

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

А.А. Андрианов, Ю.А. Коровин, Е.В. Федорова

*Обнинский государственный технический университет атомной энергетики,
г. Обнинск*



В работе на примере Республики Саха (Якутия) проанализирована технико-экономическая целесообразность применения атомных станций малой мощности (АСММ) в труднодоступных районах России. Оценка конкурентоспособности АСММ произведена с привязкой к конкретной точке и учетом специфики энергетического и экономического окружения. Рассмотрена агрегированная модель энергообеспечения республики для оценки роли малой атомной энергетики в решении экологических проблем региона.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во многих регионах мира возобновился интерес к разработкам и анализу возможных применений реакторов средней и малой мощности. Они представляют интерес для электрических и для неэлектрических применений как на ближайшую (обессоливание морской воды, централизованное отопление), так и на более отдаленную перспективу (производство водорода, конверсия органических топлив). Для определения предпочтительных вариантов развертывания атомных станций малой мощности (АСММ) требуется детальный комплексный анализ каждой конкретной системы малой мощности в связи с соответствующими национальными, региональными и глобальными ограничениями [1].

Значение развития атомных установок средней и малой мощности для России определяется ее географическими особенностями. Энергетический рынок в России более разнообразен, чем в большинстве экономически развитых стран Западной Европы и США¹. Отопительный сезон в регионах Севера, Сибири и Дальнего Востока продолжается более полугода. При этом энергоресурсы страны распределены крайне неравномерно, и их транспортировка требует больших затрат². Разница в плотности населения регионов России обуславливает нецелесообразность повсеместного развития централизованных энергосетей.

¹ 2/3 территории России – зона децентрализованного энергоснабжения. Это составляет порядка 2% полных потребностей в электричестве и 20% в тепле.

² В настоящее время Правительство Российской Федерации для завоза топлива в северные регионы России тратит более 25 млрд. руб.

© А.А. Андрианов, Ю.А. Коровин, Е.В. Федорова, 2005

Назревшая в настоящее время необходимость в обновлении мощностей на территории Крайнего Севера привела к широкомасштабному сравнению и анализу всевозможных схем энергообеспечения потребителей Крайнего Севера. Атомные станции средней и малой мощности рассматриваются как одно из перспективных решений проблем изолированных потребителей Крайнего Севера [2–6]. Специалисты Института систем энергетики Мелентьева (ИСЭМ) и Института физико-технических проблем Севера (ИФТПС СО РАН) указывают, что крайне важно в ближайшие годы выполнить «адресные» привязки к местам первоочередного строительства АСММ в районах Крайнего Севера. При этом необходимо учесть детально организацию всей энергетической цепочки потребителя, в частности, многозвенную схему топливоснабжения региона с учетом сезонности завоза и хранения топлива.

В работе на примере Республики Саха (Якутия) проанализирована технико-экономическая целесообразность применения атомных станций малой мощности в труднодоступных районах России. Следует отметить, что информационная база исследования и объем исследования ограничены. Таким образом, результаты работы не должны расцениваться как основания для принятия решений по развитию энергетики республики.

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

В работе атомные станции малой мощности изучаются в энергетическом и экономическом окружении, характерном для республики. Сделано четыре среза возможного применения атомных станций малой мощности.

Цель такого подхода – проиллюстрировать потенциальные ниши применения АСММ в труднодоступных регионах России. Атомные станции малой мощности рассмотрены как

- источник тепла и электричества для изолированного потребителя (поселок Депутатский);
- энергоустановка в составе комплекса: энергетика – угольная промышленность (Южно-Якутский энергорайон);
- электростанция в составе локального энергоузла (Центрально-Якутский энергорайон);
- типичная республиканская электростанция (агрегированная модель республики).

Для выделенных видов энергии смоделирована энергетическая цепочка: располагаемые энергоресурсы, стадии производства, транспортировки, хранения и потребления ресурсов и энергии. Для решения поставленных задач применен инструмент энергетического планирования MESSAGE. Программный комплекс позволяет осуществить необходимое детальное моделирование энергетической цепочки и анализировать динамику ее развития (краткое описание комплекса MESSAGE приведено ниже).

Краткая характеристика республики

Республика Саха (Якутия) расположена в северо-восточной части Евразийского материка. Климат в республике резко континентальный. Зима продолжительная, суровая, малоснежная. По суммарной продолжительности от 6,5 до 9 мес. в год. С точки зрения экономической структуры Республика Саха (Якутия) представляет собой крайне неравномерно населенный регион с доминирующей ролью добывающей промышленности.

