

---

## ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

---

УДК 621.039.577-182.3

Ф.М. Митенков

### К ВОПРОСУ ОБ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Рассматриваются вопросы актуальности развития серийного производства объектов малой атомной энергетике в качестве одного из определяющих мероприятий по решению производственных и социальных вопросов освоения неиспользуемых территорий Зауралья, Сибири и Дальнего Востока, при этом подчеркивается необходимость организации соответствующих работ на основе целевых национальных программ.

*Ключевые слова:* атомная энергетика, объекты малой атомной энергетике, плавучая и стационарная АЭС, биологическая защита, технико-экономический анализ, демографическая проблема.

История человеческого общества свидетельствует, что одним из определяющих факторов его развития является эффективность и масштабы энергопроизводства, при этом значимость этого фактора непрерывно возрастает с течением времени.

XX век вошел в историю как век освоения человеком внутриатомной энергии, принципиально нового, практически неиссякаемого источника энергии для успешного решения обществом непрерывно растущих нужд в энергопотреблении.

Первое фактическое использование атомной энергии было осуществлено в военных целях (бомбардировка силами США городов в Японии в 1945 г.), затем атомные энергетические установки стали достаточно широко использоваться для военных кораблей США, СССР, Англии и Франции. Для мирного использования атомная энергетика нашла место в гражданском судостроении: атомные ледоколы СССР: «Ленин», «Вайгач», «Таймыр», лихтеровоз «Севморпуть» и др., торговое судно «Саванна» (США), а затем и в других развитых странах. Одновременно развернулись проектно-конструкторские работы по созданию атомных электростанций с использованием тепловых и «быстрых» энергетических реакторов.

В 1976 г. Правительством СССР было принято решение о создании в Нижнем Новгороде атомной котельной, которая должна была производить горячую воду для отопления нагорной части города в целом, т.е. объектов сугубо социального назначения. При этом 364 городских котельных, работающих на угле и нефтепродуктах, планировалось вывести из эксплуатации, что существенно сказалось бы на экологической обстановке в нагорном регионе города и экономической эффективности за счет сокращения численности обслуживающего персонала. При подготовке решения Правительства о строительстве атомной котельной в Н.Новгороде было также предусмотрено строительство подобной станции в Воронеже. Были обозначены некоторые другие города, в которых при положительных результатах эксплуатации в г. Н. Новгороде и Воронеже должны были также строиться атомные котельные типа АСТ-500.

Таким образом, немного более чем за 40 лет атомная энергетика прошла путь ста-

новления и готовится к новым эффективным решениям, которые должны способствовать широкому и интенсивному развитию большой атомной энергетики на базе усовершенствованных тепловых реакторов деления.

Проблема ресурса топливообеспечения реакторов планируется к решению на базе вводимых в эксплуатацию реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем типа БН, которые обеспечивают расширенное воспроизводство делящихся изотопов (плутоний и другие) с последующим производством ядерных тепловыделяющих сборок (ТВС) на специализированных предприятиях.

Следует иметь в виду, что отказ в проекте АСТ-500 от производства электроэнергии имел временный характер. В ОКБМ после завершения проекта АСТ-500 было выполнено несколько проектных разработок, удовлетворяющих общепринятым требованиям к ТЭЦ на органическом топливе с использованием основных проектно-конструкторских решений проекта АСТ-500.

Важнейшей проблемой атомной котельной было обеспечение приемлемой стоимости создания котельной и производимой продукции (товарная цена вырабатываемого пара и услуг котельной для потребителей).

Ко времени разработки проекта уже имелась информация о капитальных затратах при проектировании, создании и эксплуатации атомных электростанций. Было установлено, что удельные затраты определяются номинальной мощностью станции. Очевидно, что при использовании проектных и конструктивных решений, зарекомендовавших себя в большой атомной энергетике (с тепловой мощностью  $N_{\text{ном}}$  более 500 МВт), удельные затраты при создании атомных котельных будут превышать удельные затраты при создании больших АЭС во много раз.

Поэтому при разработке проектов малой атомной энергетики необходим поиск характерных решений, отражающих фактические особенности объекта малой атомной энергетики. Основные положения таких характерных решений, в частности, предусматривают:

- проектирование, конструирование, отработка технологий должны выполняться из условия серийного производства на всех привлеченных специализированных предприятиях;
- монтаж оборудования и обеспечивающих систем реакторной установки должен производиться на привлеченных предприятиях, отвечающих требованиям экономической оптимальности и качества;
- организация серийного производства строительных и монтажных работ в сфере инфраструктуры станции;
- минимизация строительного и эксплуатационного персонала за счет оптимизации инфраструктуры, механизации и автоматизации работ в процессе строительства;
- увеличение энергозапаса реактора за счет сведения к минимуму количества перегрузок за время эксплуатации (не более 1-2) либо обеспечение первой загрузки на весь планируемый срок эксплуатации станции, что предполагает представительную отработку топлива и конструкции активной зоны в целом. В проекте АСТ-500 предусмотрена возможность поиска разгерметизированных ТВС, их оперативной выгрузки и замены на новые ТВС. Такое решение позволяет значительно увеличить ресурс работы реакторной установки, не прибегая к полной перезарядке реактора;
- совершенствование используемых проектных решений с учетом фактической эксплуатации.

