

VII Международный форум «АТОМЭКСПО 2015»

Экологическая оценка опасности ядерно и радиационно опасного объекта: история и перспективы

Зам. директора ИБРАЭ РАН

И. И. Линге

Бирюков Д.В., Блохин П.А.,
Ведерникова М.В., Ковальчук Д.В.,
Мызникова О.Г., Самойлов А.А.,
Уткин. С.С.

2 июня 2015 г.

Начало атомной эры



В. И. Вернадский

В.И. Вернадский: учение о биосфере, новые отрасли науки: биогеохимия, радиогеология, гидрогеология

1950-1960 гг.: *понимание основных механизмов действия радиации на объекты живой природы и убежденность в их высокой «радиационной стойкости».*

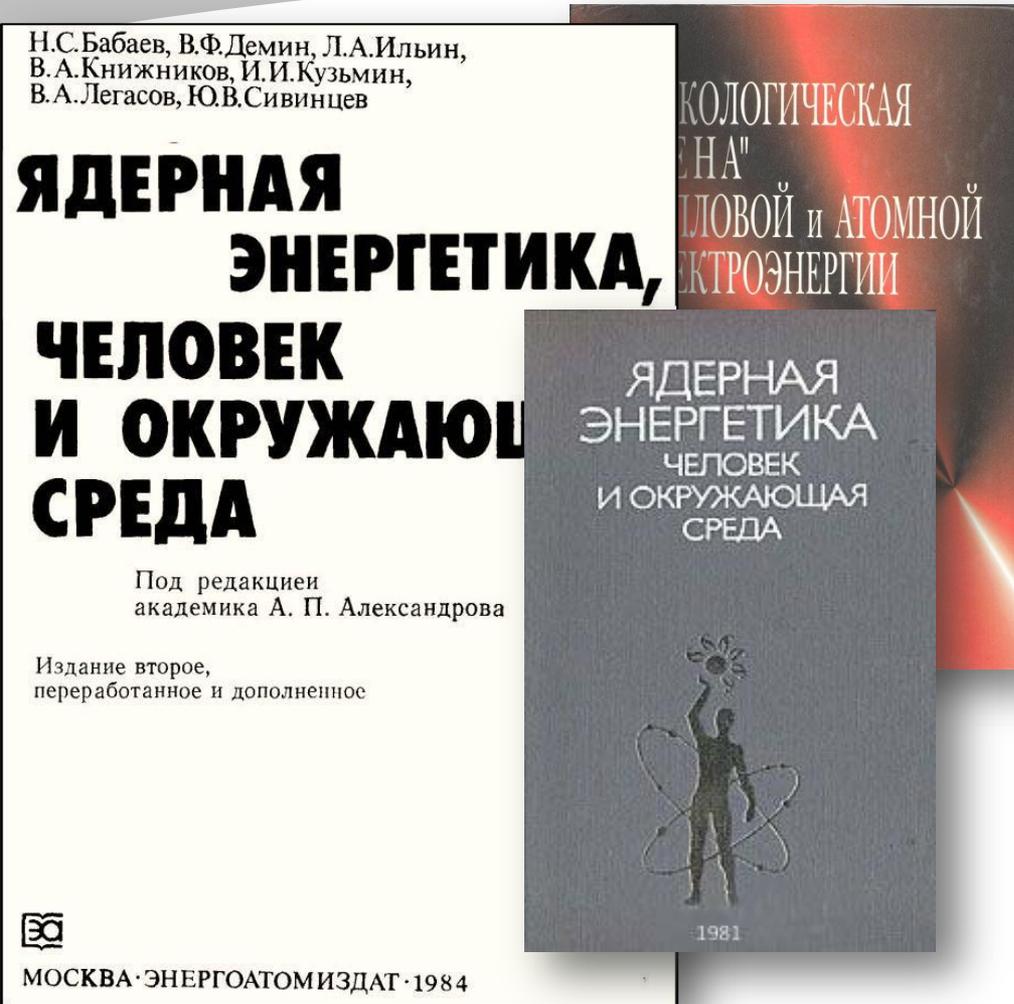


Н. В. Тимофеев-Ресовский

Е.А. Тимофеева-Ресовская, Б.М. Агафонов, Н.В. Тимофеев-Ресовский "О почвенно-биологической дезактивации воды": Сборник работ лаборатории биофизики. III, Вып. 13. Труды института биологии АН СССР, 1960, Свердловск, с. 35-48.

- «... водоемы, наряду с дезактивацией и очисткой воды, одновременно будут являться «радиокладбищем»;
- «... основным и, пожалуй, единственным недостатком (такого способа очистки) является то, что установка, состоящая из нескольких прудов, занимает относительно большую площадь».

Экологическая оценка атомной энергетики до Чернобыля



Основной вектор обоснования экологической безопасности атомной энергетики:

- Радиологические последствия угольной энергетики более значимы, чем атомной.
- Крупных аварий на АЭС не было, а их вероятность крайне низка.
- Данные по Южному Уралу закрыты.

Авария на ЧАЭС



А. К. Гуськова
академик РАН,
член РНКРЗ, профессор,
доктор медицинских наук

«Только ученые, не обладающие опытом в области последствий облучения, объясняют разнообразные биологические и медицинские отклонения воздействием радиации»



Л. А. Ильин
академик РАН, профессор,
доктор медицинских наук

«Все больше ученых и специалистов приходит к заключению о том, что при совокупной оценке нанесенного ущерба для жизни и здоровья людей социальные и психологические последствия аварии оказались определяющими. Но совершенно недопустимо впадать в другую крайность – игнорировать или преуменьшать роль радиоактивного облучения в формировании некоторых патологических состояний и болезней, в отношении которых роль ионизирующего облучения доказана современной наукой»



Р. М. Алексахин
академик РАН, профессор,
доктор биологических наук

«Есть все основания для отнесения крупнейших радиационных аварий к категории коммунальных (сельских). Это касается аварии на Южном Урале в 1957 г., аварии на ЧАЭС в 1986 г. и на АЭС «Фукусима Дайичи» в Японии в 2011 г.»

