



Форум
«АТОМЭКСПО 2012»



Экспертный анализ

**Вопросы страхования гражданской ответственности
за ядерные риски
для атомных станций малой мощности**

*Кузнецов В.П., Демин В.Ф., Макаров В.И.,
Молчанов А.С., Созонюк В.А., Шмелев В.М.*

*Симпозиум «Актуальные вопросы
международного ядерного права:
ядерная безопасность»*



Форум
«АТОМЭКСПО 2012»

ПЛАВУЧАЯ АЭС НА БАЗЕ ЭНЕРГОБЛОКА С РУ КЛТ-40С



Цели исследования

Оценить изменения безопасности и (частично) экономики АЭ при развитии направления на базе малых АС.

Выработать некоторые рекомендации относительно этого направления развития в части обоснования подхода к страхованию и величины компенсации ядерного ущерба.

Рассмотрены аспекты:

- *обеспечение безопасности при авариях*
- *особенности страхования возможного ущерба*

Симпозиум «Актуальные вопросы международного ядерного права: ядерная безопасность»



Содержание экспертного анализа

- 1. Постановка задачи обоснования величины компенсации ядерного ущерба для атомной энергетики на основе ТАУ**
- 2. Обзор существующих национальных и международных подходов и методик страхования АЭС**
- 3. Ключевые особенности ТАУ и принципиальные отличия от крупных АЭС на примере проекта ПАТЭС «Академик Ломоносов» с реакторными установками КЛТ-40С**
- 4. Сравнительный анализ технических характеристик крупных АЭС и ТАУ малой мощности**
- 5. Содержание радионуклидов в крупных блоках АЭС и в реакторе КЛТ-40С**
- 6. Оценка последствий аварийных ситуаций при эксплуатации ТАУ**
- 7. Оценка максимально возможного ущерба**
- 8. Выработка подходов к страхованию и оценка возможных затрат на страхование**
- 9. Выводы и рекомендации**



Ключевые особенности ТАУ («Академик Ломоносов» с реакторами КЛТ-40С; ТАУ с реакторами РИТМ-200)

Параметры и характеристики ТАУ с реакторами КЛТ-40С и РИТМ-200

Параметр, характеристика	КЛТ-40С	РИТМ-200
Тепловая мощность реакторных установок, МВт	2*150	2*150
Максимальная электрическая мощность в конденсационном режиме, МВт(е)	2*38,5 (77)	-
Максимальная теплофикационная мощность, Гкал/ч	146	-
Интервал между перегрузками топлива, лет	2,5÷3,0	≈ 8
Межремонтный период (эксплуатационный цикл), лет	10 -12	20
Полный проектный срок службы, лет	40	40



Ключевые особенности ТАУ и принципиальные отличия от крупных АЭС на примере проекта ПАТЭС Академик Ломоносов» с реакторными установками КЛТ-40С (продолжение)

- **ПАТЭС представляет собой источник электрической и тепловой энергии, созданный на базе российских технологий гражданского и военного атомного судостроения и предназначенный для обеспечения надежного энергоснабжения потребителей в удаленных, топливодефицитных районах.**
- **ПАТЭС поставляется в полной заводской готовности, при этом обеспечивается высокое качество изготовления и минимальные сроки строительства,**
- **на месте размещения станции строятся только вспомогательные сооружения, обеспечивающие установку станции и передачу тепла и электричества о станции на берег,**



Ключевые особенности ТАУ и принципиальные отличия от крупных АЭС на примере проекта ПАТЭС Академик Ломоносов» с реакторными установками КЛТ-40С (продолжение)

- полное сервисное обслуживание станции и операции с радиоактивными отходами осуществляются на специализированных предприятиях с периодичностью 12 лет,
- себестоимость вырабатываемой электроэнергии и тепла практически слабо зависит от места установки станции,
- станция мобильна и может быть установлена практически в любой береговой зоне, **но с учетом возможности защиты от цунами,**
- после окончания эксплуатации на площадке реализуется концепция «зеленой лужайки», обеспечивающая отсутствие последствий воздействия на окружающую среду,
-

