для труднодоступных северных районов достигает 20, дизельного — 60—80 тыс. руб./т (при доставке авиацией 100—140 тыс. руб./т) и превосходит цену на оптовом рынке в 2—3 раза. Эксплуатация ДЭС в режимах следования за нагрузкой по графикам с низкой плотностью повышает удельный расход топлива и сокращает межремонтные интервалы. Степень износа основных средств генерирующего энергетического комплекса Арктики сейчас превышает 60 %.

Идёт постоянное нарастание экологического ущерба. Объём затрат по вывозу одной бочко-тары из-под горюче-смазочных материалов с арктических территорий оценивается в более чем 350 руб. Ликвидация ущерба составляет сотни млн руб., и эти цифры не учитываются в себестоимости топлива.

Типовая система энергоснабжения изолированных потребителей состоит из 5—7 дизель-генера-



торных энергоустановок (ДГУ) единичной мощностью 100—500 кВт. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии, рассчитанная по методике дисконтированных денежных потоков — LCOE, на ДЭС в районах децентрализованного энергообеспечения составляет от 30 до 50 руб./кВт·ч. Для потребителей с уровнем нагрузок около 100 кВт себестоимость вырабатываемой электроэнергии на ДЭС достигает 80 руб./кВт·ч.

Расчётная структура себестоимости вырабатываемой электроэнергии на ДЭС следующая, %:

- капитальные затраты в ДГУ, хранилище топлива, вспомогательные здания и сооружения — 22;
- затраты на топливо, масла и тосол — 62;
- эксплуатационные затраты (фонд оплаты труда, запасные части, инструменты, принадлежности, услуги сторонних организаций и прочее) — 16.

Электрические нагрузки действующих и перспективных горнодобывающих предприятий, расположенных в арктической зоне Республики Саха (Якутия) и Чукотского автономного округа, составляют в основном 10—30 МВт.

Для энергоснабжения крупных потребителей целесообразно использовать ТЭЦ на угле или парогазовые установки (ПГУ).

При стоимости угля 20 тыс. руб./т у. т. себестоимость электроэнергии на ТЭЦ указанной мощности составит 7 руб./кВт·ч с долей топливной составляющей равной 80 %. При стоимости газа 17 тыс. руб./тыс. м<sup>3</sup> себестоимость вырабатываемой электроэнергии на ПГУ составит 5,5 руб./кВт·ч с указанной выше долей топливной составляющей.

Технико-экономические характеристики транспортабельных АСММ соответствующих мощностных диапазонов позволяют рассматривать их в качестве энергетических альтернатив для применения в районах децентрализованного энергоснабжения.

Изначально заказчиками атомных энергоисточников малой мощности были военные ведомства. В 50-е годы XX века как в СССР, так и в США, транспортабельные и стационарные АСММ разрабатывались для обеспечения энергоснабжения удалённых военных баз и стратегически важных объектов. С 60-х годов прошлого столетия ведутся исследования и опытно-конструкторские работы по применению АСММ в локальных энергосистемах удалённых и труднодоступных регионов.

На площадке ФЭИ им. А.И. Лейпунского была создана и работала с 1963 по 1966 г. транспортабельная ТЭС-3 мощностью 1,5 МВт (э). Электростанция располагалась на четырёх самоходных гусеничных платформах.

В НИИАР была введена в эксплуатацию АСММ АРБУС (Арктическая блочная установка) мощностью 750 кВт (э). Установка также работала в режиме выработки тепла.

Параллельно в США были построены и введены в эксплуатацию около 10 опытных АСММ, которые, как и отечественные проекты, после проведения испытаний не нашли дальнейшего развития.

Долгое время АСММ масштабно применялись только в составе силовых энергетических установок на атомных подводных лодках и на судах единственного в мире российского атомного ледокольного флота.

