X Юбилейная Российская научная конференция
Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях

Пленарное заседание открытия конференции

Пленарная сессия «Реализация ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года».

Ведущий: чл.-кор. РАН **Большов Леонид Александрович**

Дата проведения: 22 сентября 2015 года

Место проведения: Президентский зал Президиума РАН
(г.Москва, Ленинский пр-т, д. 32-а)

Список презентаций

Докладчик	Название доклада	Организация, должность	№ стр.
Абрамов Александр Анатольевич	Итоги реализации ФЦП ЯРБ и задачи на будущее.	ГК «Росатом», зам. директора по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО	3
Большов Леонид Александрович, чл.-кор. РАН	Научные исследования и разработки в области радиационной защиты и радиационной безопасности и ФЦП ЯРБ.	ИБРАЭ РАН, директор	21
Гаврилов Петр Михайлович, д.т.н.	Обеспечение безопасности при замыкании ядерного топливного цикла на ФГУП «ГХХ.	«ФГУП ФЯО Горно-химический комбинат», генеральный директор	48
Шиша Анатолий Дмитриевич	Обеспечение безопасности при работах по выводу из эксплуатации исследовательских реакторов МР и РФТ в НИЦ «Курчатовский институт».	Курчатовский комплекс реабилитации и нераспространения НИЦ «Курчатовский институт», зам. нач. Управления «Реабилитация»	67
Линге Игорь Иннокентьевич, д.т.н.	Основные итоги работ по радиационной защите и радиационной безопасности в рамках ФЦП ЯРБ.	ИБРАЭ РАН, заместитель директора	84
Хамаза Александр Александрович	Научные основы регулирования безопасности и итоги ФЦП ЯРБ.	ФБУ «НТЦ ЯРБ», директор	105
Самойлов Александр Сергеевич, к.м.н.	Радиационная защита и здоровье работников атомной отрасли и населения, проживающего в районе расположения радиационно-опасных объектов России.	ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И.Бурназяна, генеральный директор	138
Романович Иван Константинович, д.м.н.	Актуальные задачи радиационной гигиены в свете итогов ФЦП ЯРБ.	ФБУН научно- исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, директор	159
Румынин Вячеслав Гениевич, чл.-кор. РАН	Модельное обоснование долговременной безопасности пунктов окончательной изоляции РАО в геологических формациях.	СПбО Института Геоэкологии РАН, директор	191
Алексахин Рудольф Михайлович, академик РАСХН	Радиоэкология и вопросы радиационной безопасности: современное состояние и актуальные задачи.	Всероссийский институт радиологии и агроэкологии, директор	251
Арутюнян Рафаэль Варназович, д.ф.-м.н.	Развитие и практические испытания систем аварийного реагирования	ИБРАЭ РАН, заместитель директора	271

РОСАТОМ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

Итоги реализации ФЦП ЯРБ и задачи на будущее

Абрамов А. А.

Заместитель директора по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО Госкорпорации «Росатом»

22 сентября 2015 г.
Москва

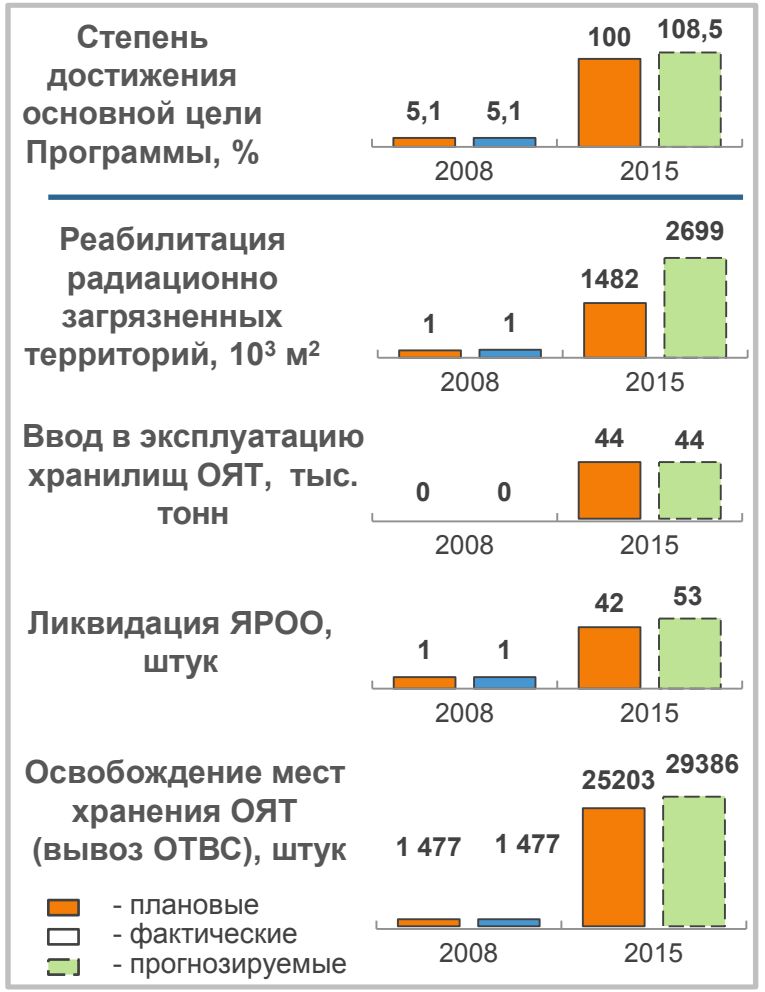
ФЦП – ключевой инструмент государственной политики в сфере обеспечения ЯРБ

- ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года»
- Подпрограмма «Промышленная утилизация АПЛ, подводных кораблей с ядерными энергетическими установками, судов атомного технологического обслуживания и реабилитация радиационно-опасных объектов на 2011-2015 годы и на период до 2020 года»
- Глобальное сотрудничество (Северо-Запад и Дальний Восток), международная программа по РИТЭГам
- Межгосударственная целевая программа «Рекультивация территорий государств – членов ЕврАзЭС, подвергшихся воздействию уранодобывающих производств»
- Правовые инструменты национального и отраслевого уровня: ФЗ-170 «Об использовании атомной энергии», ФЗ-317 «О Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом"», ФЗ-190 «Об обращении с РАО»

Ядерно и радиационно опасные объекты приведены в контролируемое и управляемое состояние

2008 год		2015 год	
Критическое заполнение хранилищ ОЯТ		Уровень заполнения хранилищ снижен до 74%. Введено «сухое» хранилище. Начат вывоз ОЯТ с КуАЭС и ЛАЭС.	
90% ОЯТ РБМК накапливается на АЭС.			
Сброс ЖРО в открытые водоемы – хранилища		Ликвидировано 4 открытых водоема – хранилища РАО. Разработан проект ПЗРО ВАО.	
Критическое состояние Теченского каскада водоемов		Теченский каскад переведен в контролируемое состояние	
В режиме останова находятся 134 объекта (ПУГР, блоки АЭС, ИР, ЯУ). Отсутствие опыта ВЭ.		Выведено из эксплуатации 53 ЯРОО. Реабилитировано 2,7 млн м^2 РЗТ	
Отсутствует централизованная система радиоэкологического мониторинга		Создана система АСКРО с 32 ведомственными и территориальными подсистемами	

Выполнение индикаторов программы*



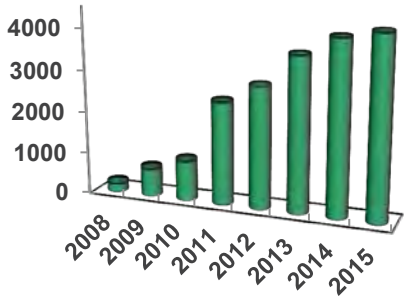
Значения показателей и индикаторов:

Эффективность реализации программы ФЦП ЯРБ 2008-2015

Опытно-демонстрационные центры по переработке ОЯТ, выводу из эксплуатации, Национальный оператор по захоронению РАО

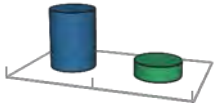
Разработано более 50 технологий обращения с ОЯТ, РАО и вывода из эксплуатации ядерных и радиационно опасных объектов, в том числе 10 видов ранее не перерабатываемого ОЯТ

Экономия от конкурсных процедур – 4263,2 млн руб.

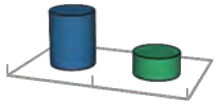


Снижение удельной стоимости

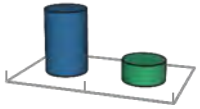
Реабилитации в 4 раза



Вывода из эксплуатации в 2,5 раза



Вывоза ОЯТ в 3,2 раза



ОЯТ – основной компонент ядерного наследия

В ОЯТ сосредоточено свыше 99 % продуктов деления, образовавшихся в атомной энергетике.

Для безопасности необходимы:

- сохранения целостности конструкции ОТВС;
- обеспечение критичности и охлаждение для отвода остаточного тепловыделения;
- защиты от террористических угроз;
- переработка.

В начале 2000 годов начали массово проявляться:

- **коррозия и потеря герметичности ОЯТ энергетических реакторов со сроками хранения 30 и более лет;**
- **деградация топлива типа АМБ, блоков ДАВ-90;**
- **фрагментация ОЯТ исследовательских реакторов, образовавшегося в 50-60-е годы.**

Сроки хранения в водной среде были близки к исчерпанию

Коррозионные проявления на ОТВС РБМК

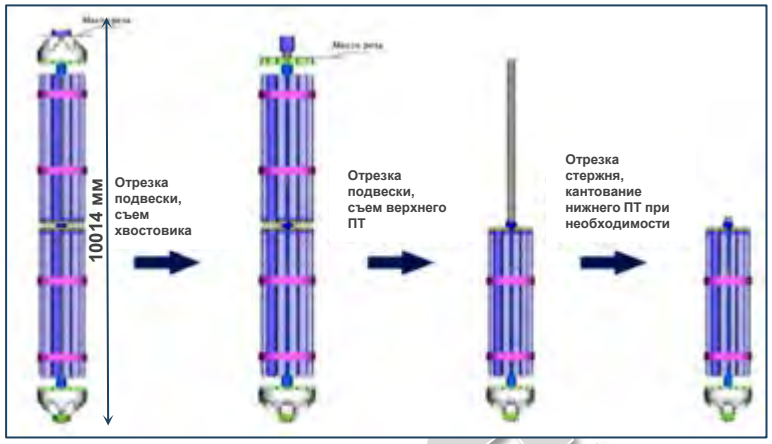
Аварийная ОТВС реактора энергоблока Белоярской АЭС

Объекты инфраструктуры обращения с ОЯТ

- **ФГУП «ГХК»:**
  - ХОТ-1, ХОТ-2, ОДЦ

- **ФГУП «ПО «Маяк»:**
  - инфраструктура обращения с РБМК-1000 (деф.), АМБ, ДАВ-90, ИР
  - повышение безопасности и экологичности РТ-1
- **Ленинградская АЭС, Курская АЭС, НИИАР, ФЭИ, СХК:**
  - инфраструктура обращения с ОЯТ

ОЯТ РБМК-1000 – перевод на «сухое» хранение



Для вывоза ОЯТ РБМК-1000 созданы :

- комплекты ТУК-109 и ТУК-109Т (контейнер, чехол, ампула);
- транспортеры ТМ2-3 и ТК-У.

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

Комплексы разделки ОЯТ на АЭС:

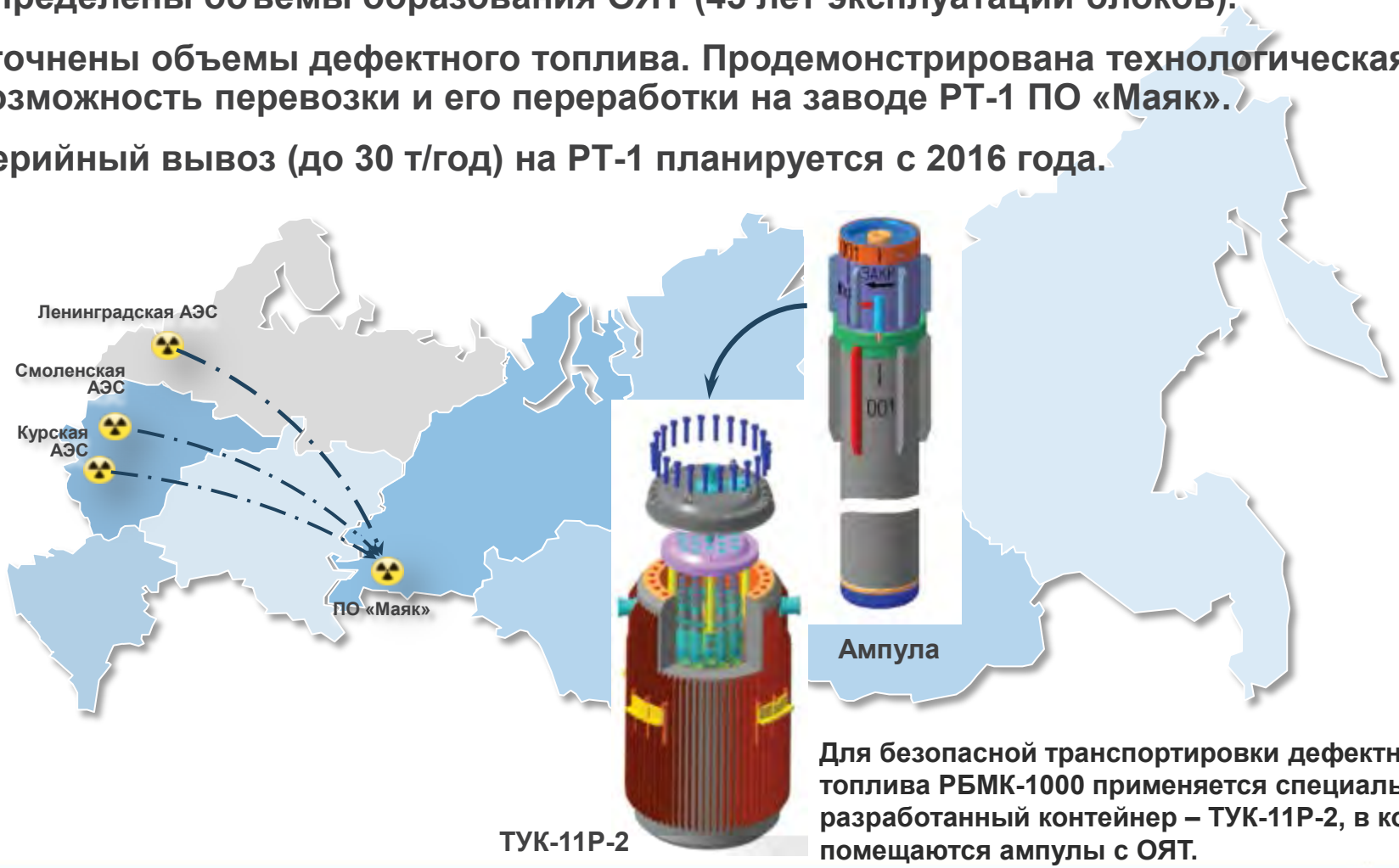
2012 г. – начал функционировать комплекс на Ленинградской АЭС, начат вывоз;

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).

Регенерация ОЯТ на РТ-1: ОЯТ РБМК (деф.)

- Определены объемы образования ОЯТ (45 лет эксплуатации блоков).
- Уточнены объемы дефектного топлива. Продемонстрирована технологическая возможность перевозки и его переработки на заводе РТ-1 ПО «Маяк».
- Серийный вывоз (до 30 т/год) на РТ-1 планируется с 2016 года.



Для безопасной транспортировки дефектного топлива РБМК-1000 применяется специально разработанный контейнер – ТУК-11Р-2, в который помещаются ампулы с ОЯТ.

Вывоз ОЯТ исследовательских реакторов

НИИАР

Вывезено на переработку 2653 ОТВС.

Бассейн выдержки центрального хранилища (здание 177)

ФЭИ

В 2015 году всё ОЯТ будет вывезено на переработку.

Транспортный пакет для перевозки ОЯТ с использованием ТУК-19

Итоги в области обращения с ОЯТ

- Вывезено и размещено на долговременное хранение в ХОТ-2 11874 ОТВС РБМК-1000
- Вывезено и размещено на в ХОТ-1 3240 ОТВС ВВЭР-1000
- Вывезено на переработку 7625 ОТВС ИР, 3545 ОТВС ВВЭР-440, 2258 ОТВС БН-600
- Вывезено около 800 ОТВС ОЯТ ледокольного флота
- Переведено в безопасные условия ОЯТ активностью $7{,}6 \cdot 10^{19}$ Бк

РАО наследия

Закрыты:

- Водоем 354 ГХК – переведен в пункт хранения в 2008 г.;
- Водоем Б-2 СХК – работы по консервации завершены в 2012 г.,
- Водоем В-9 «Карачай» Маяк – акватория будет закрыта в 2015 г.,
- Водоем Б-1 СХК – завершение первого этапа – 2015 г.

Выполнены подготовительные работы:

- Б-25, ПХ-1, ПХ-2 СХК – завершаются подготовительные работы,
- 365 ГХК - завершаются подготовительные работы

Проведены работы по консервации и реабилитации:

- «Глобус-1» (Ивановская область), объекты «Кратон-3» и «Кристалл» (Республики Саха Якутия);
- хвостохранилище бывшего государственного предприятия "Алмаз" (г. Лермонтов, Ставропольский край);
- хвостохранилище № 1 ОАО «ЧМЗ»;
- территория хвостохранилища обогатительной фабрики бывшего Новотроицкого рудоуправления.

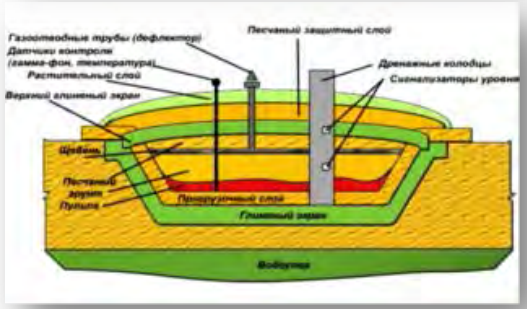


Схема барьеров безопасности и вид Б-2 СХК после завершения работ

Решение проблем Теченского каскада водоемов (ТКВ) ФГУП «ПО «Маяк»

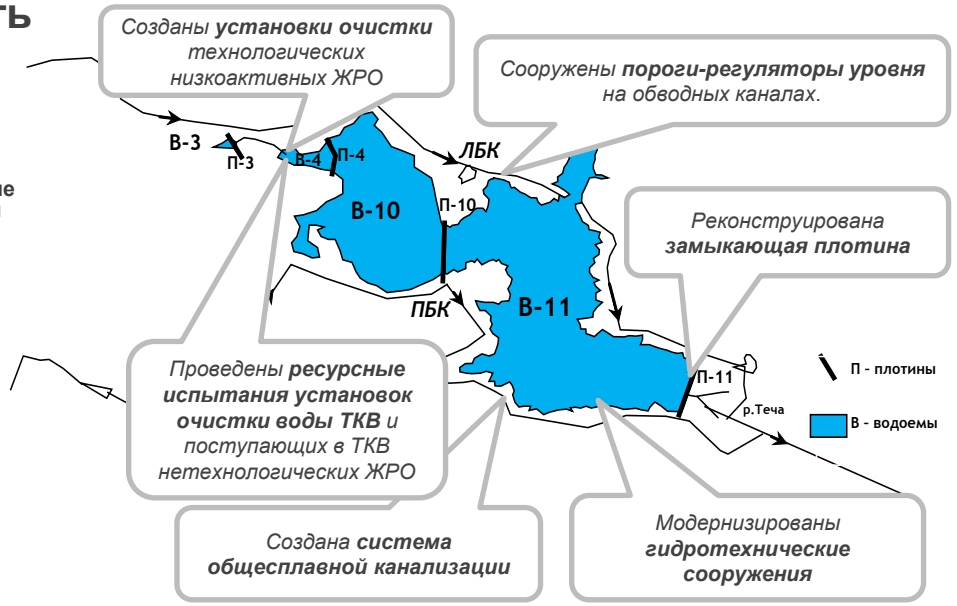
В ТКВ накоплено 360 млн м^3 радиоактивных отходов

Техническое состояние и возможность управления

Высокий риск прорыва плотины с радиоактивным загрязнением территории

Угроза ликвидирована, созданы первоочередные технологии и установки

30 тыс. га затопленной территории:
10 тыс. га – лесные угодья;
20 тыс. га – сельхозугодья;
200 км автодорог.
В зону затопления попадают около **62 тыс. человек.**
Затраты на ликвидацию > 10 млрд руб.



Перспективы перевода в безопасное состояние

до 2008 года

Отсутствовали

к 2015 году

Разработан стратегический мастер-план. Ближайшая перспектива (20-30 лет) очищения воды.

Основные итоги по РАО

- Всего накоплено ЖРО – 470,3 млн куб. м.
  В рамках ФЦП ЯРБ проведены работы по повышению безопасности пунктов их хранения (приведению в соответствие с требованиями нормативных документов) 81% объема ЖРО.

  В том числе осуществлена

  консервация 670 тыс. куб. м.

  Основные показатели:

- Переведены в экологически безопасное состояние РАО активностью $3{,}2 \cdot 10^{19}$ Бк
- Созданы пункты хранения на 165 тыс. куб. м, в том числе первый ПЗРО на УЭХК
- Разработан проект подземной лаборатории

Реализация 1-го этапа формирования ЕГС РАО

Законодательная и нормативная база

Тарифы на захоронение РАО

Установлена собственность на РАО

2012

НО РАО

ФГУП «Национальный оператор по обращению с РАО»

http://www.norao.ru

2013

Резервный фонд на захоронение РАО.

Собрано 6,1 млрд руб.

2014

Первичная регистрация РАО:

ПЗРО – 3

ПХ – 809, из них:

- ПХРО удаляемых – 567
- ПХРО особые – 67
- ПХРО особые (МЯВ) – 83
- Решение отложено – 89

Вывод из эксплуатации ЯРОО

Выведено из эксплуатации 53 ЯРОО, в т. ч. получены референции по:

- **ПУГР – 1 (ЭИ-2 (СХК));**
- **11 ИЯУ (ИР, критические и подкритические стенды);**
- **Радиационно загрязненные здания и сооружения до состояния зеленой лужайки (в т. ч. корпус «Б» ВНИИНМ, корпус ПО «Север», здания бывшего производства ТФУ и ГФУ КЧХК);**
- **Отдельные участки, помещения и лаборатории (радиохимический отсек корпуса 2 ВНИИХТ, 39 объектов в организациях РАН и др.).**

Взаимоувязка программ (ФЦП ЯРБ и КУ)

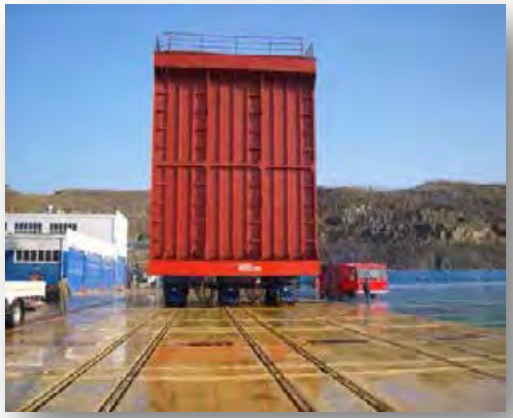
ПТБ «Володарский» 1928 года постройки в 1991 году переведена в категорию стояночных судов (более 1200 куб. м ТРО).

2011 г. – разработан проект утилизации ПТБ.

2013–2014 гг. – осуществлена утилизация ПТБ.

Блок-упаковка размещена на ПДХ Сайда

Герметизация, окраска и постановка на длительное хранение в пункте хранения РАО Сайда-Губа



Блок-упаковка из носового и кормового хранилищ ТРО (с размещенными внутри средне- и высокоактивными отходами)

Утилизация РИТЭГ: Международная программа по установкам военного назначения и ФЦП ЯРБ

Транспортирование РИТЭГ на судне

Вывоз РИТЭГ с навигационного знака с использованием трактора

По состоянию на сегодняшний день вывезено на разборку и захоронение **394 РИТЭГ**

В рамках ФЦП ЯРБ вывезено **50 РИТЭГ**

Вывоз **2 РИТЭГ** предусмотрен в 2015 году

Выгрузка РИТЭГ в специализированном порту

Планы на будущее (ФЦП ЯРБ-2)

ФЦП ЯРБ-2 предусматривает (в т. ч.)

- вывоз 83 тыс. ОТВС ;
- переработка 3 тыс. т ОЯТ;
- ВЭ и ликвидация 82 ЯРОО;
- консервация 7 ПУГРов;
- ввод в эксплуатацию 220 тыс. куб. м ПЗРО;
- критерии приемлемости - 176 тыс. куб. м РАО;
- реабилитация 4,3 млн кв. м территорий;
- завершение формирования ЕГС РАО.

ФЦП

Кризис в сфере наследия преодолен.

Системы ЗСЖЦ запущены.

ФЦП-2

Системное решение проблем наследия.

Стабильное функционирование системы ЗСЖЦ.

2008 г. → **2015 г.** → **2030 г.**

X Юбилейная Российская научная конференция
«Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях»

Научные исследования и разработки в области безопасности ядерных технологий и ФЦП ЯРБ 2008-2015 гг.

чл.-кор. РАН
Л.А.Большов,
директор ИБРАЭ РАН

22 сентября 2015 г.

Эволюция рамок рассмотрения безопасности ядерных технологий

2010-е	Ядерное наследие и завершающие стадии жизненного цикла объектов
2000-е	Терроризм и нераспространение
1990-е	Экология и устойчивое развитие
1980-е	Тяжелые аварии
1970-е	Охрана окружающей среды
1960-е	Безопасность населения
1950-е	Безопасность персонала и нераспространение
1940-е	Работоспособность установок и технологий

Актуальные направления моделирования в задачах безопасности ядерных технологий

Запрос на интегральные и детальные многомерные многомасштабные расчетные коды нового поколения, которые необходимы для:

- **Разработки и реализации новых проектов АЭС 2006, ВВЭР ТОИ поколения 3+ (пассивные системы безопасности, устройство локализации расплава, пассивные рекомбинаторы).**
- **Решения задач в области замыкающих стадий ЯТЦ, включая ядерное наследие.**
- **Обоснования реакторных технологий на новых физических принципах с использованием новых видов топлива (ФЦП ЯЭТНП).**

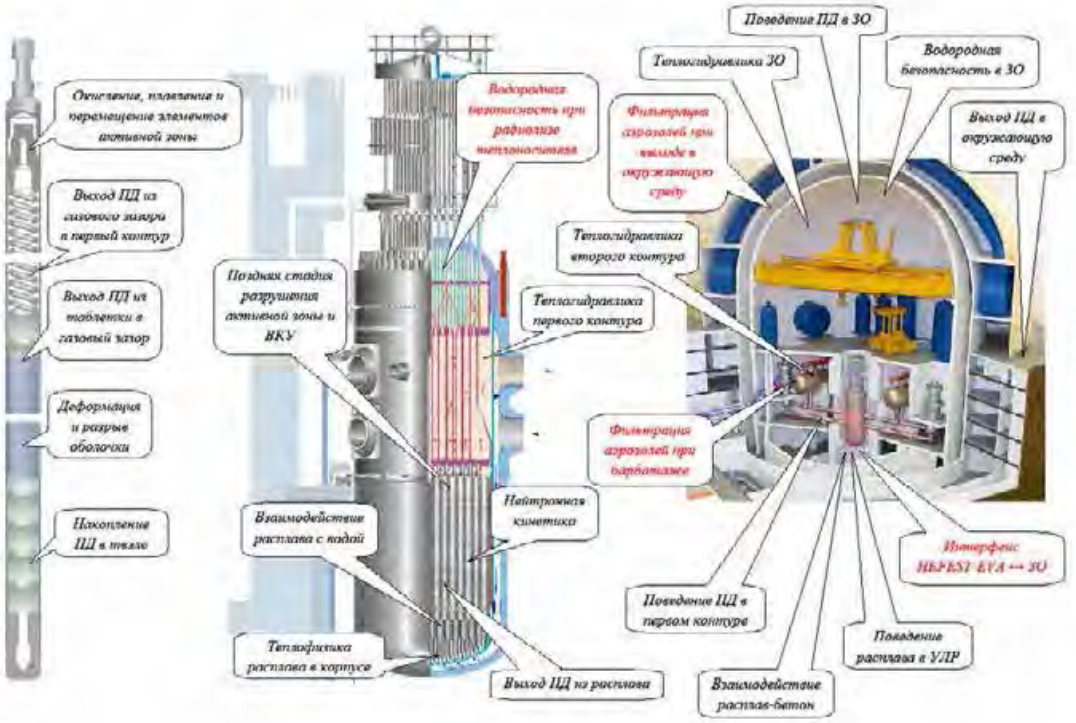
Расчетные коды для моделирования тяжелых аварий на АЭС

Расчетный код СОКРАТ:

моделирование аварийных процессов от исходного события до выхода активности за пределы защитной оболочки.

Ключевые задачи:

- **Обоснование водородной безопасности для АЭС.**
- **Обоснование исходных данных для проектирования устройства локализации расплава (УЛР) АЭС-2006.**
- **Обоснование радиационной безопасности.**

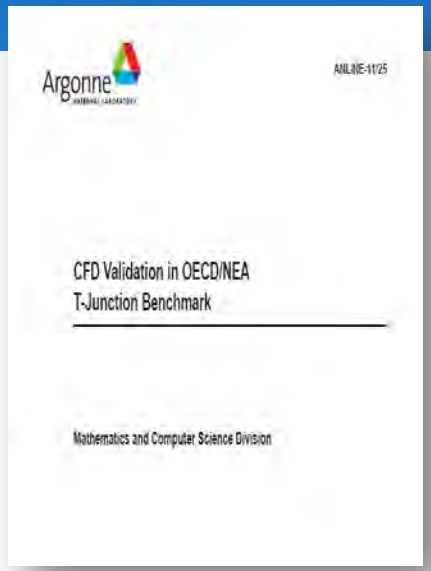


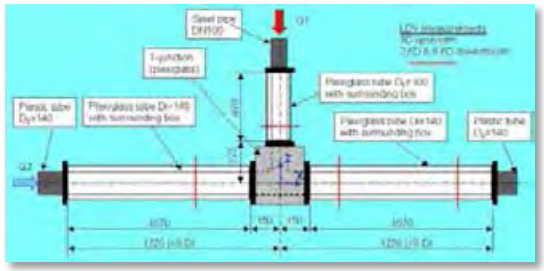
Разработчики: **ИБРАЭ РАН, ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, РНЦ «Курчатовский институт», ОАО СПбАЭП, ГНЦ РФ-ФЭИ, ОАО «ЭНИЦ», ОКБ «Гидропресс», ОКБМ**

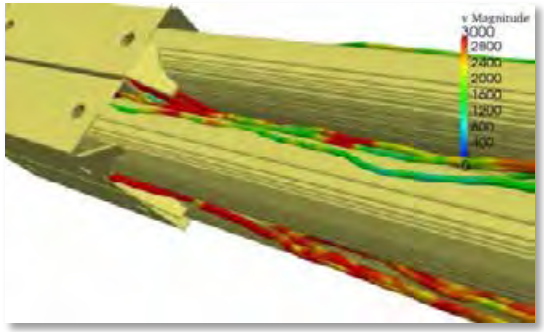
Базовая версия расчётного комплекса СОКРАТ-В1 аттестована в НТЦ ЯРБ Ростехнадзора

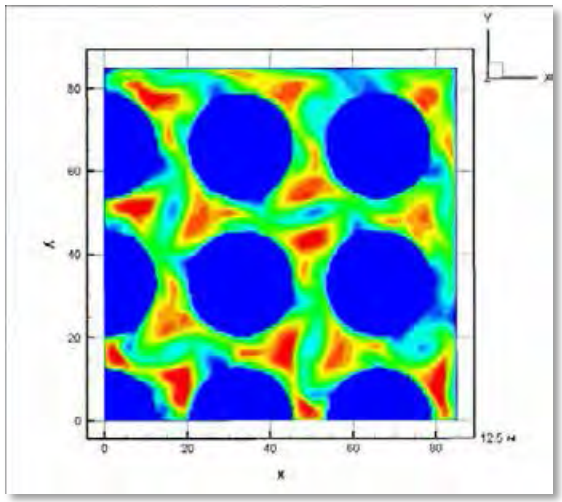
Расчетный код CONV-3D

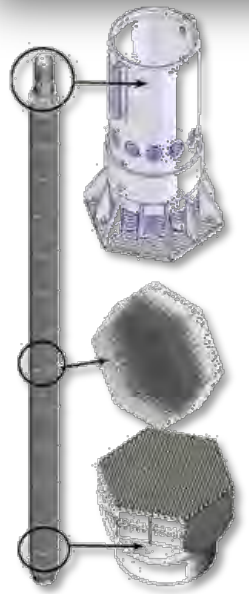
- **Предназначен для прямого численного моделирования процессов тепломассопереноса.**
- **Верифицирован с использованием российской и зарубежной экспериментальной базы.**
  - **OECD/NEA бенчмарк Т- образное соединение.**
  - **Моделирование результатов изотермического теста ERCOFTAC.**
  - **Предварительное моделирование эксперимента OECD “MATIS-H”.**
  - **Моделирование эксперимента в ИТ СО РАН с блокировкой потока.**
- **Применяется для расчета сборок БН.**











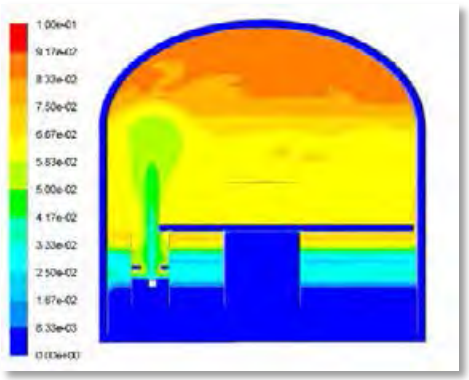
Оптимизация характеристик активной зоны

Водородная безопасность

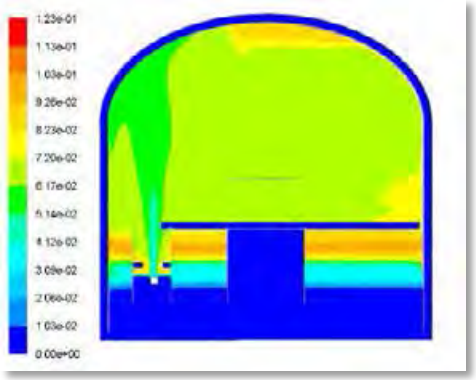
Цель: При всех условиях развития аварии необходимо находиться вне областей горения и детонации.