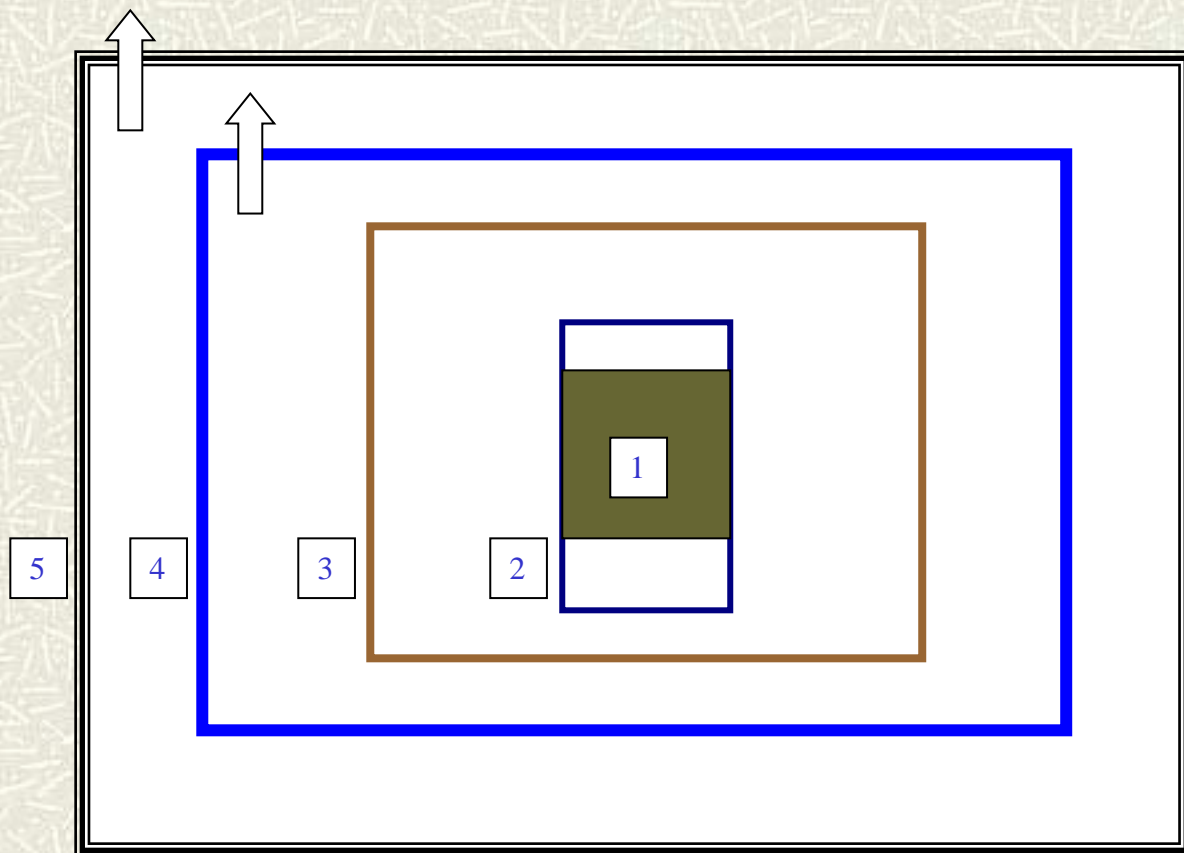


Обеспечение безопасности и устойчивость к внешним воздействиям

- **Выбор площадки размещения**
- **Устойчивость к сейсмическим воздействиям**
- **Устойчивость к цунами (жесткая швартовка, гидротехнические сооружения)**
- **Автономное электроснабжение**
- **Отвод остаточного тепловыделения**
- **Особенности систем безопасности ТАУ**
 - принцип глубокоэшелонированной защиты,
 - средства аварийной остановки реактора,
 - системы аварийного охлаждения активной зоны,
 - управляющие системы безопасности,
 - система заполнения водой кессона, в котором размещен корпус реактора, действующая при тяжелых запроектных авариях (предотвращение проплавления корпуса реактора),
 - ...



Обеспечение безопасности и устойчивость к внешним воздействиям (продолжение)



Барьеры для выхода радиоактивности: 1 – топливо, 2 - оболочка ТВЭЛа, 3 - первый контур, 4 - защитная оболочка, 5 - защитное ограждение (обоих реакторов)



Аварии на ТАУ (КЛТ-40С)

- *Содержание радиоактивных продуктов меньше, чем в реакторах крупных АЭС примерно на 1 - 2 порядка*
- *Проектные аварии*