Суровые климатические условия, удаленность и труднодоступность потребителей, низкая плотность населения, небольшие требуемые мощности, высокая экологическая уязвимость территории определяют особенности функционирования и развития

энергетического хозяйства Якутии. ТЭК республики представляет собой весьма неоднородную по структуре систему. В республике функционируют газовые, угольные ТЭЦ, гидроэлектростанции, дизельные электростанции [6,7].

Методология и параметры расчетов

В качестве инструмента моделирования использован оптимизационный программный комплекс MESSAGE³ [8]. В основе MESSAGE лежат методы линейного программирования. Целевая функция – полные приведенные затраты энергетической системы. Критерий оптимизации – минимизация приведенных затрат системы.

Программный комплекс MESSAGE строит прогноз развития энергетической системы и результирующие сводные балансы потребления и производства энергии. Для решения этой задачи строится модель энергетической системы с выбранной степенью детализации в виде обобщенных энергетических потоковых сетей; задаются доступные количества и прогнозные цены для энергетических ресурсов; описывается набор технологий–кандидатов преобразования энергии и связей между ними. Полная стоимость системы включает в себя капитальную составляющую, эксплуатационную составляющую и штрафы, определенные пределами, ограничениями и связями в соотношениях, наложенных на технологии и ресурсы. Результат работы программы – оптимальный сценарий развития энергетической системы – может быть представлен с помощью табличных и графических средств, встроенных в программу.

Технико-экономические характеристики конкурирующих энергетических технологий приведены в табл. 1–2.

Экономические показатели АСММ приведены с учетом удорожания и удлинения сроков строительства в республике. Вследствие отсутствия достоверной информации

Таблица 1

Характеристики	Угольная станция	Угольная станция*	Газовая станция	Газовая станция*	ДЭС	Гидростанция	Угольная котельная
Технические							
Срок эксплуатации, лет	30	30	30	25	30	40	30
Срок строительства, лет	5	3	4	4	4	5	3
КИУМ, %	60	65	73	65	33	52	60
Расход топлива, кт ут/МВтгод	2.84	2.38	2.4	1.8	4.82		2.25
Экономические							
Удельные капиталовложения, \$/кВт	1000	1250	710	1150	420	500	300
Постоянные текущие затраты, \$/кВт/год	47	45	57	40	20	12.5	17
Переменные текущие затраты, \$/кВт год	5	0	5	0	0	0	0
Выбросы							
Углекислый газ, кт/МВт год	9.2	9.2	4.4	4.4	6.9		9.2

* усовершенствованная технология

³ Инструмент энергетического планирования MESSAGE разработан Институтом прикладного системного анализа (IIASA). В настоящее время распространяется МАГАТЭ. MESSAGE используется для поддержки ИНПРО – проекта.

Таблица 2

Характеристики	АБВ-6	САХА-92	КЛТ-40 наземные	ГП-1 плавучие	РУТА
Технические					
Срок эксплуатации, лет	30	20	40	40	30
Срок строительства, лет	4	1	4	3	4
КИУМ, %	80	80	80	80	80
Тепловая мощность, МВт	38	7	150	200	30
Мощность:					
электрическая (конденсационный режим), МВт	6.4	1	48	66.4	–
электрическая (теплофикационный режим), МВт	3.25	0.5	34	–	–
тепловая (теплофикационный режим), МВт	18	1.2	81	–	30
Экономические					
Удельные капиталовложения, \$/кВт	9000	9000	2396	1883	1200
Постоянные текущие затраты, \$/кВт/год	37	37	37	37	37
Топливная составляющая, \$/кВт год	420	880	57	43	68.2 (т)

и неопределенности методик расчета топливной составляющей себестоимости для реакторов средней и малой мощности было решено принять топливную составляющую постоянной на всем интервале прогнозирования. Такое предположение представляется вполне оправданным вследствие малого вклада топливной составляющей в себестоимость производства энергии на АСММ.

Норма дисконта в расчетах принята равной 10%. Рост потребностей в энергии – 3 % в год, что соответствует прогнозу роста энергопотребления в целом по республике [7]. Интервал прогнозирования 30 лет. В модель заложены планируемые сроки вывода из эксплуатации региональных энергоисточников.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Поселок Депутатский

Поселок Депутатский⁴ – типичный изолированный потребитель Крайнего Севера. На прилегающих к поселку территориях местные виды топлива и возобновляемые природные энергоресурсы отсутствуют. Атомные станции малой мощности – единственная альтернатива традиционным энергоисточникам (дизельным электростанциям и угольным котельным (рис.1.)). Прогноз цен на органическое топливо для изолированных энергоисточников северных районов республики представлен на рис.2.