Задачи:

- Оценка источников.
- Оценка возможности стратификации водорода.
- Анализ влияния мер по управлению аварией:
  - системы отвода тепла;
  - пассивные автокаталитические рекомбинаторы спринклерных систем.

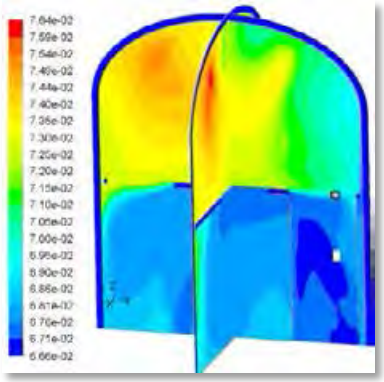


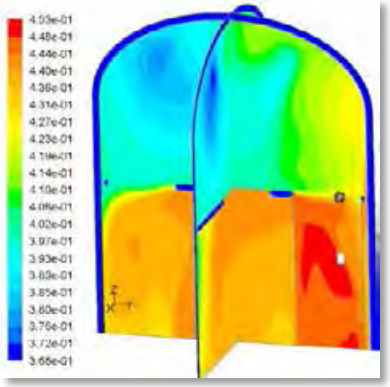
t=16088 C^0



t=18288 C^0

Стратификация в аппаратном зале при выходе основной массы водорода

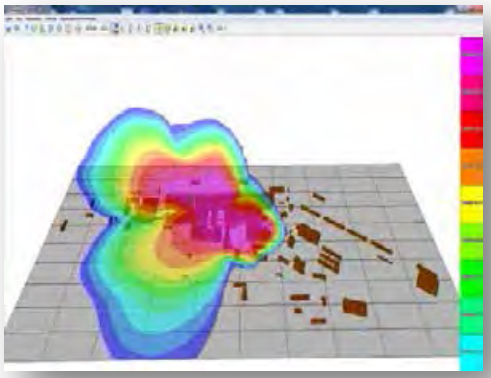


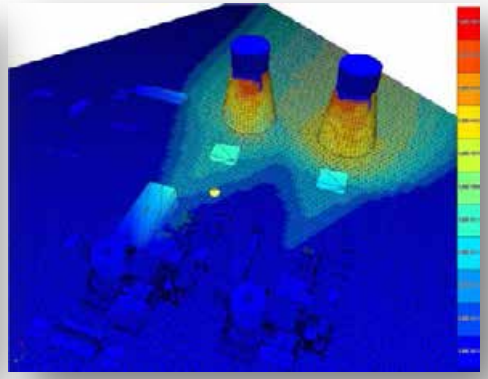


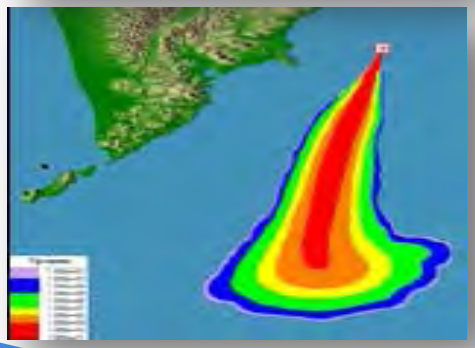
Распределение водорода и пара: 1360 C^0

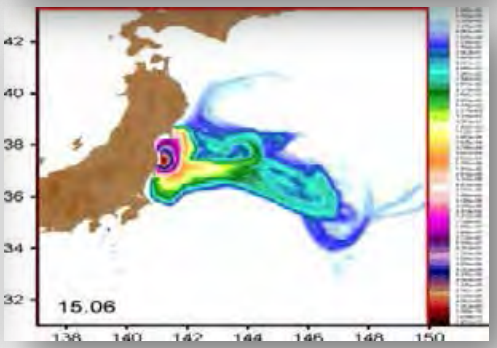
Эффект работы спринклерной системы: наступление условий детонации – через 1400 с.

Программно-технические комплексы (ПТК) для оценки и анализа последствий аварий









В ходе ФЦП ЯРБ создано 11 ПТК:

- **с 3-D моделями по оценке последствий радиационных аварий в условиях сложной промышленной застройки**
- **для по оценке последствий радиационных аварий для ОС (вода, воздух)**

Проводится опытная эксплуатация ПТК: СКЦ Росатома; АТЦ СПб; ГХК; ГСПИ; ЭХЗ; СХК.

Анализ аварии на АЭС Фукусима-1

Готовность российской системы аварийного реагирования к быстрому развитию событий:

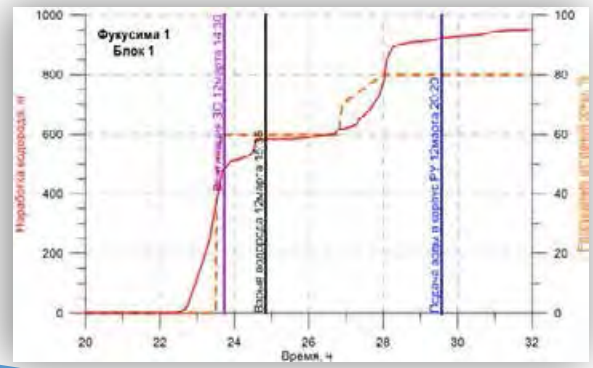
Менее чем за сутки:

- **Подготовлены исходные данные для реакторной установки F-1 (BWR).**
- **Оценены времена и количество образовавшегося водорода и дан прогноз по динамике развития аварии.**
- **Оценены выходы продуктов деления.**
- **Подготовлены исходные данные и выполнено моделирование атмосферного переноса.**

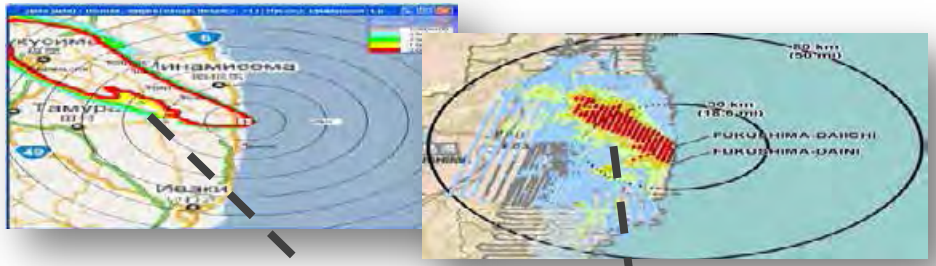
№ блока	Активность выброса, Кюри		
	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs
1	$1{,}68 \cdot 10^{7}$ (выход через 31.2 часа)	$0{,}5 \cdot 10^{7}$ (выход через 35.5 часа)	$0{,}35 \cdot 10^{7}$ (выход через 35.5 часа)
2	$0{,}47 \cdot 10^{8}$ (выход через 77.3 часа)	$2{,}24 \cdot 10^{7}$ (выход через 84 часа)	$1{,}3 \cdot 10^{7}$ (выход через 84 часа)
3	$0{,}27 \cdot 10^{8}$ (выход через 60 часов)	$1{,}14 \cdot 10^{7}$ (выход через 62.4 часа)	$0{,}65 \cdot 10^{7}$ (выход через 62.4 часа)

Оценка времени взрыва водорода на АЭС Фукусима-1

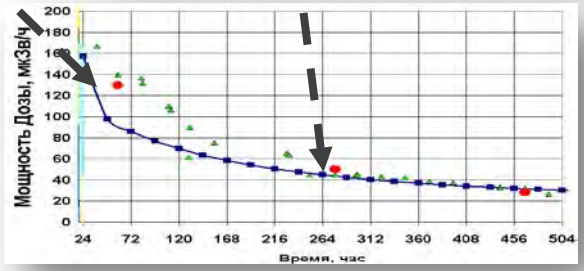
№ блока	Расчетное время взрыва	Фактическое время взрыва
Блок 1	12.03 15:16	12.03 15:36
Блок 2	15.03 05:45	15.03 06:14



Северо-Западный след выброса РВ после аварии



■ - Моделирование
▲-Измерения АСКРО
●-Мониторинг DOE



Безопасность – новые вызовы в свете аварии на АЭС «Фукусима-1»

- **Обеспечение водородной безопасности, в том числе за счет фильтруемой вентиляции защитной оболочки.**
- **Безопасность АЭС при экстремальных внешних воздействиях.**
- **Безопасность бассейнов выдержки.**
- **Действия персонала в экстремальных ситуациях в условиях длительного обесточивания при аварийных ситуациях одновременно на многих блоках.**

Заключительные стадии жизненного цикла и ядерное наследие

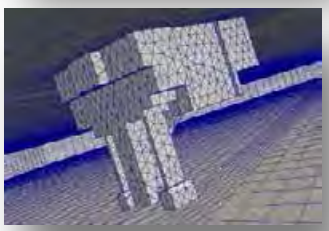
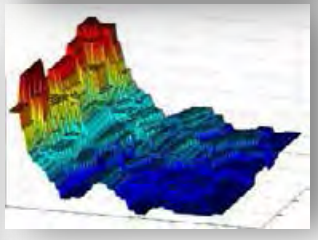
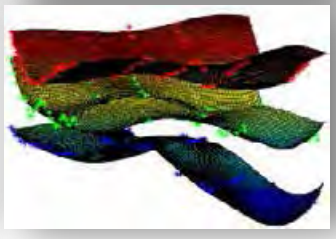
Роль ФЦП ЯРБ в развитии научных основ

- **Устойчивое финансирование в сфере НИР и НИОКР по радиационной защите и радиационной безопасности.**
- **Постановка новых научно-технических задач с широким охватом объектов и процессов, включая уникальные объекты наследия, характеризующиеся длительными временами потенциальной опасности.**

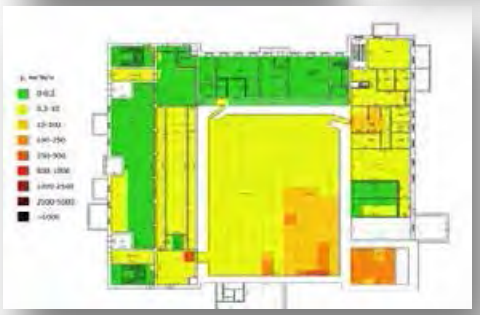
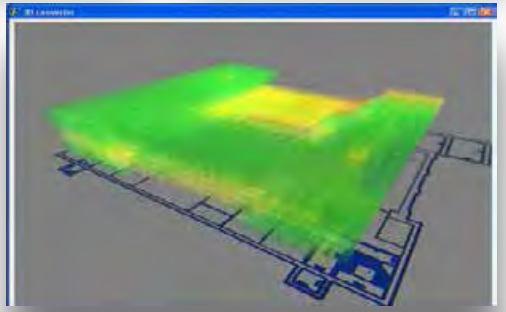
Применение современных расчетных и информационных технологий для решения проблем наследия (на примере ВЭ ПУГР)

Создание реальных детализированных расчетных моделей объектов

Восстановление параметров на основе САПР-моделей и результатов измерений (на рис. – 3D-распределение почв)

Определение радиационных характеристик источников излучения (на рис. – мощности дозы по помещениям)

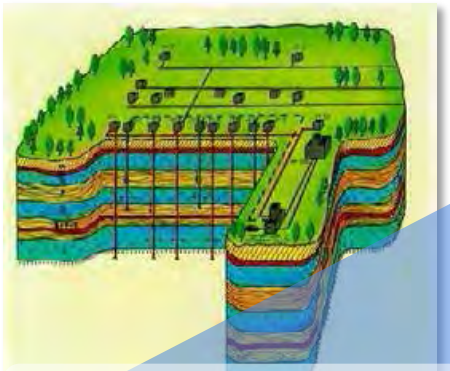



Выработка проектных решений по выводу из эксплуатации (на рис. – последовательность действий при ВЭ)

Один из основных векторов развития системы кодов – многомасштабное моделирование

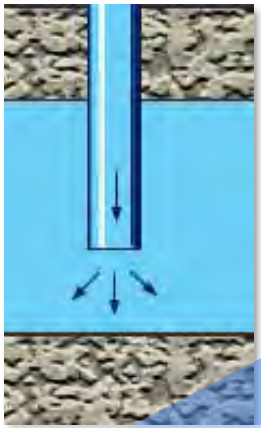
Моделирование при оценке безопасности ЯРОО

Макро



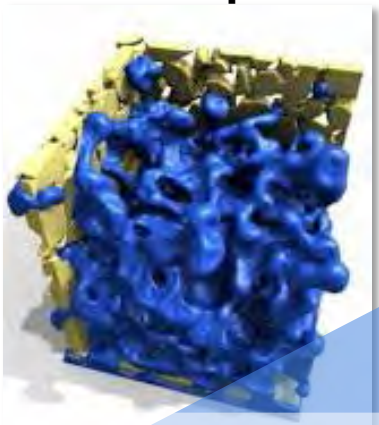
Оценка миграции нуклидов в дальнем поле

Мезо



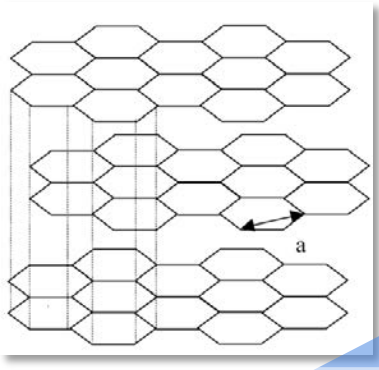
Поведение нуклидов в ближней зоне, осредненные параметры

Микро



Фильтрационные и миграционные параметры среды

Нано

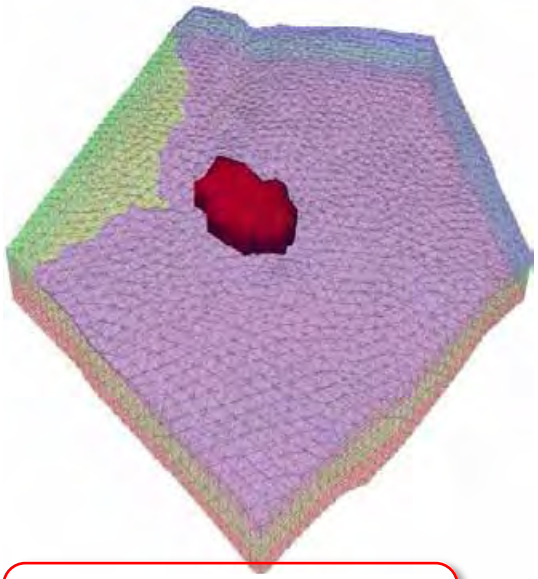


Механизмы химического взаимодействия веществ

Увеличение масштаба

Другой тренд – снижение консерватизма и разумно обоснованное усложнение

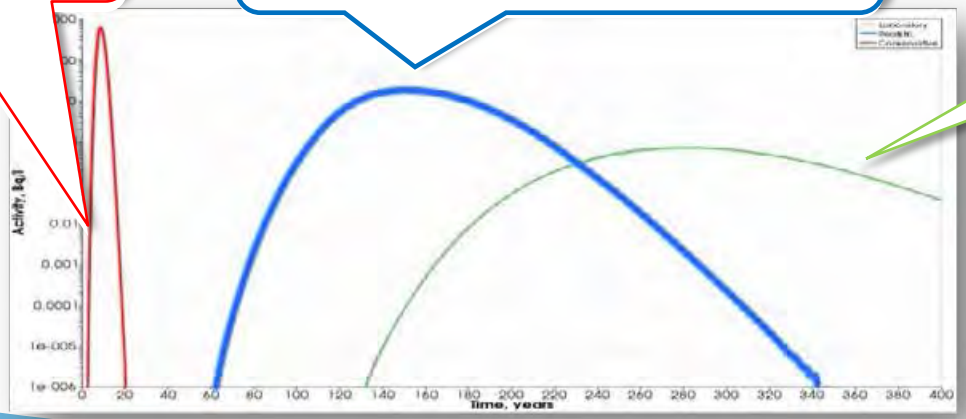
Пример: моделирование геомиграции в связке GeRa+PHREEQC



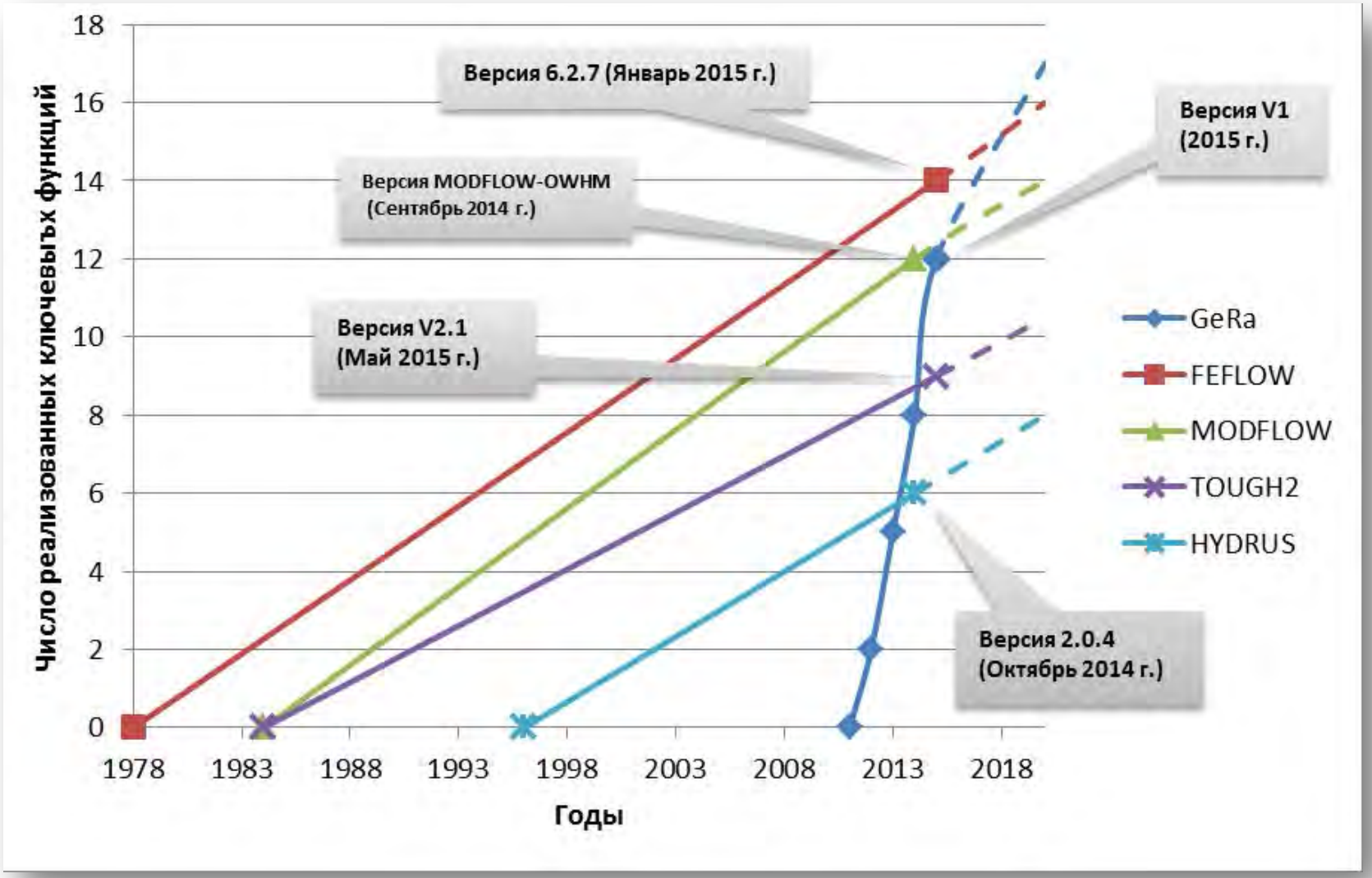
Сорбция не учитывается

Учет реального химического состава вод и моделирование более 30 химических реакций

Параметры сорбции определены в лабораторных условиях



Сравнение кода GeRa с зарубежными аналогами



Дальнейшие задачи развития системы расчетных кодов для «наследия»

Элементы	Практика разработки и применения в 2006–2015 гг.	Фазы развития в 2016–2025 гг.
Источник РАО	Феноменологические уравнения Зарубежные, 1D	Переход к 2–3D
Барьеры безопасности		
Выбросы	Отечественные, 1-3D	Тонкая доводка
Сбросы		Расширение функционала
Дозы		Тонкая доводка
Геология		Расширение функционала
Неопределенности	Отечественные	Расширение функционала
КИРО	Средства и методы инструментального контроля на предприятиях не увязаны с инструментами моделирования	Выстраивание единой системы «измерение-расчет»
Инструментарий методологии оценки и обоснования безопасности	Разработаны основные элементы расчетного инструментария	Необходимость разработки полной системы

Методология оценки комплексных критериев безопасности для особых РАО

Правительством России сформулированные критерии отнесения накопленных РАО к особым РАО (2012 г.) Они потребовали разработки и реализации методологии сравнения вариантов обращения с РАО (удаление и захоронение на месте) и расчета доз, рисков и затрат за весь период потенциальной опасности:

Результаты оценки критериальных параметров для Б-2 АО «СХК»

Параметр	Удаление РАО	Захоронение на месте
Коллективная доза персонала, чел.-Зв.	145	17
Коллективная доза населения, чел.-Зв.	Менее 0,1	Менее 0,01
Риск потенциального облучения, год$^{-1}$	$2{,}2 \cdot 10^{-3}$	Менее $1 \cdot 10^{-6}$
Затраты, млрд рублей	Более 1800	3,1

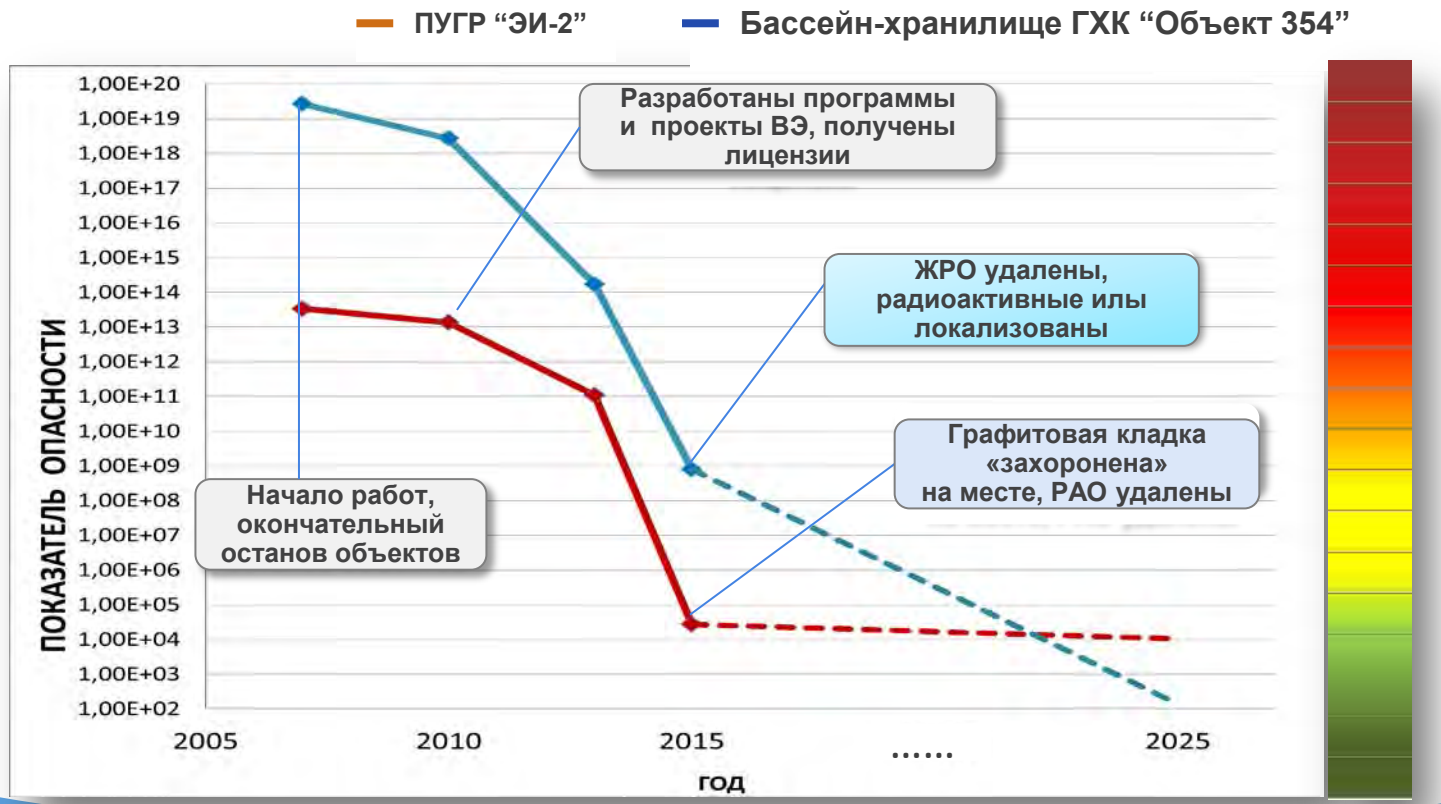
Оценка вариантов захоронения проведена для более чем 70 пунктов хранения накопленных РАО и для 83 объектов, образовавшихся при использовании ядерных зарядов в мирных целях.

Во всех случаях отнесения к особым РАО этот менее затратный вариант захоронения на месте оказался существенно более безопасным и по дозам и по рискам потенциального облучения

Инвентаризация и ранжирование ЯРОО

Систематизированы данные о всех объектах наследия (2100 ЯРОО)

Состояние работ по ВЭ	2007	2015	2020
Остановлены	198	263	343
Подготовка к ВЭ	77	160	180
Завершены работы по ВЭ	10	52	77



Переход к долгосрочному стратегическому планированию работ в области ЯРБ

Начало реализации

2003 г.	Комплексный план по экологическим проблемам ФГУП «ПО «Маяк»	2030 г.
2007г.	Стратегический Мастер-план утилизации и экологической реабилитации выведенных из эксплуатации объектов атомного флота (2013 г. – премия Правительства России)	2025 г.
2008 г.	Первая государственная программа по ядерному наследию (ФЦП ЯРБ-1)	2015 г.
2009 г.	Стратегический план повышения ядерной и радиационной безопасности объектов РАН	2015 г.
2014 г.	Стратегический мастер-план решения проблем Теченского каскада водоемов ФГУП «ПО «Маяк»	2200 г.
2016 г.	Вторая государственная программа по ядерному наследию (ФЦП ЯРБ-2)	2030 г.
	Стратегический Мастер-план «Ядерное наследие»	

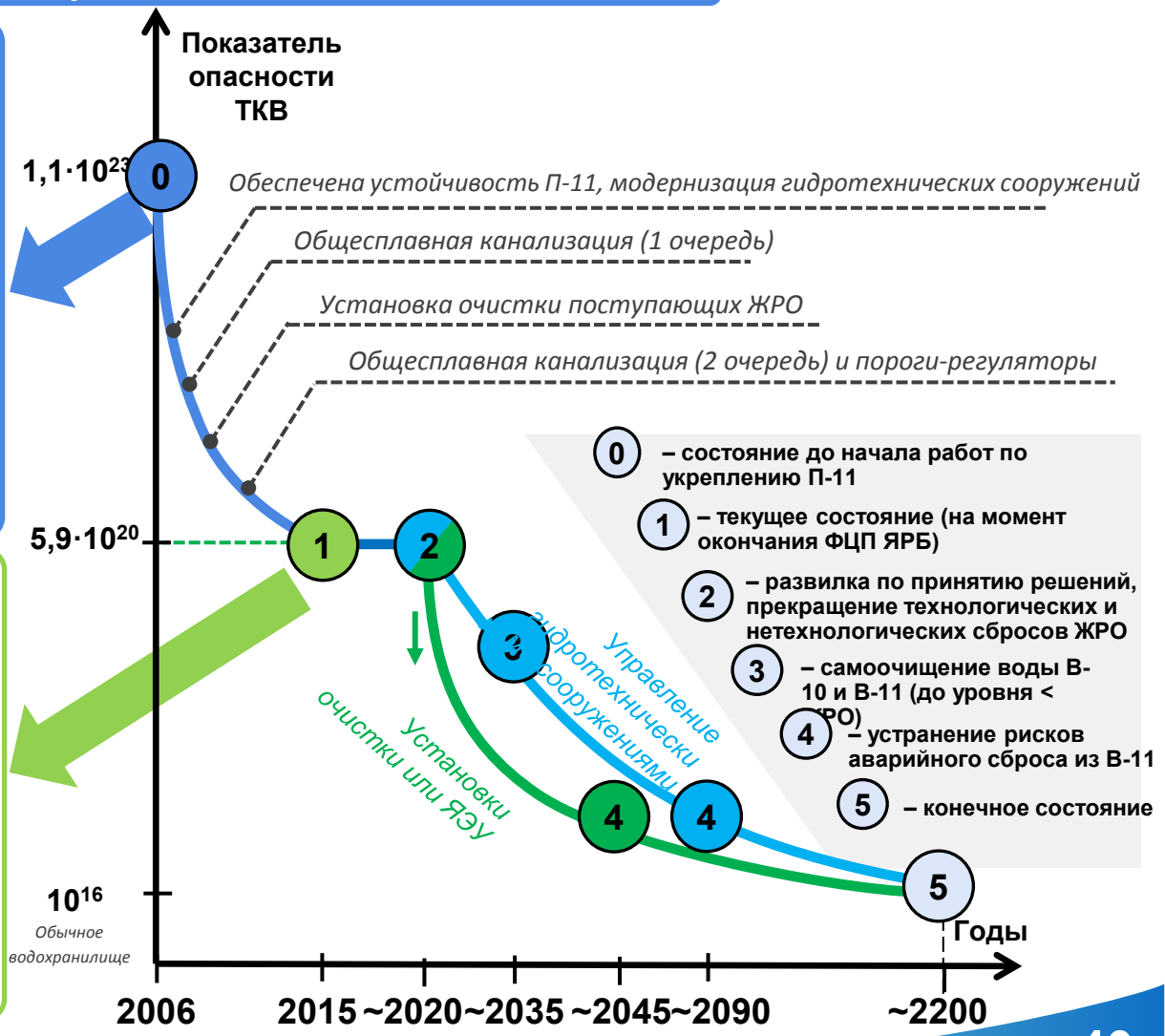
Горизонт планирования

Решение проблем Теченского каскада водоемов (ТКВ) ФГУП «ПО « Маяк». Снижение рисков.