В середине 70-х годов прошлого столетия были введены в эксплуатацию четыре блока Билибинской атомной теплоэлектроцентрали (АТЭЦ). Единственная промышленная АСММ по настоящее время эксплуатируется в составе Чаун-Билибинского энергоузла, электрическая мощность каждого блока составляет 12 МВт (э). Одновременно потребителям отпускается тепло в объёме до 67 Гкал/ч. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии на Билибинской АТЭЦ составляет 12—15 при отпускном тарифе 5—6 руб./кВт·ч.

В 60—70-х годах XX века малые ядерные установки стали широко включаться в программы развития промышленности и энергетики страны. А в 1991 году был инициирован конкурс «АСММ-91», нацеленный на отбор наиболее готовых к практи-



В зале заседания

ческому применению проектов. Всего на конкурсе был представлен 21 проект.

Растущий в настоящее время в мире интерес к АСММ и практические шаги ряда стран по развитию малой атомной энергетики подтверждают актуальность этого направления.

По информации МАГАТЭ в 9 странах существует более 40 проектов АСММ, находящихся на различных стадиях проектной разработки, лицензирования и строительства. В открытых источниках информации содержатся данные по 20 отечественным проектам АСММ.

Условно атомные энергоустановки малой мощности могут быть разделены на следующие категории (классификация МАГАТЭ):

- модульные АСММ с усовершенствованными реакторными установками (РУ) с водой под давлением;
- инновационные АСММ 4-го поколения с неводяным охлаждением;
- плавучие АСММ и подводного размещения (большинство также относятся к 1-й категории);
- АСММ с РУ 2-го поколения на базе широко используемых в настоящее время технологий.

Наиболее близкими к реализации являются проекты АСММ с РУ 1-й категории:

- CAREM-25, 25 МВт (Аргентина, строительство прототипа);
- SMART, 90 МВт (Республика Корея, лицензирование);
- mPower, 180 МВт, модульная x 2 (США);
- NuScale, 45 МВт, модульная x 12 (США);
- Westinghouse SMR, 225 МВт, модульная (США, технические предложения);
- АСР-100, 100 МВт, модульная (Китай, строительство);
- АСР50S, 60 МВт, плавучая АЭС (Китай, строительство);
- отечественные проекты (1-й и 3-й категории) КЛТ-40с (начало эксплуатации — 2019 г.) и АБВ-6Э, семейство проектов типа «Шельф» (технические предложения).

При благоприятном стечении обстоятельств можно ожидать, что именно эти проекты составят основу малой атомной генерации.

Реализация и подтверждение работоспособности технологий малых атомных энергоустановок откроет доступ на мировой рынок и обеспечит лидерство в выполнении заказов для стран, планирующих развитие атомной энергетики, в том числе и на основе АСММ.

Военными ведомствами разрабатывается ряд транспортабельных АСММ. Возможное применение ядерных энергетических установок для энер-

госнабжения военных объектов будет стимулировать развитие гражданского применения АСММ. Конверсия технологий снизит технологические и экономические риски реализации проектов.

Среди основных преимуществ, связанных с применением малой атомной энергетики, можно выделить следующие:

- модульная конструкция АСММ с высокой степенью заводской готовности позволяет минимизировать сроки и объёмы капитального строительства в районе размещения, сократить сроки сооружения до 3 лет, варьировать мощность станции кратно единичной мощности РУ в зависимости от изменения потребностей;
- возможность транспортирования модулей АСММ или полностью готовых к эксплуатации станций в удалённые районы;
- расширение возможностей по привлечению инвестиционных ресурсов за счёт снижения капитальных затрат на сооружение энергоблоков;
- высокая автономность эксплуатации. Значительное снижение зависимости от топливной составляющей, минимизация персонала на площадке станции либо полная автономность эксплуатации;
- возможность неэлектрического применения: производство тепла (обязательное для северных территорий), опреснение воды, выработка водорода и прочих вторичных энергоносителей;
- уменьшение размеров санитарно-защитной зоны;
- размещение в непосредственной близости от потребителя;
- снижение ядерных рисков и возможного ущерба третьим лицам в случае реализации аварийных ситуаций;
- замещение энергоисточников на органическом топливе и уменьшение выбросов парниковых газов.