Рассмотрим следующие типы установок малой мощности: атомные теплоэлектроцентрали – АБВ-6ММ; САХА-92; атомную станцию теплоснабжения – РУТА тепловой мощностью 30 МВт (табл. 2). По своим энергетическим характеристикам эти объекты удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к энергоисточникам для небольших удаленных потребителей. Они одновременно обеспечивают электро- и теплоснабжение потребителя. При блочном исполнении повышение мощности объекта для больших уровней нагрузок может наращиваться за счет установки дополнительных блоков.

⁴ 70% олова в России производится Депутатским ГОК.

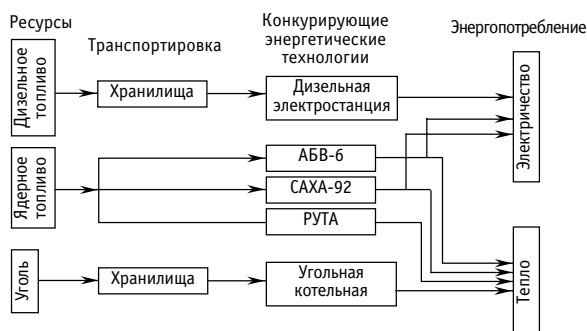


Рис.1. Схема энергоснабжения поселка. Технологии и направления энергопотоков

Динамика развития структуры энергетики приведена на рис.3 и 4. При указанных параметрах расчетов наблюдается изменение структуры электро- и теплоснабжения. В структуру энергоснабжения входят установки малой мощности. Три блока АБВ-6 вводятся в 2005 г. для покрытия потребностей в электроэнергии, вызванных выводом из эксплуатации крупной дизельной станции. По одному блоку вводится в 2017 и 2027 гг. для покрытия перспективных потребностей в электроэнергии.

Основной фактор, влияющий на смену источника электричества, – стоимость дизельного топлива. Высокая топливная составляющая в затратах на производство электричества приводит к тому, что дизельные электростанции оказываются неконкурентоспособными с атомными станциями малой мощности.

Структура теплоснабжения претерпевает меньшие изменения. При параметрах, заложенных в модель, порядка 15% тепла вырабатывается за счет атомной теплоэлектроцентрали. Высокие капитальные затраты на строительство атомной станции теплоснабжения по сравнению с угольными котельными делают неэффективным использование атомного тепла.

Указанному пути развития энергоснабжения поселка соответствует определенная динамика изменения расхода топлива. Сокращение потребления органического топлива приводит к снижению затрат на его завоз. Полное исключение из оборота дизельного топлива позволяет к концу 2030 г. сэкономить до 1.5 млрд. долл. Экономия на угле, при указанных параметрах расчетов, составляет 11 млн. долл.

Текущие издержки производства тепла и электричества изображены на рис. 5. Издержки производства электричества в варианте «АБВ-6» (производство электричества на установке АБВ-6) ниже на всем рассматриваемом промежутке времени, чем в варианте «ДЭС» (производство электричества на дизельной электростанции). Таким образом, атомные станции малой мощности не имеют альтернативы в сфере производства электричества для удаленных изолированных потребителей Крайнего Севера.