2000-2001 годы - информационная компания по ввозу ОЯТ, парниковый эффект

www.ibrae.ac.ru

Основные аргументы в пользу экологичности проекта:

- Риски для населения на уровне пренебрежимо малых
- Масштабный опыт безопасного транспортирования

Доводы против:

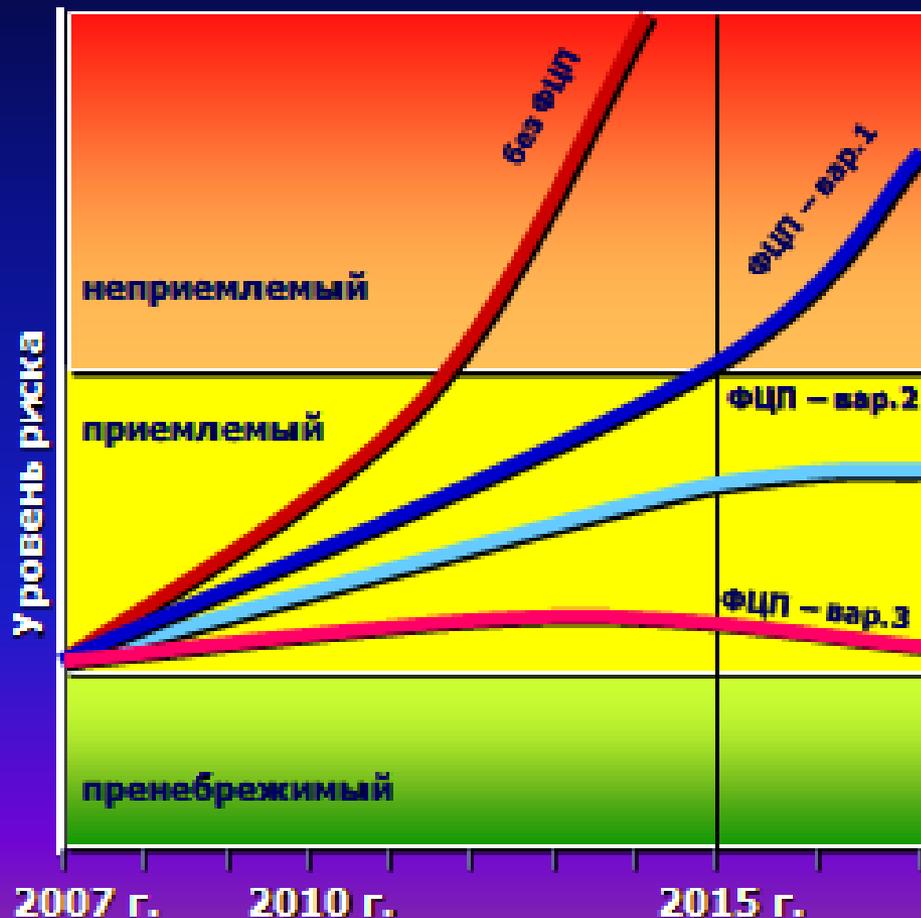
- Накопленные проблемы на БТБ (Северо-Запад и Дальний Восток)
- Проблемы Маяка
- Отсутствие опыта ВЭ



Информационные материалы по проблеме ОЯТ

Современная ситуация: в условиях отложенных решений риски при обращении с ОЯТ и РАО и выводе из эксплуатации неизбежно возрастают

ФЦП – это инструмент управления рисками ЯРБ



ФЦП - вариант 1.

Мощности по обращению с ОЯТ и РАО не создаются. Удаётся удержать риски на уровне приемлемых до 2015 года. После 2015 количество объектов нуждающихся в выводе из эксплуатации в аварийных условиях катастрофически нарастает, что ведет к многократному увеличению затрат. Даже самые быстрые темпы создания мощностей по обращению с ОЯТ и РАО не обеспечивают потребностей развития атомной энергетики и промышленности.

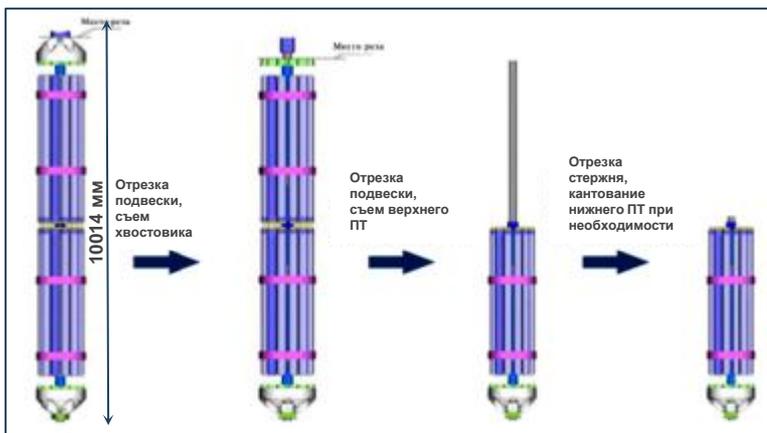
ФЦП – вариант 2.

Своевременное начало масштабных работ по объектам обращения с ОЯТ и РАО и выводу из эксплуатации позволяет удержать уровни рисков на уровне приемлемых в период до и после 2015 г. и обеспечить развитие АЭП и ЯОК.

ФЦП – вариант 3.