Соответствующий тщательный анализ, выполненный в процессе разработки и создания атомной котельной АСТ-500, позволил выделить ряд организационных, технологических, проектно-конструкторских решений, которые при создании объекта малой атомной энергетики могут существенно повлиять на капитальные затраты.

Имеются основания считать, что объект малой атомной энергетики должен создаваться и организационно рассматриваться как составная часть национального проекта по освое-

нию или модернизации какого-либо региона страны, имеющего целью внесение в экономику региона и страны в целом существенного вклада, включая значительное улучшение социальных условий, не уступающих центральным регионам страны.

Весьма важно выполнить технико-экономический анализ малой атомной станции не как самостоятельного законченного объекта строительства, а как составной части региона, подлежащего освоению или модернизации на современных принципах и решениях, обеспечивающих повышение экономической эффективности с учетом выполнения современных социальных требований, стабильности численности населения региона, значительное повышение жизненного уровня населения. В этом случае создание малой атомной станции будет только одним из важных пунктов выполнения утвержденной экономической программы. Такой подход позволит синхронизировать создание, модернизацию составных частей программы, включая расходование средств, материалов, рабочей силы, и исключить простой в процессе строительства. Реализация такого подхода, несомненно, позволит существенно выиграть и в сроках, и в затратах финансовых средств, в оптимальности планирования работ в регионе.

Изложенные соображения убедительно свидетельствуют, что малая атомная энергетика неизбежно должна быть самостоятельным направлением развития, поскольку выявление и решение проектно-конструкторских и отработка технологических задач будут диктоваться спецификой объектов, существенно отличающихся для малой и большой энергетике.

Создание для малой атомной энергетике специализированных предприятий представляется нецелесообразным в условиях одного промышленного комплекса (и для большой, и для малой атомной энергетике). По-видимому, потребуется создание специализированных предприятий вне единого промышленного комплекса.

В имеющихся проектных разработках объектов малой атомной энергетике рассматриваются два типа энергоустановок: стационарные и плавучие. Плавучие станции включают плавучие энергоблоки (ПЭБ) и инфраструктуру (береговые сооружения). Атомные энергетические установки монтируются на барже, которая должна удовлетворять морским правилам и требованиям для самоходных или буксируемых объектов [1]. Перемещение ПЭБ по воде обеспечивает существенное упрощение транспортировки, если требуется периодическая смена стоянки в изменившихся условиях. Однако при этом могут существенно изменяться внешние воздействия на станцию или условия ее работы.

Отсюда следует, что в техническом задании на проектирование плавучей АЭС должны четко определяться регионы перемещения станции, изменение внешних воздействий на станцию при ее эксплуатации и перемещении.

Соответствующий анализ приводит к заключению, что при проектировании и изготовлении плавучей станции следует выделить несколько этапов:

- создание реакторной установки с использованием варианта серийной стационарной установки;
- корректировка проекта биологической защиты для РУ плавучей АЭС;
- монтаж биологической защиты на барже.

При таком подходе появляется практическая возможность использовать для плавучей станции серийную реакторную установку, а биологическую защиту корректировать с учетом планируемых зон перемещения станции и изменяющихся внешних воз/действий.

Основные проблемы малой атомной энергетике, решение которых определяет надежность и эффективность проекта:

- обеспечение гарантированной безопасности;
- ресурсная надежность;
- экономическая оптимальность.

При проектировании оборудования необходимо базироваться не на вероятностных оценках возможных аварийных ситуаций, а только на достоверных результатах, получаемых при строгом анализе аварийных ситуаций и консервативной оценке их последствий.

Все системы и оборудование исследуются с целью физически возможных нарушений, последствия которых и определяются с точки зрения их масштаба и характера. Для известных типов реакторных систем последствия связаны с нарушением состояния активных зон реакторов, их целостности, физически возможного расплавления в соответствующих аварийных условиях. При этом детальное описание механизмов разрушения и их развития не требуется, поскольку сам факт разрушения позволяет судить о характере и масштабах последствий и необходимости изменить проектные решения. Такой подход исключает необходимость определения вероятности разрушения, достаточно убедиться, физически разрушение возможно или невозможно, поэтому и появляется возможность обеспечения гарантированной безопасности. Поскольку все составные части проекта, в которых разрушение с недопустимыми последствиями физически возможны, должны устраняться при проектировании. Ресурсная надежность фактически учитывается при анализе выхода из строя оборудования и систем.