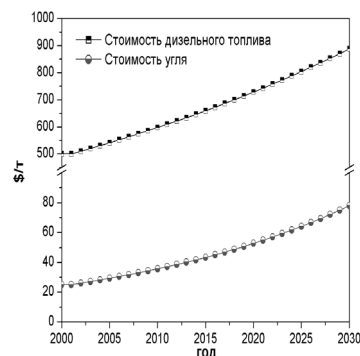


Рис. 2. Прогноз стоимости органического топлива

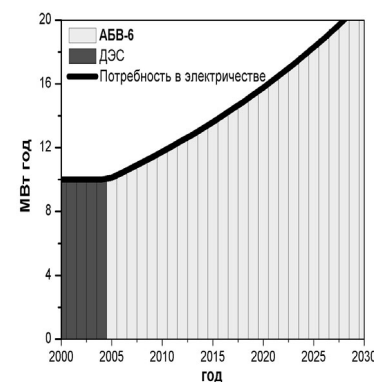


Рис.3. Выработка электричества

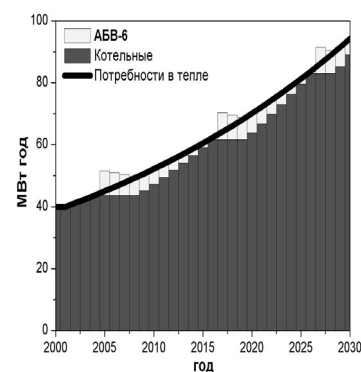


Рис. 4. Выработка тепла

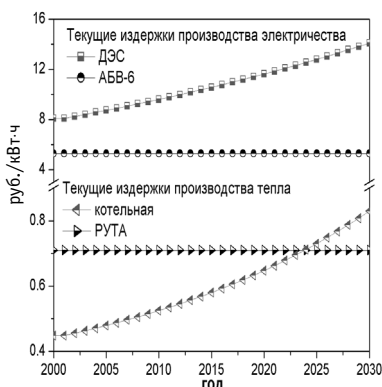


Рис.5. Текущие издержки

В теплоснабжении ситуация иная. Текущие издержки производства тепла в варианте «котельные» (производство тепла на угольных котельных) в ближайшее десятилетие ниже, чем в варианте «РУТА» (производство тепла на атомной станции теплоснабжения). В следующем десятилетии ситуация меняется.

Южно-Якутский энергетический район

Экономически развитый южный район находится в сфере действия объединенной энергосистемы Дальнего Востока. Производство электричества осуществляется Нерюнгринской и Чульманской ГРЭС суммарной установленной мощностью 618

МВт. Тепло производится муниципальными котельными.

Доставка угля ведется из Нерюнгринского месторождения. В год на разрезе добывается порядка 8 млн. т. угля. Свыше 50% угольной продукции реализуется на рынок стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

В настоящее время существует разрыв в ценах на уголь на внешнем и внутреннем рынках (рис. 6). Этот разрыв, как будет показано далее, является стимулирующим фактором для развития малой атомной энергетики в районе, поскольку смена энергоисточника приводит к высвобождению угля из энергопроизводства и получению дополнительной прибыли вследствие возрастания экспорта.

В качестве альтернативы угольным энергоисточникам рассмотрена атомная теплоэлектроцентраль — КЛТ-40 в наземном исполнении и атомная станция теплоснабжения — РУТА тепловой мощностью 30 МВт (рис. 7, табл. 2).

Без учета прибыли от экспорта угля АСММ неконкурентоспособны. Потребности в энергии покрываются за счет наращивания мощностей угольных станций.

Ситуация качественно меняется при учете экспорта угля⁵ (рис.8). При параметрах, заложенных в модель, 8 блоков КЛТ-40 целесообразно ввести в энергорайон для покрытия перспективных потребностей в электроэнергии и компенсации вывода из эксплуатации в 2012 г. крупной угольной станции.

Тем не менее, производство тепла выгодней осуществлять на угольных котельных по причине больших капитальных затрат на строительство АСТ.

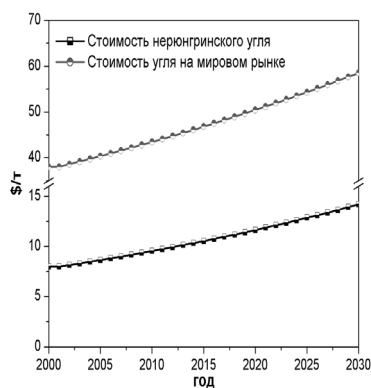


Рис.6. Прогноз стоимости угля

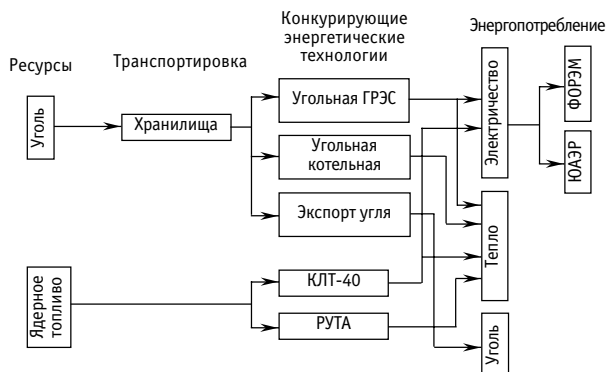


Рис.7. Схема энергоснабжения района. Технологии и направления энергопотоков

⁵ Экспорт угля описывается средствами MESSAGE как технология с отрицательными переменными затратами. При составлении модели принято допущение, что весь добываемый уголь расходуется на экспорт и на выработку энергии.