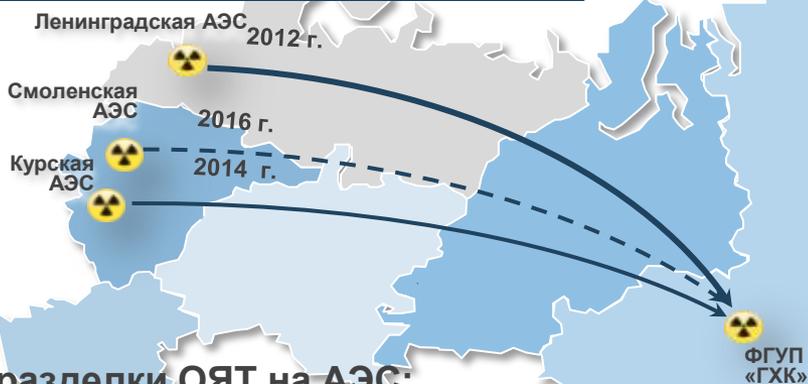
Ускоренное решение проблем ядерного наследия в условиях благоприятной для страны экономической конъюнктуры.

ФЦП ЯРБ: ОЯТ РБМК-1000 – перевод на «сухое» хранение



Для вывоза ОЯТ РБМК-1000 созданы :

- контейнер ТУК-109Т (контейнер, чехол, ампула);
- транспортер ТМ2-3.



АЭС	Блок	Период останова
Ленинградская	1-4	2018-2025
Курская	1-4	2022-2035
Смоленская	1-3	2032-2040

Комплексы разделки ОЯТ на АЭС:

2012 г. – начал функционировать комплекс на Ленинградской АЭС, начат вывоз;

2014 г. – начал функционировать комплекс на Курской АЭС, начат вывоз;

– ведутся строительные работы на Смоленской АЭС (ввод в эксплуатацию комплекса по разделке ОЯТ запланирован на 2016 год).

ФЦП ЯРБ: завершение работ по ВЭ ПУГР ЭИ-2



Дезактивация и демонтаж строительных конструкций

Уровень «0.0»

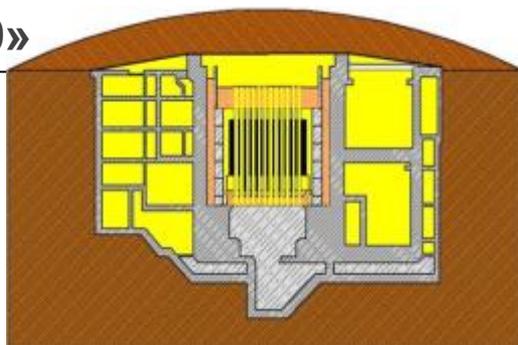


Схема объекта
после завершения работ



РАО размещены в ПХ

ФЦП комплексная утилизация АПЛ

Северо-Запад:

В гб. Сайда – все комплексы введены в эксплуатацию

Сайда принимает:

- ТРО с территории гб. Андреева и п. Гремиха
- Специально подготовленные РО
- Корпусные блок-упаковки судов АТО (64 РО), в том числе от утилизации ПТБ «Володарский»



Дальний Восток:

- Введен в эксплуатацию пусковой комплекс долговременного хранения РО утилизированных АПЛ на мысе «Устричный» (3 РО и блок-упаковка ТНТ-16). Создана инфраструктура разделки реакторных блоков и судов АТО – атомного технологического обеспечения.
- Подготовительные мероприятия по извлечению ТРО в бухте Крашенинникова Камчатского края для их последующей транспортировки на береговую техническую базу в бухте Сысоева.
- Работы по проектированию Регионального центра кондиционирования и долговременного хранения РАО в Приморском крае.

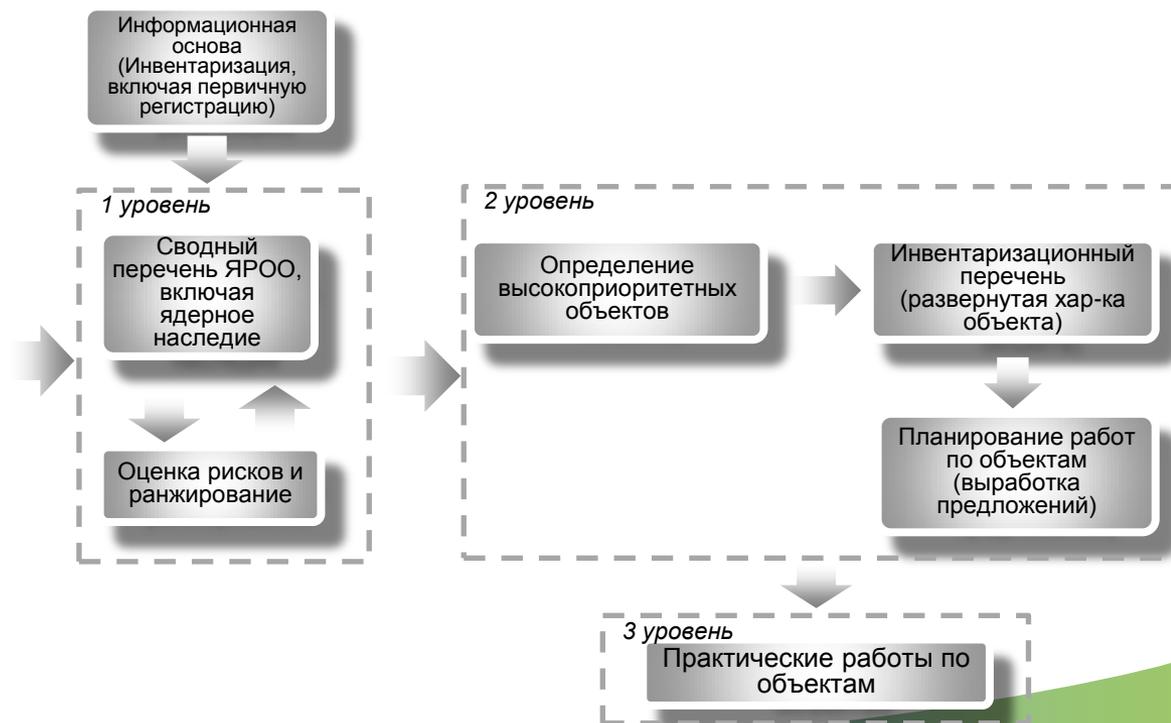
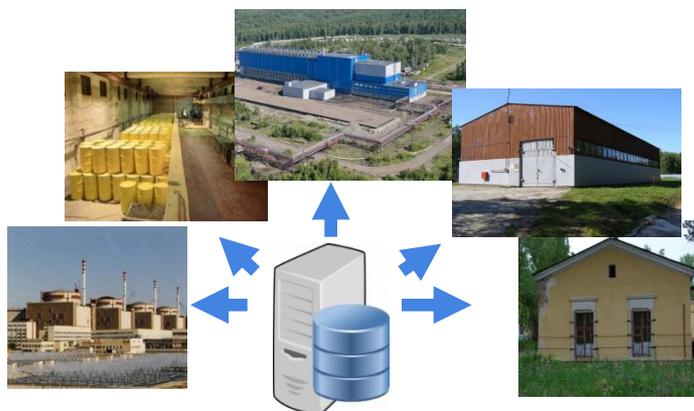
ФЦП ЯРБ: инвентаризация ЯРОО и первичная регистрация РАО