Предполагаемые заказчики АСММ:

- предприятия нефтегазовой, горнодобывающей отраслей, металлургии и химической промышленности;
- отдалённые населённые пункты и прочие объекты гражданского использования;
- порты северного морского пути.

Китай рассматривает применение АСММ для опреснения морской воды в прибрежных районах. В США применение атомных энергоисточников малой мощности связывается с развитием распределённых энергетических систем.

По оптимистичному прогнозу Агентства по атомной энергии Организации экономического со-



трудничества и развития (NEA OECD) и МАГАТЭ к 2035 г. установленная мощность АСММ в мире достигнет 21 ГВт и составит 3 % всей атомной генерации, то есть около 9 % всех новых АЭС в период 2020—2035 гг. приходится на АСММ.

Для достижения оптимистичных показателей развития малой атомной энергетики создаваемые АСММ должны удовлетворять следующим требованиям:

- *конкурентоспособности по сравнению с прочими энергетическими альтернативами.* Капитальные затраты, экономика топливного цикла и себестоимость производства электроэнергии должны быть оптимизированы с учётом эффектов снижения стоимости при серийном производстве и модульной компоновке;
- *транспортабельности к целевому потребителю.* Массогабаритные характеристики АСММ должны позволять осуществлять доставку энергоблоков существующими техническими средствами;
- *автономности эксплуатации.* Достижение высокой референции за счёт длительной топливной кампании, минимизации обслуживающего персонала;
- *безопасности эксплуатации, выводу из эксплуатации с учётом требований МАГАТЭ.*

Для реализации намеченных показателей программы социально-экономического развития Арктической зоны с учётом износа оборудования объектов генерации к 2025 году потребность в энергоисточниках в регионе составит до 10 ГВт (э), что исчисляется сотнями энергоустановок малой мощности.

При рассмотрении возможностей применения АСММ для энергоснабжения приоритет должен отдаваться энергоустановкам с большой степенью адаптивности их технико-экономических характеристик и готовности к серийному применению.

Несмотря на необходимость переориентации промышленного производства для серийного выпуска АСММ, основным сдерживающим фактором на данном этапе развития направления является экономическая эффективность. Стоимость строительства АСММ определяется исходя из проектов большой мощности на основании номенклатуры оборудования и масштабированием объёмов строительно-монтажных работ.

Модульная компоновка и серийное производство АСММ снизят как капитальные, так и эксплуатационные затраты. Серийное производство АСММ может снизить стоимость по сравнению с головной станцией на 30—40 % (примерно 15 % для второй станции в серии, 5 % — для третьей и последующей станции при дальнейшей стабилизации стоимости на уровне 60—70 % головного образца).

Наибольшую неопределённость имеют эксплуатационные затраты АСММ. АСММ требуют разработки новых видов ядерного топлива, позволяющего увеличить время работы без перезагрузки. Сроки исполнения НИР по топливу, его испытания и изготовление (3—7 лет) определяют внешние границы технологической готовности всего проекта головной АСММ.

Единственным реализуемым на стадии строительства проектом АСММ в России остаётся плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС) «Академик Ломоносов» с двумя РУ КЛТ-40с мощностью по 35 МВт (э) и отпуском тепла до 73 Гкал/ч. Ожидается, что ввод в эксплуатацию ПАТЭС состоится в 2019 году после двух лет опытной эксплуатации. Окончательным местом размещения выбран г. Певек. Капитальные затраты в сооружение головной ПАТЭС составляют 37 млрд руб., расчётная себестоимость производства электроэнергии — 6 руб./кВт·ч.