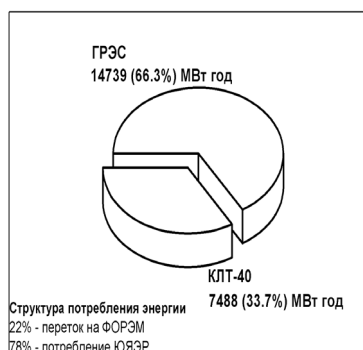


Рис. 8. Кумулятивная выработка электроэнергии

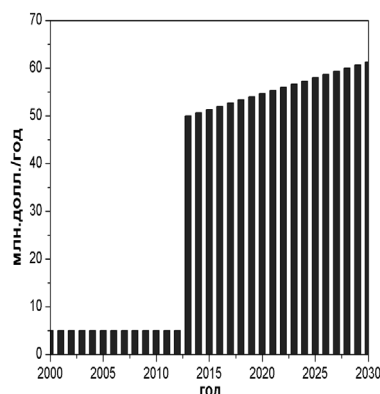


Рис.9. Доход от продажи высвобожденного угля

Доход от продажи высвобожденного угля представлен на рис.9. Упомянутый вывод в 2012 г. из эксплуатации крупной угольной станции и ввод блоков малой мощности компенсирующих возникающий провал, в 10 раз увеличивает прибыль от экспорта угля. Это приводит к тому, что за 30 лет доход района от продажи только лишь высвобожденного угля составит порядка миллиарда долларов.

Структура энергетики оказывается чувствительной к темпу роста цены на экспортируемый уголь. Количество блоков атомной теплоэлектроцентрали, которые целесообразно вводить в районе, как функция темпа роста экспортной цены на уголь изображена на рис.10. Так изменение темпа роста цены на экспортируемый уголь с 1 до 2% в год допускает ввод 7 блоков КЛТ-40.

Качественное поведение графика представляет интерес. При определенной динамике экспортных цен на ресурс становится выгодно для региона развивать энергетику на установках малой мощности. Это приведет в итоге к росту дохода района. Кроме этого следует отметить, что развитие малой атомной энергетики попутно ведет и к улучшению экологической обстановки, и созданию условий для дальнейшего развития добывающей промышленности в районе.

Центрально-Якутский энергетический район

Центрально-Якутский энергетический район обладает значительными запасами угля, газа, древесины, гидроресурсами. По годовому поступлению энергии и количеству солнечных дней допускается использование солнечной энергии для электро- и теплоснабжения.

Как видно, малая атомная энергетика имеет в районе достаточно конкурентов на обеспечение потребностей в электроэнергии. Проведение многовариантных расчетов при различных сценариях роста цен на органическое топливо, набора кандидатов на покрытие энергетических потребностей, их капитальных затрат и других внешних к атомной энергетике факторов, позволяет очертить границы возможного применения и масштаба малой атомной энергетики в районе.

Однако в связи с ограниченными рамками настоящей работы при описании перспективных энергоблоков в районе, было решено принципиально новых технологий не рассматривать и в качестве атомной электростанции малой мощности рассмотреть

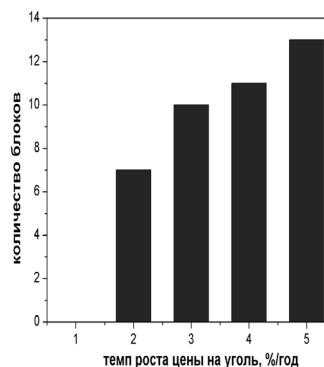


Рис. 10. Влияние темпов роста стоимости угля на полную установленную мощность АСММ

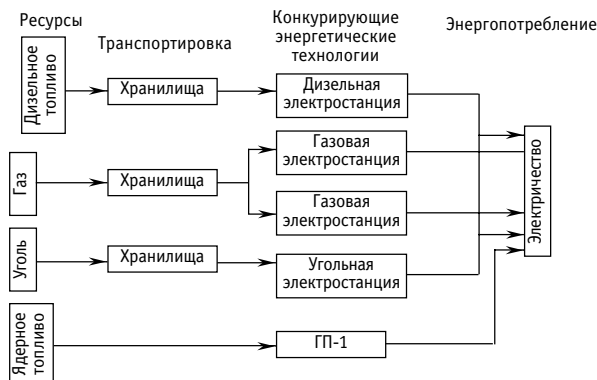


Рис.11. Схема энергоснабжения района. Технологии и направления энергопотоков

только одноцелевую установку – ГП-1 (табл. 2).

Неопределенность прогнозов цен на органическое топливо будет фактором проведения многовариантных расчетов. Это позволит оценить перспективы развития малой атомной энергетики в зависимости от динамики роста цен на органическое топливо. В качестве базового варианта рассмотрим прогноз стоимости органического топлива, приведенный в энергетической стратегии России до 2020 г. и экстраполированный до 2030 г. (рис. 12).