Бирюков Д.В.,
М.Н.С. ИБРАЭ РАН, ИАТЭ'08

Цель - создание объективной основы для планирования работ по ВЭ ЯРОО или повышения их безопасности.

На территории Российской Федерации размещено более 2000 ЯРОО различного типа, в том числе, 350 ядерных установок, 800 ПХ РАО, 600 радиационных источников и др.



Варианты использования загрязненного металла в атомной промышленности



Блохин П.А.,
м.н.с. ИБРАЭ РАН, МИФИ '11

МРО – металлические радиоактивные отходы

Переработка



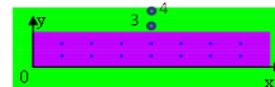
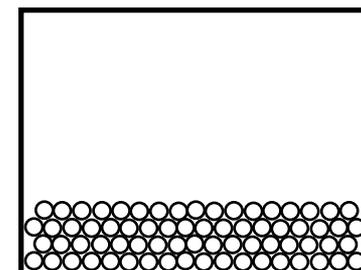
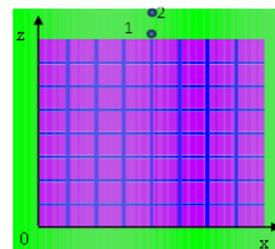
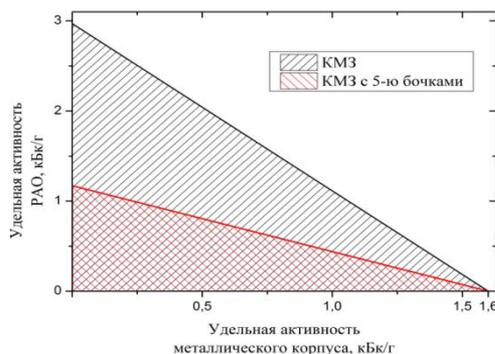
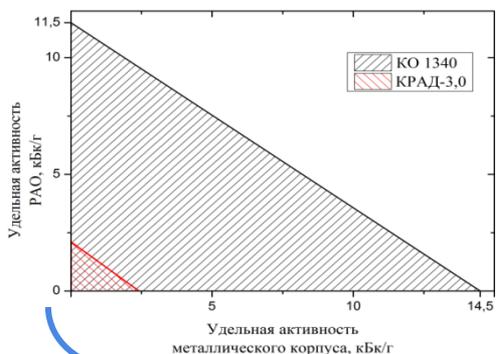
Неограниченное
использование

Захоронение

Ограниченное использование в АП

Металлические контейнеры

Арматура в бетонных плитах



Активность для повторного использования - 300 Бк/г

Разработка и оптимизация сценариев работы по демонтажу ОЯН

www.ibrae.ac.ru

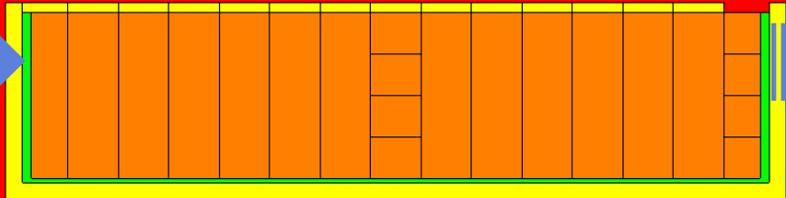
Сценарий работ:

- поэтапное удаление верхних перекрытий (плит) и удаление РАО под плитой и т.д.;
- оператор в экскаваторе находится на расстоянии 7 м от ХТО.