В ТКВ накоплено:
360 млн м^3 радиоактивных отходов

Неизбежный прорыв плотины с последующей крупной радиационной аварией

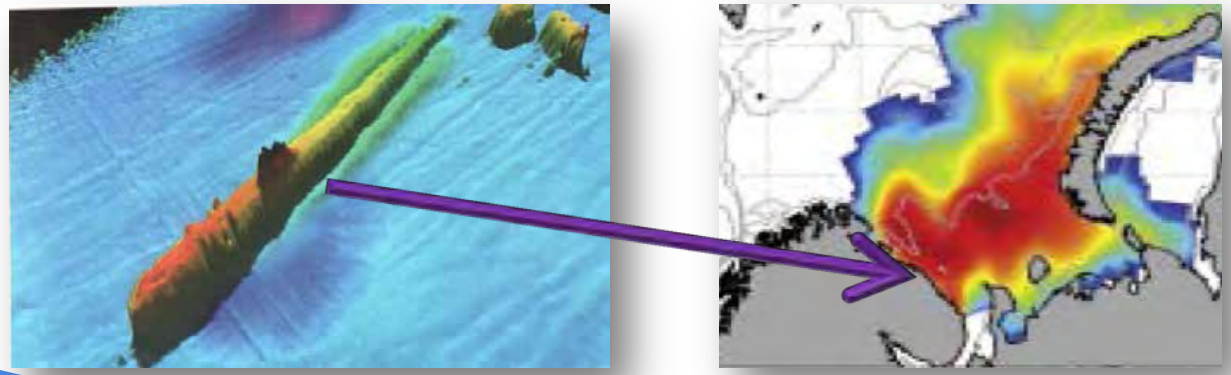
30 тыс. га затопленной территории:
10 тыс. га – лесные угодья,
20 тыс. га – сельхозугодья;
200 км автодорог;
В зону затопления попадают около 62 тыс. человек
Затраты на ликвидацию > 10 млрд руб.



Освоенную методологию стратегического планирования можно использовать для разработки «СМП радиоэкологической безопасности Арктики»

- Кольская, Билибинская АЭС и ПАТЭС;
- Атомные ледоколы, лихтеровоз;
- Утилизация АПЛ;
- Хранение и вывоз ОЯТ и РАО;
- Реабилитация территорий и акваторий;
- Затопленные ЯРОО;
- Радиационный мониторинг;
- Система реагирования на радиационные ЧС.

Распространение активности в случае аварии на затонувшей АПЛ «Б-159»



Актуальные задачи стратегического планирования

Наследие в целом.

Критично сложные объекты.

Региональные экологические проблемы (Арктика и др.).

Выводы

Обеспечение ЯРБ требует поддержания и развития научного потенциала

Научный потенциал в сфере обеспечения ЯРБ развит и позволил решить крупные проблемы:

- **Обоснована безопасность и безопасно реализовано более ста первоочередных проектов, в том числе уникальных, таких как Карачай, ТКВ, промышленный реактор ЭИ-2, ХОТ-1, ХОТ-2, ПГЗ ЖРО, вывод из эксплуатации исследовательских ядерных реакторов и др.**
- **Освоены новые технологии расчетного сопровождения работ по выводу из эксплуатации вплоть до 3-D моделирования и тренажеры.**

В рамках ФЦП ЯРБ 2 предстоит:

- **разработать систему кодов для ядерного наследия;**
- **обосновать безопасность пункта захоронения геологического типа и конечного состояния всех объектов наследия.**

Глубокие научные исследования позволяют улучшить экономику при сохранении или повышении безопасности

- **Только в рамках ФЦП ЯРБ с привлечением широкого круга ученых в сфере радиационной безопасности обосновано более 80 эффективных решений с экономией расходов будущих периодов на более чем 250 млрд руб.**
- **Имеется значительный ресурс повышения эффективности работ по наследию. Необходима обязательная экспертиза экономической эффективности проектных решений по объектам наследия в части радиационных аспектов.**

Системный анализ ключевых проблем – основной механизм достижения ЯРБ

Создан задел для разработки стратегического плана решения проблем наследия:

- **Проведена инвентаризация ЯРОО и первичная регистрация накопленных РАО.**
- **Все критичные по уровню потенциальной опасности объекты включены в ФЦП ЯРБ-2.**
- **Наработан технологический опыт ведения работ и реализации стратегических планов.**

Заключение

- В ФЦП ЯРБ научному обеспечению планирования и выполнения мероприятий программы была отведена важная роль.
- Наука внесла существенный вклад в успешную реализацию программы.

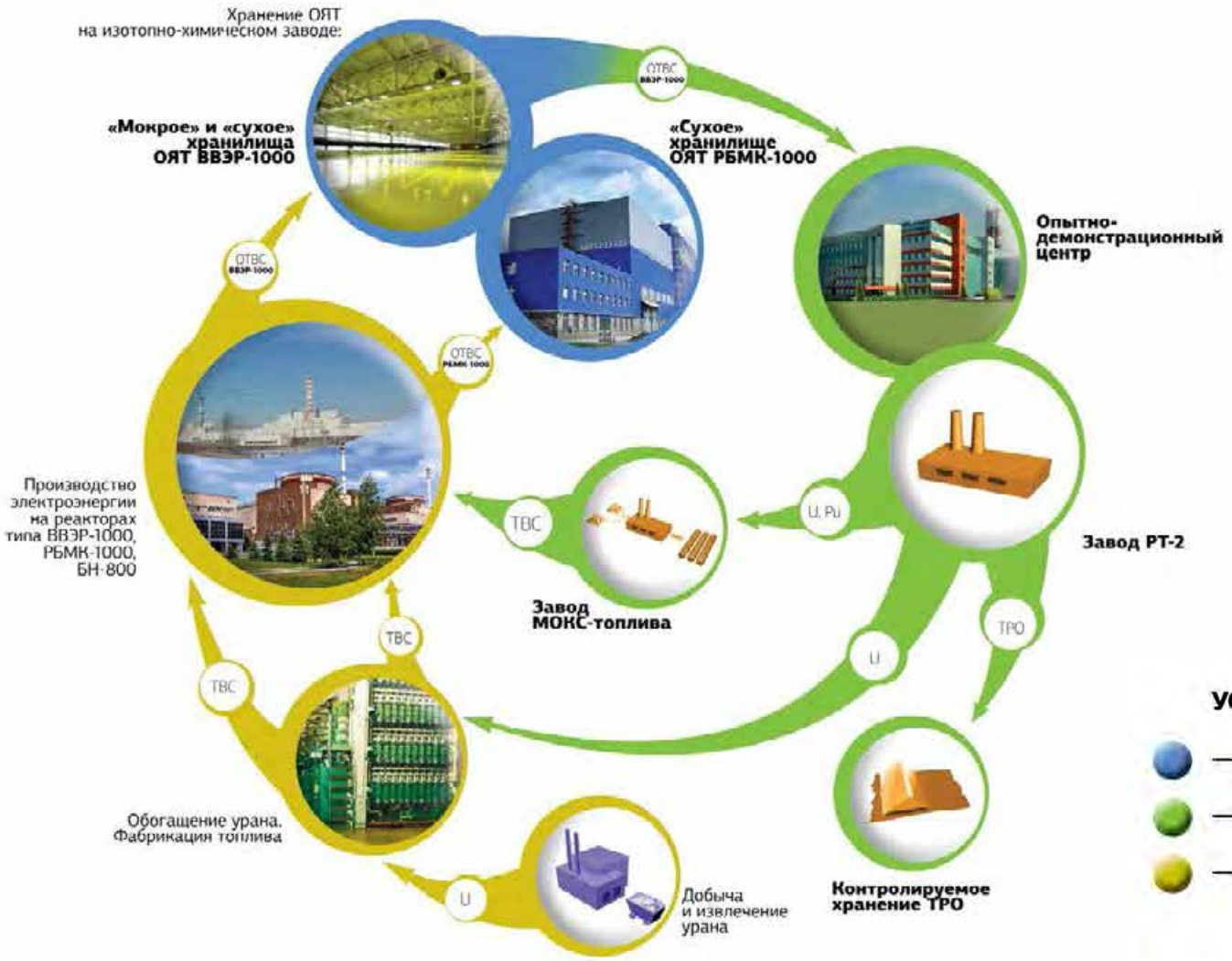
Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»

ФГУП «Горно-химический комбинат»

Обеспечение безопасности при замыкании ядерного топливного цикла на ФГУП «ГХК»

ФГУП «ГХК»
П.М. Гаврилов

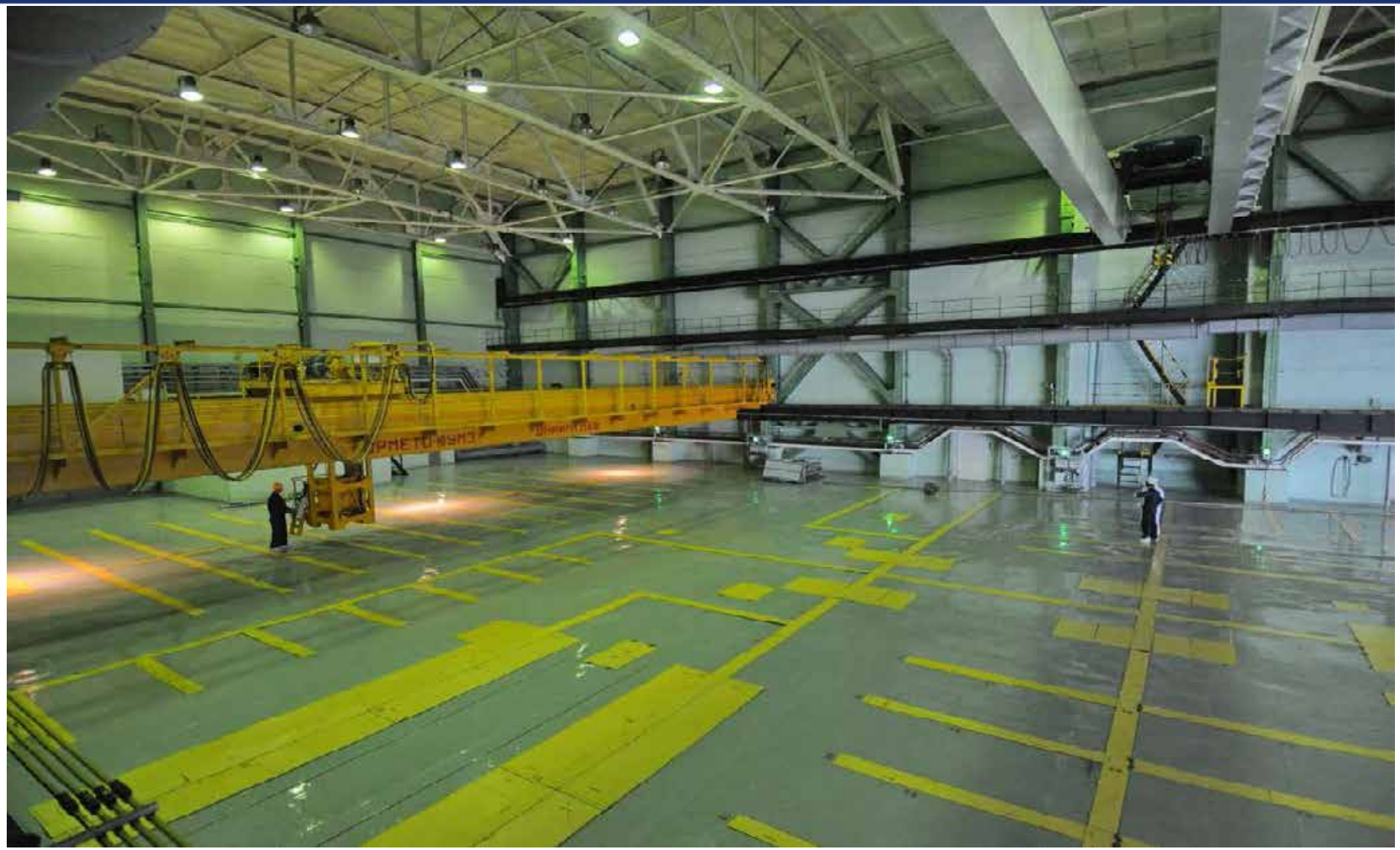
Концепция замыкания ядерного топливного цикла на ФГУП «ГХК»



Реализация промышленной инфраструктуры ЗЯТЦ на ФГУП «ГХК»

1. Централизованное «мокрое» хранилище ОЯТ РУ ВВЭР-1000.
2. Централизованное «сухое» хранилище ОЯТ РУ РБМК-1000 и ВВЭР-1000.
3. Опытно-демонстрационный центр по переработке ОЯТ на основе инновационных технологий (ОДЦ).
4. Производство МОКС-топлива для топливообеспечения РУ БН-800 на Белоярской АЭС.

Централизованное водоохлаждаемое («мокрое») хранилище ОЯТ ВВЭР-1000, зал хранения



С 1985 года успешный приём и безопасное хранение ОЯТ РУ ВВЭР-1000.

Водоохлаждаемое («мокрое») хранилище ОЯТ ВВЭР-1000

Меры по обеспечению безопасности хранения ОЯТ

- Значительное повышение сейсмоустойчивости хранилища за счёт: усиления фундамента, усиления строительных конструкций, облегчения кровли.
- Заменены грузоподъёмные механизмы на новые с увеличенной грузоподъёмностью.
- Увеличена производительность и надежность системы охлаждения отсеков хранения.
- В настоящее время, для дальнейшего повышения уровня безопасности хранения ОЯТ, реализуются мероприятия по управлению запроектными авариями, а именно монтируется система орошения отсеков ОЯТ в случае их обезвоживания.
- Работа системы орошения основана на принципах пассивного обеспечения безопасности.

Централизованное воздухоохлаждаемое («сухое») хранилище ОЯТ реакторов РБМК-1000

С февраля 2012 года функционирует пусковой комплекс «сухого» хранилища, предназначенный для хранения ОЯТ РБМК-1000.

Проект хранилища прошёл международную экспертизу в компании SGN (Франция). Предложения, указанные в экспертном заключении, были учтены при сооружении объекта.

Строящиеся здания комплекса централизованного хранения ОЯТ энергетических реакторов

Комплекс хранения ОЯТ ВВЭР-1000 и РБМК-1000, в полном развитии, будет введён в эксплуатацию в 2015 году.

Технологии хранения ОЯТ

- Использование пассивного принципа обеспечения безопасности при хранении ОЯТ – естественная конвекция охлаждающего потока воздуха.
- В настоящее время идёт разработка новых принципов перегрузки ОТВС РБМК-1000, позволяющих значительно усовершенствовать процесс постановки ОЯТ на хранение и в два раза увеличить производительность комплекса.
- Увеличение производительности за счёт усовершенствования технологического процесса позволит качественно повысить уровень безопасности при перегрузке ОЯТ за счёт снижения количества технологических операций.
- Увеличение производительности также позволит значительно уменьшить активный период загрузки хранилища ОЯТ РБМК-1000 и, соответственно, снизить стоимость услуги хранения ОЯТ.

Горячая камера комплектации пеналов с ОЯТ РБМК-1000

Централизованное воздухоохлаждаемое хранилище камерного типа самое безопасное и экономически привлекательное.

Опытно-демонстрационный центр по переработке ОЯТ на основе инновационных технологий

2015 год – ввод в эксплуатацию пускового комплекса исследовательских горячих камер.
Отработка новых технологий по обращению с ОЯТ энергетических реакторов как на тепловых, так и на быстрых нейтронах, и замыкания ЯТЦ.

2019 год – ввод в эксплуатацию второго пускового комплекса - базовой технологии по переработке ОЯТ ВВЭР-1000 производительностью до 250 т ОЯТ/год. Отработка инновационных безопасных технологий переработки ОЯТ ВВЭР-1000 и выдача исходных данных для тиражирования технологии по переработке ОЯТ энергетических реакторов, с последующим модульным наращиванием мощностей переработки.

Цель создания ОДЦ

Цель создания ОДЦ на ФГУП «ГХК» – опытно-промышленная демонстрация возможности экологически безопасного и эффективного решения проблемы накопления ОЯТ.

Данная цель будет решена при безусловном обеспечении на ОДЦ:

1. **Безопасности переработки ОЯТ (ядерная, радиационная, пожаровзрывобезопасность).**
2. **Отсутствии негативного экологического воздействия (отсутствие сбросов ЖРО в окружающую среду).**
3. **Экономическая эффективность.**

Базовая технология ОДЦ-прототип завода 3-го поколения

РТ-1 (ПО «Маяк»)
1-е поколение

UP3 (Франция)
2-е поколение

ОДЦ (ГХК)
прототип 3-го поколения

Некоторые параметры заводов разного поколения

Поколение завода	Завод по переработке ОЯТ	Обращение с жидкими РАО	Обращение с твердыми ВАО
1-е поколение	РТ-1 (ПО «Маяк»)	Сбросы жидких САО (около 50 $м^3$/т ОЯТ) и НАО	0,80 $м^3$/т ОЯТ
2-е поколение	UP2,3 (Франция), Rokkasho (Япония)	Сбросы жидких НАО (100 $м^3$/т ОЯТ)	0,15 $м^3$/т ОЯТ
3-е поколение	ОДЦ (ГХК)	Нет жидких сбросов	0,1 $м^3$/т ОЯТ

Общий вид будущего комплекса по обращению с ОЯТ

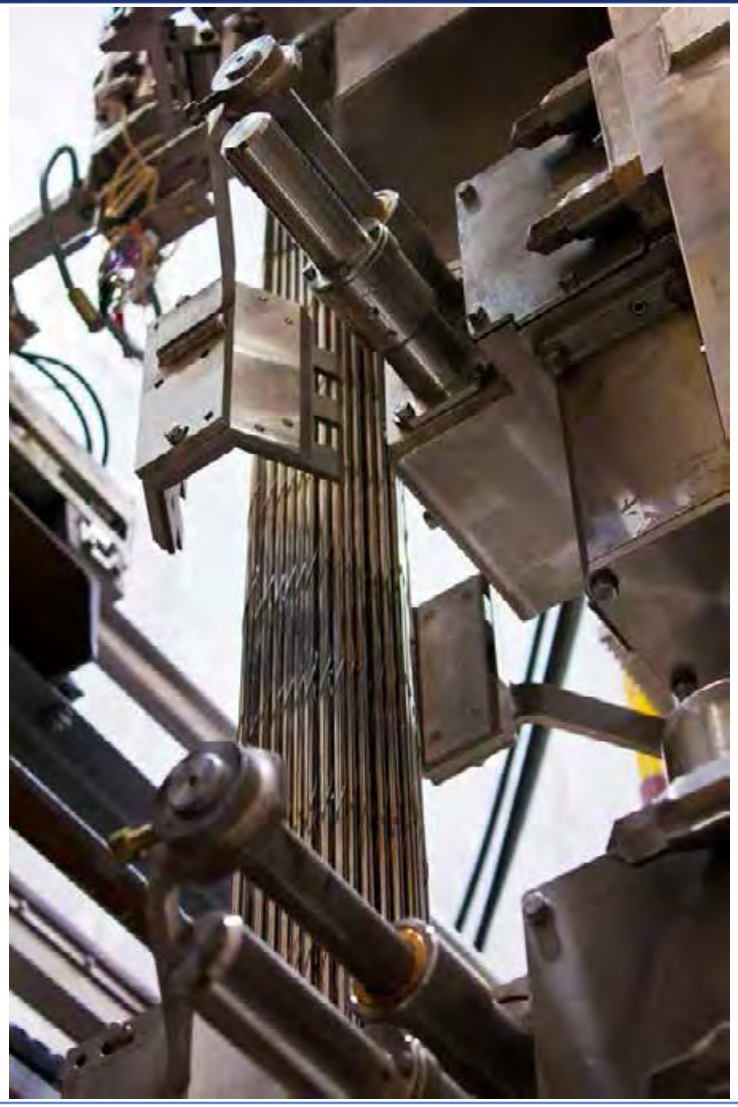
2008÷2010 разработка технологии ОДЦ

2012 ÷2013 г. г. проектирование ОДЦ

2013 г. май начало строительства

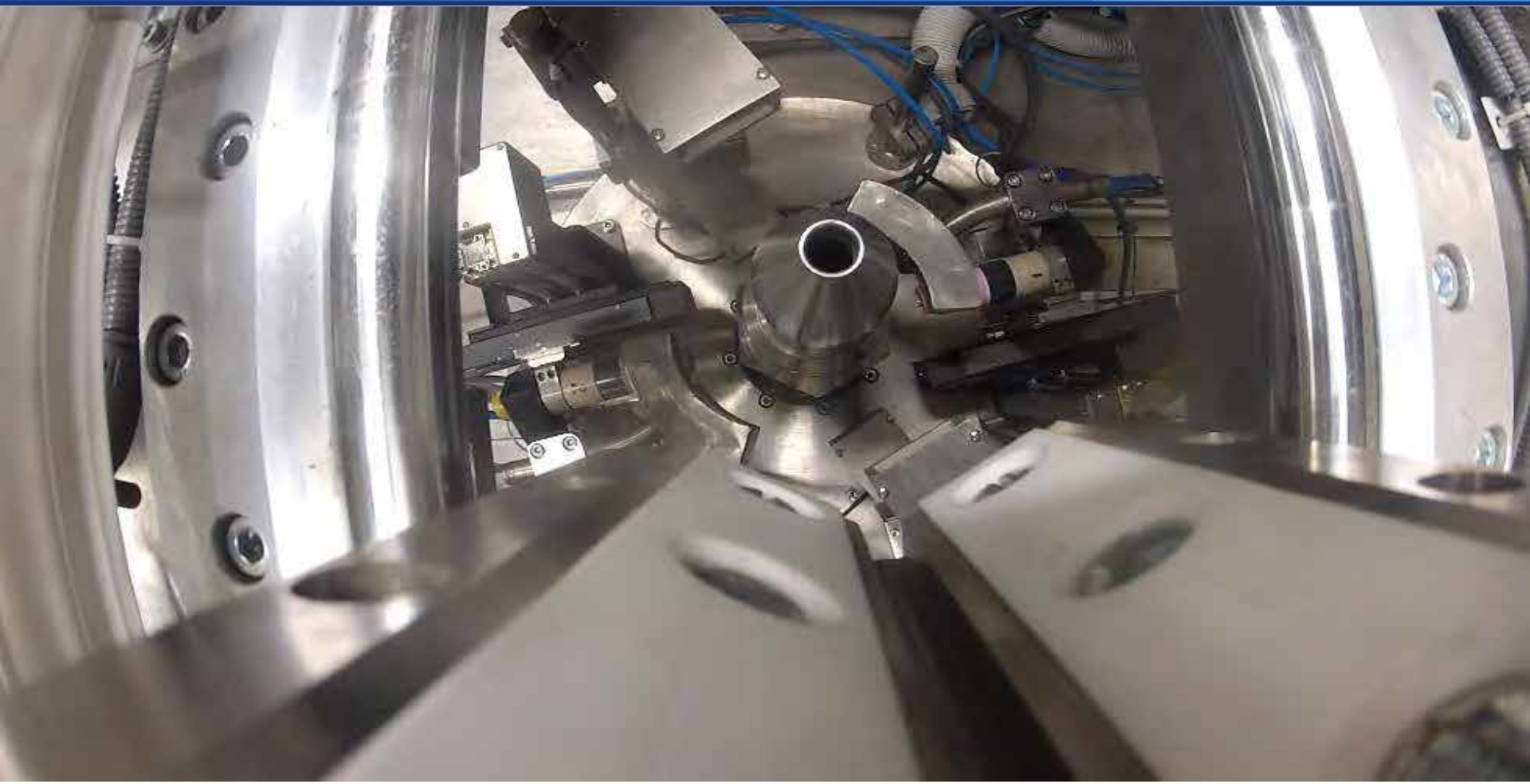
2015 г. ввод в эксплуатацию пускового комплекса

Производство МОКС-топлива для топливообеспечения РУ БН-800



- В 2014 году на Горно-химическом комбинате впервые в мировой практике реализован в промышленном масштабе стратегический инвестиционный проект – создание производства МОКС-топлива для коммерческого реактора на быстрых нейтронах БН-800.
- Производство находится в подгорной части ФГУП «ГХК». Горная порода является естественным мощным контайнментом, надёжно защищая от любых угроз внешних природных и техногенных факторов воздействия.
- Все технологические операции максимально автоматизированы с использованием дистанционного управления, оборудование не имеет мировых аналогов.
- Это производство первым начнёт промышленное вовлечение потенциала плутония в ядерный топливный цикл России, путём замыкания ядерно-топливного цикла на основе эксплуатации реактора на быстрых нейтронах БН-800 с МОКС-топливом.

Производство МОКС-топлива для топливообеспечения РУ БН-800



Производство мощностью 400 ТВС в год построено в подгорной части комбината в кратчайшие сроки – за 3 года.

Стенд по отработке технологии получения уран-плутониевых топливных таблеток

На РХЗ создан опытный стенд для отработки технологии изготовления таблеток с МОКС-топливом, а также для тестирования топливных порошков с содержанием плутония до 30 % масс.

В процессе работы стенда получено 30 кг уран-плутониевых таблеток, соответствующих техническим требованиям на таблетки МОКС-топлива для РУ БН-800.

Производство МОКС-топлива для топливообеспечения РУ БН-800

В рамках подготовки к промышленному производству МОКС ТВС и отработки технологического процесса 04 августа 2015 года на ФГУП «ГХК» была выпущена первая ТВС с урановым топливом.

Взаимодействие с Российской Академией Наук

➢26.01.2015 объекты технологического комплекса ФГУП «ГХК» по замыканию ядерного топливного цикла посетил советник Президиума РАН, Председатель секции № 5 НТС Госкорпорации «Росатом», академик РАН Борис Фёдорович Мясоедов и ведущие специалисты Российской Академии Наук.

➢Отмечено, что проекты, реализуемые на ФГУП «ГХК», по уровню сложности и масштабу реализации не уступают ведущим международным научным и промышленным центрам.

➢Намечены пути дальнейшего сотрудничества и использования разработок академических институтов при реализации проектов Госкорпорации «Росатом» на площадке ФГУП «ГХК».

Заключение

- Переработка ОЯТ и замыкание ЯТЦ позволит повысить безопасность обращения с ОЯТ ввиду качественного сокращения объёмов отработавшего ядерного топлива и снижения на порядки объёмов образующихся РАО.

- На площадке ФГУП «ГХК», впервые в мировой практике созданы и создаются промышленные производства замкнутого ядерного топливного цикла.

- Все эти производства в целях максимальной технологической и экологической безопасности, а также экономической эффективности совместно размещены на одной площадке в едином технологическом комплексе, который может обеспечить топливом атомный энергетический комплекс России, переводя ядерную энергетику в разряд безопасных возобновляемых энерготехнологий.

Федеральное государственное бюджетное учреждение

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТАХ ПО ВЫВОДУ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ МР И РФТ В НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

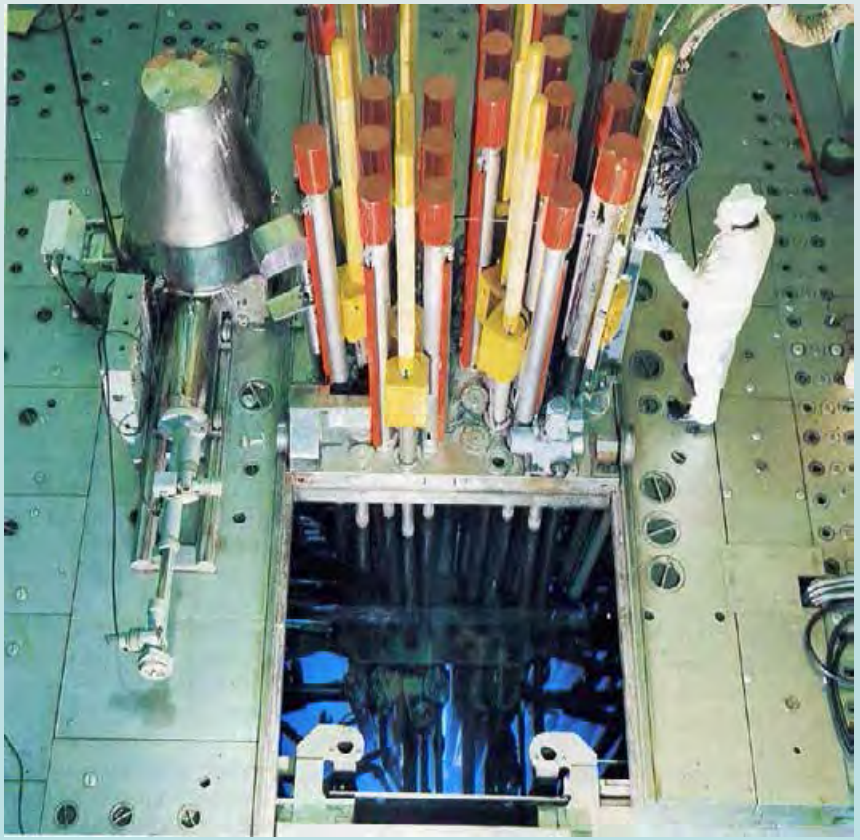
Москва - Обнинск, 2015

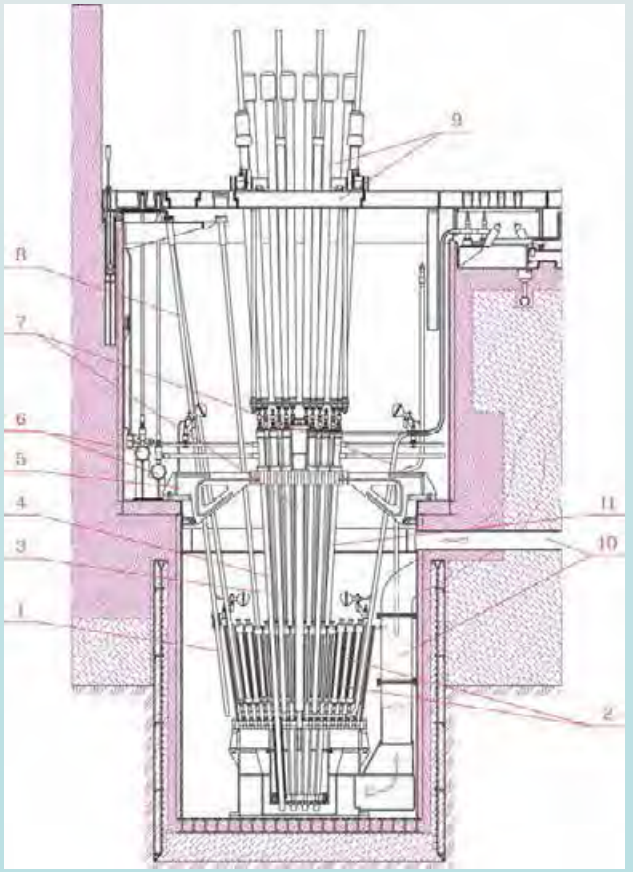
Методы и принципы обеспечения безопасности выполнения работ

- постоянный радиационный контроль, включающий индивидуальный контроль дозы внешнего облучения, контроль объемной активности радионуклидов в воздухе, ежегодный контроль внутреннего облучения персонала путем измерения активности гамма-излучающих радионуклидов в теле работников;
- пылеподавление и фиксация радиоактивных загрязнений путем распыления полимерных составов для снижения дефляции радиоактивных частиц с поверхностей демонтируемого оборудования;
- поддержание на возможно низком уровне загрязнений поверхностей пола, стен, оборудования путем проведения ежесменной дезактивации помещения;
- применение дистанционно управляемых механизмов, оснащенных специальным навесным инструментом и позволяющих проводить большинство технологических операций дистанционно и применять «холодные» методы демонтажа оборудования;
- применение индивидуальных и коллективных средств защиты персонала от воздействия радиационных факторов;
- проведение диагностики радиационного состояния объекта перед каждым видом работ по демонтажу, фрагментации оборудования и отправке в радиоактивные отходы;
- разработка на каждый вид работ проекта производства работ или пооперационного технологического регламента, в котором определяются технологии производства работ, обязанности и ответственность исполнителей работ за обеспечение безопасности.

