

**Гашо Е.Г., Романов Г.А.**

### **Увязка энергетической и экологической безопасности в энерготехнологических системах**

**Аннотация:** В докладе рассмотрены особенности развития аварии в сложных технических системах. Отмечена взаимосвязь технологических, информационных и социально-психологических компонентов обеспечения их безопасности. Предложены принципы минимизации рисков в энерготехнологических системах в современных условиях на основе управления прогнозирования и управления дисбалансами энергоресурсов.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, источники рисков в энергетике, глубоко эшелонированная защита, принципы управления рисками в энерготехнологических системах, дисбалансы энергоресурсов, энергетические инфраструктуры городов, устойчивое энергетическое развитие

#### **Три этапа развития аварий и три компонента безопасности**

В развитие уроков Чернобыля, через год после аварии, академик В.А. Легасов предложил свой оригинальный подход к безопасности и риску в сложных энергонасыщенных технических системах [1]. По его мнению, в развитии большинства аварий можно выделить три основных стадии. На первой происходит накопление существенных отклонений от номинальных режимов работы, иногда становящихся привычными и поэтому не представляющих угрозы для оперативного персонала. Сюда же можно отнести отключение аварийных защит и/или неработоспособность систем комплексного мониторинга режимов.

Сами по себе дефекты и отклонения угрозы еще не представляют, но в критический момент они могут сыграть роковую роль. Энергоустановки и агрегаты могут перейти в крайне неустойчивый режим, при этом не оставляя возможности управляющему персоналу адекватно среагировать на внезапные возмущения или экстренные ситуации.

На следующей стадии происходит внезапное возмущение (редкое событие), которое «благодаря» накопленным на первом этапе режимным нарушениям приводит к переходу к третьей

стадии: лавинообразному развитию реакций, высвобождению накопленной энергии, в ряде случаев к катастрофическому развитию ситуации. Этот печальный алгоритм применим и к Чернобыльской аварии, катастрофе химического комбината в Бхопале, техногенной катастрофе на Саяно-Шушенской ГЭС.

Если авария уже произошла, то здесь играет роль другая сторона культуры безопасности. К примеру, концепция глубоко эшелонированной защиты базируется на преодолении поэтапных барьеров на пути опасности (высокой температуры, давления, высокой радиации).

Соответственно, можно выделить три компонента обеспечения безопасности (снижения рисков): технологический, информационный, социально-психологический (Таблица 1).

Таблица 1

Увязка компонентов обеспечения безопасности

Компоненты	Целевые параметры	Пути реализации
Технологический компонент	Концепция глубоко эшелонированной защиты	Последовательные барьеры на пути токсичных веществ, радиации, высоких температур, давлений
Информационный компонент	Обеспечение адекватного мониторинга протекающих процессов	Наличие необходимых датчиков и систем сбора информации, понятная визуализация оперативной информации

Компоненты	Целевые параметры	Пути реализации
Социально-психологический компонент	Подготовленность персонала к взаимодействию со сложными техническими системами, в том числе в период управления аварией	Наработка опыта эксплуатации, взаимодействия в напряженных условиях работы, коммуникативных умений, работы с системами поддержки принятия решений

### **Общие принципы снижения рисков в энерготехнологических системах**

Действующие энергетические мощности страны, являясь ресурсом для экономики, постепенно исчерпывают свой ресурс и переходят в затратную стадию (затраты на поддержание систем сопоставимы с формированием нового ресурса), становятся источником техногенных рисков [2]. Необходимы новые принципы обновления, замены и реконструкции технологических, энерготехнологических комплексов промышленных узлов и городов.

Перед РФ стоит задача обновления и замещения инфраструктурных технологий, являющихся материальной основой системы хозяйствования. Необходимы не только новая физическая и технологическая замена фондов, но и изменение системы управления [3]. Поэтому актуальна выработка единого подхода, алгоритма, направленного на получение ранжированных показателей энергобезопасности и рисков, использующего достаточно широкий спектр критериев в зависимости от тех или иных особенностей состояния регионального энергокомплекса. Нужен системный анализ пределов допустимости изменений, взаимосвязи технологических и социальных аспектов разных энергоисточников и используемых технологий.

Для нашей страны одной из главных целевых задач энергетической безопасности является обеспечение надежного теплоэнергоснабжения всех территорий, с максимально возможной эффективностью. В такой постановке задачи особое значение

приобретает приоритетная разработка методического инструментария анализа энергетической и экологической безопасности регионов, критериев повышения эффективности агрегатов и систем, информационно-аналитических комплексов, переподготовка кадров для их активного применения.