- *Запроектные аварии*



Запроектные аварии на ТАУ (КЛТ-40С) с наихудшими последствиями

- Разрыв трубопровода системы очистки и расхолаживания на неотсекаемом участке с незакрытием локализирующей арматуры системы вентиляции защитной оболочки;*
- разрыв парового трубопровода-коллектора парогенератора с незакрытием локализирующей арматуры второго контура;*
- разрыв трубки теплообменника 1-3 контуров с незакрытием локализирующей арматуры.*



Запроектные аварии на ТАУ с наихудшими последствиями

Оценка ущерба

- *Как по масштабу возможного ущерба от аварий, так и по его структуре ТАУ принципиально отличается от современных крупных АЭС;*
- *возможный ущерб от аварий на ТАУ в меньшей степени зависит от выбора места ее расположения, чем это имеет место для крупных АЭС;*
- *достигается практически полный контроль над ядерными материалами и радиоактивными отходами;*



Запроектные аварии на ТАУ с наилучшими последствиями

Оценка ущерба (продолжение)

Радиационные последствия:

*Дозы облучения отдельных лиц из населения
вблизи ТАУ не превысят пределы доз,
установленные для нормальных условий (!):*

$$D_{\text{эфф}} \leq 0,1 \text{ мЗв}$$



Запроектные аварии на ТАУ с наилучшими последствиями

Оценка ущерба (продолжение)

Сравнение ядерных ущербов Y для крупных АЭС и ТАУ

$$Y(\text{ТАУ}) / Y(\text{АЭС}) \leq 0,001$$

Это наша оценка

Есть аналогичная оценка для малых АЭС в Японии

*Sadao Hattori. Energy source for human demand. Central
research institute of electric power industry. Tokyo, Japan.*



Запроектные аварии на ТАУ с наихудшими последствиями

Оценка ущерба (продолжение)

№ п/п	Вид ущерба	Ущерб, млн. руб.
1	Ущерб здоровью населения	30 - 50
2	Ущерб для имущества юридических и физических лиц	40 - 60
3	Ущерб для с.-х. и рыболовства	20 - 60
4	Ущерб от внезапного отключения источника энергии	10 - 100
5	Затраты на дополнительные меры радиационного мониторинга	10
6	Сумма	~ 200



Запроектные аварии на ТАУ с наихудшими последствиями

Оценка ущерба (продолжение)

Вид аварии на АЭС	Вероятность, год⁻¹	Ущерб от аварии, 10⁹ руб	МО, 10³ руб/год
Крупные современные АЭС			
Тяжелая запроектная авария без серьезных последствий за пределами СЗЗ	$\sim 10^{-6}$	~ 20	~ 20
Тяжелая запроектная авария с серьезными последствиями за пределами СЗЗ	$\leq 10^{-7}$	~ 200	≤ 20
ТАУ			
Тяжелая запроектная авария	$\leq 10^{-7}(?)$	$\sim 0,2$	$\leq 0,02$



Запроектные аварии на ТАУ с наихудшими последствиями

Страхование. Выводы и рекомендации

- 1. Высокий уровень безопасности ТАУ, практически приближающийся к абсолютной безопасности для населения и окружающей среды при любых аварийных ситуациях, и намного меньший возможный ущерб от аварий по сравнению с ущербом от аварий на крупных АЭС принципиально меняет картину ядерного страхования ТАУ.*



Запроектные аварии на ТАУ с наихудшими последствиями

Страхование. Выводы и рекомендации (продолжение)

- 2. В рамках существующих подходов к ядерному страхованию*
- приемлемый для существующей системы страхования страховой предел ответственности может покрывать любой ущерб третьим лицам от аварии;*
 - может быть обеспечена полная финансовая ответственность оператора за возможный ущерб третьим лицам от аварии на ТАУ при приемлемых финансовых затратах на ядерное страхование;*
 - для оператора приемлем любой вариант ядерного страхования: пулинговая система страхования или через общество взаимного страхования (ОВС).*



Запроектные аварии на ТАУ с наихудшими последствиями

Страхование. Выводы и рекомендации (продолжение)

3. В виду очевидной финансовой выгоды для оператора ядерного страхования через ОВС рекомендуется

- *создать ОВС для АЭС малой мощности и высокого уровня безопасности типа ТАУ;*
- *ядерное страхование ТАУ и ему подобных АЭС осуществлять через ОВС.*

4. Рекомендуется инициировать разработку и принятие поправок к национальному законодательству и (или) международным конвенциям относительно более низкого минимального предела ответственности оператора за ядерный ущерб. В настоящее время он составляет 7,2 млрд. руб. – намного больше возможных ущербов третьим лицам от аварии на ТАУ.