Для такого прогноза роста цен на органическое топливо в ближайшем десятилетии удовлетворение потребностей в электроэнергии района происходит газовыми электростанциями (рис. 13). Кандидаты на покрытие перспективных потребностей в электроэнергии – атомные и угольные станции. Внедрение атомных станций малой мощности в энергорайон представляется целесообразным, начиная с 2020 г. В этом случае полная установленная мощность АСММ не превышает 150 МВт.

В среднем по России темпы роста цен на газ и уголь, в соответствии со стратегией развития энергетики России, будут составлять 5.7 и 4.8 % в год. Для выхода российских цен на газ и уголь к 2030 г. на мировой уровень необходим средний темп роста соответственно 7 и 8% в год. В указанном диапазоне рассмотрим полную установленную мощность АСММ.

Расчеты показали, что мощности вводимых в район атомных станций более чувствительны к темпу роста цен на уголь. Причина этого в том, что конкуренция начинается между атомными и угольными станциями – кандидатами на покрытие перспективных потребностей в электроэнергии, в то время как газовые станции твердо покрывают область современных потребностей в электроэнергии.

При достижении цен мирового уровня к 2030 г. АСММ начинают конкурировать с газовыми станциями уже в этом десятилетии. Полная установленная мощность малой атомной энергетики в этом случае может составить порядка 350 МВт (около сорока процентов от полных потребностей в электроэнергии).

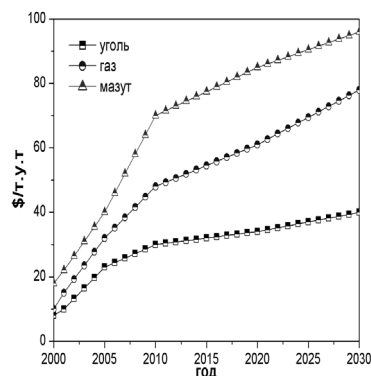


Рис. 12. Прогноз стоимости органического топлива

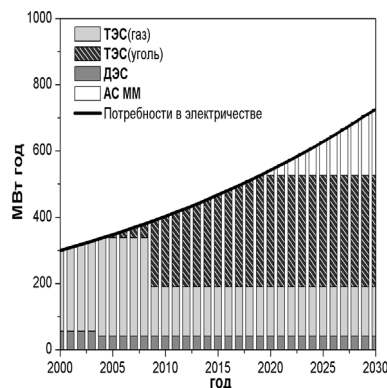


Рис.13. Выработка электричества

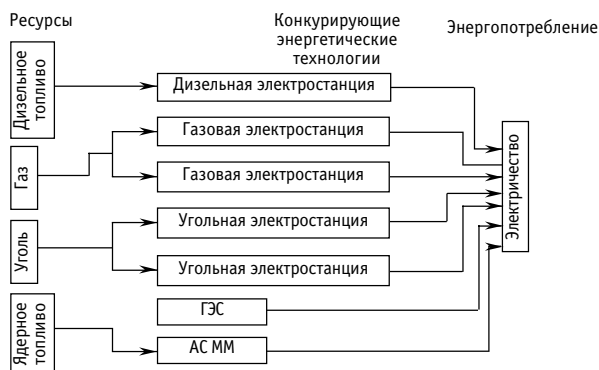


Рис. 14. Схема энергоснабжения республики. Технологии и направления энергопотоков

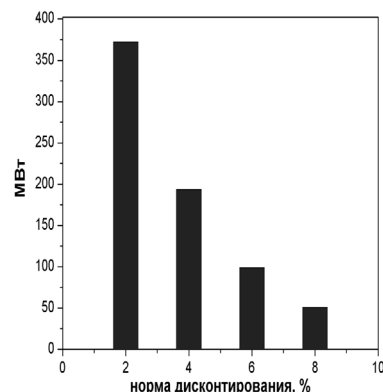


Рис. 15. Влияние нормы дисконта на полную введенную мощность АСММ

Агрегированная модель энергетики республики

Цель рассмотрения энергосистемы региона как целого – проанализировать влияние макроэкономических тенденций на формирование оптимальной структуры энергетики и оценить роль атомной энергетики в решении экологических проблем региона. При составлении агрегированной модели энергетики республики сделано предположение о том, что новые блоки, покрывающие спрос на энергию в будущем по своей ресурсной базе, подобны существующим энергоблокам (рис.14). При проведении расчетов ориентировались на прогноз стоимости органического топлива, приведенный в энергетической стратегии России (рис.12).