Многопетлевой исследовательский реактор МР

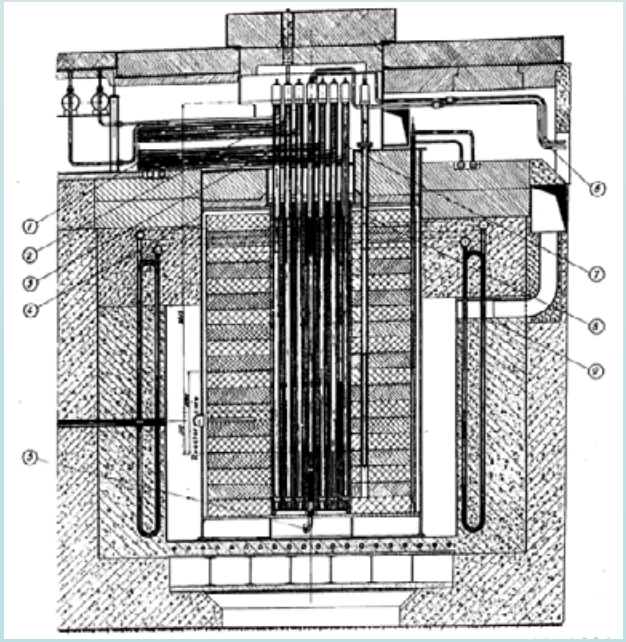
- ✓ Реактор МР - многопетлевой исследовательский реактор, окончательно остановлен в 1993 г. после 30- летнего периода интенсивной эксплуатации. В 1996 г. переведен в ядерно-безопасное состояние.
- ✓ Мощность реактора (вместе с петлевыми установками) составляла 50 МВт.

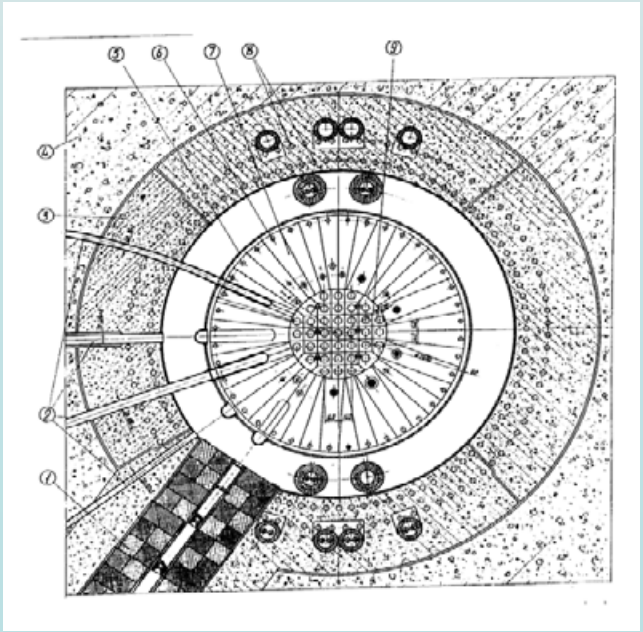




РЕАКТОР РФТ

- Канальный, уран-графитовый реактор, предшественник реактора МР.
- Введен в эксплуатацию в 1952 г, в 1962 г. реактор был остановлен и частично демонтирован.
- Реактор имел мощность 10 МВт, после модернизации в 1957 г. она была доведена до 20 МВт.
- Не демонтированная часть реактора (графитовая кладка активной зоны и отражателя) остались в стальном штатном корпусе. Сверху корпус залит слоем бетона, над которым имеется защита из стальных плит.





Состояние реакторов МР и РФТ до начала работ

- технологические помещения петлевых установок реактора МР характеризовались высокой насыщенностью оборудованием;
- в состав установок входило как крупно-, так и малогабаритное оборудование;
- уровни излучения в технологических помещениях установок менялись в широких пределах от нескольких мкЗв/ч до 20 мЗв/ч;
- конструкционные элементы активной зоны реактора РФТ (корпус и графитовая кладка) были забетонированы и накрыты стальными плитами;
- удаление демонтированного оборудования из подвальных помещений петлевых установок реактора МР потребовало разработки специальных маршрутов транспортировки и создания технологических проемов в строительных конструкциях;
- расположение здания реактора вблизи периметра Центра требовало применения технологий демонтажа, не приводящих к существенному радиоактивному загрязнению воздушной среды.

СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

С целью обнаружения и локализации высокоактивных источников гамма-излучения или зон высокого радиоактивного загрязнения, распределения активности по длине петлевых каналов, идентификации ОТВС по длине канала с жидкометаллическим теплоносителем, бериллиевых и графитовых блоков активной зоны реактора МР, графитовой кладки реактора РФТ в работе использовались портативная гамма камера «Гамма визор», портативная спектрометрическая система «Гамма локатор», радиометрический комплекс радиационной разведки «Гамма-пионер», а также пороговые детекторы, оснащенные звуковой и световой сигнализацией.

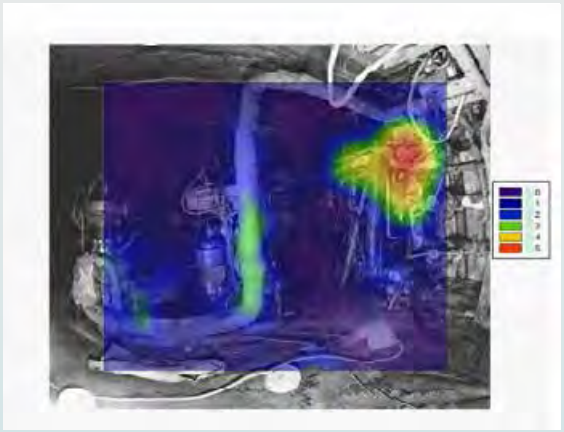
.

Гамма визор

Гамма локатор

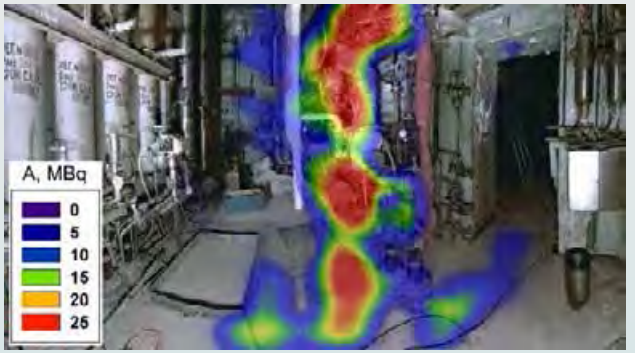
Гамма-пионер

ПРИМЕРЫ ИЗМЕРЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ ПО ОБЪЕКТАМ



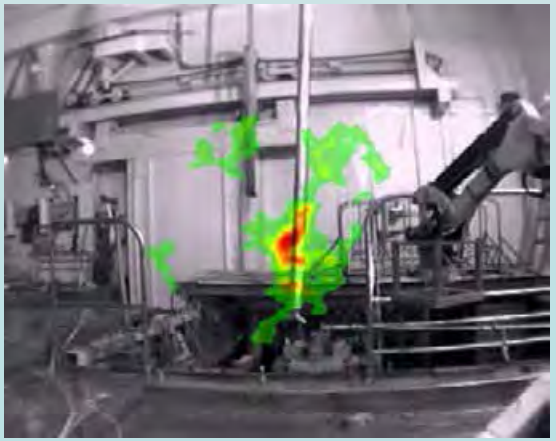
Распределение относительного вклада излучения ^{60}Co в мощность дозы в точке расположения γ-локатора

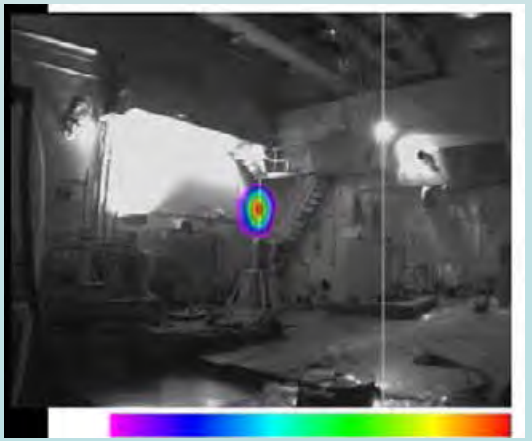
а)



б)

Распределение активности Cs-137 (а) и Co-60 (б) в помещении петлевой установки ПВК.





Процесс измерения активности петлевых каналов реактора МР

Результаты измерений радиационной обстановки при выполнении демонтажных работ в бассейне реактора МР.

№	Содержание работ	МЭД, мкЗв/ч	Радиационная обстановка в зоне работ МЭД, мкЗв/ч
1	Выгрузка из корпуса реактора графитовых и бериллиевых блоков, загрузка блоков в контейнеры и пеналы	от графитовых блоков: от 10 до 90; от бериллиевых блоков: от 50 до 42000.	МЭД на расстоянии 1 м от пола зала 70 -150 Над шлюзом до 170 на уровне пола
2	Обследование стенок реактора на уровне пола		до 300
3	Выгрузка из бассейна реактора бериллиевых блоков	На 1м от 0.5 до 30000	Над бассейном 100-150
4	Дезактивация стенок бассейна реактора, резка металлических конструкций, демонтаж решетки реактора	На расстоянии 0,1 м 300-600; загрязнение по β-излучению 50-55000 част/см^2/мин	На расстоянии 1 м от плит 100-120, после проведения дезактивации МЭД снизилась до 70-90
5	Резка внутрикорпусных устройств в бассейне реактора	на 0,1 м 100-150	70-100, на дне бассейна от 200 до 600

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ДЕМОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ

Радиационно-опасные работы по демонтажу оборудования выполняются дистанционно управляемыми механизмами фирмы «Брокк». Демонтаж оборудования и трубопроводов, сортировка и упаковка РАО в контейнеры проводятся механизмами в отсутствии персонала в зонах высоких радиационных полей.

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ДЕМОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ

Процесс фрагментации петлевых каналов из бассейна-хранилища реактора МР

ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ДЕМОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ

Процесс извлечения петлевого канала с жидкометаллическим теплоносителем из активной зоны реактора МР

Процесс фрагментации бериллиевых блоков

ТЕХНОЛОГИИ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ВОЗДУХА В ЗОНАХ РАБОТ

Применение пылеподавления при удалении радиоактивных элементов из бассейна реактора

Для улучшения радиационной обстановки в местах проведения работ на загрязненные поверхности оборудования наносились локализирующие покрытия (защитные пленки). В целях предотвращения загрязнения технических средств, использующихся для демонтажа оборудования, конструкций и удаления РАО, на их рабочие поверхности до начала работ наносились изолирующие покрытия.

Для создания изолирующего или локализирующего покрытий применялись полимерные составы марок АК-501 и СКС-501 с рабочей вязкостью 40-80, а также состав марки ВЛ-501, представляющий собой водоспиртовой раствор поливинилбутираля с добавлением специальных комплексообразующих веществ. Указанные изолирующие и локализирующие составы наносились на рабочие поверхности дистационно управляемых механизмов и диагностических средств.

Использование технологии пылеподавления при проведении работ позволяло сохранять уровень объемной активности нуклидов в воздухе ниже норматива, установленного для населения.

ДЕМОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ РЕАКТОРА МР

Удаление опорной решетки реактора МР

Демонтаж корпуса реактора МР

Удаление нижней опоры реактора МР

ДЕМОНТАЖ ГРАФИТОВОЙ КЛАДКИ РЕАКТОРА РФТ

Графитовая кладка реактора РФТ после демонтажа стальных плит и бетонного слоя защиты

Внешний вид шахты реактора РФТ после демонтажа внутрикорпусных конструкций. Всего удалено около 30 тонн облученного графита

Достигнутые результаты

- Осуществлен демонтаж 157 петлевых каналов в бассейне-хранилище суммарной активностью: 34,0 ТБк по Co-60 и 8,0 ТБк по Cs-137
- Удалены опытные ТВС из хранилищ ОЯТ в зале МР
- Удален петлевой канал с жидкометаллическим теплоносителем из активной зоны реактора, из канала извлечена ОТВС и размещена в хранилище ОЯТ
- Проведена реконструкция систем инженерно-технического обеспечения реактора в объеме, необходимом для проведения работ по его выводу из эксплуатации
- Разработаны мобильные системы дистанционного контроля радиационной обстановки
- Демонтировано оборудование всех 9 петлевых установок, от оборудования освобождены 47 подвальных помещений
- Удалены облученные бериллиевые блоки и высокоактивные объекты из бассейна - хранилища, фрагментированы, упакованы в пеналы и в транспортные контейнеры
- Выполнен демонтаж внутриреакторных конструкций: основной решетки реактора, 210 бериллиевых блоков реактора и графитовых блоков отражателя, корпуса реактора МР
- Демонтирована графитовая кладка реактора РФТ. Всего из шахты реактора РФТ было удалено около 30 тонн облученного графита.
- Демонтировано и удалено на длительное хранение и переработку в специализированные организации более 800 тонн оборудования. В качестве твердых РАО удалено около 1100 куб. м. и около 650 куб. м. жидких радиоактивных отходов.

Дозы внешнего облучения персонала за годы работы по выводу из эксплуатации реакторов МР и РФТ

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Средняя индивидуальная, эквивалентная доза, мЗв/год	1,5	1,5	2,0	1,9	2,7	3,5	3,6
Коллективная эквивалентная доза, чел.-Зв/год	0,084	0,084	0,076	0,065	0,097	0,123	0,129
Количество привлекаемого персонала, чел.	56	56	38	34	36	35	36

Максимальная годовая индивидуальная доза внутреннего облучения персонала не превысила 50 мкЗв/год.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

X Юбилейная Российская научная конференция
«Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях»

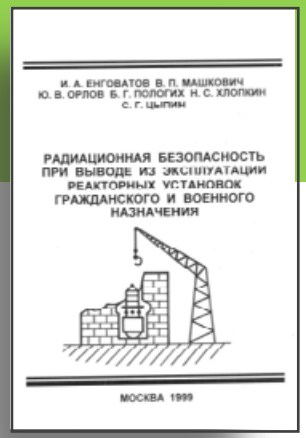
Основные итоги работ по радиационной защите и радиационной безопасности в рамках ФЦП ЯРБ

И. И. Линге,
зам. директора ИБРАЭ РАН

22 сентября 2015 г.

Радиационная защита

- На протяжении нескольких десятилетий физика радиационной защиты обеспечивала проектирование ядерных установок. Пройден путь от аналитических решений и полуэмпирических расчетов к созданию расчетных комплексов с усложнением моделей, константного обеспечения, анализом чувствительности, верификацией на базовых экспериментах.
- Многие из прошлых инициатив стали стандартной практикой (аттестация программных средств, верификационный отчет).
- Расчетно-теоретические разработки в сфере вывода из эксплуатации стали востребованными в новом качестве.



И.А. Енговатов, В.П. Машкович, Ю.В. Орлов, Б.П. Пологих, Н.С. Хлопин, С.Г. Цыпин «Радиационная безопасность при выводе из эксплуатации реакторных установок гражданского и военного назначения», Москва, 1999 г.

Потребности практики требуют тонких расчетных инструментов – состояние программных средств, константное обеспечение и возможности вычислительной техники это позволяют

Актуальные проблемы и задачи радиационной защиты (перенос излучений)

I

Наследие

- Задачи КИРО;
- Прогнозирование доз, в том числе в ходе демонтажа

Проблемы

- неизвестные геометрии и состояния защиты;
- неопределенности источников излучения

Возможности

- Новое качество при комплексного инженерного и радиационного обследования.
- Решение комплексной расчетной задачи (разработка САПР-модели, сценариев работ, вычисление поля мощности дозы, многовариантные расчеты дозы на персонал для заданных сценариев).

II

Задачи радиационной медицины

- Сложная трехмерная геометрия, требующая детального описания;
- Сложные импульсные источники.

Варианты использования загрязненного металла в атомной промышленности

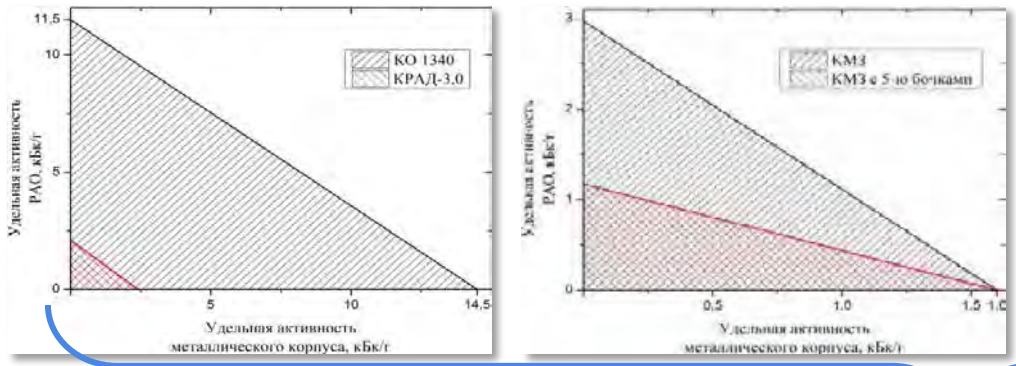
МРО – металлические радиоактивные отходы

Переработка → $ → **Неограниченное использование**

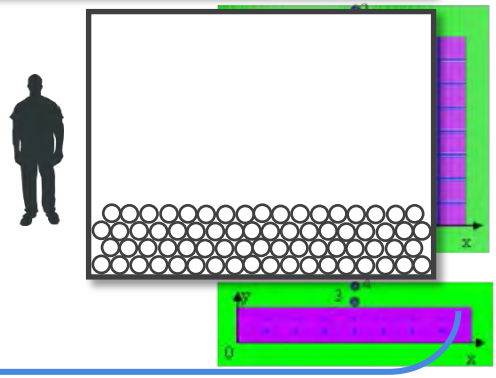
Захоронение

Ограниченное использование в АП

Металлические контейнеры



Арматура в бетонных плитах



Активность для повторного использования – 300 Бк/г

Наследие и радиационная безопасность

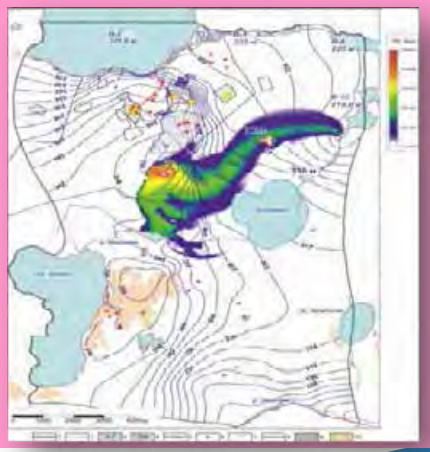
По состоянию на начало реализации ФЦП ЯРБ:

- практически отсутствовали ситуации облучения с превышением установленных пределов доз

- массово существовали потенциально опасные ситуации, когда объекты находились без необходимых элементов безопасности (защитные барьеры, персонал, система управления безопасностью и т.д.)

ЧС, в том числе при внешнем воздействии с облучением населения и загрязнением территории

Расширение зон загрязнения за пределы установки, промышленной площадки и санитарно-защитной зоны



Примеры высокой потенциальной опасности ЯРОО, расположенных в мегаполисах

Радиационная и химическая опасность

- Строительный объем: 40.369 м^3
- Ввод в эксплуатацию: 1945г
- Расстояние до жилой застройки – 250 м
- РАО – 100 тонн, в том числе β, α, в том числе Pu содержащие
- Загрязнение поверхностей коммуникаций
- Токсичных химических отходов – 30 тонн, включая соли тяжелых металлов и бериллия, ртуть-содержащие соединения, кислоты, циан и др.

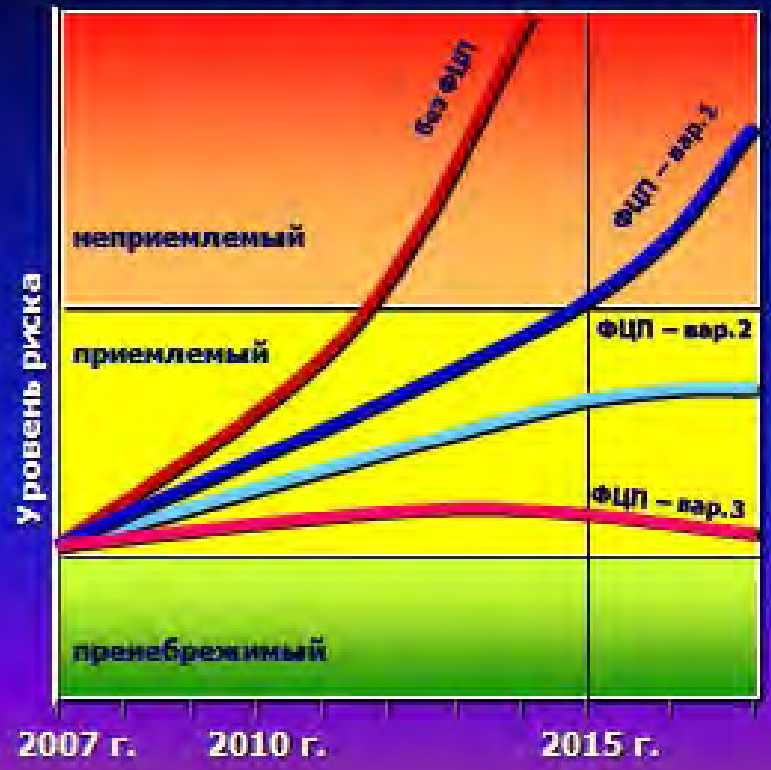
Ядерная и радиационная опасность

- Эксплуатация ядерных реакторов и ОЯТ – 1970-е годы
- Состояние на 2008 год – на хранении
- Расстояние до жилой застройки – 300 м
- Загрязнение поверхностей здания – до 30 тыс. част/см.

Доклад Правительству РФ 12.04.2007 г.

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. Удается 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.

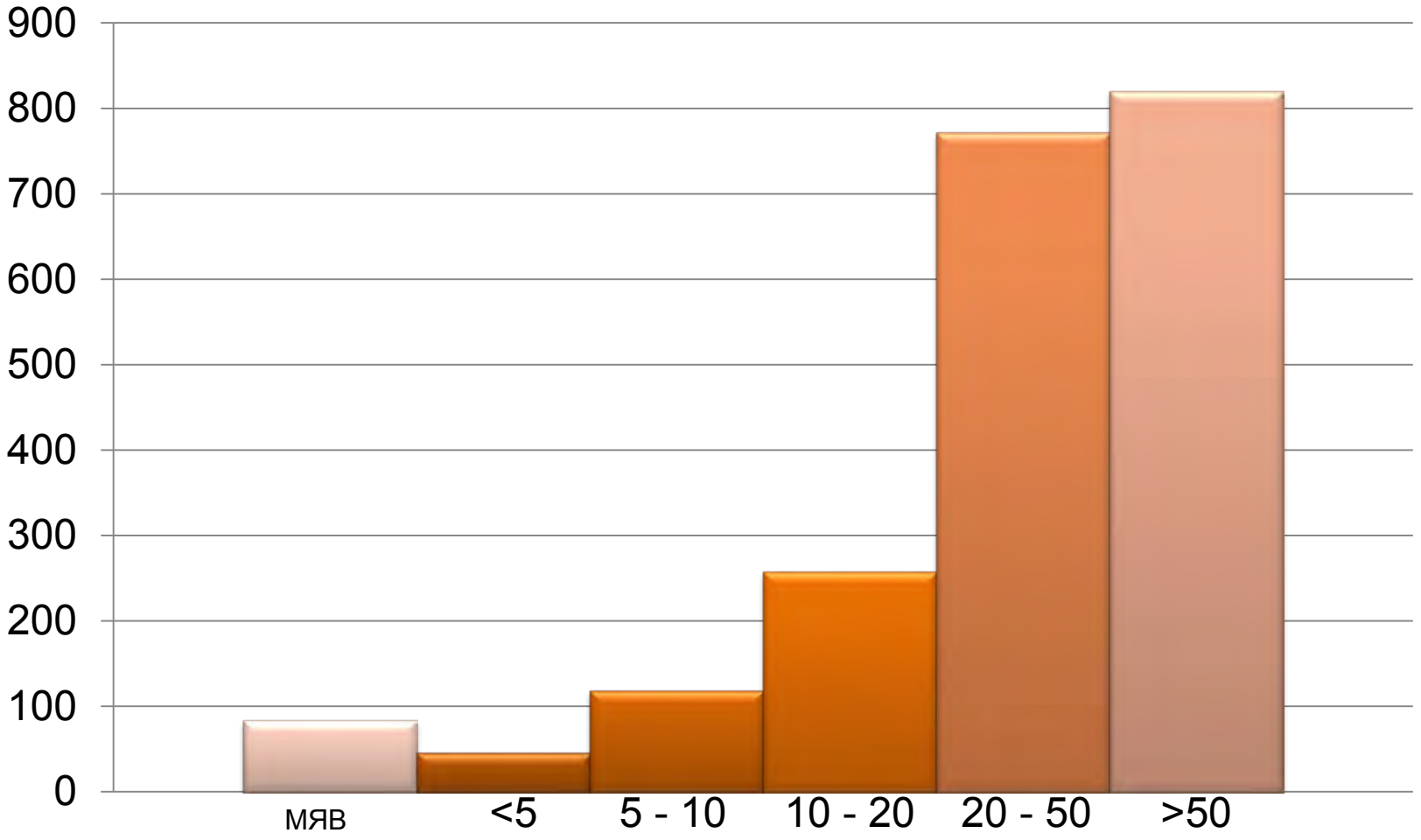
2

Виды работ ФЦП ЯРБ по объектам наследия

В рамках 201 мероприятий ФЦП ЯРБ проводились работы по 2100 объектам, в том числе по более чем 400 объектам – практические работы.

Направление работ в рамках ФЦП ЯРБ	Кол-во объектов
Информационно аналитические (сводный перечень, инвентаризация, первичная регистрация)	2100, в том числе:
Удаление РАО, дезактивация, реабилитация	140
Реконструкция, модернизация	111
Подготовка к выводу и вывод из эксплуатации	124
Консервация	37

Инвентаризация ЯРОО



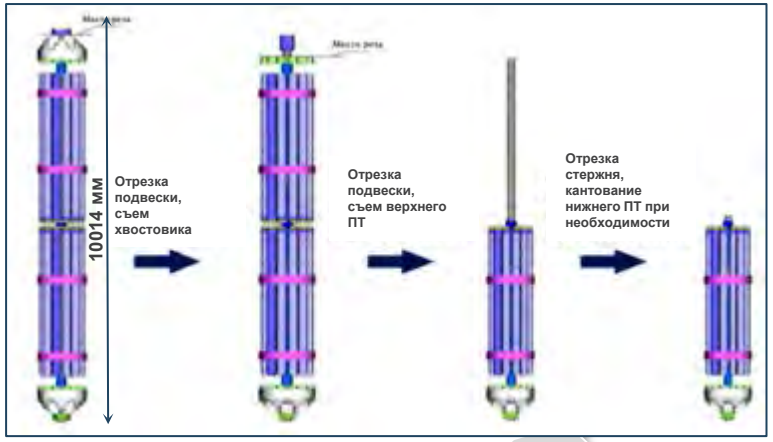
Распределение объектов по промышленным площадкам

Ранжирование: комплексный показатель потенциальной опасности

Пример: емкость с ЖРО КП2007=4,2E+19, КП2015=4,2E+4

Шаг	Что сделано	Компонента КП	Значение КП (об.)	Значение КП РАО
1	КИРО	ИНО, ИО	4,0E+19	
2	Программа ведения работ, получена лицензия	ИО, ИНО	2,4E+19	
3	Смонтирована система удаления и переработки ЖРО	ИО, ИНО	2,0E+19	
4	Жидкая фракция удалена и кондиционирована	АС, СП, ИНО	1,5E+15	4,6E+03
5	Отмывка отложений, переработка и кондиционирование РАО	АС, СП, ИНО	1,5E+07	3,8E+04
6	Разделка емкости и кондиционирование РАО	ИО, ИНО, АС, СП	1,8E+06	3,8E+02
7	Удаление загрязнений вследствие прошлых протечек. Завершающее обследование	ИНО, АС	0	3,5E+00
		∑КП упаковок с РАО		4,2E+04

ОЯТ РБМК-1000



Для вывоза ОЯТ РБМК-1000 созданы :

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

Вид хранения	Мокрое	Сухое
Состояние ОТВС	Все	Герметичные
Среда хранения	Вода	Инертный газ
Доп. барьеры безопасности	-	3
Системы безопасности	3	10
Естественный теплоотвод	Нет	Да

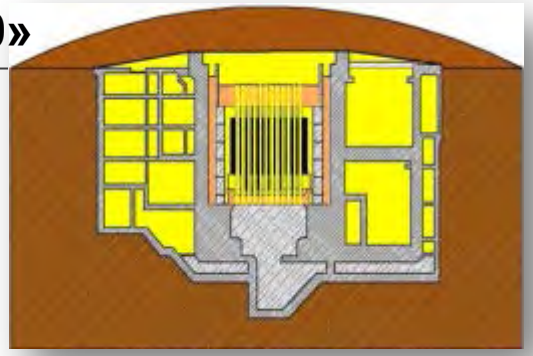
ВЭ ПУГР ЭИ-2

Завершение работ по ВЭ ПУГР

	2007	2015
Ядерная опасность	+/-	Исключена
РАО	все	С высокой способностью к удерживанию р/н
Дополнительные барьеры безопасности	-	Более 100 000 кубометров изолирующих материалов
Контроль	-	Система мониторинга и контроля

Изоляция радиоактивных материалов

Уровень «0.0»



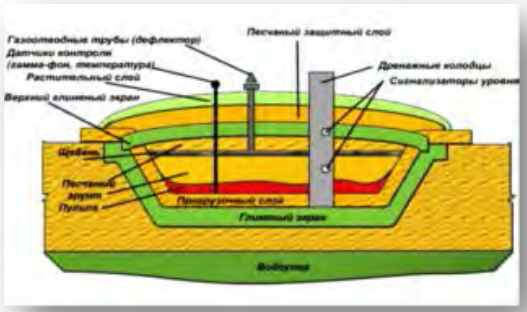
Изоляция графитовой кладки

РАО в ПХ

Закрытие водоемов водоемов-хранилищ ЖРО

Объект	Описание выполненных работ	КП-2007	КП-2015
Водоем-хранилище 354	Проведена откачка водной фазы, отсыпка бассейна суглинком, засыпка скальным грунтом. Объект законсервирован.	1,0E+21	2,79E+13
Промышленный водоем В-9 (оз. Карачай)	Завершен 1-ый этап работ по консервации объекта. Акватория водоема перекрыта скальным грунтом.	1,7E+25	9,1E+20
Водоем-хранилище Б-1	Завершен 1-ый этап работ по консервации объекта. Акватория водоема перекрыта грунтом.	6,6E+24	3,0E+21
Бассейн Б-2	Проведено устройство верхнего глиняного экрана с защитой его песчаным грунтом и плодородной почвой. Устроена дренажная система. Объект законсервирован.	4,6E+24	1,60E+17
Бассейн Б-25	Проведено КИРО. Разработан проект по консервации объекта.	5,8E+21	4,7E+20
Пульпохранилище	Проведено КИРО. Разработана технология растворения пульп. Проведены НИОКР по оптимизации технологии переработки пульп.	5,8E+21	5,4E+20

Схема барьеров безопасности и вид Б-2 СХК после завершения работ



ТКВ – исходное состояние

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 и наибольшее количество реализованных мер

Установки очистки технологических и нетехнологических низкоактивных ЖРО

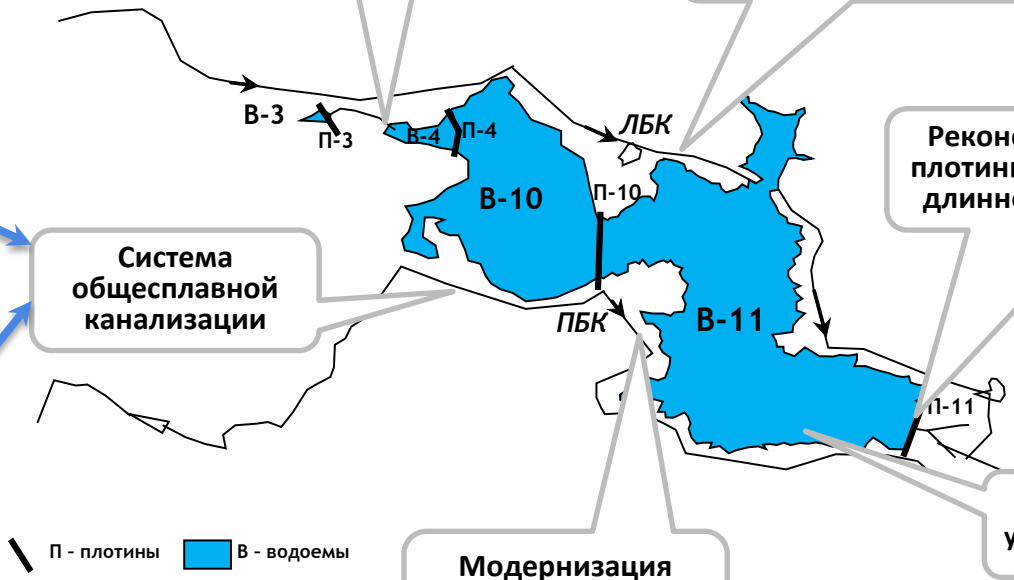
Пороги-регуляторы уровня на обводных каналах

Реконструкция замыкающей плотины – стена в грунте 1,8 км длинной, глубина от 7 до 9 м.