Высокие эксплуатационные затраты ПАТЭС связаны с необходимостью транспортировки судна через каждые 12 лет для проведения капитального ремонта, обеспечением физической защиты и большим удельным фондом оплаты труда (ФОТ). Себестоимость производства электроэнергии при серийном производстве снизится незначительно и составит 5,2 руб./кВт·ч (ниже себестоимости производства электроэнергии на ТЭС на угле и сравнимо с ПГУ). Ведётся проработка проектов подводных капсульных АСММ:



Испытания первого в мире плавучего энергоблока «Академик Ломоносов»

- проект Айсберг;
- подводная установка типа «Шельф»;
- СВИР.

Достоверные данные по технико-экономическим характеристикам подводных АСММ в открытом доступе отсутствуют.

Для осуществления энергоснабжения передвижных и стационарных объектов, находящихся в труднодоступных районах, рассматриваются проекты транспортабельных, необслуживаемых АСММ мегаваттного класса. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии на таких АСММ по аналогам оценивается в 40—50 руб./кВт·ч.

Оценки экономической эффективности АСММ с заявляемыми проектировщиками характеристиками свидетельствуют о возможной их конкурентоспособности в районах децентрализованного энергоснабжения. Несмотря на рост удельных капитальных затрат с уменьшением мощности, конкурентоспособность АСММ наиболее явно выражена в диапазоне мощности до 5 МВт, где они конкурируют с ДЭС.

Ввиду резкого ограничения возможностей по регулированию в изолированных энергосистемах необходимо рассматривать применение накопителей энергии или динамических комплексных регуляторов потоков мощности для сглаживания нагрузок потребителей и, как следствие, для улучшения эксплуатационных характеристик и параметров топливной кампании АСММ (глубина выгорания, длительность), а также других энергоисточников в изолированных энергоузлах.

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Россия обладает уникальным опытом в проектировании, создании и эксплуатации АСММ, который в условиях реального рыночного спроса и заинтересованности мирового атомного сообщества позволит развить лидерство в данном направлении.
- АСММ может рассматриваться в качестве перспективного источника энергии для арктических территорий.
- Для гражданских потребителей зон децентрализованного энергоснабжения, изолированных промышленных потребителей и военных объектов наиболее оптимальный диапазон мощностей одного модуля АСММ составляет до 10 МВт (э).
- Развитие системы АСММ на начальных стадиях возможно только при государственном участии и для государственного заказчика. В дальнейшем возможна организация государственно-частного партнёрства.
- Необходимо создать унифицированный для нескольких групп потребителей проект АСММ мо-

дульной компоновки и подтвердить его технико-экономические характеристики на головных образцах.

В обсуждении доклада приняли участие: академик РАН А.А. Саркисов, академик РАН О.Н. Фаворский, д.т.н. Е.О. Адамов — научный руководитель АО «НИКИЭТ им. Н.А. Доллежала», член-корр. РАН Г.Г. Ольховский — президент ОАО «ВТИ», к.т.н. А.О. Пименов — заместитель директора — генерального конструктора по гражданским объектам АО «НИКИЭТ им. Н.А. Доллежала», д.т.н. В.В. Бушуев — генеральный директор ЗАО «ГУ Институт энергетической стратегии, д.т.н. Ю.Н. Кучеров — советник директора по управлению развитием ЕЭС АО «СО ЕЭС», к.т.н. В.И. Чемоданов — заместитель генерального директора по стратегическому планированию развития энергетики ОАО «Институт «Энергосетьпроект», к.т.н. В.П. Билашенко — старший научный сотрудник ИБРАЭ РАН, д.э.н. А.И. Кузовкин — заместитель генерального директора ОАО «Институт микроэкономики», К.В. Завизёнов — заместитель директора Департамента развития электроэнергетики Минэнерго России, д.т.н. В.А. Горбунов — заведующий кафедрой атомных электростанций Ивановского государственного энергетического университета, д.т.н. Н.Л. Новиков — начальник Центра новых электросетевых технологий ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», д.т.н. Б.К. Максимов — профессор НИУ «МЭИ», А.М. Яковлев — руководитель проекта Управления инновационного развития АО «Концерн Росэнергоатом», А.Ф. Бондаренко — советник директора по управлению режимами ЕЭС — главного диспетчера АО «СО ЕЭС», к.т.н. Э.М. Перминов — технический директор Корпорации «ЕЭЭК», к.э.н. В.А. Джангиров — заместитель председателя комитета Торгово-промышленной палаты РФ по энергетической стратегии и развитию ТЭК, д.т.н. В.Д. Ковалёв — президент международной Ассоциации производителей

высоковольтного электро-технического оборудования «ТРАВЭК», д.т.н. Ф.Л. Коган.