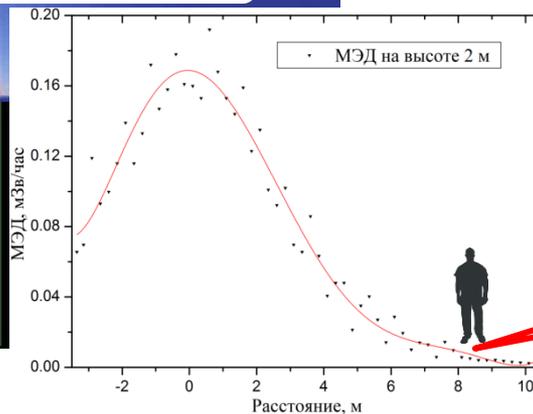
Разработка 3D модели объекта и сценария работ



Конвертация САПР модели в расчетную



Результаты расчета



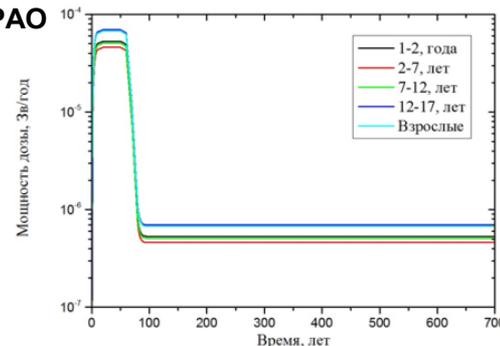
Дозовые нагрузки на оператора экскаватора при извлечении всего объема РАО ~ 60 мкЗв

Первичная регистрация РАО: комплексное обоснование выбора конечного состояния пункта хранения



Ведерникова М.В.,
м.н.с. ИБРАЭ РАН,
МИФИ '08

- Критерии отнесения РАО к особым утверждены Постановлением Правительства России от 19.10.2012 №1069.
- Оценка принципиальной возможности локализации РАО в месте их размещения – оценка соблюдения ограничения индивидуальной дозы облучения населения на весь период потенциальной опасности РАО – 10 мкЗв/год (НРБ-99/2009):



- На основании проведенного анализа данных, полученных при проведении работ по обращению с РАО в организациях отрасли, а также анализ работ, проведенных за рубежом, разработаны рекомендации по формированию сценариев обращения с РАО.
- С учетом принципов радиационной защиты установлены граничные значения учитываемых при проведении оценок величин:

Параметр	Значения	Диапазон
Период потенциальной опасности	РАО содержащие : техногенные -короткоживущие РН -долгоживущие РН природные РН	-определяются в соответствии с ПП №1069 -1000 лет -300 лет
Доза облучения	персонал население	от 0,3 мкЗв/ч до 20 мЗв/год от 10 до 100 мкЗв/год
Риск потенциального облучения	Персонал Населения	$R=2 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ $P=10^{-2} \text{ год}^{-1} - 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ $R=1 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$
Мощность дозы облучения биоты	животный мир растительный мир	1 мГр сут ⁻¹ 10 мГр сут ⁻¹

- Проведен анализ и структурирование данных, полученных в ходе практических работ в отрасли. Разработаны подходы и методические материалы для проведения оценок необходимых величин.

Результаты выполненных комплексных обоснований

1. Для 67 объектов выбрана и обоснована конечная стадия жизненного цикла, РАО отнесены к особым РАО. Среди них:

- Водоемы ПО «Маяк», ОАО «СХК»;
- Хвостохранилища (ПАО «ППГХО», ОАО «ЧМЗ», ОАО «НЗХК»);
- Пункты хранения ТРО (ПО «Маяк», ОАО «СХК», ФГУП «ГХК», ОАО «ОДЦ УГР»);
- ПУГРЫ (ОАО «ОДЦ УГР», ФГУП «ГХК»).

Результаты сравнительной оценки альтернативных вариантов обращения с РАО для ПХРО, объемом 12,5 тыс. м³.

Параметр	Сценарий		
	Удаление РАО	Сравнение	Захоронение РАО в месте их нахождения
Коллективная эффективная доза облучения, чел.-Зв	более 0,32	>>	менее 0,19
Риск потенциального облучения, год ⁻¹	более 7,70·10 ⁻⁵	>>	менее 10 ⁻⁶
Расходы, млн. руб.	более 5060	>>	Расходы, а также совокупный размер возможного вреда окружающей среде в случае захоронения РАО в месте их нахождения, млн. руб.
			менее 424

2. В процессе принятия решения объекты ОАО «ПО ЭХЗ», ОАО «УЭХК».

3. Предстоит выполнить обоснования для объектов, по которым решение отложено (ОАО «НИИАР», ФГУП «ВНИИЭФ», ФГУП «ФЭИ» и ряд других).

4. Комплексные обоснования позволяют завершить уже начатые работы по консервации, а также добиться снижения будущих расходов более чем на 700 млрд. руб. и уменьшить дозозатраты будущих периодов более чем на 800 чел.·Зв.



Организация	Количество ПХРО	Объем РАО, млн м ³
ОДЦ УГР	14	0,031
ГХК	24	0,253
НЗХК	1	0,956
ЧМЗ	2	4,180
СХК	11	4,256
ППГХО	2	53,160
МАЯК	13	406,334
ИТОГО:	67	469,170

Ранжирование ЯРОО: комплексный показатель опасности объекта наследия для населения и окружающей среды



Ковальчук Д.В.,

м.н.с. ИБРАЭ РАН, МИФИ '07

Основные цели НИР:

- универсальная оценка состояния ЯРОО с точки зрения их потенциальной опасности;
- возможность сравнения/ранжирования объектов по уровню опасности;
- мониторинг эффективности мероприятий по повышению безопасности ЯРОО.

Реализация - методика оценки КП по набору параметров:

- активность радиоактивных материалов и веществ, в том числе неизвестного состава;
- уровень неопределенности (изученности) свойств радиоактивных материалов;
- способность и предрасположенность радиоактивных материалов к распространению в окружающей среде;
- состояние систем и конструкций объекта, отвечающих за безопасность;
- степень завершенности работ по обеспечению безопасности.