По мнению автора, актуальность развития малой атомной энергетики обусловлена в первую очередь острой необходимостью освоения и заселения пустующих земель в Зауралье, Восточной Сибири и Дальнем Востоке. Стремительный рост численности населения нашей планеты однозначно свидетельствует о необходимости учитывать утверждение Мальтуса, что неограниченный рост потребностей человеческого общества может войти в недопустимое противоречие с ограниченным потенциалом их удовлетворения. Действительно, уже сейчас общество испытывает недостаток пресной воды, топливных материалов, удобрений, производство которых требует достаточно большого количества дополнительной энергии, чистого воздуха, загрязненность которого с течением времени только возрастает из-за растущих отходов деятельности человека и др.

К настоящему времени Россию как государственное образование, располагающее территорией в 17 млн кв. км, отличает чрезвычайно высокий процент неосвоенных земель. Однако каких-либо национальных масштабных программ по технико-экономическому освоению и заселению пустующих земель пока не существует, и каких-либо их разработок не планируется, а разработка таких научно обоснованных программ национальной значимости является весьма сложной задачей.

За последние годы Россия все в большей степени погружается в демографическую трясиину, преодоление которой руководители видят только в повышении зарплаты, установлении льготных ссуд для приобретения более комфортного жилья, решении проблем ЖКХ. Однако даже простейший системный анализ демографической проблемы в нашей стране показывает, что ее успешное решение, если и существует, то оно гораздо сложнее и требует учета многих факторов, а не только повышения зарплаты, установления льготных ссуд и налаживания состояния ЖКХ.

Какая связь малой атомной энергетики и решения демографических проблем России?

История нашей страны показывает, что проблема заселения пустующих земель в России возникала неоднократно. Достаточно вспомнить, как под давлением скифов (степняков) россияне вынуждены были отступать на север, осваивая лесные просторы, в которых скифы в значительной степени утрачивали свои преимущества в коннице. Последнее переселение крестьян в царской России из центральных западных земель (Поволжье, Воронежская, Курская, Смоленская губернии и др.) на свободные земли Зауралья, Восточной Сибири, Дальнего Востока диктовалась нехваткой земель у крестьян в связи с ростом численности населения и неизбежным дроблением крестьянских наделов.

Следует заметить, что переселения в России, дошедшие до нас из истории, не диктовались какой-либо одной причиной, одинаковыми внешними или внутренними условиями, а имели причины, характерные для текущего времени.

В наше время необходимость заселения пустующих земель обусловлена технико-экономическим развитием соответствующих регионов. стремлением повысить обороноспо-

способность страны в целом, обеспечить ее целостность и избежать очередного передела и разделения страны, поскольку желающих такого разделения более чем достаточно. Об этом не стесняются говорить и официальные деятели из окружения нашей страны.

Следует иметь в виду, что в этих условиях едва ли можно только рассчитывать на неприкосновенность границ наших пустующих территорий только потому, что наши предки позаботились о стратегических условиях сохранения самостоятельности страны. Нужны люди, народ и целеустремленная плодотворная деятельность руководителей страны.

### Выводы

1. Становление малой атомной энергетики для экономического и социального развития пустующих регионов России имеет определяющий характер для обеспечения целостности страны и повышения ее обороноспособности [2].

2. Имеются основания считать, что наиболее эффективной формой развития малой энергетики является разработка национальных программ по освоению наиболее перспективных пустующих регионов страны, составной частью которых должны быть энергообеспечение, социальные, демографические, культурные и образовательные проблемы, целевые промышленные предприятия.

3. Синхронизация предусмотренных программой работ позволит существенно сэкономить финансовые и материальные средства, рабочую силу и плановые сроки по завершении работ.

*Дата поступления  
в редакцию 12.07.2011*

### Библиографический список

1. Правила классификации и постройки атомных судов и плавучих сооружений // Российский морской регистр судоходства. – Санкт-Петербург, 2008.
2. **Алексеев, П.П.** Система АЭС малой мощности как фактор национальной безопасности России / П.П. Алексеев [и др.] // Информационный материал для научно-технического семинара по проблемам АЭС малой мощности. – М., 2006.
3. **Щепетина, Т.Д.** Ядерная энергия для села // Независимая газета. 13.10.2009.

*Дата поступления  
в редакцию 11.10.2011*

**F.M. Mitenkov, Academician**

### THE QUESTION OF THE RELEVANCE OF A SMALL NUCLEAR POWER FOR FUTURE DEVELOPMENT OF RUSSIA

Discusses the relevance of production facilities of small nuclearpower as a determinant of industrial activities to address social issues and areas of unused Trans-Urals, Siberia and the Far East.It stresses the need for appropriate works pas through targetednational programs.

*Key words:* objects of small nuclear power, floating and fixed plant, biological protection, technical and economic analysis, the demographic problem.