В своём выступлении Е.О. Адамов (АО «НИКИЭТ им. Н.А. Доллежала») отметил, что об установках АСММ мы говорим давно, и пора от слов переходить к делу. Билибинская АТЭС — успешный проект в этом направлении, станция осу-



Адамов Е.О.

ществляет глубокий суточный манёвр мощности. Запроса от энергетического рынка на АСММ нет, потому что нет реальной установки.

Для разработки реальной АСММ необходимо иметь государственную программу, общую для ГК «Росатом», Минэкономики и Минобороны России. Проблема обеспечения защиты от террористических актов резко поднимет затраты на их создание, и это надо учитывать.

Для разработки АСММ в диапазоне 1—10 МВт можно взять за основу семейство атомных энергоисточников на базе унифицированной реакторной установки НИКИЭТ, а до 20 МВт — разработки лодочных установок «ОКБМ Африкантов».

В. П. Билашенко (ИБРАЭ РАН) отметил, что для развития системы АСММ и закрепления технологического лидерства на международной арене необходимо выбрать базовую технологию и установить унифицированный мощностной ряд с учётом внутренних потребностей и дальнейшей возможности экспорта. Модульный принцип исполнения АСММ — это спасение для условий Арктики.



Билашенко В.П.

Для отобранной технологии целесообразно создать головной образец с единичной мощностью модуля до 10 МВт (э). Необходимо предусматривать и развивать электротехнические средства интеграции АСММ в изолированные энергосистемы. Одновременно надо готовить кадры для обслуживания АСММ. Вопросы вывода из эксплуатации и обеспечения физической защиты должны решаться без явного (необоснованного) перекоса в сторону удорожания строительства и эксплуатации АСММ. Сравнение АСММ с другими энергетическими установками должно проводиться в сопоставимых условиях. Также необходимо работать с населением по формированию положительной ориентации на размещение атомных установок и доверия к атомной энергетике.

А.О. Пименов (АО «НИКИЭТ им. Н.А. Доллежаля») отметил, что опыт использования АСММ у нас есть. Выработка тепловой энергии с её передачей потребителю по тепловым сетям в условиях Севера себя не оправдала из-за высокой аварийности тепловых сетей. Поэтому при проектировании АСММ надо переходить на электрообогрев потребителей.



Кучеров Ю.Н.

Ю.Н. Кучеров (АО «СО ЕЭС») поддержал необходимость разработки атомных источников малой мощности. Принимая во внимание общегражданское назначение АСММ для электроснабжения изолированных потребителей, необходимо уделить особое внимание надёжности электроснабжения, возможности работы АСММ в режимах

переменной нагрузки, а значит высокой манёвренности, пускам и остановам, влиянию этих режимов на ресурс оборудования, обеспечению энергоснабжения в периоды ремонтов АСММ, условиям создания полного комплекта оборудования.

При разработке технико-экономического обоснования (ТЭО) применения АСММ целесообразно рассматривать варианты использования накопителей электрической и тепловой энергии, источников возобновляемой энергетики, а также, как минимум, двухмодульное исполнение объектов АСММ с учётом высоких рисков в обеспечении надёжного энергоснабжения изолированных потребителей (районов) от объекта с одним энергоблоком.

Разработчикам рекомендуется вынести на рассмотрение заседания Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» технические условия использования АСММ для электроснабжения изолированных потребителей.