### **Современные вызовы безопасного энергетического развития**

К сожалению, абсолютно безопасных средств решения энергетической проблемы пока не найдено. Возобновляемая энергетика, как одна из наиболее экологически безопасных, не может обеспечить всей энергопотребности экономики. Дисбалансы, возникающие в разных частях системы энергораспределения, могут быть столь значительными, что требуют наличия специальных технологических устройств поглощения (диссипации) или аккумуляирования для построения подсистемы распределенного регулирования или управления энергетическими потоками.

Речь идет о понимании проблематики энергоэффективности и энергобезопасности территориально распределенных систем теплоэнергоснабжения, напрямую связанной с использованием разных дисбалансов энергии различного потенциала, и в этом качестве могут быть равноправно использованы утилизационные, аккумулярующие и пиковые агрегаты разной мощности. Выбор схемно-параметрических решений и функционального энергетического оборудования должен базироваться на поэтапном сведении и рационализации балансов потребляемой и генерируемой энергии.

Такое построение систем выработки и использования энергоресурсов отражает и эффективность энерготехнологического комбинирования, наиболее полного использования всего потенциала располагаемой энергии топлива во всех диапазонах возможных тепловых нагрузок.

Многие современные проекты в области энергетических инфраструктур, как показывает опыт, имеют достаточно большие сроки окупаемости, а в ряде случаев просто не оправдывают вложенных средств. Тому виной сочетание различных факторов: износ основного оборудования, его резко переменные режимы работы, цены на энергоресурсы, протяженность территории и

необходимые масштабы систем жизнеобеспечения, климатические условия регионов РФ, состояние энергомашиностроения.

Полная и частная «неокупаемость» энергосберегающих проектов потребителей, современных источников энергии при их неполной загрузке ставит перед нами три важных вопроса:

– при каких условиях, факторах возможна окупаемость различных элементов энергетической инфраструктуры?

– как быстро строить необходимые системы жизнеобеспечения разных городов и поселков, если эти проекты не вполне окупаемы?

– каковы должны быть оптимальные формы государственного участия в планировании, поддержке скорейшего сооружения энергетических инфраструктур?

Ответом на эти вопросы должно быть выстраивание и апробация адекватной концепции устойчивого энергетического развития страны, включающей в себя:

1. Разработку перспективной территориальной схемы размещения энергетической инфраструктуры.

2. Выработку широкого спектра стратегий энергообеспечения разных проектов территориального развития с учетом масштабов страны, существенных территориальных различий.

3. Отработку взаимосвязанных схемных решений с управлением риском в энерготехнологических системах городов.

4. Создание специального Кодекса об основах политики обеспечения жизнедеятельности и безопасности страны, определяющего рамочные условия функционирования систем энергообеспечения на основе реализации базовых конституционных прав и свобод.

### **Заключение**

Многие современные техногенные аварии и катастрофы развивались по сценарию, выявленному академиком В.А. Легасовым, при этом очевидна взаимообусловленность технологических, информационных и социально-психологических аспектов в развитии аварии и управлении их последствиями. Для эффективного управления рисками необходим комплексный анализ энерготехнологических систем на разных уровнях для

нейтрализации возникающих рисков с учетом взаимодействий между этими компонентами.

Проблематика энергетической эффективности и энергобезопасности территориально распределенных систем теплоэнергоснабжения, в первую очередь, связана с нейтрализацией (управлением) дисбалансами энергии различного потенциала, и в этом качестве могут быть использованы пиковые, аккумулирующие, утилизационные агрегаты.

Концепция устойчивого энергетического развития страны должна включать в себя разработку перспективной территориальной схемы размещения энергетической инфраструктуры, выработку широкого спектра стратегий энергообеспечения разных проектов территориального развития с учетом существенных территориальных различий, отработку взаимосвязанных схемных решений с управлением риском в энерготехнологических системах городов.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-19-20568).*

#### Литература:

1. *Легасов В.А.* Проблемы безопасного развития техносферы // Коммунист. – 1987. – № 8. – С.92-101.
2. *ГашиоЕ.Г.* Особенности эволюции городов, промузлов, территориальных систем жизнеобеспечения городов. – М.: Технетика, 2006. – 152 с.
3. *Смирнова Л.С., Субботин С.А., Стукалов В.А.* Поиск решения проблемы инвестиционных волн в энергетике: ресурсно-технологические и экономические аспекты волновых процессов // Бюллетень Центра общественной информации в атомной энергетике. – 2008. – № 1. – С.4-8.