Комплексный показатель опасности объекта наследия для населения и окружающей среды

Свойства и функционал инструмента:

Универсален: все типы объектов, любой этап ЗСЖЦ, любой вид деятельности

Мониторинг эффективности мероприятий по ВЭ

Обоснование приоритетных направлений деятельности при формировании программ работ в области ЯРБ и экологии

В перспективе:

Анализ изменения опасности ЯРОО при вариантном планировании работ по ВЭ

Результаты применения:

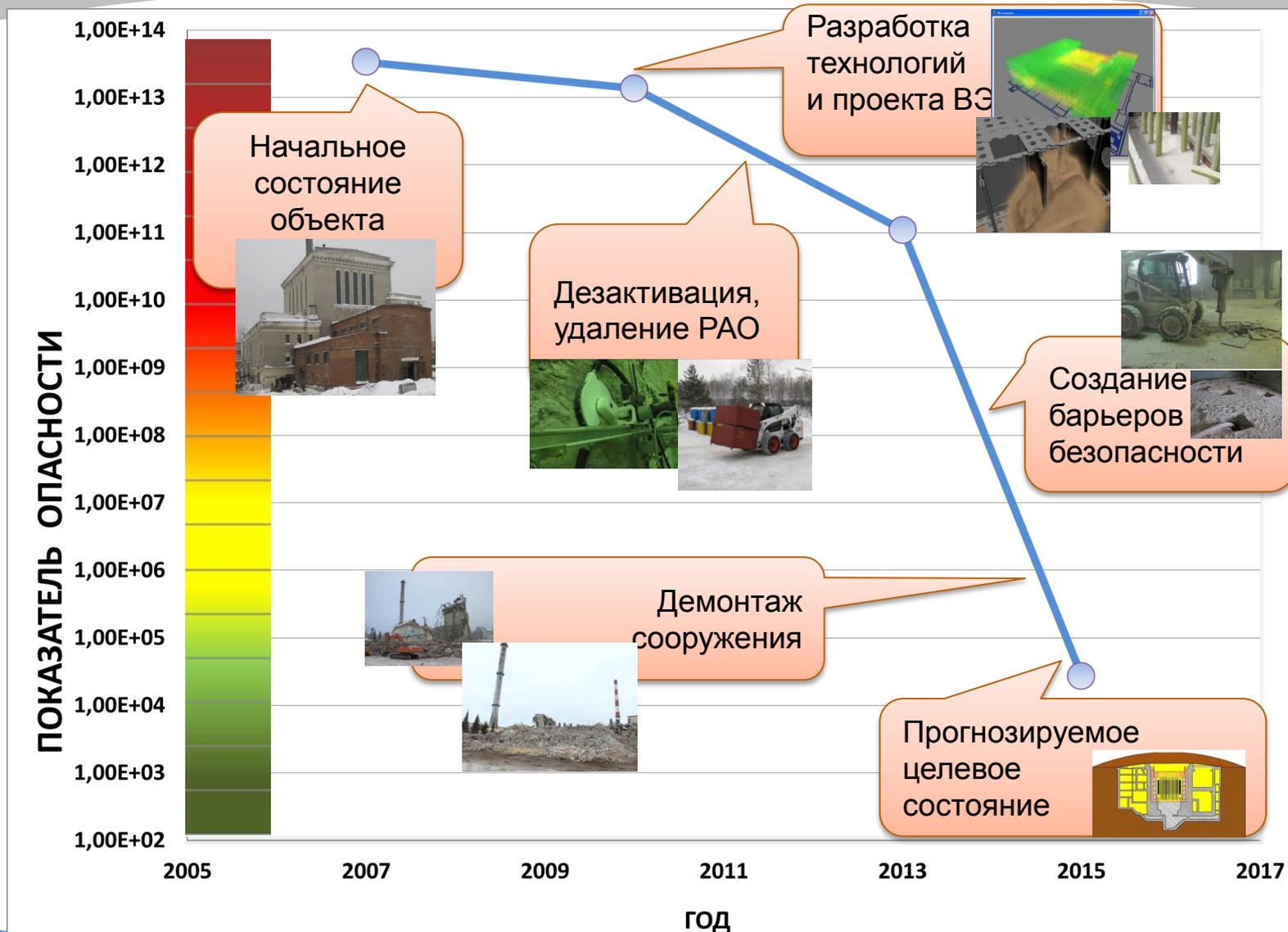
Выполнена оценка опасности свыше 400 ЯРОО

Завершается оценка мероприятий ФЦП ЯРБ 2008-2015

Итоги ранжирования объектов использовались при обосновании мероприятий ФЦП-2

Выработка предложений по оптимизации проектов по ВЭ

Комплексный показатель опасности объекта наследия для населения и окружающей среды



Период потенциальной опасности ПЗРО и защитная зона



Мызникова О.Г.,
м.н.с. ИБРАЭ РАН,
МФТИ (ГУ) '09

[ФЗ РФ N 190-ФЗ «Об обращении с РАО», статья 3.21]
Период потенциальной опасности радиоактивных отходов - срок, в течение которого уровни радиоактивности **РАО** снижаются до показателей, при которых не требуется **радиационный контроль**

Закрытие ПЗРО

ППО

Внесение изменений в Кадастр ПХРАО

Все виды радиационного контроля

Периодический радиационный контроль
(статья 17)

Институциональный контроль

Прекращение периодического радиационного контроля
(статья 13.5)

СЗЗ
Предприятия

СЗЗ ПЗРО (статья 17.2) или территория размещения (статья 13.4)

Территория размещения

Жизненный цикл ПЗРО

Обеспечение безопасности
(статья 3)

Подходы к оценке ППО и зоны влияния ПЗРО

«РАО → совсем не опасно»

$УА(t > ППО) < \text{УРОВНЕЙ ОСВОБОЖДЕНИЯ}$
[ОСПОРБ-99/10]

- Уровни освобождения определены **не для всех радионуклидов**;
- Пересечение сферы действия и ответственности ЕГС РАО;
- Чрезмерная консервативность, «затратность».

«РАО → НЕ РАО»

$УА(t > ППО) < ПЗУА$
[ППН №1069]

- Нет проблем в сфере действия и ответственности ЕГС РАО;
- Проблема долгоживущих.