Ф.Л. Коган обратил внимание на то, что при развитии в стране распределённой энергетики могут быть востребованы АСММ намного большей мощности, чем рекомендованные в докладе источники мощностью 5—10 МВт. В районах, удалённых от магистральных ЛЭП, целесообразно создавать узлы централизованного электроснабжения от генерирующих источников мощностью 30—50 МВт и больше с передачей электроэнергии по относительно дешёвым линиям напряжением 20—110 кВ. Это важно и для Крыма, где курортная зона требует экологически чистых источников энергии.

В.И. Чемоданов (ОАО «Институт «Энергосеть-проект») отметил важ-



Чемоданов В.И.



ность рассматриваемой темы. Он указал на то, что сегодня у ГК «Росатом» нет определённого взгляда на развитие АСММ, и она ничего не может предложить энергетикам для замещения выбывающей Билибинской АТЭЦ. Поэтому ОАО «Институт «Энергосетьпроект» при проектировании схем развития энергосистем рассматривает замещение Билибинской АТЭЦ угольной электростанцией. Он считает, что необходимо ставить конкретные задачи по разработке АСММ.

Э.М. Перминов (технический директор Корпорации «ЕЭЭК») указал на то, что в настоящее время в мире активно прорабатывается энергетика будущего, предполагающая комплексное эффективное использование всех энергоресурсов: ископаемого углеводородного топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Учитывая преимущества ВИЭ, им уделяется всё возрастающее внимание, и их доля в мире быстро растёт. Для России, где до 70 % территории не имеют надёжного централизованного энергоснабжения, особый интерес представляет децентрализованная (распределённая) энергетика. В этих условиях наиболее целесообразным решением является разумное сочетание ВИЭ и АСММ.



Перминов Э.М.

По-видимому, надо понять, что такое АСММ по мощности. В возобновляемой энергетике было принято следующее: единичная мощность блока — 10 МВт, станции — 30 МВт. Сейчас в решениях Правительства РФ появилась мощность 25 МВт. Может быть, определить проще — «оборудование для децентрализованной энергетике».

К сожалению, ситуация с разработкой атомных источников малой мощности напоминает ситуацию с развитием возобновляемой энергетике: оба этих направления развиваются в стране очень слабо. Надо понимать, что со временем истощатся запасы нефти и газа, а возместить этот ущерб можно будет ВИЭ и атомными энергоустановками. И к этому надо готовиться уже сейчас, как делают это во многих странах мира.

Для продвижения работ по АСММ необходимо провести объективную инвентаризацию технологических «заделов», выявить уровни готовности разработок (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, готовность «под ключ»), определить перспективы их применения по регио-

нам, возможности экспорта новых технологий и необходимость импорта.

Следует подготовить основные заказы производству, сосредоточив их на российских предприятиях. После этого можно определить приоритетность проектов, решать вопросы последовательности финансирования и выходить в Правительство РФ с предложениями, как вести дальнейшие работы.

В.А. Горбунов (заведующий кафедрой атомных электростанций Ивановского государственного энергетического университета) отметил, что для выбора базовой установки, кроме удельных затрат на 1 МВт мощности ресурса работы установки, нужно ориентироваться на её энергетическую эффективность. С этой целью необходимо, как и в углеводородной энергетике, разработать показатели эффективности, например, удельные затраты условного топлива на выработку 1 кВт·ч электрической энергии.

Для повышения надёжности энергоснабжения северных и отдалённых районов децентрализованными источниками энергоснабжения необходимо рассматривать гибридную схему АСММ и ВИЭ. При переходе на электрообогрев потребителей теряется смысл в когенерации электрической и тепловой энергии, теряется эффективность за счёт получения электрической энергии и вторичной тепловой энергии. Может быть, имеет смысл в тепловых сетях использовать вместо воды другие теплоносители.

В своём заключительном выступлении академик РАН А.А. Саркисов отметил большую потребность в АСММ для энергоснабжения отдалённых территорий, которые составляют 2/3 всей территории страны. Научно-технический задел для создания АСММ в нашей стране есть. Однако всё сейчас делается стихийно, отсутствует единая стратегия в разработке АСММ. Уменьшение мощности атомной установки — это новая «философия» в создании АСММ.