Система общесплавной канализации

Ресурсные испытания установок очистки воды ТКВ

Модернизация гидротехнических сооружений



Этапы трансформации статуса ТКВ как ОИАЭ

2010 — **ОИАЭ**

2015 — **Пункт размещения особых РАО**

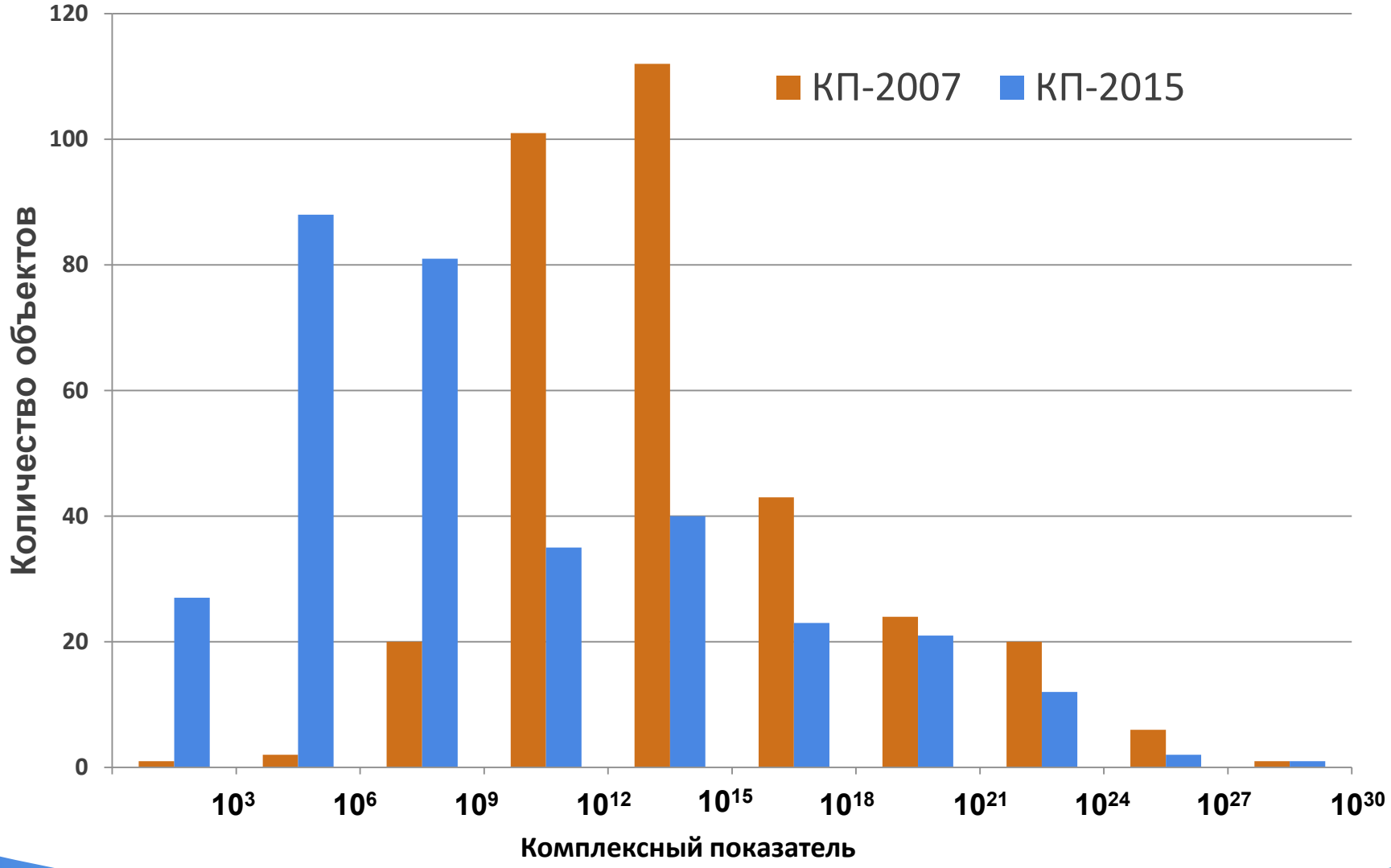
Пункт консервации особых РАО

	В-10 и В-11	В-3 и В-4
~2040	Очищение воды	Заболачивание
~2170	Очищение донных отложений	

Пункт захоронения РАО

~2200	Снятие с регулирующего контроля / Перевод в ПЗРО

Распределение объектов по КП в 2007 и 2015 годах

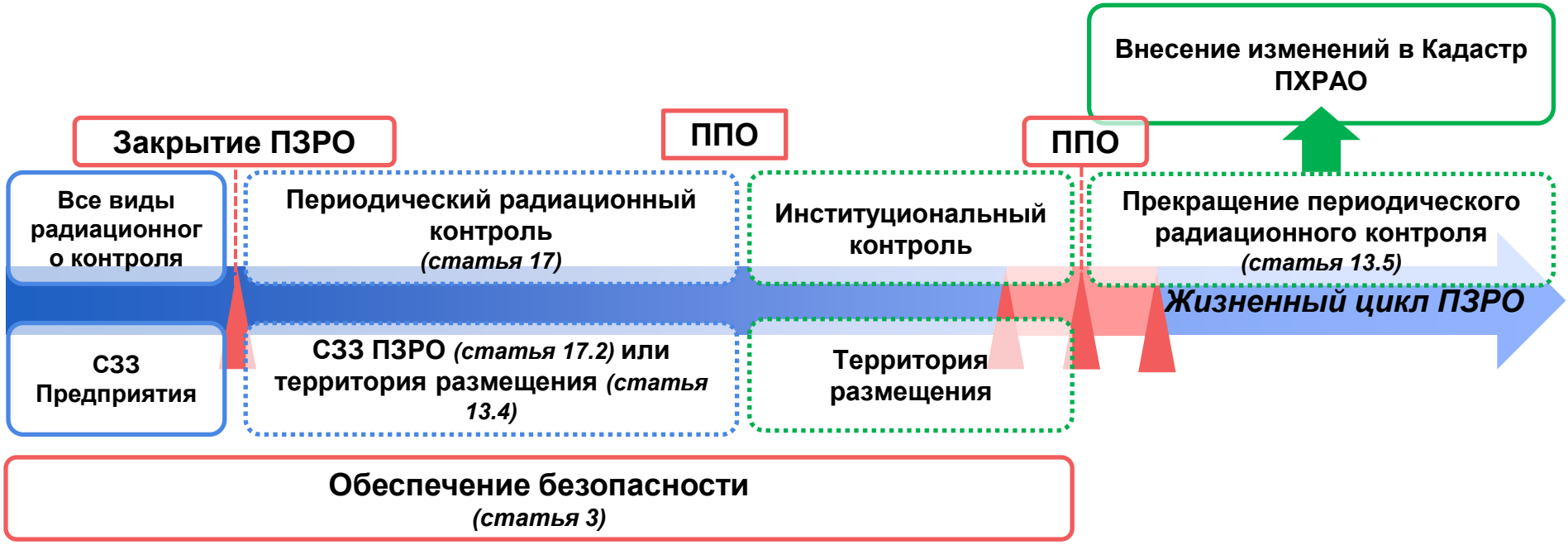


Конечное состояние объектов после реализации работ по ФЦП

Направление работ в рамках ФЦП ЯРБ	Состояние объекта и дальнейшая ответственность
Информационно аналитические (инвентаризация, первичная регистрация)	Объекты планирования и реализации будущих программ/эксплуатирующая организация
Удаление РАО, дезактивация, реабилитация	Приведение в соответствие с требованиями норм и правил/эксплуатирующая организация
Реконструкция, модернизация	
Подготовка к выводу и вывод из эксплуатации	Этап работ и ликвидация объекта
Консервация	Контроль до истечения срока потенциальной опасности и (или) непреднамеренного вторжения человека

Период потенциальной опасности ПЗРО и защитная зона

[ФЗ РФ N 190-ФЗ «Об обращении с РАО», статья 3]
Период потенциальной опасности радиоактивных отходов *- срок, в течение которого уровни радиоактивности* ***РАО*** *снижаются до показателей, при которых не требуется* ***радиационный контроль***



Заключение

Реализация ФЦП ЯРБ:

- **Поставленные цели достигнуты. Обеспечено существенное снижение потенциальных рисков по более 400 объектам, в том числе полностью исключен риск более 20 событий с катастрофическими последствиями.**
- **Необходимость и возможность решения проблем наследия осознаны в организациях.**
- **Реализация ФЦП ЯРБ вплотную приблизила к ряду вызовов по принятию решений по захоронению (научно-технических, технологических, социальных).**
- **Существует понимание возможностей их разрешения, в том числе обоснования безопасности на сверхдлительные сроки и трудностей на этом пути**
- **Решения по захоронению (консервации) объектов (РАО) очень трудны, но они назрели и необходимы.**
- **Для их принятия необходима консолидация научно-технического потенциала органов управления и регулирования безопасности**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности»

Научные основы регулирования безопасности и итоги ФЦП ЯРБ

А.А. Хамаза
Директор ФБУ «НТЦ ЯРБ»

10-я Юбилейная Российская научная конференция «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях»

22 сентября 2015 г.

Исторические этапы

- Ориентация на безопасную эксплуатация АЭС
- Вступление в силу ФЗ «Об использовании атомной энергии»

Основной объем работ

- Продление лицензий и сроков эксплуатации

***Нормативное регулирование** – ведомственные отраслевые документы*

- Объединенная конвенция
- ФЦП ЯРБ
- Закон по РАО
- …….

- Следующий этап развития

Ключевые факторы в концепции ФЦП ЯРБ

- Наличие ядерно и радиационно опасных объектов оборонно-промышленного комплекса («ядерное наследие»)

угроза национальной безопасности

- Необходимость решения накопившихся проблем на государственном уровне и недопустимости их дальнейшего откладывания

Мероприятия ФЦП ЯРБ

- Безопасность обращения с ОЯТ и РО
- Накопленные проблемы в области ЯРБ
- Методология оценки состояния радиационной безопасности на радиационно опасных объектах, относящихся к прежней и текущей деятельности
- Методы оценки безопасности для объектов ядерного топливного цикла
- Комплексный анализ для оценки безопасности ядерно и радиационно опасных объектов

Основные цели мероприятий

- Создание нормативных и научных основ обеспечения регулирования безопасности
- Решение актуальных проблем обеспечения ядерной и радиационной безопасности в целях совершенствования действующих ФНП
- Оценка соответствия деятельности в области использования атомной энергии критериям и требованиям по безопасности
- Оценка и анализ безопасности ядерно и радиационно опасных объектов

Оптимизация системы регулирования – задача Ростехнадзора и ФБУ «НТЦ ЯРБ»

Принципы регулирования

ФЗ № 170 (ст. 24) *«меры, реализуемые органами государственного регулирования безопасности, по выполнению возложенных на них полномочий должны быть соразмерны потенциальной опасности ОИАЭ и деятельности в области использования атомной энергии»*

объекты ядерного наследия

заключительные стадии жизненного цикла (обращение с ОЯТ, РАО, вывод из эксплуатации)

соразмерность регулирующего воздействия

Принципы регулирования (2)

«для эффективного развития экономики недопустимы излишние административные барьеры и издержки бизнеса от проведения регулирующей деятельности»

векторы развития

внедрение риск - ориентированных подходов

дифференциация требований к обеспечению безопасности

Направления по развитию и оптимизации системы регулирования

- Законодательные основы
  - разграничение требований путем выделения объектов (вывод из эксплуатации не требуется)
  - развитие нормы по определению состава и границ объекта
- ФНП
  - дифференциация требований для отдельных категорий ОИАЭ
  - дифференциация требований в зависимости от стадии жизненного цикла
- Надзор (контроль)
  - анализ правоприменительной практики
  - дифференциация надзорных мероприятий

Задачи при реализации мероприятий ФЦП

- планирование мероприятий по обеспечению безопасности путем определения приоритетных объектов

- количественная оценка итогов работ по повышению уровня ядерной и радиационной безопасности объектов в ходе реализации мероприятий ФЦП ЯРБ

- мониторинг изменения состояния объектов с учетом всего комплекса проводимых работ по объекту на основе численных оценок

Эффективный инструмент – определение комплексного показателя потенциальной опасности ЯРОО для населения и окружающей среды

- оптимизация регулирования

дифференциация нормативных требований

дифференциация надзорных мероприятий

- обеспечение своевременности и безопасности процесса вывода объектов из эксплуатации
- содействие принятию обоснованных решений в условиях ограниченного финансирования

Учет данных о состоянии ЯРОО

- активность радиоактивных материалов и веществ, которые находятся на объекте
- способность материалов, содержащих радионуклиды, в различных агрегатных состояниях к распространению в окружающей среде
- уровень неопределенности (изученности) свойств радиоактивных и иных материалов и веществ, содержащихся в объекте
- интенсивность (частота) необходимого контроля состояния материалов или объекта
- состояние барьеров безопасности с учетом качественных характеристик барьеров безопасности объекта и готовности к работам по их восстановлению (усилению)

Комплексный показатель потенциальной опасности ЯРОО

Разработка комплексного показателя

- Инвентаризация ЯРОО
- Первичная регистрация РАО
- Ранжирование ЯРОО
- Оценка снижения риска в результате реализации ФЦП ЯРБ

Комплексный показатель потенциальной опасности ЯРОО (2)

Инвентаризация ЯРОО и Первичная регистрация РАО

информационный ресурс ЯРОО

перечни пунктов захоронения особых РАО

перечни пунктов долговременного хранения РАО

перечни пунктов размещения и консервации особых РАО

Комплексный показатель потенциальной опасности ЯРОО (3)

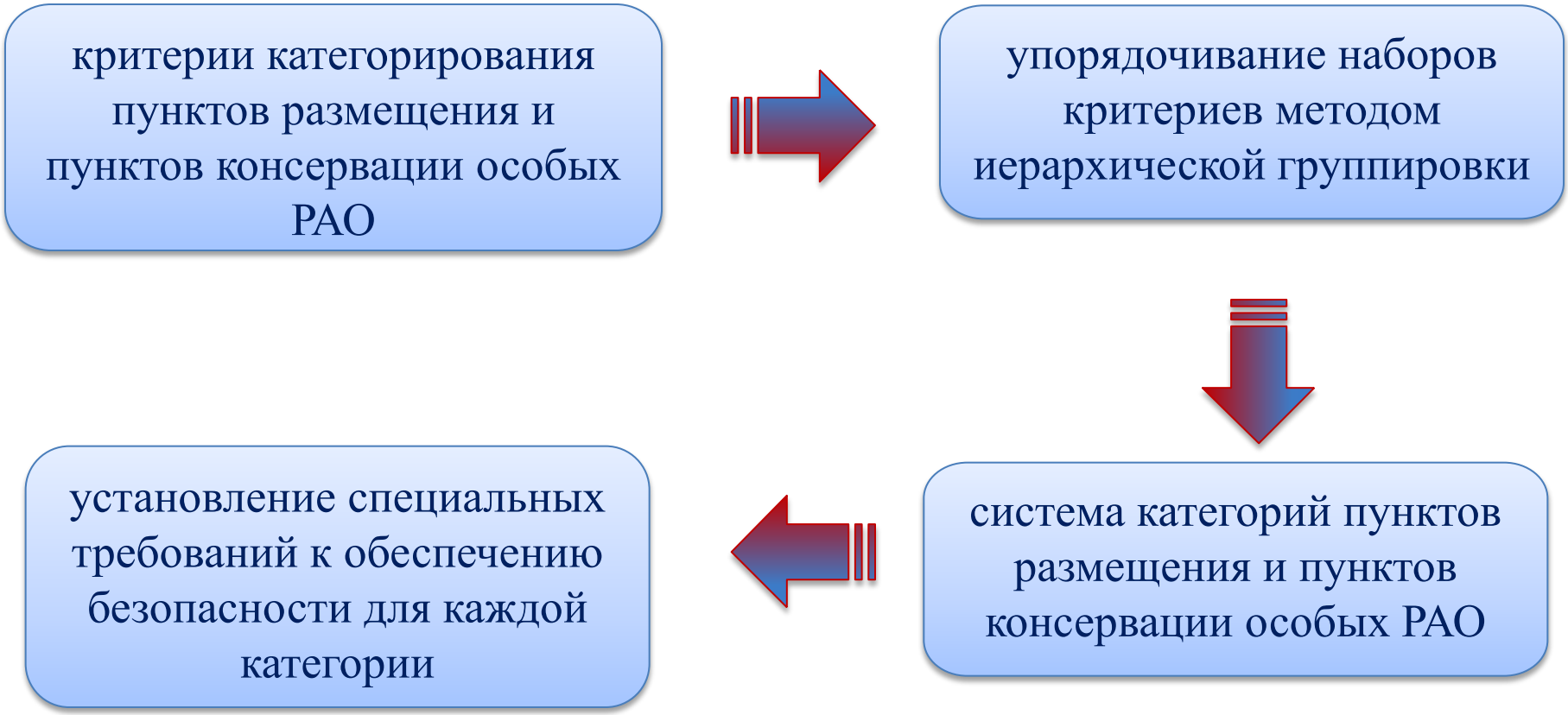
ФЗ *«Об обращении с радиоактивными отходами…»*

- устанавливает необходимость разработки категорий пунктов размещения особых РАО и пунктов консервации особых РАО

Задача - *создать методологические основы категорирования пунктов размещения и пунктов консервации особых РАО*

Комплексный показатель потенциальной опасности ЯРОО (4)

Решение задачи



Подходы к оценке текущего уровня безопасности

Подходы к оценке текущего уровня безопасности разрабатываются в виде относительного численного выражения с помощью расчета комплексного показателя потенциальной опасности

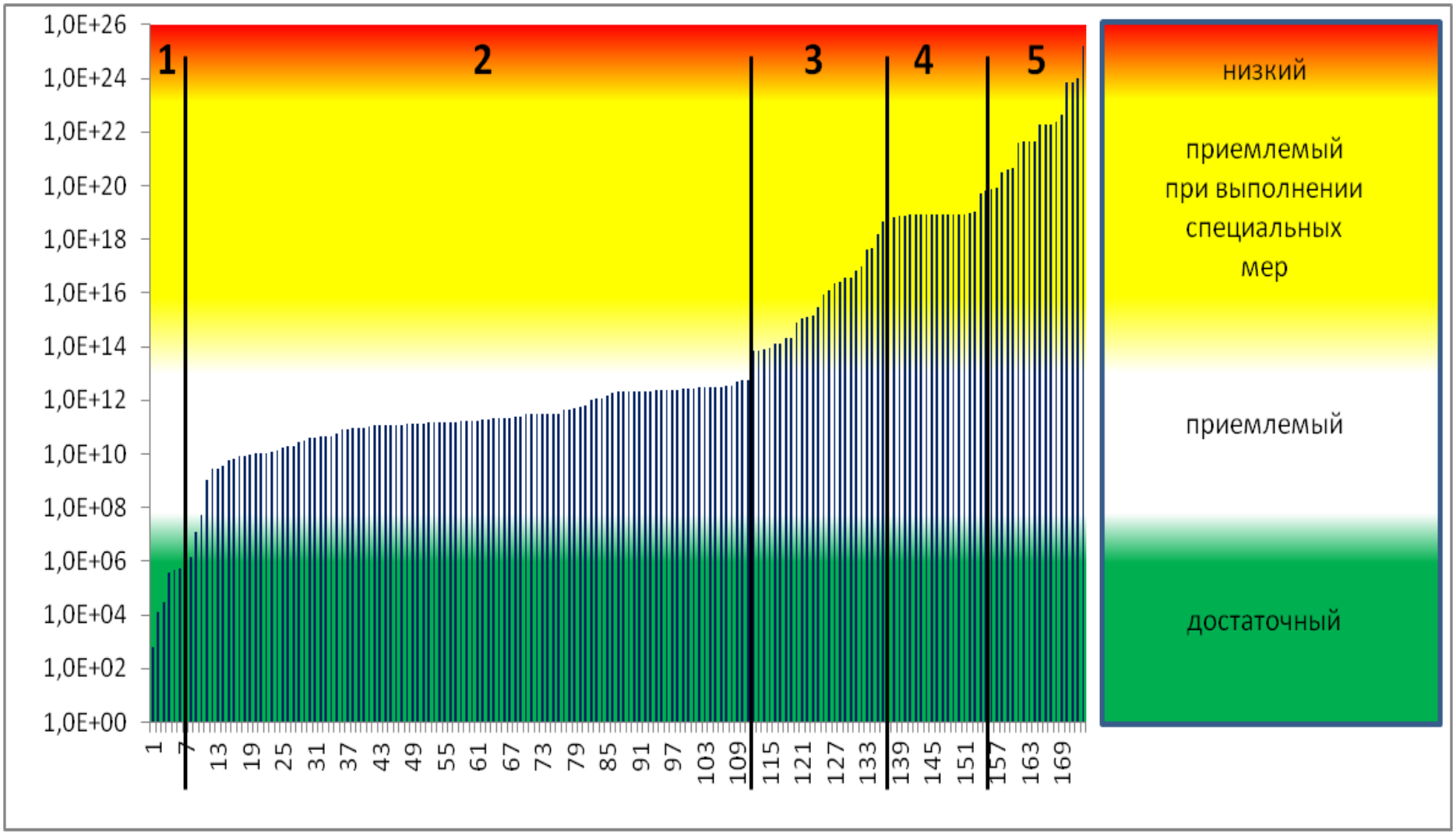
Проведены:

- ☑ расчет комплексного показателя опасности
- ☑ ранжирование в соответствии с полученными значениями комплексного показателя всех пунктов размещения и пунктов консервации особых РАО

Результаты:

- ☑ Положены в основу методологии категорирования

Иллюстрация подхода – распределение значений КП для пунктов хранения и пунктов консервации особых РАО



Распределение на группы

- **1 группа** – хранилища ТРО с инженерными барьерами, включая объекты, расположенные на площадках ПУГР
- **2 группа** – пункты размещения особых РАО, образовавшиеся в результате применения мирных ядерных взрывов (МЯВ), в которых отсутствуют ЖРО
- **3 группа** – хранилища ТРО без инженерных барьеров и емкости-хранилища ЖРО
- **4 группа** – МЯВ, в которых присутствуют ЖРО
- **5 группа** – водоемы-хранилища ЖРО и хвостохранилища

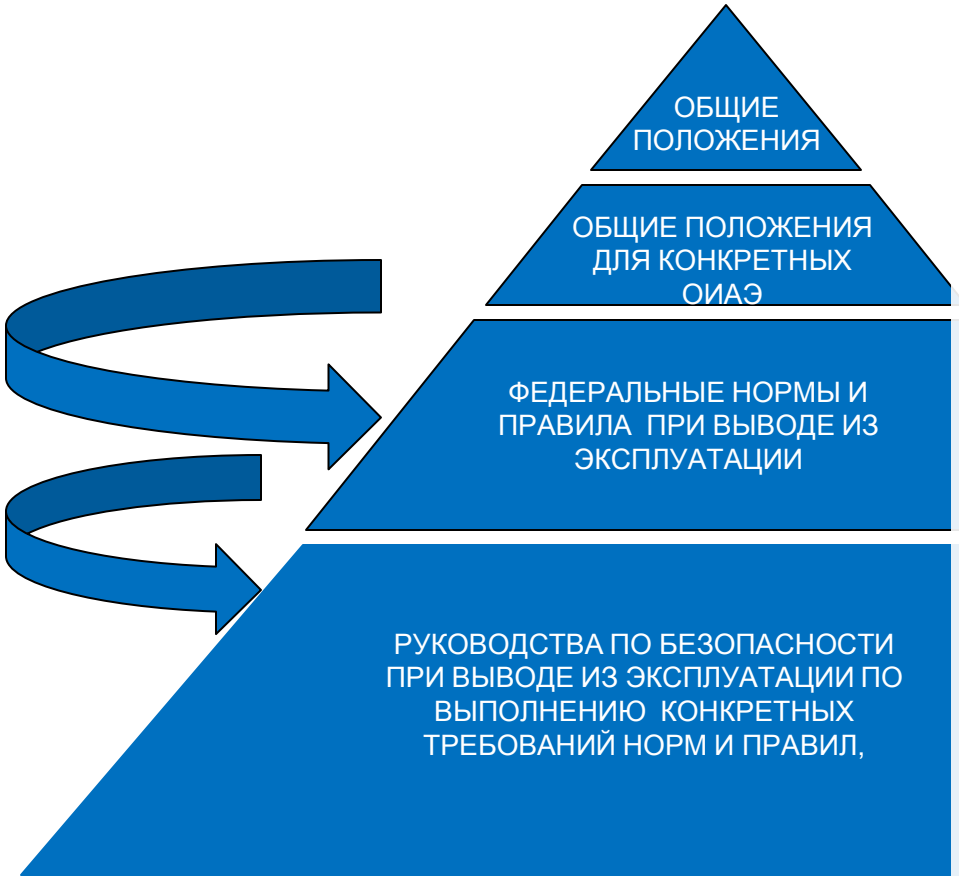
Комплексный показатель

комплексный показатель

- оценка динамики изменения (снижения) опасности после каждого мероприятия
- внедрение средств комплексного анализа
- прогнозирование и оценка состояния ядерной и радиационной безопасности
- выявление рисков и управление ими

Систематизация требований в отношении вывода из эксплуатации различных ОИАЭ

НП-091-14 *«Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения»*



- Устанавливают цели и основные принципы безопасности при выводе из эксплуатации. Охватывают все виды ОИАЭ
- Устанавливают цели и основные принципы безопасности при выводе из эксплуатации конкретных ОИАЭ
- Устанавливают конкретные требования безопасности при выводе из эксплуатации. Применимы к конкретным ОИАЭ
- Содержат разъяснения и другие рекомендации по выполнению требований безопасности при выводе из эксплуатации конкретных ОИАЭ

Работы по развитию методологии оценки потенциальной опасности

- мониторинг изменения уровня опасности
- перспективные оценки изменения состояния потенциальной опасности
- анализ текущего состояния и опыта проведения работ по повышению безопасности
- разработка предложений по изменению статуса пунктов хранения РАО

Миссия и постмиссия МАГАТЭ «Комплексная оценка регулирующей деятельности»

«Комплексная оценка регулирующей деятельности»

- Ростехнадзором был разработан и утвержден план действий, содержащий 46 мероприятий
- постмиссия МАГАТЭ высоко оценила деятельность Ростехнадзора по совершенствованию государственного регулирования безопасности
- международными экспертами были выработаны рекомендации и предложения для дальнейшего повышения эффективности регулирующей деятельности Ростехнадзора
- при поддержке **ФБУ «НТЦ ЯРБ»** был разработан и утвержден План действий Ростехнадзора по их реализации

Экспертиза безопасности ОИАЭ и лицензируемых видов деятельности в области использования атомной энергии

Экспертиза безопасности

Предмет экспертизы:

- анализ соответствия документов, представленных заявителем для получения лицензии и обосновывающих безопасность ОИАЭ и (или) видов деятельности в области использования атомной энергии, и (или) фактического состояния ОИАЭ законодательству РФ, нормам и правилам в области использования атомной энергии, современному уровню развития науки, техники и производства

режим постоянного государственного надзора

ФБУ «НТЦ ЯРБ»
организация научно-технической поддержки Ростехнадзора

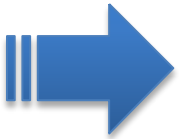
Экспертиза программных средств, применяемых при обосновании и (или) обеспечении безопасности ОИАЭ

Экспертиза программных средств

Объекты аттестации:

- ПС, предназначенные для обоснования проектов, технических решений, параметров, режимов, влияющих на безопасность ОИАЭ, а также ПС, применяемые в технологических системах, обеспечивающих безопасность ОИАЭ

ФНП



требования о применении при обосновании безопасности ОИАЭ аттестованных ПС

Экспертный совет при Ростехнадзоре - *специалисты, рекомендованные организациями отрасли, институтами Российской Академии наук, ФБУ «НТЦ ЯРБ»*

Заключение

- Характерно повышение качества проектирования и обоснования безопасности
- В ходе реализации мероприятий ФЦП ЯРБ достигнут значительный прогресс в совершенствовании нормативной правовой базы в области использования атомной энергии
- Результаты анализа эффективности тех или иных мероприятий, в том числе, и на основе определения комплексного показателя опасности, должны стать основой совершенствования управления в области использования атомной энергии

Впереди еще много работы

- реализация плана действий по результатам постмиссии МАГАТЭ
- работы по научному и информационно-аналитическому обеспечению регулирования безопасности, основанному на дифференциации требований к обеспечению безопасности объектов использования атомной энергии в зависимости от их потенциальной опасности
- концентрация усилий на направлениях оптимизации регулирования

Концентрация усилий

- разграничение требований путем выделения объектов, для которых не требуется вывод из эксплуатации, как отдельный (лицензируемый) вид деятельности
- развитие нормы по определению состава и границ объекта с учетом возможности выделения из состава объекта его составных частей с целью вывода из эксплуатации
- дифференциация надзорных мероприятий для различных ОИАЭ в зависимости от уровня их потенциальной опасности

Спасибо за внимание!