Расчеты показывают, что структура энергетики оказывается крайне чувствительной к норме дисконтирования. Полная установленная мощность атомных станций (рассмотрена одноцелевая установка АБВ-6), вошедших в оптимальный план, резко падает с ростом нормы дисконтирования (рис.15). Уже при норме дисконта 10% атомные станции нецелесообразно вводить в энергетику республики. Перспективные потребности в электроэнергии в этом случае выгодней покрывать за счет газовых станций.

При двухпроцентной норме дисконта структура энергетики представлена рис. 16. Из графика видно, что даже при наиболее благоприятных условиях для развития атомной энергетики коренной перестройки структуры энергетики не происходит. Атомные станции малой мощности покрывают перспективные потребности в электроэнергии. Это область изолированных потребителей республики: крупных населенных пунктов и горно-обогатительных комбинатов, поскольку будущие потребности в электроэнергии будут связаны с такими потребителями [6].

Единственным стимулирующим фактором развития малой атомной энергетики в республике с позиций агрегированной модели является экологический фактор. Это вызвано тем, что в настоящее время в республике резко обострились экологические проблемы, в связи с чем затраты на природоохранные мероприятия год от года возрастают, и в скором времени, по мнению экспертов, экологические вопросы будут основными факторами, влияющими на формирование энергетических стратегий развития районов Крайнего Севера [3, 7].

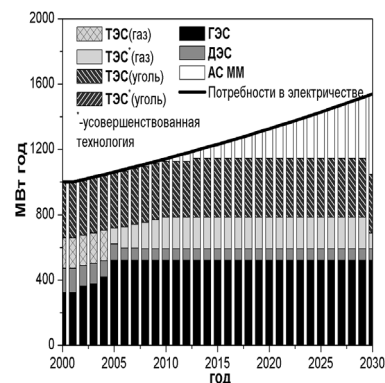


Рис. 16. Структура энергетики

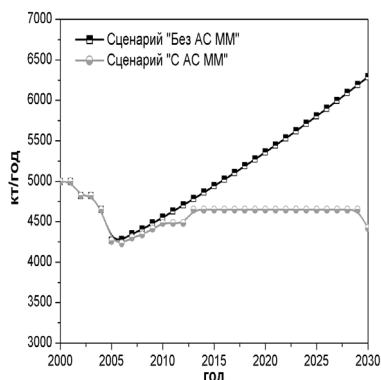


Рис. 17. Выбросы углекислого газа

Расчет выбросов углекислого газа при условии, что имеющая структура энергетики сохранится в будущем, а покрытие перспективных потребностей в электроэнергии осуществляется либо за счет установок малой мощности (сценарий «с АСММ»), либо газовых станций (сценарий «без АСММ») представлен на рис.17.

Уменьшение выбросов до 2005 г. связано с перестройкой структуры энергетики и сменой выбывающих из эксплуатации электростанций новыми, более «чистыми» установками. После 2005 г. наблюдается существенное изменение в динамике выбросов углекислого газа для различных сценариев. В сценарии «без АСММ» происходит их постоянный рост. Это приводит к тому, что в 2030 г.

выбросы возрастут практически в полтора раза по сравнению с современным значением. В сценарии «с АСММ», очевидно, выбросы углекислого газа стабилизируются на современном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчеты показали, что существует ряд факторов, определяющих целесообразность применения атомных станций малой мощности в республике. Во-первых, существенное сокращение затрат на завоз органического топлива в регион. В частности показано, что смена источника энергообеспечения типичного изолированного потребителя позволяет к концу 2030 г. сэкономить до 1.5 млрд. долл. за счет полного исключения из оборота дизельного топлива, экономия на угле при этом составит порядка 11 млн. долл. за счет частичного производства тепла на АСММ. Во-вторых, снижение в полтора раза текущих издержек производства электричества при электрообеспечении изолированных отдаленных потребителей Крайнего Севера и стабилизация их на определенном уровне. В-третьих, создание условий для развития горнодобывающей промышленности. На примере Южно-Якутского района показано, что смена энергоисточника приводит к тому, что за 30 лет доход района от продажи только лишь высвобожденного угля составит порядка млрд. долл. В-четвертых, сокращение в полтора раза к 2030 г. ожидаемых объемов выбросов углекислого газа, при условии покрытия всех перспективных потребностей в электроэнергии за счет АСММ.

Авторы выражают свою признательность А.П. Вошинину, Л.С. Смирновой за ценные консультации.