Рассматривают только накопленную активность:
Имеют ограничения, но могут быть использованы ряде случаев

РАО

«РАО в ПЗРО»

Воздействие на ОС не превышает норм РБ

- Необходимо **учитывать свойства объекта и территории размещения РАО**;
- **Зависит от жизненного цикла объекта и целей практического использования** получаемой оценки ППО:

Для «предпроектных» целей – отнесение РАО к особым [Научно-техническое пособие по подготовке обосновывающих материалов для принятия решения об отнесении радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам, 2014]

При обосновании безопасности объекта:
ППО = ППО(РАО + объект) определяется расчетным образом и обосновывается [РБ-058-10];

РАО



5.2.2. [РБ-011-2000] Период времени, для которого следует **проводить количественную оценку безопасности**, можно ограничить моментом времени, начиная с которого **уровень радиационной опасности хранилища уже не может возрастать**

Пункты долговременного хранения



Самойлов А.А.,
главный специалист
ИБРАЭ РАН, МИФИ

Пункт долговременного хранения РАО:

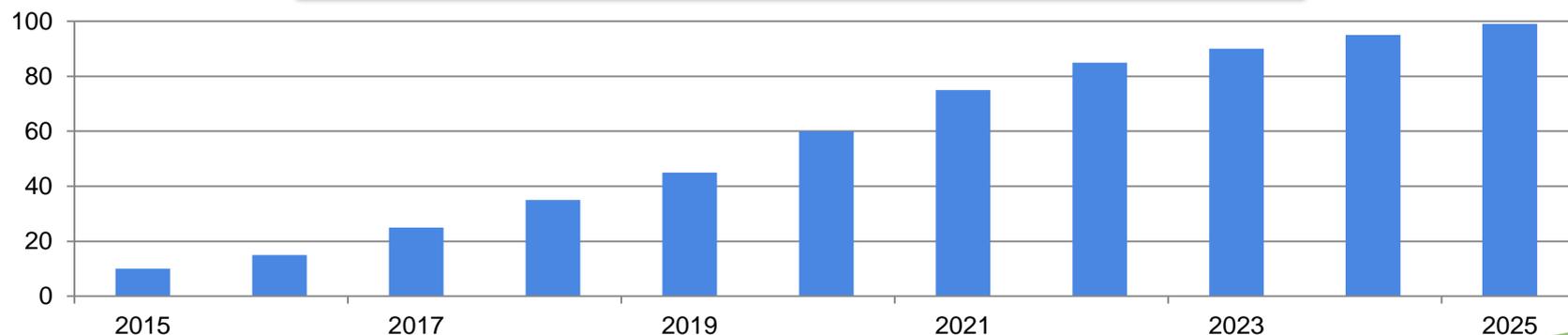
пункт хранения РАО, срок эксплуатации которого определен проектом, но порядок вывода из эксплуатации и меры по выводу из эксплуатации которого не предусмотрены (статья 3 190-ФЗ)

Итоги первичной регистрации в части ПДХ:

Общее количество ПДХ – более 450

Объем РАО в ПДХ – более 10 млн. м³

Доля ПДХ с истекшим сроком эксплуатации



Пункты долговременного хранения

Процедура принятия решения по ПДХ



Теченский каскад водоемов – наибольший объем РАО



Уткин С.С.
Заведующий отделением
ИБРАЭ РАН, МФТИ



Причины и уровень внимания к проблеме



26 марта 2003 г.

«Перечень поручений Президента РФ в Уральский Федеральный округ 6 марта 2003 г.» № Пр-516 (п.5. «Разработать комплекс дополнительных мер, направленных на предотвращение угрозы экологической катастрофы на Теченском каскаде водоемов ФГУП «ПО «Маяк»»).

02 июня 2003 г.

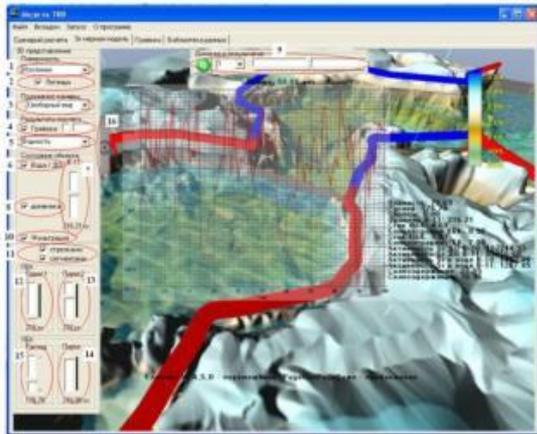
Комплексный план мероприятий по обеспечению решения экологических проблем, связанных с текущей и прошлой деятельностью ФГУП «ПО «Маяк» (утвержден Министром по атомной энергии).

16 марта 2006 г.

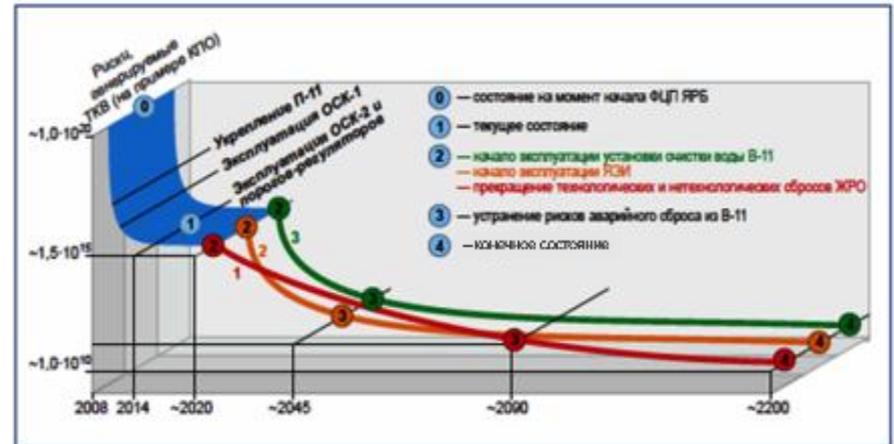
Перечень мероприятий по обеспечению ядерной, радиационной и экологической безопасности на 2007 г. (перечень поручений Президента Российской Федерации от 16 марта 2006 г.)