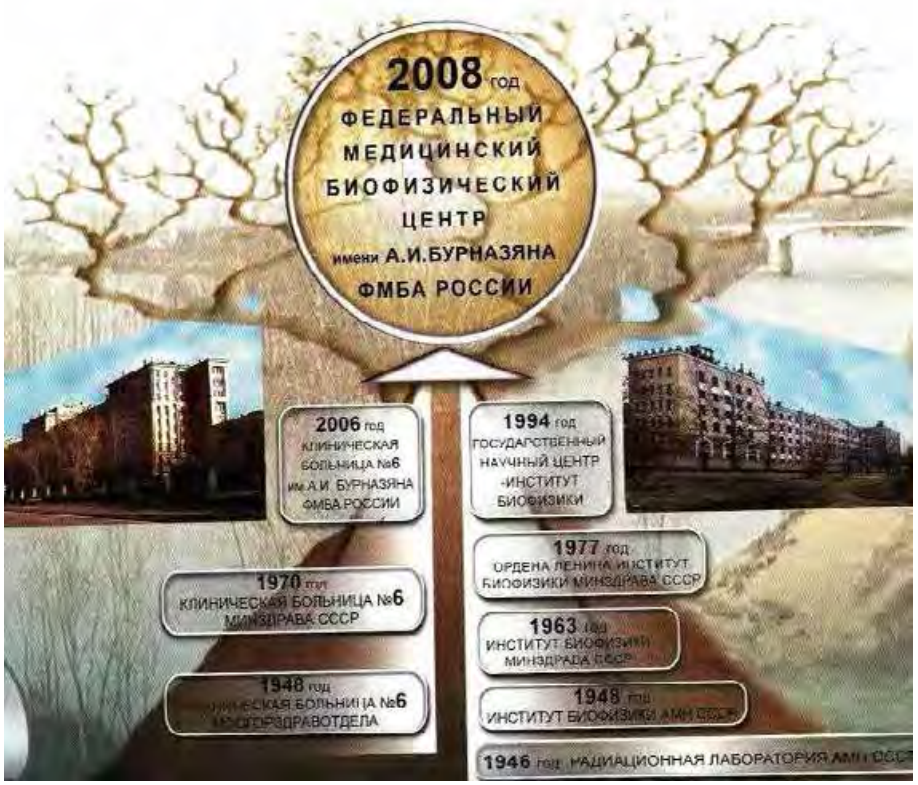
Радиационная защита и здоровье работников атомной отрасли и населения, проживающего в районе расположения радиационно опасных объектов России

Самойлов
Александр Сергеевич

Генеральный директор
ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна
Москва

Главная задача Центра

Научное обеспечение национальной безопасности Российской Федерации в отношении персонала предприятий особо опасных отраслей промышленности, а также населения окружающих территорий



Обслуживаемые объекты

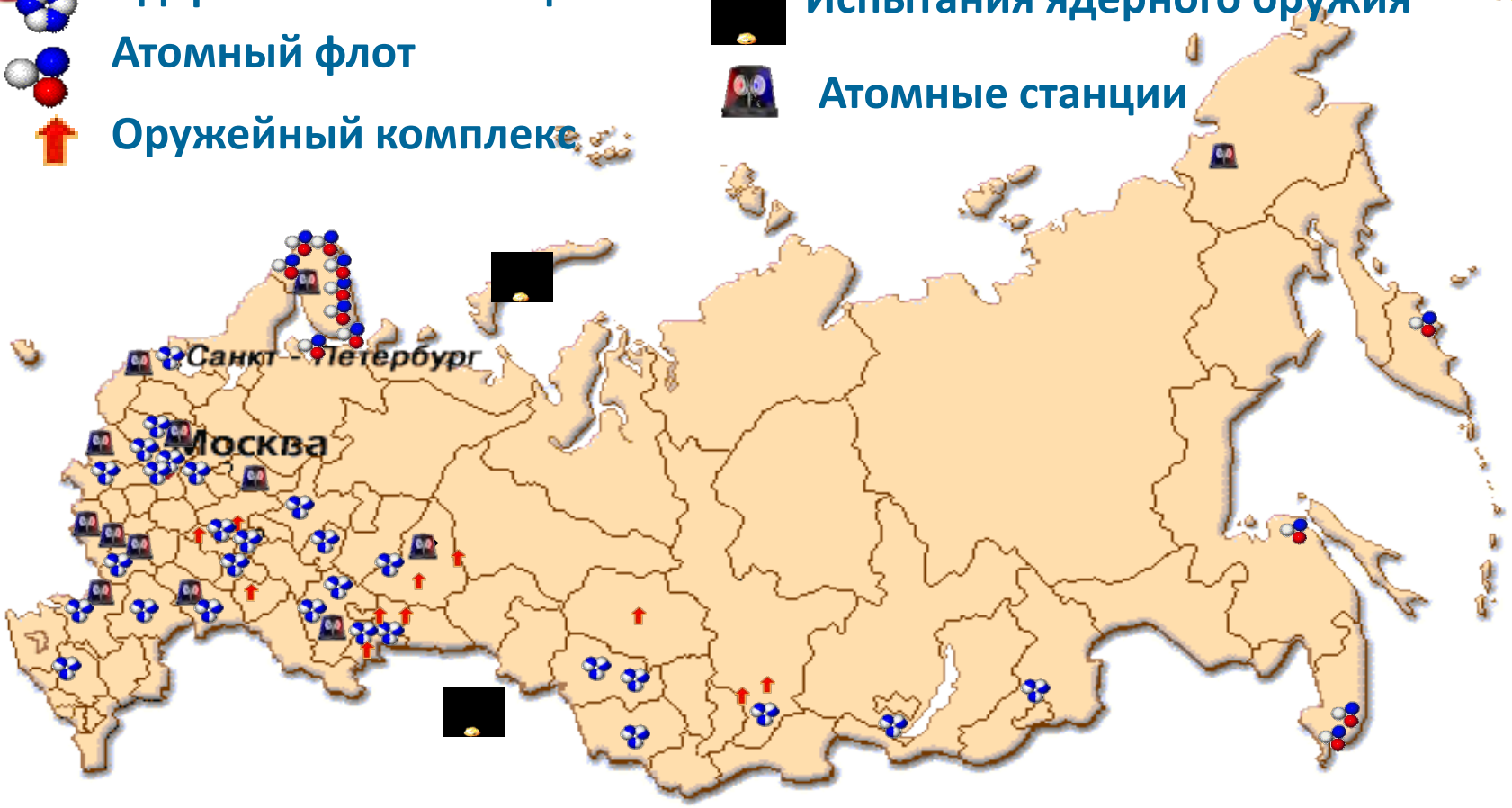
Ядерно-топливный цикл

Атомный флот

Оружейный комплекс

Испытания ядерного оружия

Атомные станции



ФМБА России обслуживает более 190 тыс. работников атомной промышленности, из которых на дозиметрическом контроле состоит около 72 тыс. человек. В 10 ЗАТО на медицинском обслуживании состоит более 747000 человек

Демографические показатели в ЗАТО

Показатель	ФМБА России	Российская Федерация
Рождаемость (на 1 тыс. населения)	10.1	12.6
Младенческая смертность (на 1 тыс. населения)	4.8	7.5
Общая смертность (на 1 тыс. населения)	12.4	14.3
Заболеваемость злокачественными новообразованиями (на 100 тыс. населения)	412.1	365.4
Заболеваемость туберкулёзом (на 100 тыс. населения)	32.8	66.6

Дозы облучения персонала, мЗв/год

Установленный норматив – 20 мЗв/год

На протяжении многих лет не регистрируются случаи превышения сбросов и выбросов радиоактивных веществ во внешнюю среду из атомных объектов

Участие ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в реализации ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года»

Головной исполнитель мероприятий:

295. Создание специального оборудования, нормативно-правовой базы организации и структуры аварийного медико-санитарного обеспечения и аварийного регулирования радиационной безопасности.

316. Проведение эколого-гигиенических обследований территорий, прилегающих к предприятиям по добыче и переработке урановых руд, и оценка состояния здоровья персонала этих предприятий.

296. Создание, обеспечение развертывания и поддержания в готовности аварийных медико-санитарных формирований и региональных центров.

245. Реабилитация объектов ФМБА России.

Участие ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в реализации ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года»

Соисполнитель мероприятий:

317. Разработка медико-санитарных мероприятий по защите населения от повышенного уровня воздействия ионизирующего излучения природных источников, а также от облучения при проведении медицинских процедур.

291. Создание автоматизированной системы контроля радиационного воздействия на население и среду обитания человека.

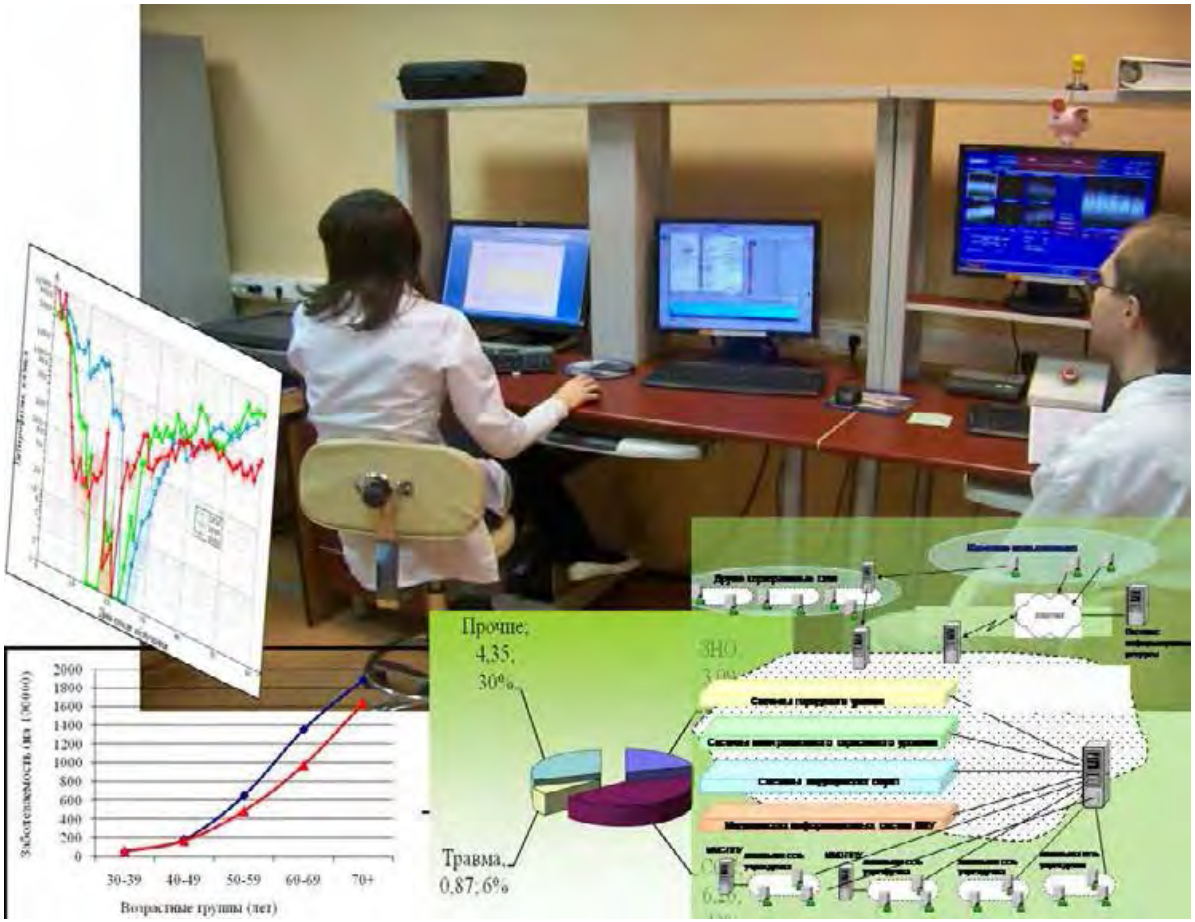
Участие ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в реализации ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года»

Основные результаты:

Создана система аварийного реагирования в случае радиационных аварий и инцидентов (система аварийных медико-дозиметрических центров).

Проведено эколого-гигиеническое обследований территорий, прилегающих к Приаргунскому производственному горно-химическому объединению и проведена оценка состояния здоровья персонала этого предприятия.

Специализированные медико-дозиметрические регистры



- **Научная база** - показатели радиогенного риска (онкологического)
- **Информационная основа:**

  - дозы облучения,

  - нерадиационные факторы,

  - данные о медицинских последствиях

Регистры ФМБА России

- Отраслевой медико-дозиметрический регистр ликвидаторов ЧАЭС
- Региональный медико-дозиметрический регистр персонала производственного объединения «Маяк» (г.Озерск)
- Региональный медико-дозиметрический регистр персонала Сибирского химического комбината (г. Северск)
- Региональный медико-дозиметрический регистр персонала Горно-химического комбината (г. Железногорск)
- Регистр острых лучевых поражений человека
- Отраслевой регистр лиц, имеющих профессиональные заболевания
- Регистр населения, облученного на Южном Урале

Объединенная когорта персонала - около 57 тыс. работников

Радиационные аварии

Типы аварий и инцидентов:	Число пострадавших		
	Всего	Острая лучевая болезнь	Умершие
1. Радиоизотопные установки	171	51	16
2. Рентгеновские установки и ускорители	52	–	–
3. Реакторные инциденты	82	73	13
4. Местные лучевые поражения на Маяке (1949-1956)	168	–	–
5. Атомные подводные лодки и ядерные испытания	141	93	12
6. Друге инциденты	17	7	2
7. Авария на Чернобыльской АЭС	134	134	28
Всего	765	358	71

Противоаварийные учения в системе ФМБА России

Регулирование радиационной безопасности

УСТАНОВЛЕНИЕ НОРМАТИВОВ

- Факторов производственной среды
- Пределов облучения персонала и населения
- Качества технологической продукции
- Радиационных факторов среды обитания

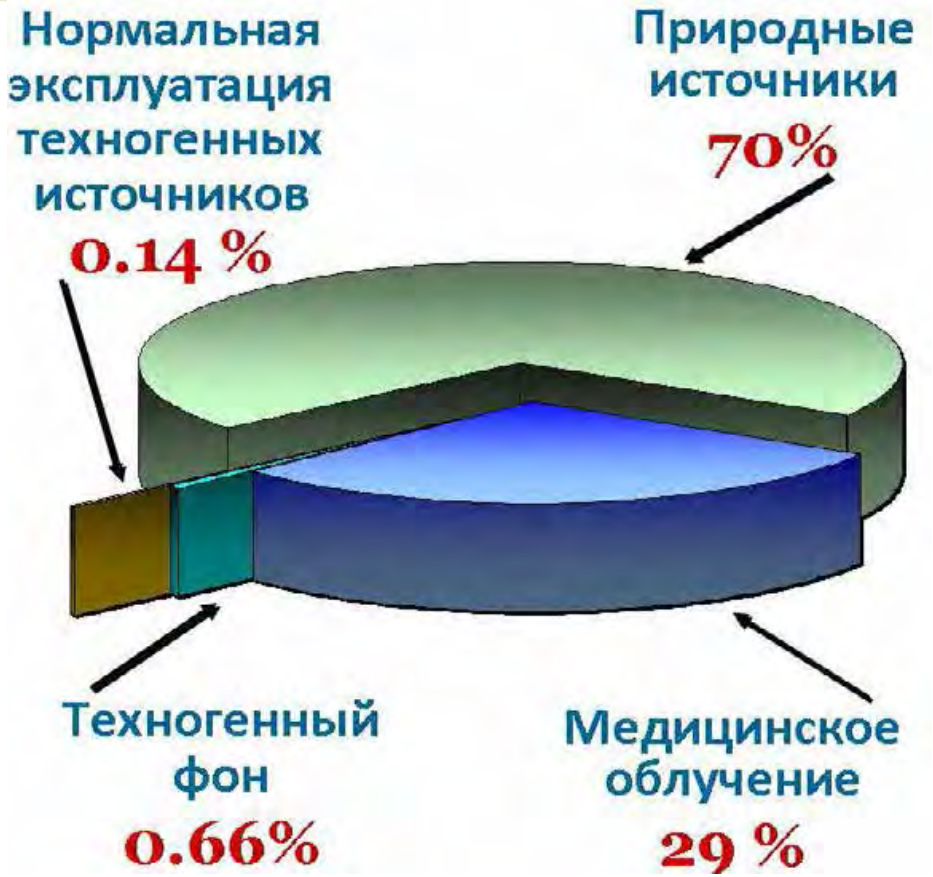
РАЗРАБОТКА РЕГУЛИРУЮЩИХ ДОКУМЕНТОВ

- Санитарные правила и нормативы
- Гигиенические нормативы
- Методические указания
- Методические рекомендации
- Руководства
- Методики выполнения измерений

ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

- Проекты строительства объектов использования атомной энергии
- Проекты нормативных документов по обеспечению рад. безопасности
- Проекты нормативных и правовых актов Правительства РФ по компетенции

Дозы облучения населения России



В условиях регламентной, штатной работы предприятий атомной индустрии достигнута устойчивая радиационно-гигиеническая и экологическая обстановка

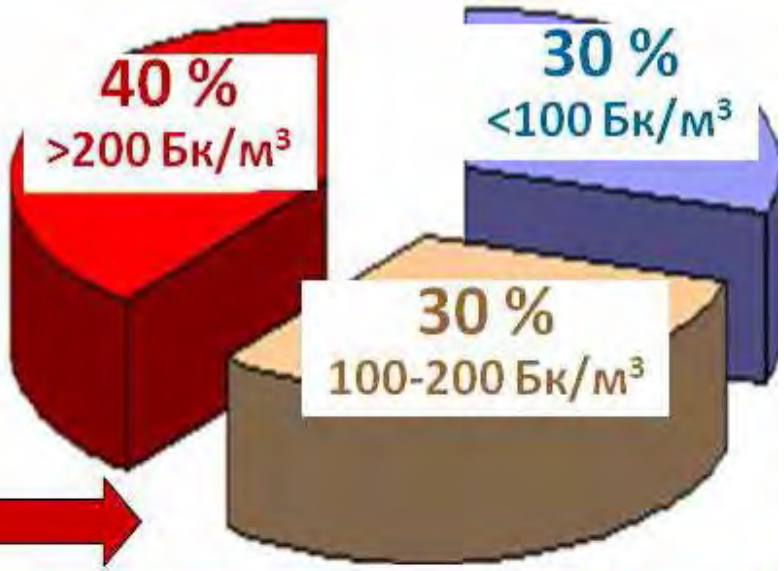
Дозы облучения населения за счёт работы предприятий атомной энергетики - ниже 0.01 мЗв/год (при регламенте – 1 мЗв/год)

Публикации

ИСТОЧНИКИ И ЭФФЕКТЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ
МКРЗ
Труды МКРЗ
Публикация 103 МКРЗ
Н.К. Шандала, И.П. Коренков
К.В. Котенко, Н.Я. Новикова
Глобальные и аварийные выпадения ^{137}Cs И ^{90}Sr
Под редакцией Л.А.Ильина
ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ "ЦЕНА" ТЕПЛОВОЙ и АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
Под редакцией Л.А.Ильина, И.П.Коренкова
ОРГАНИЗАЦИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЯХ
РУКОВОДСТВО
РАДИАЦИЯ И ЗДОРОВЬЕ
РУКОВОДСТВО
по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения
А.А. Ильин, В.Ф.Кириллов
И.П. Коренков
РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА
Л.А.Ильин, В.Ф.Кириллов, И.П.Коренков
Радиационная безопасность и защита
СПРАВОЧНИК
Радиационная безопасность
ОРГАНИЗАЦИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЯХ
РУКОВОДСТВО
ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС и ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ
РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОЛГОДОНСКОЙ АЭС (ПЕРВЫЙ ГОД ЭКСПЛУАТАЦИИ)
Предварительная оценка обстановки
РОССИЙСКО-НОРВЕЖСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Наследие атомного подводного флота

Урановое наследие



Распределение (%) содержания радона-222 в жилых помещениях пос. Октябрьский, Бк/м³

Норматив : 100-200 Бк/м³

Урановое наследие в Центральной Азии

Межгосударственная целевая программа

«Рекультивация территорий государств-членов ЕврАзЭс, подвергшихся воздействию урандобывающих и перерабатывающих предприятий»

Хвостохранилища в Таджикистане и Кыргызстане

Заключение (1)

1. В рамках ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» удалось достичь значительных результатов в сфере деятельности Федерального медико-биологического агентства.

2. В рамках дальнейшего совершенствования медико-санитарного обеспечения работников атомной промышленности и индустрии и населения, проживающего в зоне их влияния, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России считает приоритетными следующие научно-практические направления своей деятельности:

Заключение (2)

- Совершенствование и разработка новых медико-санитарных технологий при проведении работ на объектах атомной индустрии, в зонах «атомного военного наследия», регионах размещения АЭС (исследования «нулевого» фона)
- Завершение создания единой системы радиационно-гигиенического реагирования и медицинских аспектов защиты людей в случае радиационных аварий
- Дальнейший поиск и разработка методов и средств профилактики и лечения лучевой патологии человека, включая новые инновационные биомедицинские технологии (клеточная терапия и др.)
- Совершенствование методологии изучения отдаленных последствий облучения персонала радиационно-опасных объектов и населения, включая прогнозирование рисков радиационного воздействия

Спасибо за внимание

fmbc-fmba@bk.ru

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ В СВЕТЕ ИТОГОВ ФЦП ЯРБ»

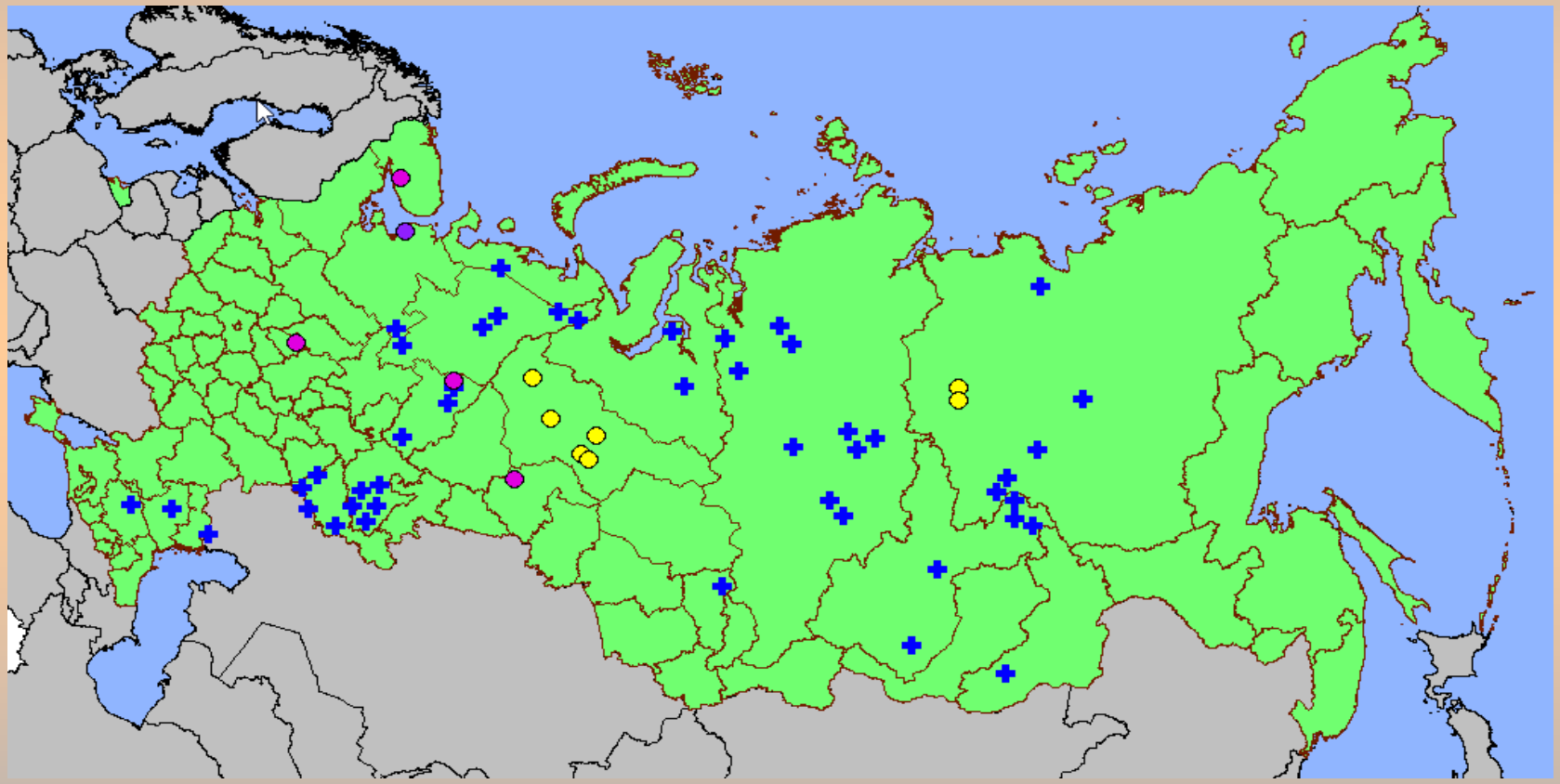
И.К.РОМАНОВИЧ

Доктор медицинских наук, профессор

X Российская научная конференция «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях»

22 сентября 2015 года, г. Москва

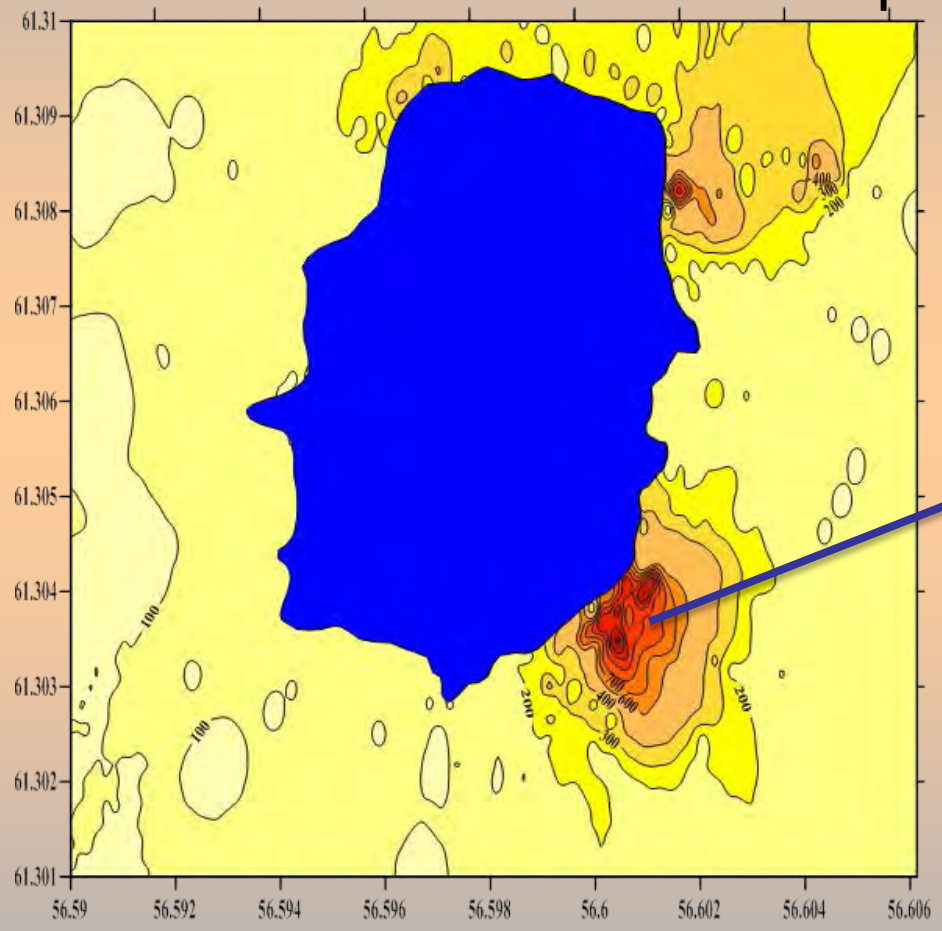
Результаты работы по мероприятию 244. Радиационно-гигиенические обследования районов проведения мирных ядерных взрывов и разработка нормативно-методических документов по обеспечению радиационной безопасности населения.

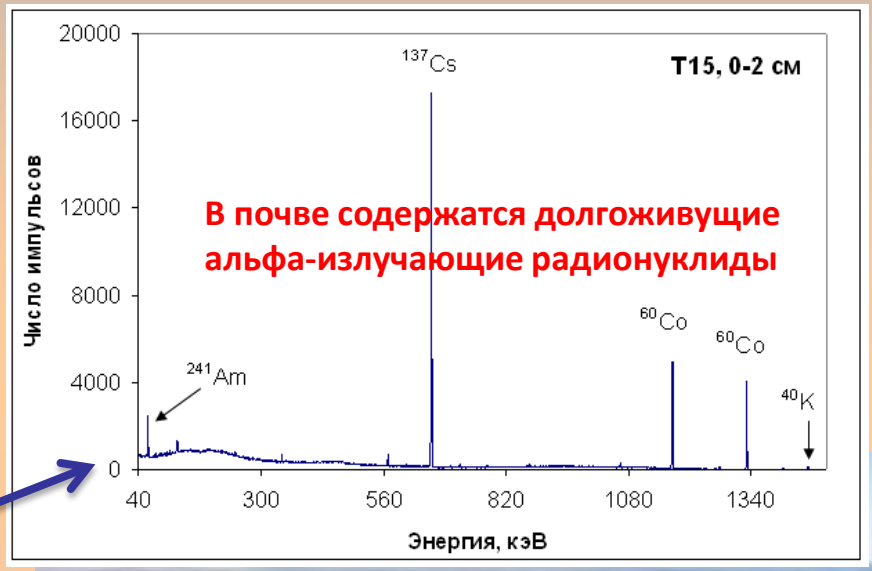


Всего обследовано 12 МЯВ.

Розовым цветом выделены взрывы, обследованные в рамках ФЦП ЯРБ-1, Желтым цветом - взрывы, обследованные ФБУН НИИРГ по обращениям субъектов РФ

Район проведения мирного ядерного взрыва «Тайга» - Пермский край - **запланированный выброс радиоактивности на поверхность** с образованием озера





Мощность дозы гамма –излучения, нЗв/час

Исследования территории в районе проведения мирного ядерного взрыва «Днепр» – Мурманская область – **длительный продолжающийся вынос радиоактивности (вынос трития из штолен с шахтными водами)**

Место проведения мирного ядерного взрыва «Тавда» - Тюменская область – **опасность загрязнения подземных вод в районе водозабора г. Тюмень**

Места отбора проб питьевой воды от места взрыва «Тавда» в сторону г. Тюмень

Повышенных уровней трития и других техногенных радионуклидов не обнаружено

Уровни загрязнения почвы ^{137}Cs в местах проведения МЯВ

Территория, прилегающая к месту проведения МЯВ	Год обследования	Объемная активность ^{137}Cs, Бк/кг	
		Минимум	Максимум
Глобус-1 (Ивановская обл.)	2008	6920	**79000**
Днепр-1,2	2008	1,46	**5,72**
Тайга	2009	61	**2100**
Глобус-2	2011	2,58	**240**
Рубин-1	2011	1,64	**3,34**
Тавда	2012	3,52	**73,2**
Днепр-1,2	**2013**	**0,1**	**3,1**

Содержание трития в водных объектах в районе проведения МЯВ

7600 Бк/л – уровень вмешательства для питьевой воды.