Литература

1. Kuznetsov V. IAEA activities for innovative small and medium sized reactors (SMRS)/ Международная научно-практическая конференция «Малая энергетика-2004»: Труды конференции. – С.135–154.
2. Сергеев Ю.А. Малая атомная энергетика: состояние, перспективы, проблемы//Теплоэнергетика. – 1995. – № 5. – С. 6–11.
3. Иванова И.Ю., Тугузова Т.Ф., Попов С.П., Петров Н.А. Малая энергетика Севера: проблемы и пути развития/Под. ред. Б.Г. Санеева. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2002. – 180 с.
4. Попов С.П., Иванова И.Ю., Тугузова Т.Ф. Экономическая оценка и масштабы применения энергоисточников малой мощности для изолированных потребителей/Международная научно-практическая конференция «Малая энергетика-2002»: Труды конференции. – С.200–209.
5. Иванова И.Ю., Попов С.П., Тугузова Т.Ф. Некоторые аспекты экономической эффективности

проектов сооружения объектов малой энергетики/ Международная научно-практическая конференция "Малая энергетика-2003": Труды конференции. – С. 189-200.

6. Ларионов В.П., Шадрин А.П. О роли и перспективах применения плавучих АЭС малой мощности на Крайнем Севере/ Международная научно-практическая конференция "Малая энергетика-2004": Труды конференции. – С. 190–200.

7. <http://yakute.elektra.ru/> официальный сайт ОАО АК "Якутэнерго".

8. MESSAGE. User Manual. Draft. October 2003.

9. Авербах Б.А., Гуреева Л.В., Фатеев С.А. Техничко-экономические показатели АС ММ и их РУ. Требования, возможности и перспективы/ Международная научно-практическая конференция "Малая энергетика-2002": Труды конференции. – С. 461-463.

Поступила в редакцию 8.11.2005

УДК 621.311.25: 621.039

Information Representation for In-Process Review of NPP Unit STATUS\ E.N. Alontseva, A.N. Anokhin, A.S. Stebenev, E. Marshal; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of High Schools. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2005. – 6 pages, 2 illustrations. – References, 3 titles.

The large number of process parameters which are available for NPP Main Control Room (MCR) operators can provoke the information stress which leads to unavoidable personnel errors. To decrease a probability of information stress the principle of multilevel hierarchical representation of information is used in the good world-wide practice of modern computerized MCR design. A generalized mimic diagram (GMD) constitutes the top level of such representation. The GMD objective is to provide for MCR operators the NPP conditions in a general way as well as to display status of critical safety functions and main material and power balances. The present paper describes the approach to GMD developing in the case of RBMK-1000 power unit of Leningrad NPP.

УДК 621.311.25: 621.039

Efficiency Evaluation for Small and Medium-Sized Reactors in the Sakha Republic (Yakutia) \A.A.Andrianov, Yu.A.Korovin, E.V. Fedorova; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of High Schools. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2005. – 11 pages, 2 tables, 17 illustrations. – References, 9 titles.

The present paper analyzes the technical and economic feasibility of small and medium-sized reactors (SMSR) deployment in remote regions of Russia using the Sakha Republic (Yakutia) as an example. The analysis made shows that the SMSR competitiveness evaluation models for particular regions with due account of their energy and economic environment hold more promise for SMSR development than aggregated models. The advantages of nuclear power as an energy source are offset by transition to the aggregated model of the energy supply of the republic. The calculations show that SMSR deployment in the republic may be economically feasible and desirable because it will result in the following: (1) a reduction in fossil fuel delivery costs; (2) a reduction in annual electricity production costs; (3) prerequisites for mining industry development; (4) improved environmental conditions in the region.

УДК 621.311.25: 621.039

Optimization of Nuclear Reactor Operation Regime in Variable Daily Loading Schedule with Accounting for Energy Utilization \A.M. Zagrebayev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of High Schools. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2005. – 5 pages, 2 illustrations. – References, 10 titles.

The paper investigates potential possibilities for optimization of power nuclear reactor operation in variable daily loading schedule with accounting for energy utilization. Total fuel consumption is considered as an optimization criterion. The effects of the reactor parameters and energy utilization efficiency coefficient on characteristics of optimal regimes were studied. Total optimization effect was evaluated, and conditions for optimization expediency were defined.

УДК 621.311.25: 621.039

About a Possibility High and Low Pressure Pumps Anomalies Identification Based on Testing Data Analysis \S.T. Leskin, V.V. Kornilova; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of High Schools. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2005. – 8 pages, 1 table, 6 illustrations. – References, 8 titles.

The application of main components method for revealing the abnormal conditions reasons of VVER high and low pressure pumps are discussed. On the basis of selected space transformation model the laws of describing pumps behavior dynamics informative parameters influence on resulting attributes distribution in main components space are received. The parameters caused pumps behavior anomalies occurrence are revealed. The results of data processing of the fourth block of the Balakovo NPP are presented.