2008 г. – ФЦП ЯРБ

Теченский каскад водоемов – наибольший объем РАО



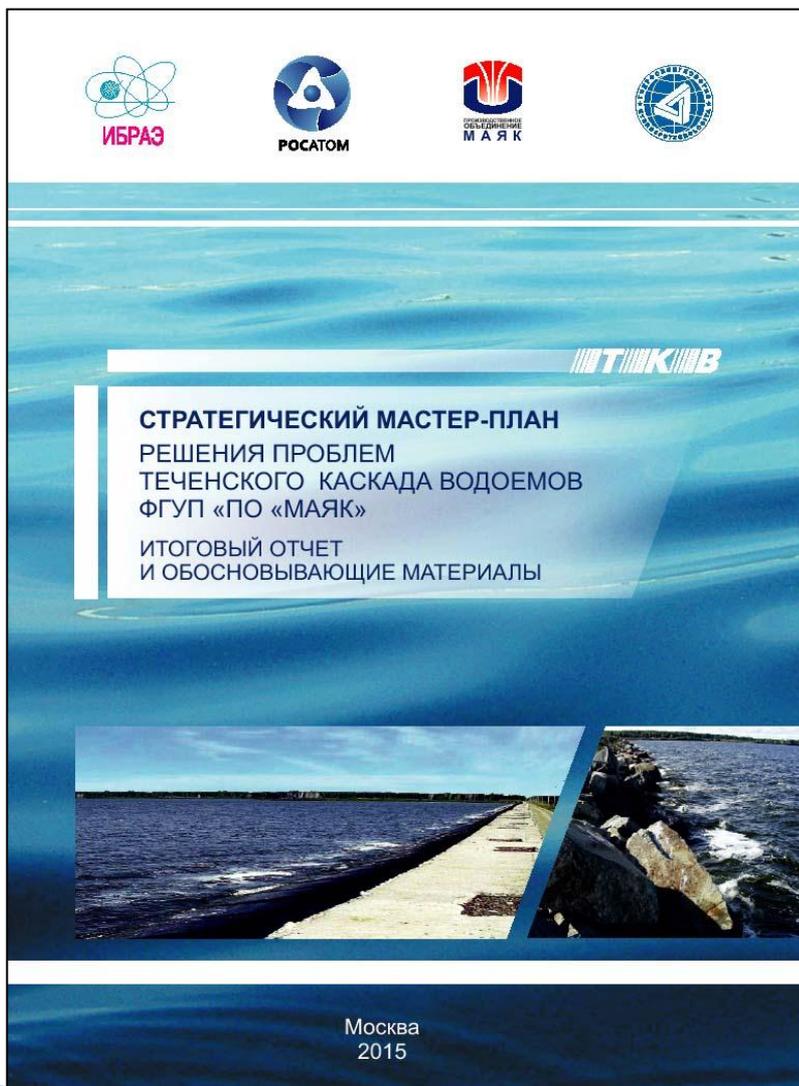
Информационно-аналитическая система радиоэкологического мониторинга



- 65% накопленного объема РАО.
- Разработан Стратегический Мастер-план, включая расчетно-мониторинговый комплекс «ТКВ-Прогноз» для оценки вариантов эволюции объекта.
- Итог: Полное понимание жизненного цикла ТКВ, стратегий и технических решений по обеспечению долговременной безопасности.

СМП ТКВ опубликован

www.ibrae.ac.ru



ИБРАЭ
РОСАТОМ
ОБЪЕДИНЕНИЕ
МАЯК

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ МАСТЕР-ПЛАН
РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ
ТЕЧЕНСКОГО КАСКАДА ВОДОЕМОВ
ФГУП «ПО «МАЯК»
ИТОГОВЫЙ ОТЧЕТ
И ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Москва
2015

Стратегический Мастер-план
решения проблем Теченского
каскада водоемов ФГУП «ПО «Маяк».
Исходные положения и краткие результаты
(СМП ТКВ-1), 56 стр.



Стратегический Мастер-план
решения проблем Теченского
каскада водоемов ФГУП «ПО «Маяк».
Основные результаты
(СМП ТКВ-2), 162 стр.



Стратегический Мастер-план
решения проблем Теченского
каскада водоемов ФГУП «ПО «Маяк».
Итоговый отчет и обосновывающие материалы
(СМП ТКВ-3), 423 стр.



Технические отчеты, 63 тома, в том числе:

ИБРАЭ РАН – 24 тома;
ФГУП «Гидроспецгеология» – 18 томов;
ФГУП «ПО «Маяк» – 13 томов;
ООО «Гидротех» – 5 томов;
ООО «НИЭП» – 2 тома;
ОАО «ВНИПИЭТ» – 1 том



Публикации
по результатам работ, 19



Заключение

Осмысление радиологической и экологической опасности ядерных технологий прошло несколько фаз развития:

- оценка последствий облучения человека вследствие загрязнения окружающей среды;
- изучение механизмов радиационного воздействия на биоту и первые представления о границах его допустимости (основная парадигма радиоэкологии);
- поиск выгод в рамках устойчивого развития и оценки рисков крупных аварий;
- признание накопленных проблем и начало их решения.

В настоящее время оценка экологической опасности - это детализированный и объектно ориентированный процесс, требующий тонкого научного инструментария.