Территория, прилегающая к месту проведения МЯВ	Год обследования	Содержание трития в воде, Бк/л	
		Минимум	Максимум
Днепр-1,2	2008	2,1	**8700 (шахтная вода])**
Глобус-1	2008	1,9	**8900 (исследовательская скважина)**
Тайга	2009	27	**1720 (озеро)**
Глобус-2	2011	15,6	**15,6 (река)**
Рубин-1	2011	3,2	**3,2 (река)**
Тавда	2012	2,2	**5,2 (колодец)**
Днепр-1,2	2013	2,2	**4700 (шахтная вода)**

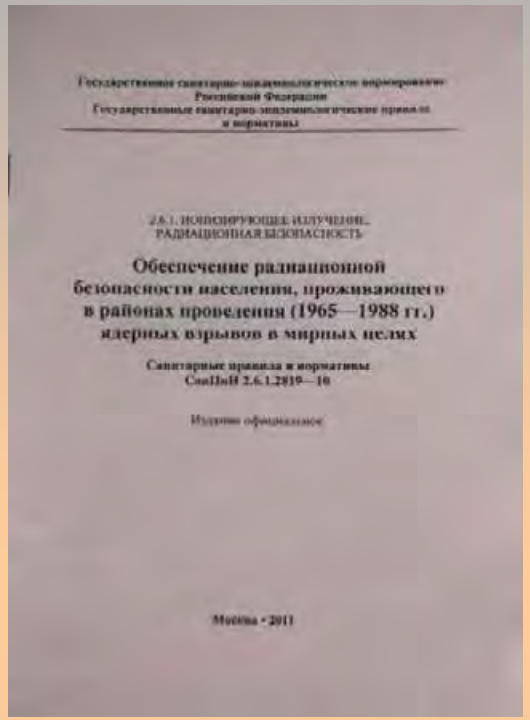
Содержание цезия-137 и стронция-90 в водоемах, расположенных на территориях, прилегающих к местам проведения МЯВ, Бк/л

Объект	Год	^{137}Cs, Бк/л		^{90}Sr, Бк/л	
		Минимум	Максимум	Минимум	Максимум
Днепр-1,2	2008	-	<0,01	<0,01	**0,02**
Глобус-1	2008	0,14	9900	0,01	**4800**
Тайга	2009	-	<0,1	-	**0,98**
Днепр-1,2	2013	0,011	0,033	0,005	**0,013**
Глобус-1	**2014**	**0,02**	**4300**	**0,01**	**3300**

Дозы облучения критических групп населения, проживающего в районах проведения МЯВ

Территория, прилегающая к месту проведения МЯВ	Год обследования	Доза, мкЗв/год		
		Внешнее облучение	Внутреннее облучение	Сумма
Днепр-1,2	**2008**	**1,8**	**10,7**	**12,5**
Глобус-1 (Ивановская обл.)	**2008**	**14,4**	**75**	**89,4**
Тайга	**2009**	**20,9**	**5,7**	**26,6**
Глобус-2	**2011**	**2,91**	**3,35**	**6,26**
Рубин-1	**2011**	**0,02**	**1,32**	**1,34**
Тавда	**2012**	**0,27**	**0,02**	**0,29**
Днепр-1,2	**2013**	**1,4**	**6,4**	**7,8**

Результаты и практическая реализация исследований

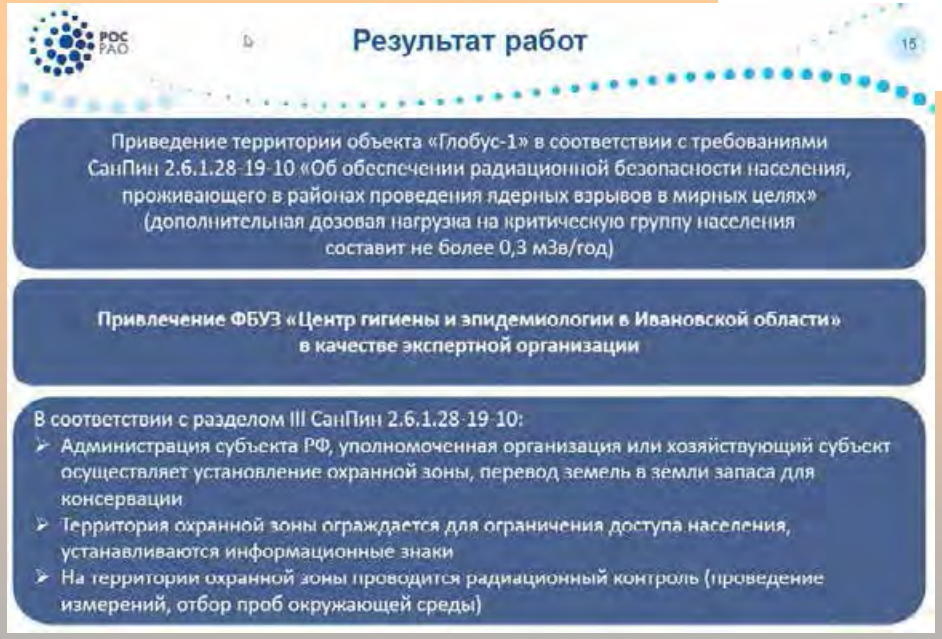


Пособие по информационной работе с населением (в стадии завершения)

- снято напряжение среди населения, связанное с расположением в близости от их проживания МЯВ;

- точка зрения специалистов Института о безопасности взрывов для здоровья представлена в телеинтервью для центрального телевидения и в региональных СМИ;
- опубликовано 5 научных статей;
- результаты исследования доложены на 6 научных конференциях;
- подготовлена к защите кандидатская диссертация.

Объект «Глобус-1» (Из доклада РосРАО)



2014 год

«Днепр 1,2». Схема разбавления трития после выноса с шахтными водами

Дозы облучения не превышают 10 мкЗв/год

Результаты выполнения мероприятий

- Мероприятие 292. Радиационно-гигиеническая паспортизация.

- Мероприятие 294. ЕСКИД.

- Мероприятие 317.

Две темы:

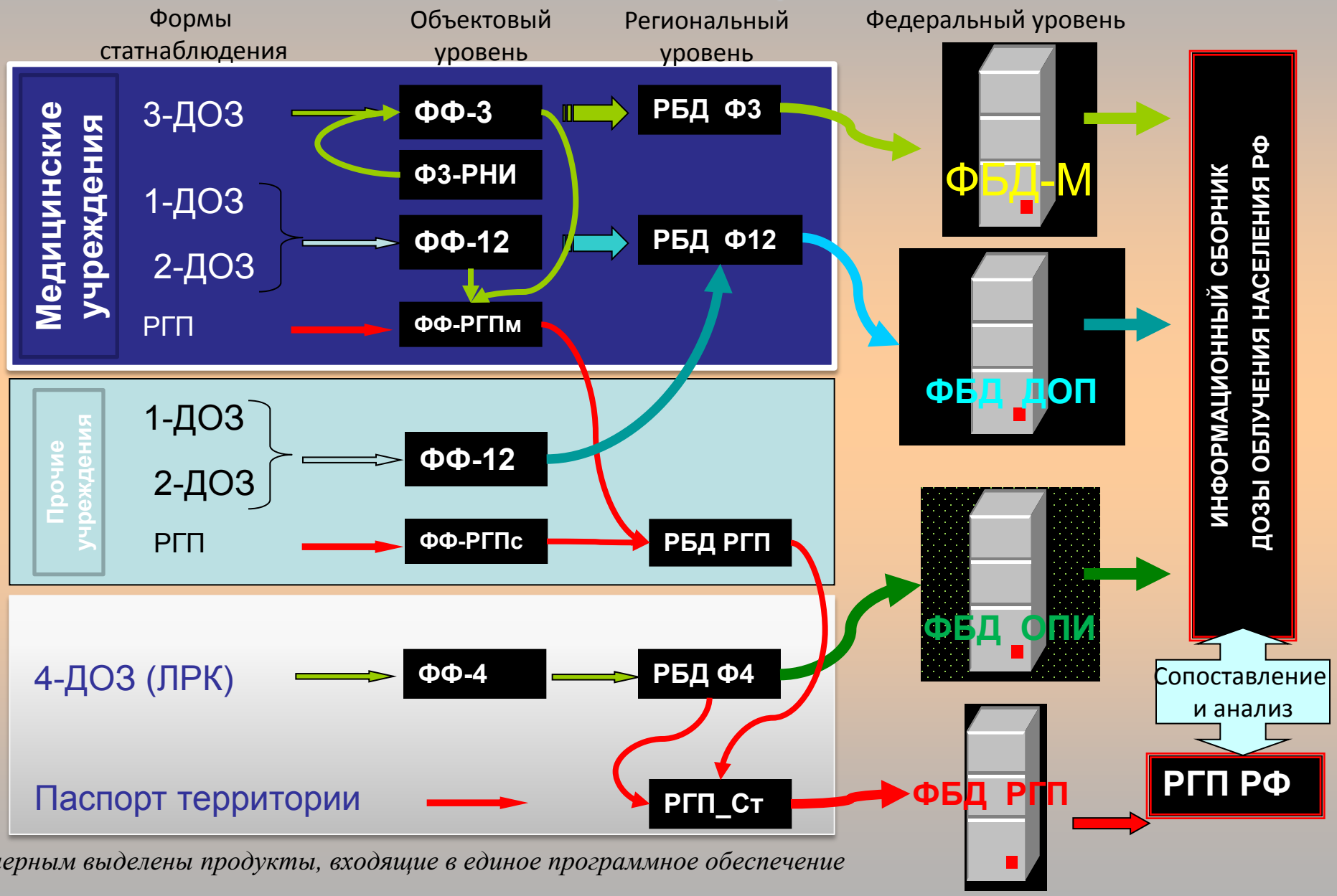
- медицина.

- - природные источники ионизирующего излучения.

В настоящее время Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации включает результаты радиационно-гигиенической паспортизации всех организаций и территорий, подведомственных органам исполнительной власти, имеющих органы государственного санитарно-эпидемиологического надзора:

- Роспотребнадзору;
- ФМБА России;
- Минобороны России;
- МВД России;
- ФСИН России;
- Управлению делами Президента Российской Федерации;
- ФСБ России.

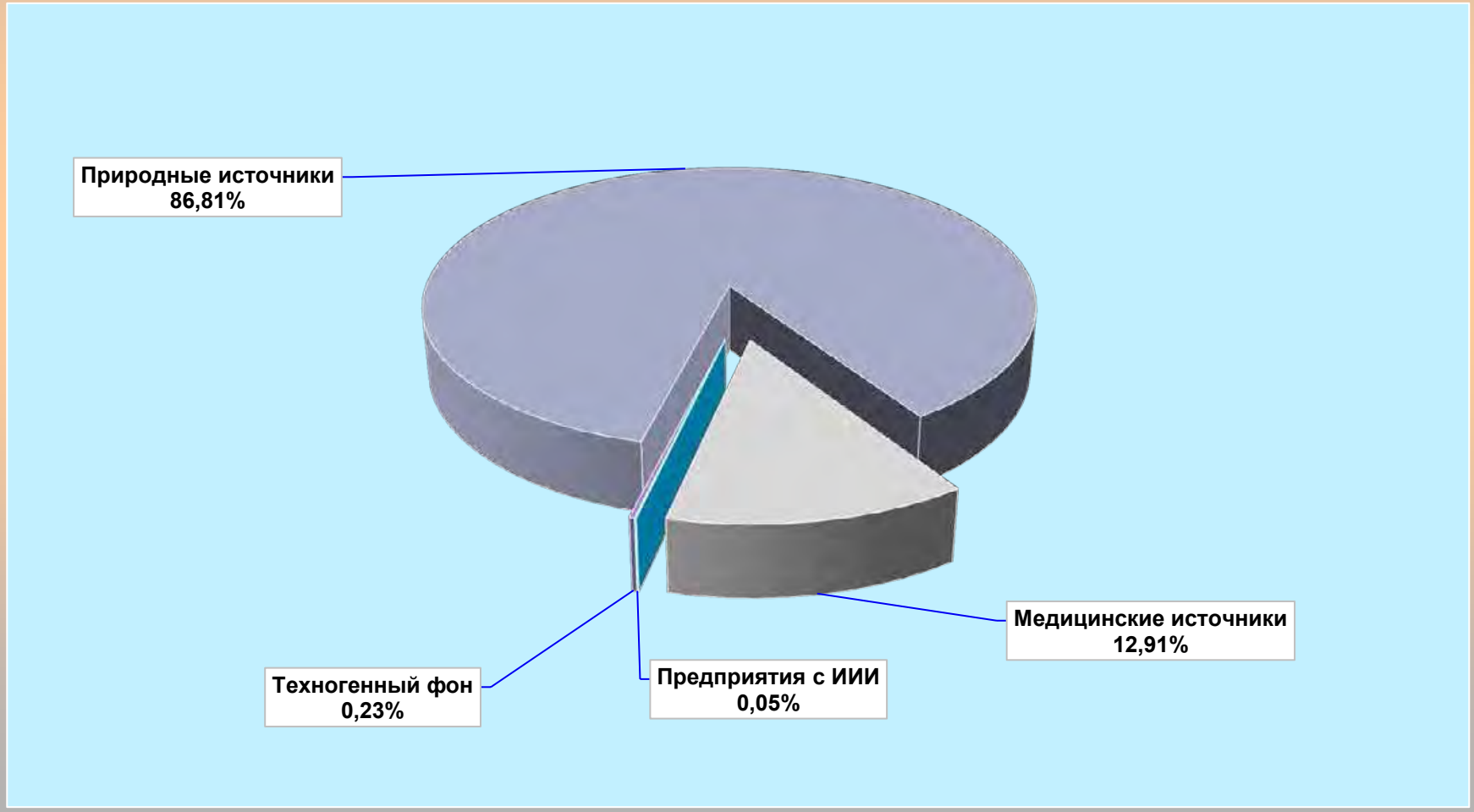
Единое программное обеспечение и структура информационных потоков в системе ЕСКИД и радиационно-гигиенической паспортизации



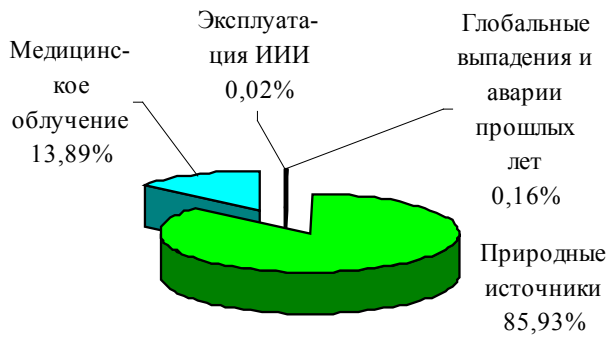
черным выделены продукты, входящие в единое программное обеспечение

Краткие научные данные, полученные в рамках РГП и ЕСКИД

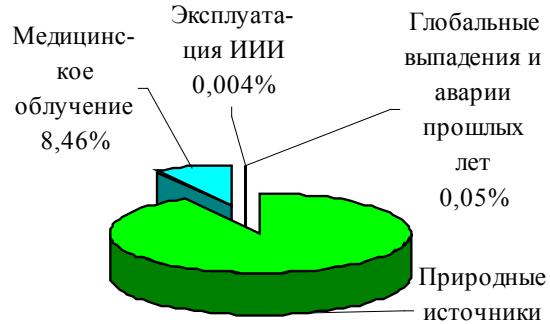
Вклад различных источников излучения в коллективную дозу облучения населения Российской Федерации в 2013 году.



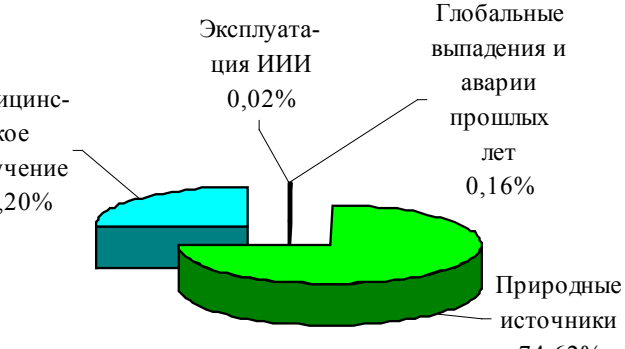
Сравнительная характеристика структуры доз облучения населения отдельных субъектов Российской Федерации за счет различных источников ионизирующего излучения



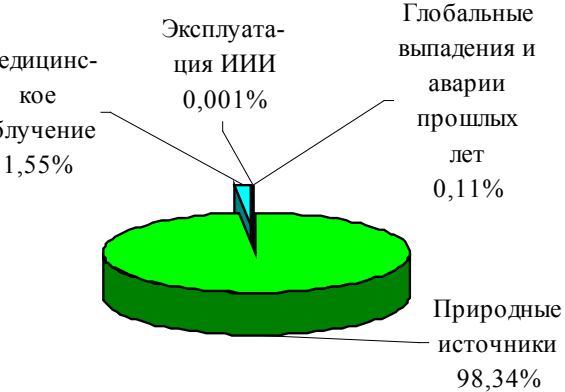
Структура средней дозы облучения населения РФ



Структура средней дозы облучения населения Республики Алтай

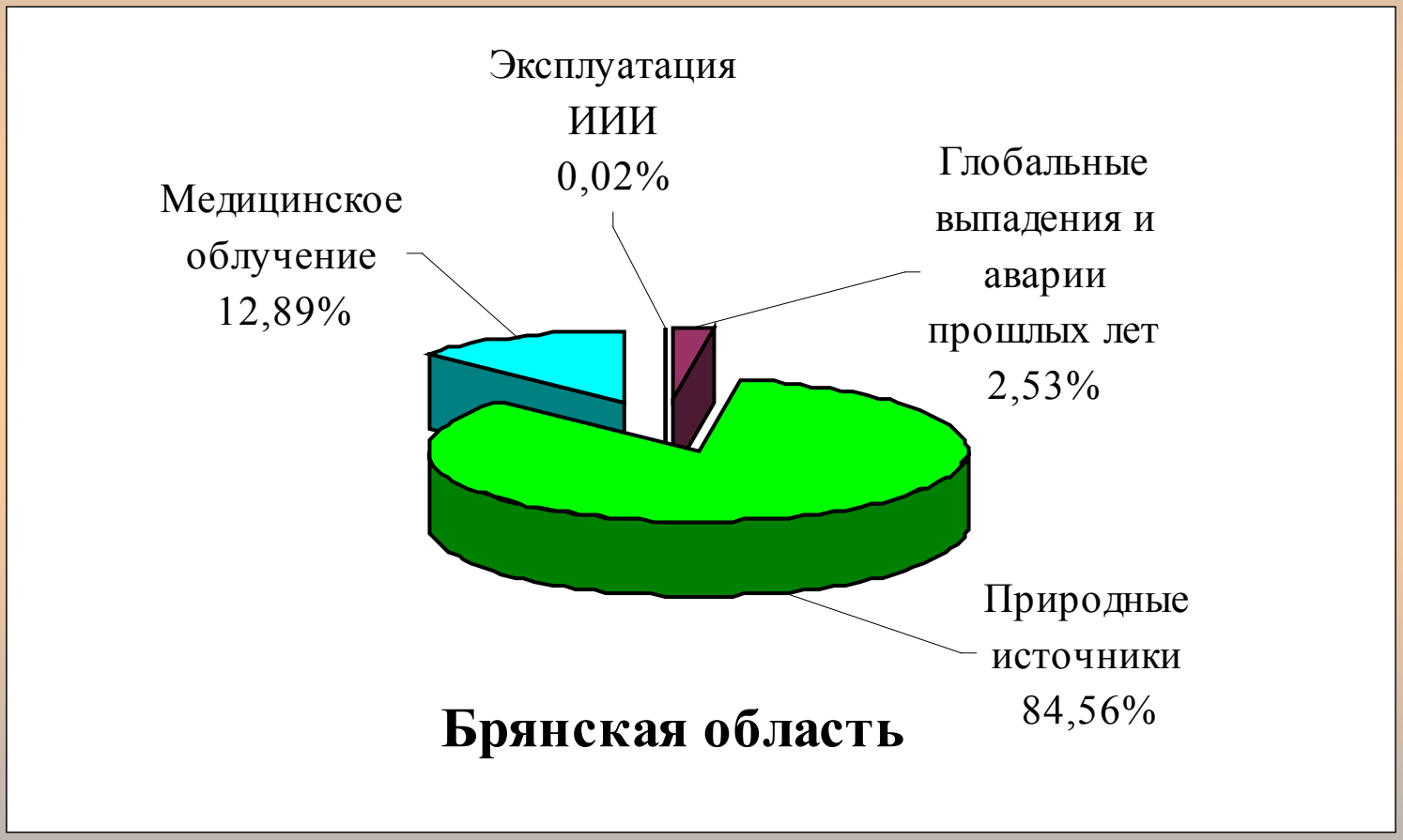


Структура средней дозы облучения населения Астраханской области

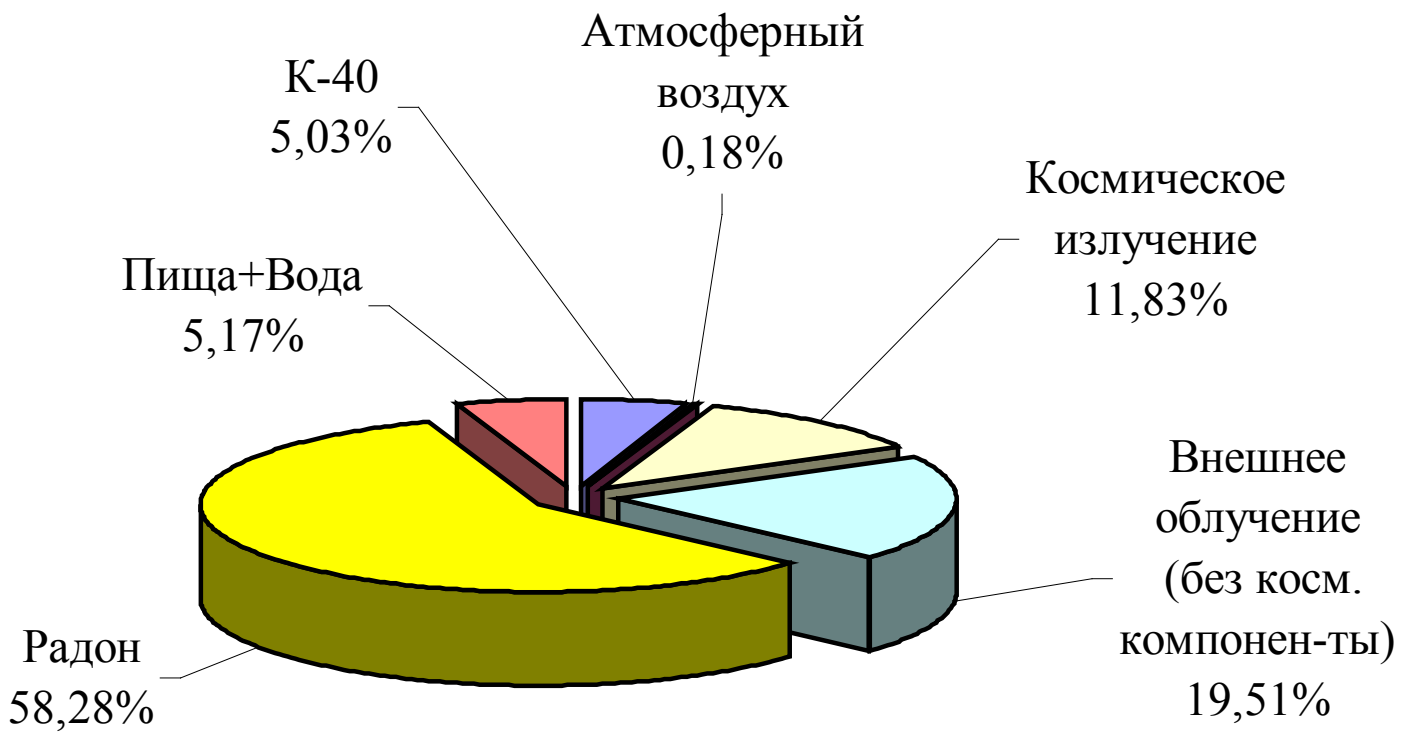


Структура средней дозы облучения населения Республики Ингушетия

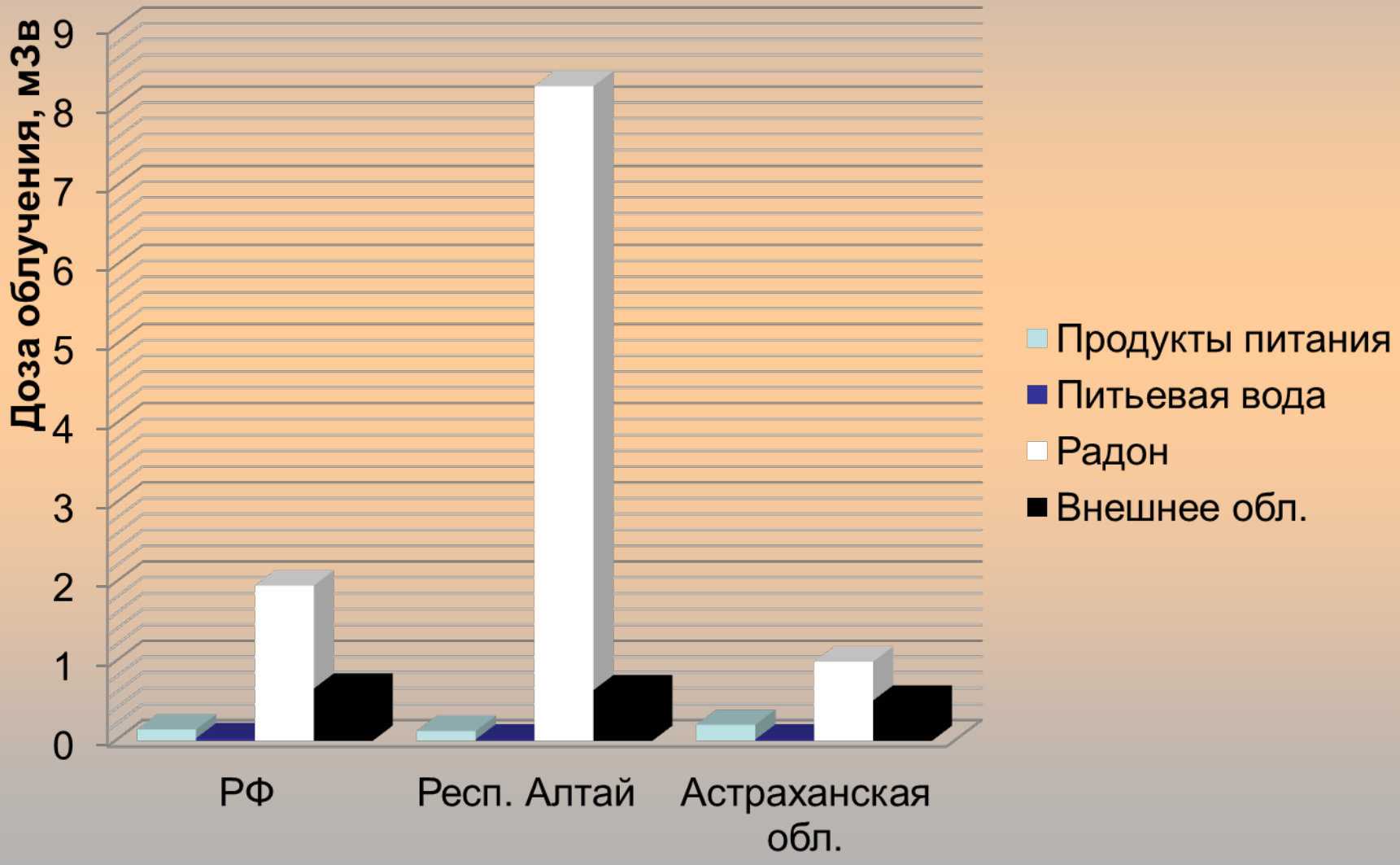
Структура доз облучения населения Брянской области за счет различных источников ионизирующего излучения



Структура средней дозы облучения населения РФ за счет природных ИИИ



Сравнительная характеристика структуры доз природного облучения населения отдельных субъектов Российской Федерации



Субъекты Российской Федерации с повышенными дозами облучения жителей за счет природных источников ионизирующего излучения

Субъект Российской Федерации	Доза природного облучения, мЗв/год (по данным за 2001-2013 гг.)
Республика Алтай	9,48
Забайкальский Край	6,81
Еврейская АО	6,78
Республика Тыва	5,64
Ставропольский Край	5,54
Иркутская область	5,28

В Российской Федерации более 1 млн. человек получают дозы природного облучения свыше 10 мЗв/год и около 10 млн. человек, дозы природного облучения которых превышают 5 мЗв/год.

Средние дозы облучения за счет ЭРОА изотопов радона отдельных групп наиболее облучаемых жителей в разных субъектах Российской Федерации

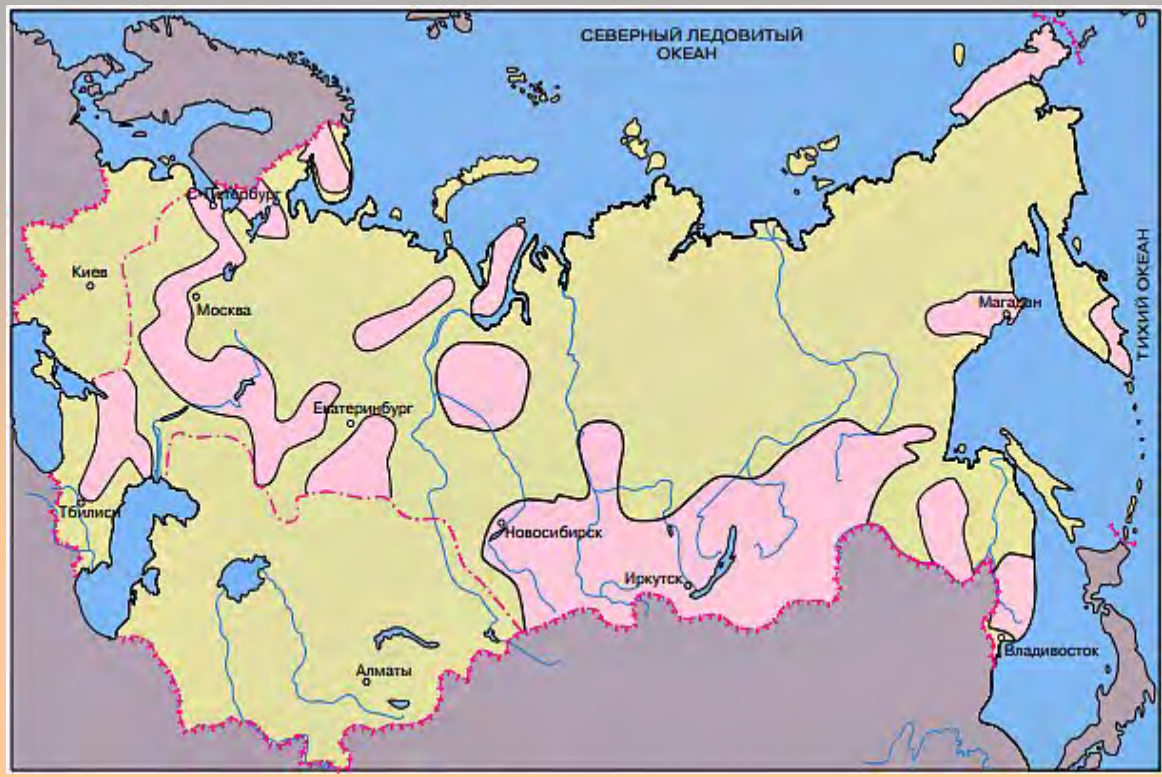
Субъект РФ	Доза, мЗв/год	Субъект РФ	Доза, мЗв/год
Республика Адыгея	42,69 ± 4,72	Калининградская область	11,88 ± 1,24
Республика Алтай	42,69 ± 5,09	Липецкая область	14,15 ± 2,73
Республика Калмыкия	11,15 ± 2,11	Ростовская область	**49,67 ± 4,12**
Республика Татарстан	8,22 ± 0,98	Томская область	25,26 ± 3,42
Алтайский край	19,53 ± 2,46	Тульская область	13,68 ± 1,65
Красноярский край	36,70 ± 3,12	Челябинская область	**89,14 ± 22,3**
Ставропольский край	**51,53 ± 7,18**	Забайкальский край	30,72 ± 8,65
Амурская область	17,27 ± 1,32	Москва	19,93 ± 0,42
Брянская область	8,29 ± 0,53	Санкт-Петербург	**50,40 ± 1,24**
Иркутская область	28,47 ± 3,10	Еврейская АО	48,01 ± 6,27

Уровни радиационного риска от облучения природными источниками

- Более чем 10 млн. жителей России подвергаются радиационному риску порядка 5×10^{-4} или каждые 5 человек из 10 тысяч заболеют смертельным злокачественным заболеванием от облучения природными источниками в повышенных дозах (более 5 мЗв/год).