Сейчас ГК «Росатом» не занимает твёрдую позицию в проблеме создания АСММ.

Для создания АСММ необходимо решить следующие первоочередные задачи:

- принять государственную программу создания АСММ;
- отработать технологию обращения с радиоактивными отходами;
- создать новые стандарты безопасности;
- обеспечить заказ на АСММ;
- наладить индустриальное производство АСММ;
- разработать стратегический документ.

Совместное заседание Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» и Научного совета РАН отметило следующее:



1. Россия обладает уникальным опытом в проектировании, создании и эксплуатации атомных станций малой мощности. В условиях реального спроса на АСММ наша страна может стать мировым лидером в создании АСММ. Формирование спроса необходимо стимулировать созданием головных образцов АСММ и подтверждением их технико-экономических характеристик.

2. Совместное заседание поддерживает инициативы ИБРАЭ РАН по изучению возможностей гражданского применения атомных станций малой мощности. АСММ могут рассматриваться в качестве перспективного источника энергии для зон децентрализованного энергоснабжения. Конкурентоспособность АСММ наиболее явно выражена в диапазоне мощности до 5 МВт, где они конкурируют с дизельными электростанциями. Атомные станции малой мощности должны быть востребованы при развитии в стране распределённой генерации. Во вторую очередь для целей экспорта и распределённой энергетики должны рассматриваться проекты АСММ установленной единичной мощностью около 50 МВт (э).

3. Атомные станции малой мощности могут в значительной мере помочь в выполнении государственных программ по социально-экономическому развитию удалённых районов Севера и Арктики, освоению шельфовых месторождений, обеспечению энергией зон децентрализованного энергоснабжения и др. При этом на стадии проектирования необходимо рассматривать возможность интеграции АСММ в энергетические системы.

4. Развитие атомных энергетических источников малой мощности на начальных стадиях возможно только при государственном участии и для государственного заказчика. В дальнейшем возможна организация государственно-частного партнёрства.

5. Технические условия использования АСММ для электроснабжения изолированных потребителей целесообразно рассматривать на заседаниях Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС».

С заключительным словом и по проекту решения выступил первый заместитель председателя Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» д.т.н., профессор В.В. Молодюк. Он предложил создать рабочую



Молодюк В.В.

группу по выработке решения совместного заседания. В рабочую группу войдут докладчики и выступившие на совместном заседании, а также заинтересованные организации и лица. Рабочую группу возглавит В.В. Молодюк.

## СОВМЕСТНОЕ ЗАСЕДАНИЕ РЕШИЛО:

1. Рекомендовать Минпромторгу России и ГК «Росатом»:

- провести инвентаризацию технологических «заделов» с целью выявления уровня готовности разработок атомных станций малой мощности для энергоснабжения гражданских потребителей;
- определить перспективы применения атомных станций малой мощности по регионам;
- определить приоритетность разработки проектов атомных источников малой мощности и решить вопросы их финансирования;
- разметить заказы по производству атомных источников малой мощности на российских предприятиях.

2. Рекомендовать ГК «Росатом» при участии Минэнерго России, Минрегиона России, Минпромторга России, Минэкономики России, Минобороны России, Российской академии наук внести изменения в государственную программу Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса», утверждённую Постановлением Правительства Российской Федерации от 02.06.2014 № 506-12, направленные на развитие атомной энергетики малых мощностей для энергоснабжения гражданских потребителей.

3. Рекомендовать Министерству регионального развития России как ответственному исполнителю государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 г.» рассмотреть возможность применения атомных станций малой мощности для энергоснабжения гражданских объектов на территории Арктической зоны нашей страны.

4. Рекомендовать Министерству промышленности и торговли России как разработчику и ответственному за выполнение государственной программы «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2015—2030 гг.» рассмотреть возможность применения атомных энергетических источников малой мощности для использования в судостроении и технике для освоения шельфовых месторождений.

*Фото Прокофьева П.С.*