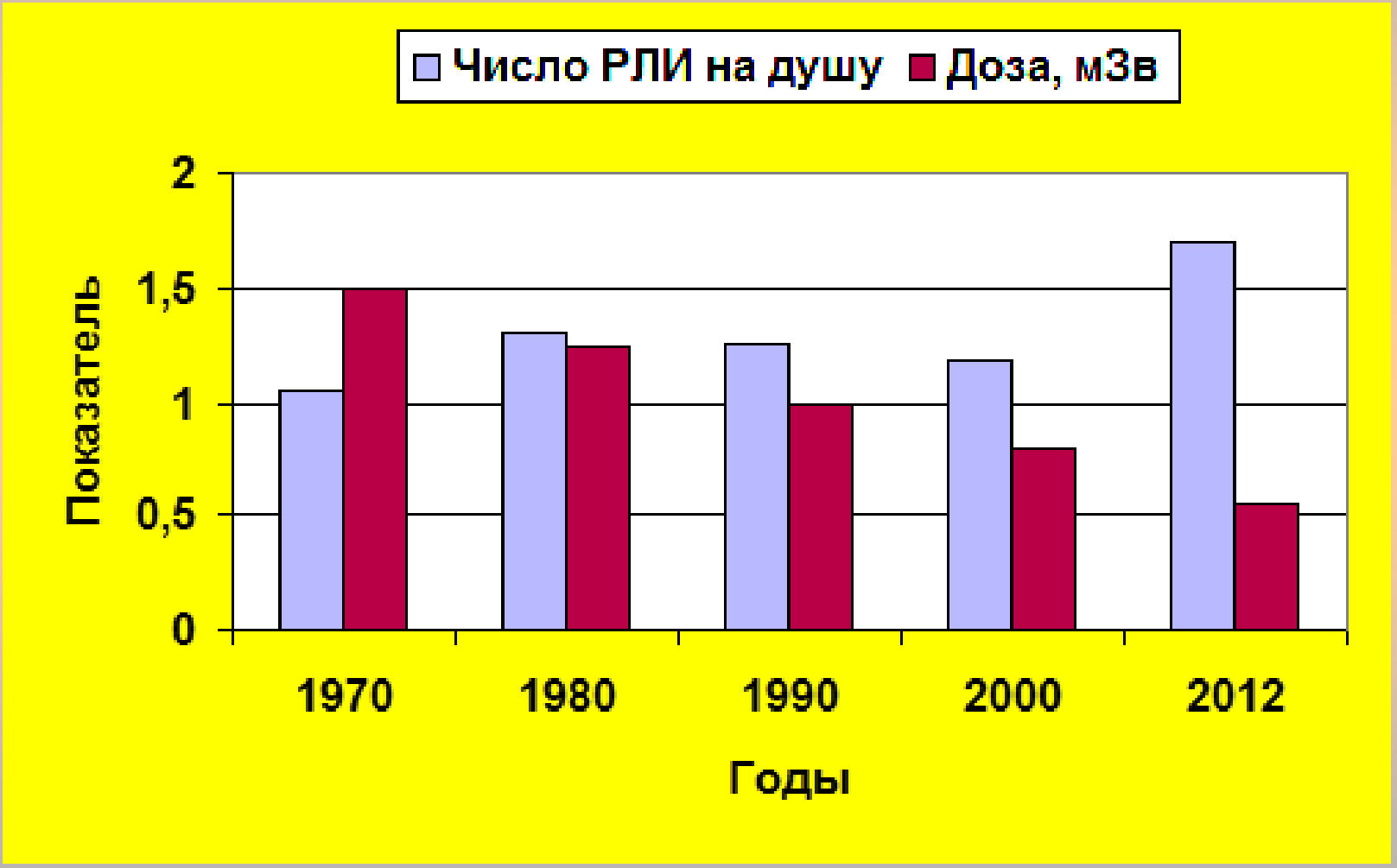
- Более чем 1 млн. жителей России подвергаются радиационному риску порядка 1×10^{-3} или 1 человек из 1 тысячи заболеет смертельным злокачественным заболеванием от облучения природными источниками в повышенных дозах (более 10 мЗв/год).

Для реализации действенной системы снижения уровней облучения населения Российской Федерации от природных источников облучения необходимо разработать государственную целевую программу.

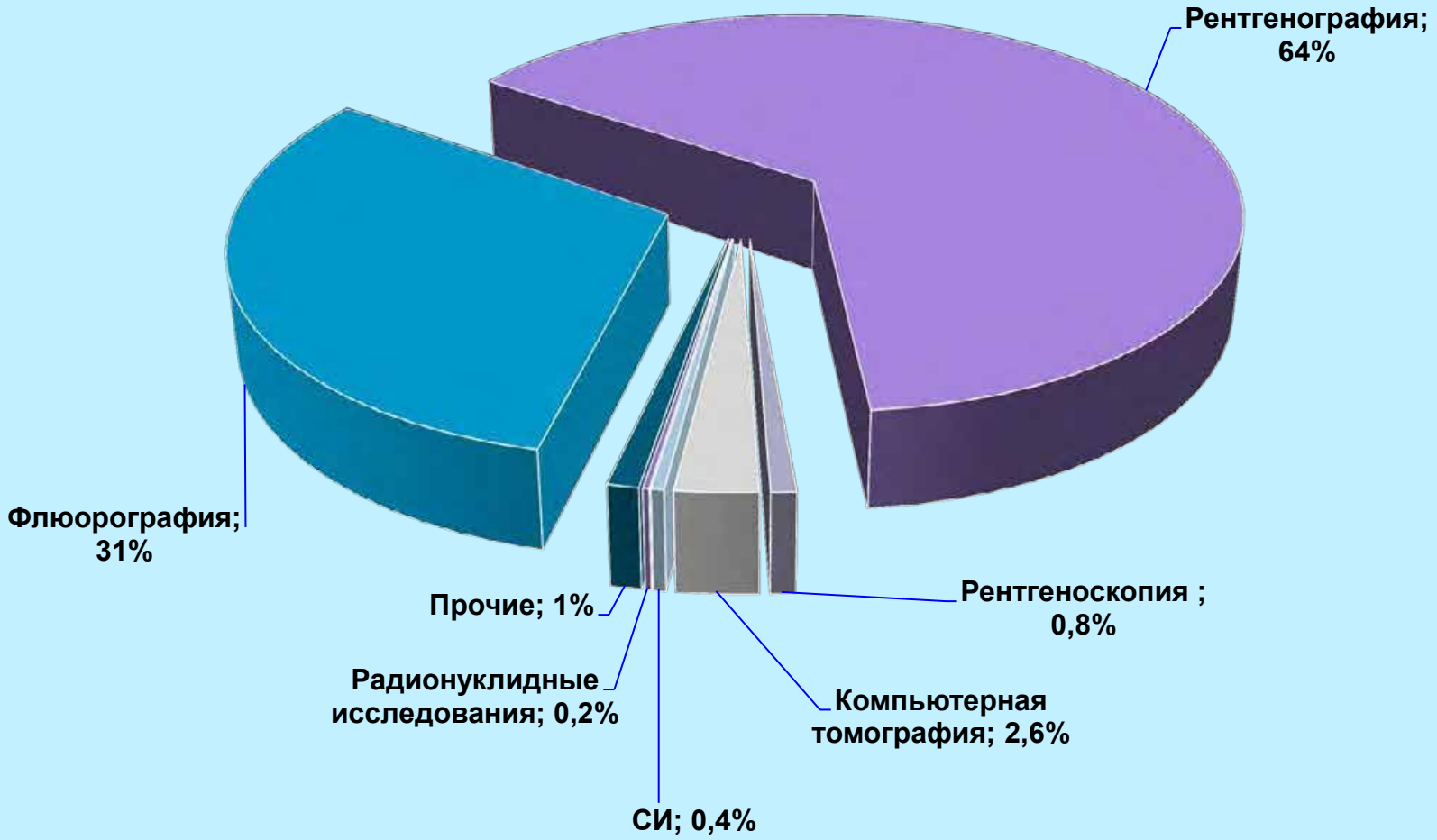


Необходимо в ближайшие годы добиться снижения дозы облучения населения групп повышенного риска облучения радоном ниже 10 мЗв/год, гарантировав им конституционные права на радиационную безопасность.

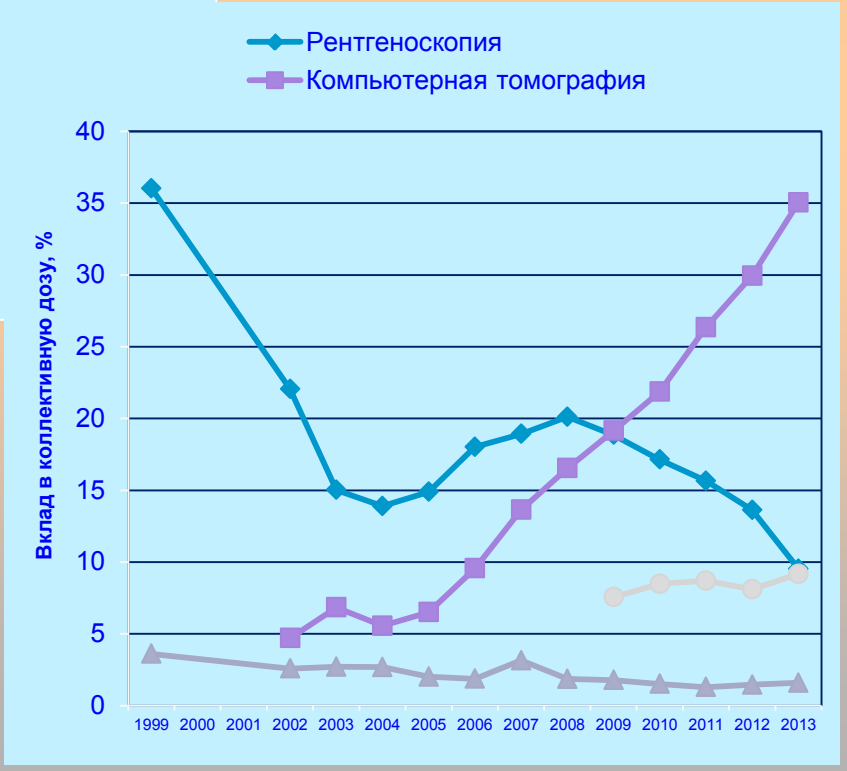
Динамика медицинского облучения населения России



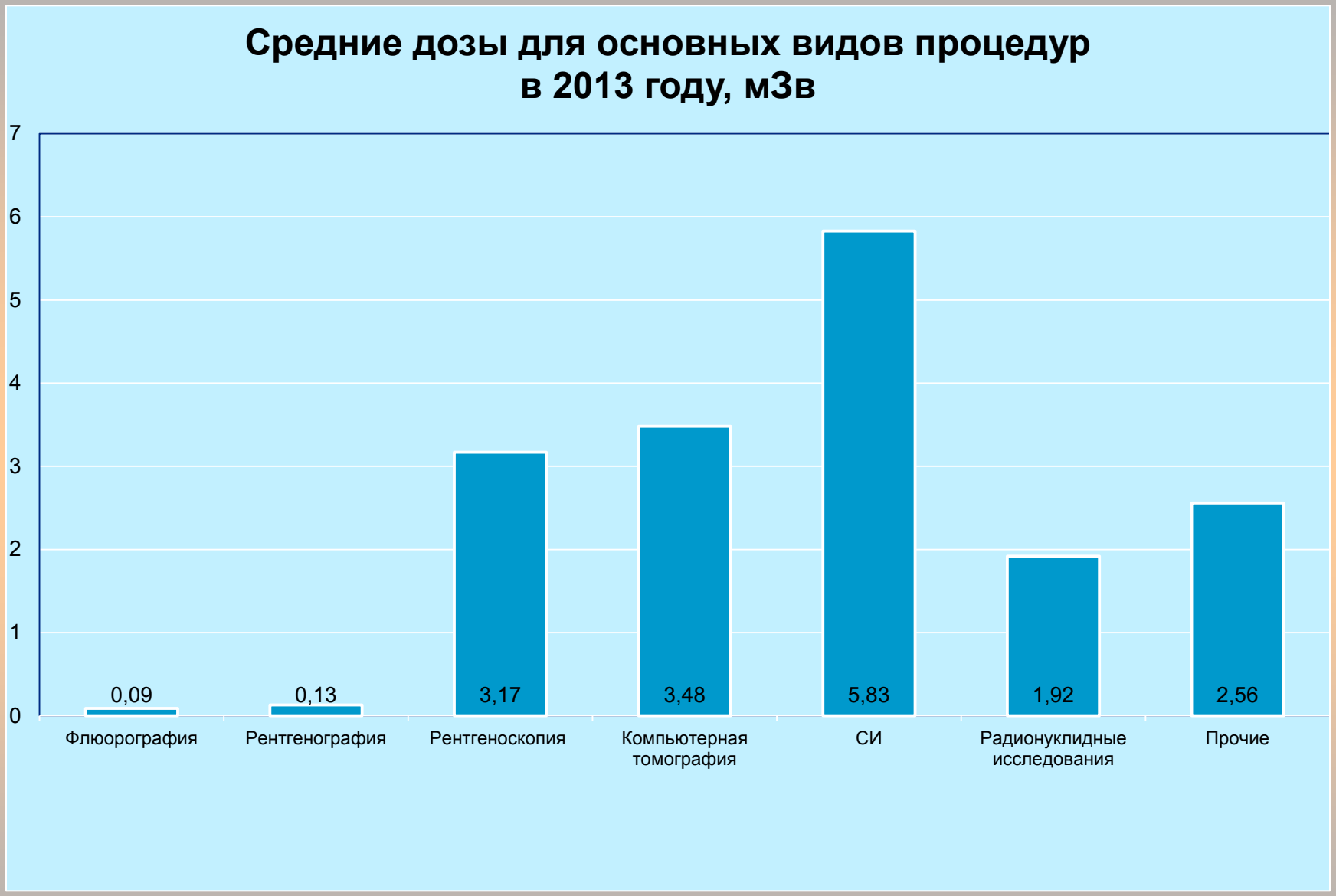
В 2013 году в РФ выполнено почти 260 млн. рентгенорадиологических диагностических процедур.



Коллективная доза облучения населения РФ в 2013 году составила чуть более 65 тыс. Зв.



Вклад КТ в коллективную дозу медицинского облучения за последние 9 лет вырос в 7 раз, достигнув 35.2%.


Средние дозы для основных видов процедур
в 2013 году, мЗв
7
6
5
4
3
2
1
0
0,09
0,13
3,17
3,48
5,83
1,92
2,56
Флюорография
Рентгенография
Рентгеноскопия
Компьютерная томография
СИ
Радионуклидные исследования
Прочие

Классификация КТ-исследований по радиационному риску у пациентов разных возрастных групп

Радиационный риск, отн. ед.	КТ - исследования		
	Дети и подростки (до 18 лет)	Взрослые (18-64 года)	Лица старшего возраста (65 лет и более)
Очень низкий (10^{-5} - 10^{-4})	—	—	Череп; Грудная клетка; Брюшная полость; Таз и бедро
Низкий (10^{-4} - 10^{-3})	Череп; Грудная клетка; Брюшная полость	Череп; Грудная клетка; Брюшная полость; Таз и бедро	—

- Во многих странах развитая медицина стала ведущим источником облучения населения; обнаружены вредные последствия для здоровья.

- Коллективная доза медицинского облучения россиян в 2013 году составила 70362 чел.-Зв, что соответствует риску появления стохастических эффектов у более чем 4 тысяч человек, против 11 за счет деятельности предприятий атомной отрасли и других радиационных объектов.

Радиационная защита пациентов высоко актуальна в мире и России: снижение доз медицинского облучения всего на 2% в год полностью компенсирует коллективную дозу на население России от всех техногенных источников излучения в остальных областях их применения, включая облучение от прошлых аварий.

Заключение

Обеспечение ядерной и радиационной безопасности населения при обращении с техногенными источниками излучения, в особенности ликвидация ядерного наследия, удаление и захоронение радиоактивных отходов, повышение безопасности ядерных реакторов, трудно переоценить.

С позиции гигиениста, снижение радиационных рисков в результате облучения населения природными источниками излучения, применения техногенных источников и радиоактивных веществ в медицине имеет не меньшее значение, и это наглядно демонстрируют приведенные выше радиационные риски.

Благодарю за внимание

Институт геоэкологии РАН
Санкт-Петербургское отделение

МОДЕЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУНКТОВ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ РАО В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЯХ

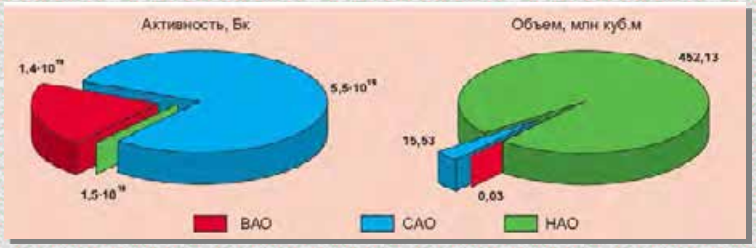
В.Г. Румынин

22 Сентября, 2015

Москва

Образование РАО

- Предприятия ядерно-технологического цикла
- АЭС и ЯЭТУ (ОЯТ, отходы, «аварийные» радионуклиды)
- Н/исследовательская деятельность и медицина



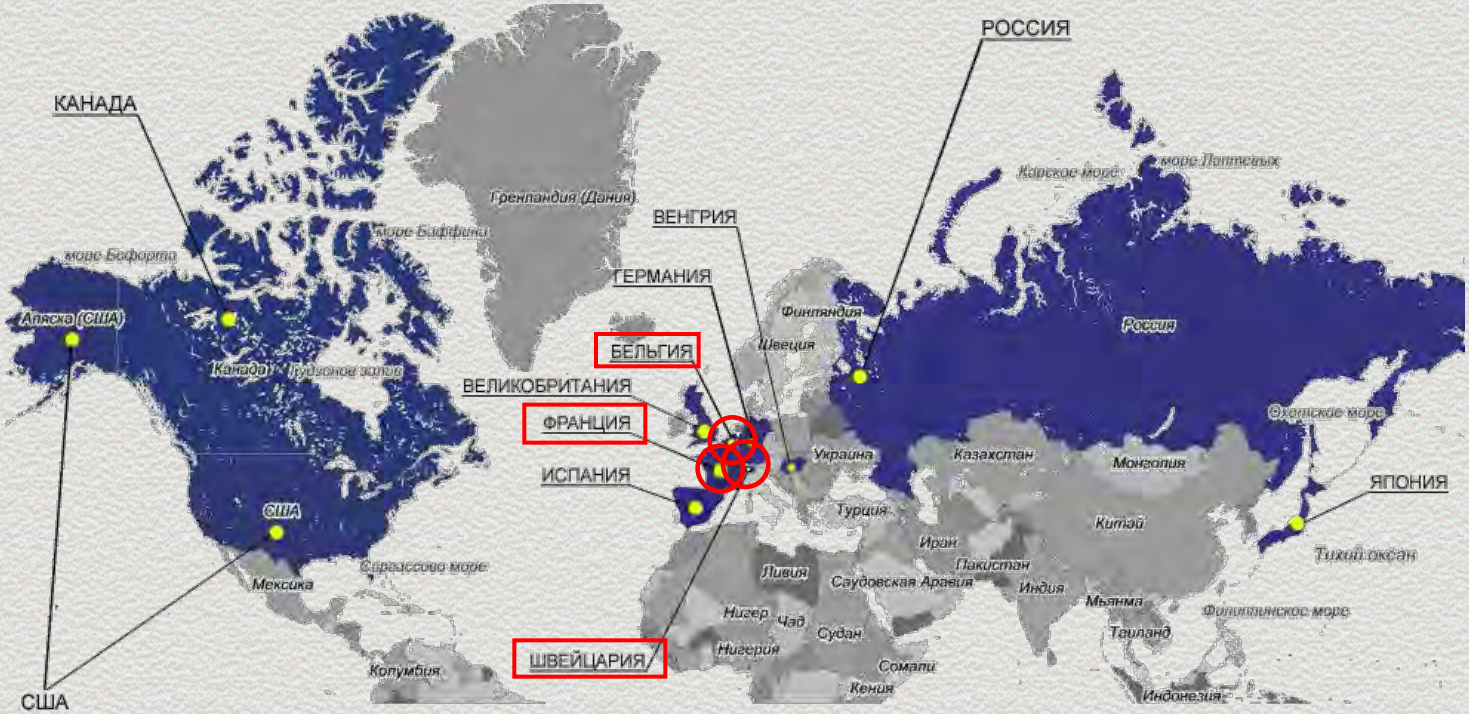
Накоплено (Росатом): 4 млрд. Ки
Чернобыль: 0.05 млрд. Ки
Атомные взрывы: 20 млрд. Ки

Обращение с РАО в историческом контексте

Схема	РАО	СИБ	ГС	Объекты
I. 1950 гг. – … : Утилизация, накопление и хранение				
	НАО, САО	–	–	ПО Маяк, СХК и др.
	НАО, САО	+	–	Система «Радонов», хранилища СФ ВМФ, Атомфлота и др.
	НАО, САО	–	+	СХК, ГХК, Димитровград
II. 2020 гг. – … : Окончательная изоляция (ПЗРО): 190-ФЗ				
	НАО, САО	+	+	**Глины** уч-к Сосновоборский, Северо-Запад РФ
	САО, ВАО	+	+	**Гранитогнейсы** уч-к «Енисейский», Восточная Сибирь

СИБ – система инженерных барьеров; ГС – геологическая среда

Глинистые формации, перспективные для создания хранилищ РАО

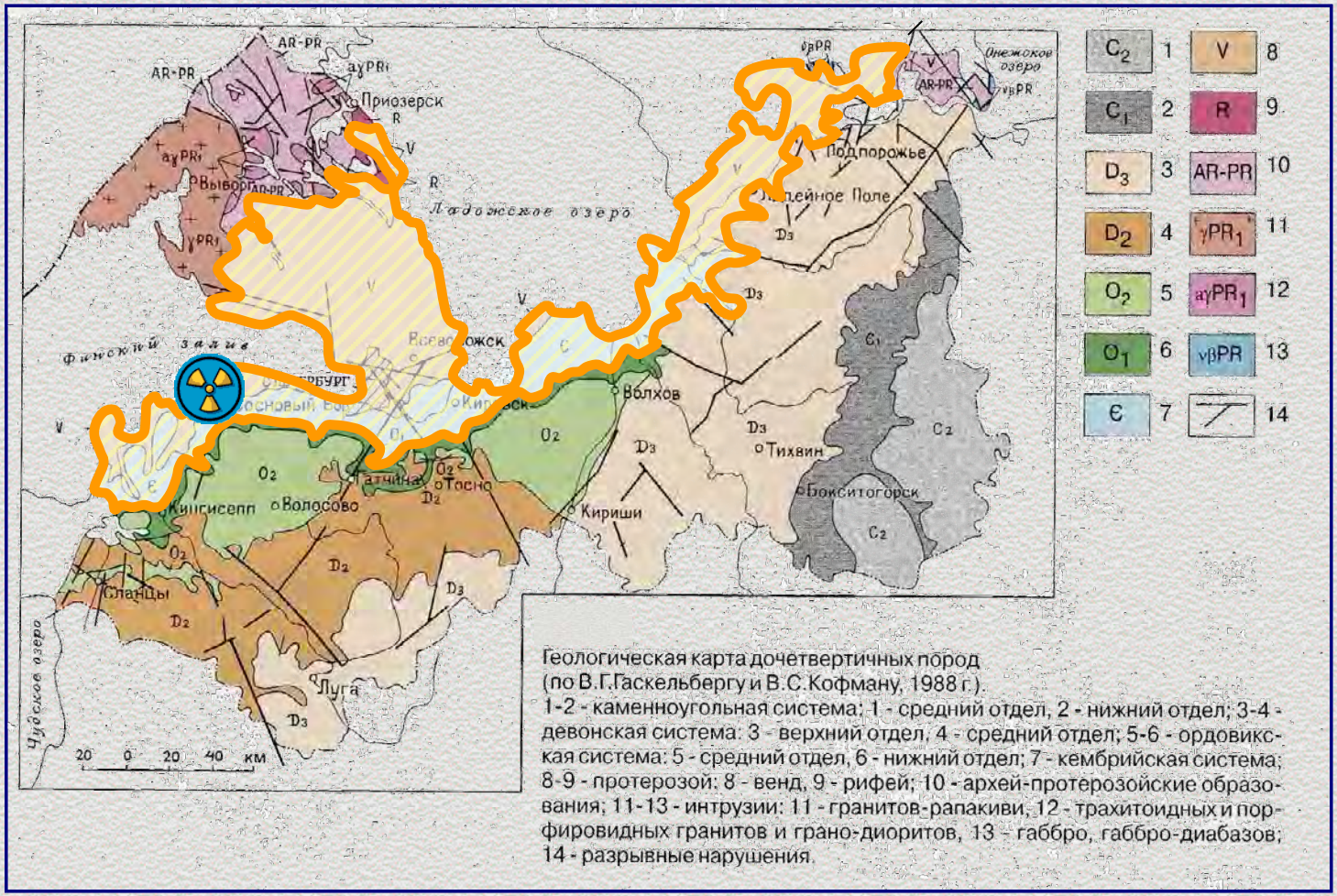


#	Страна	Осадочная порода
1	Бельгия	Boom clay Ypresian clays
2	Великобритания	Oxford clay
3	Венгрия	Boda claystone formation (BCF)
4	Германия	Claystone of middle jirassic age Claystones and siltstones of loweer cretaceous age
5	Испания	Spanish reference
6	Канада	Georgian bay formation Kenogami river formation Queenstown shale
7	Россия	Вендские глины Кембрийские глины

#	Страна	Осадочная порода
8	США	Pierre shale
9	Франция	Callovo-oxfordian Cretaceous Domerian and toarcian marls and argillites from the causses basin
10	Швейцария	Opalinus clay Lower freshwater molasse Untere sussermolasse (USM)
11	Япония	Koetoi and wakkanai formations Mizunami group (toki lignite formation)

Подземные лаборатории (URLs): SCK•CEN (Belgium); Andra (France); Nagra (Switzerland);

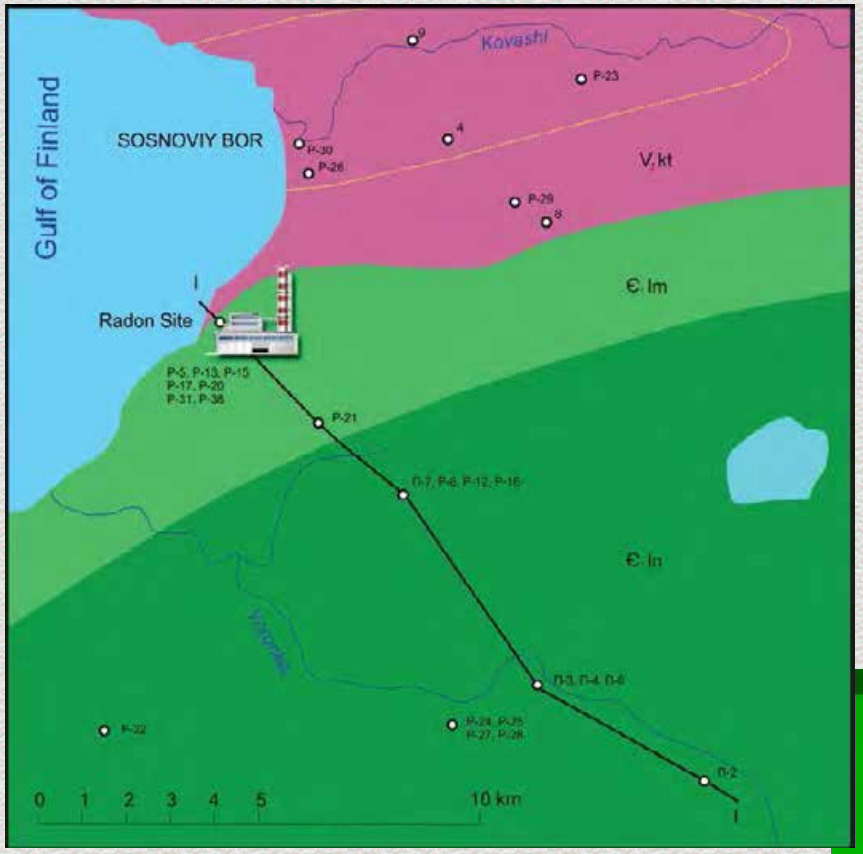
Геологическая карта (Ленинградская область)



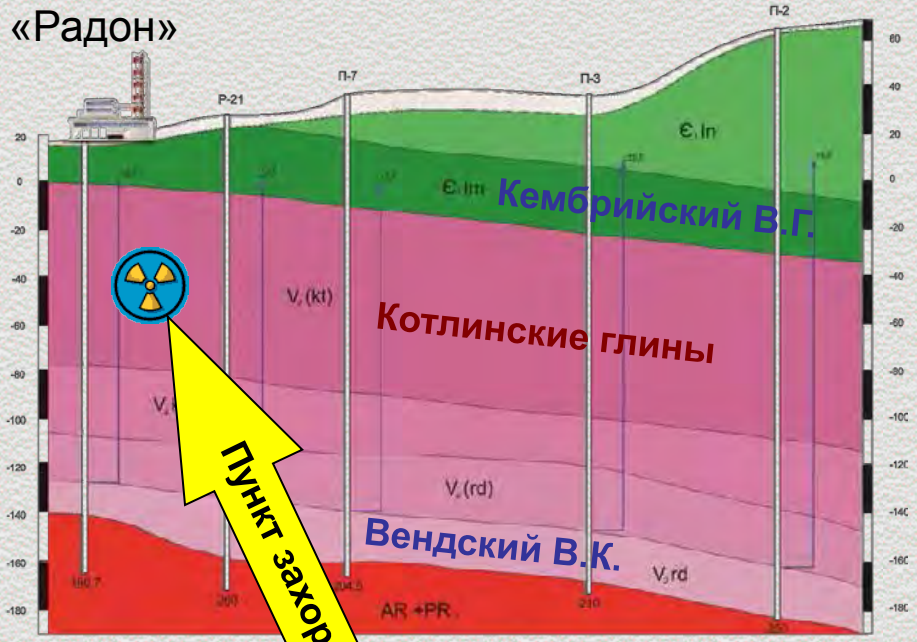
Геологическая карта дочетвертичных пород (по В.Г.Гаскельбергу и В.С.Кофману, 1988 г.).
1-2 - каменноугольная система: 1 - средний отдел, 2 - нижний отдел; 3-4 - девонская система: 3 - верхний отдел, 4 - средний отдел; 5-6 - ордовикская система: 5 - средний отдел, 6 - нижний отдел; 7 - кембрийская система; 8-9 - протерозой: 8 - венд, 9 - рифей; 10 - архей-протерозойские образования; 11-13 - интрузии: 11 - гранитов-рапакиви, 12 - трахитоидных и порфировидных гранитов и грано-диоритов, 13 - габбро, габбро-диабазов; 14 - разрывные нарушения.

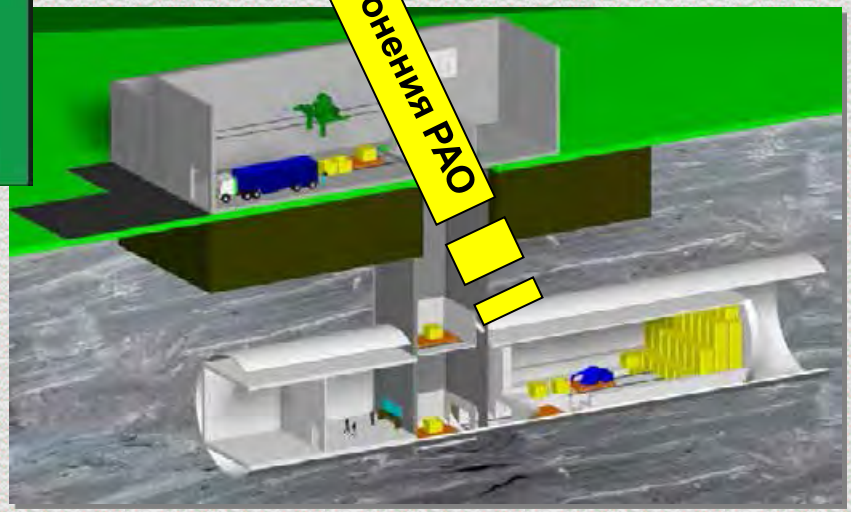
Геологическая карта и разрез

Геологическая карта участка



Геологический разрез



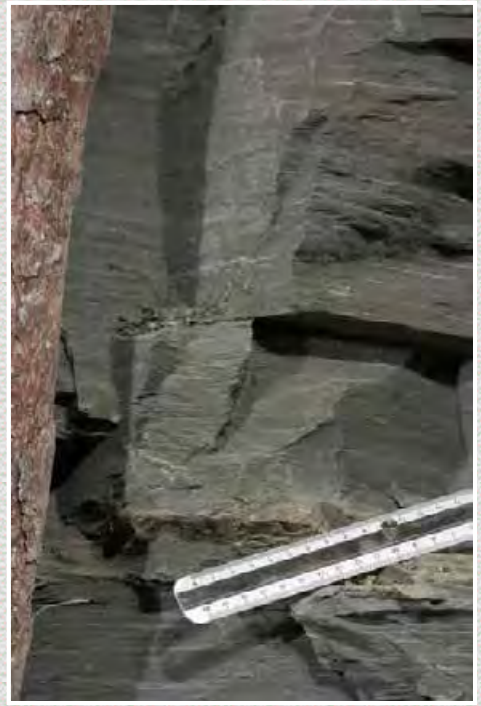


Загрузочно-транспортная схема (согласно ВНИПИЭТ)

Визуальный образ вендских глин

Площадка строительства ЛАЭС-2

СПб метрополитен (транспортная галерея)



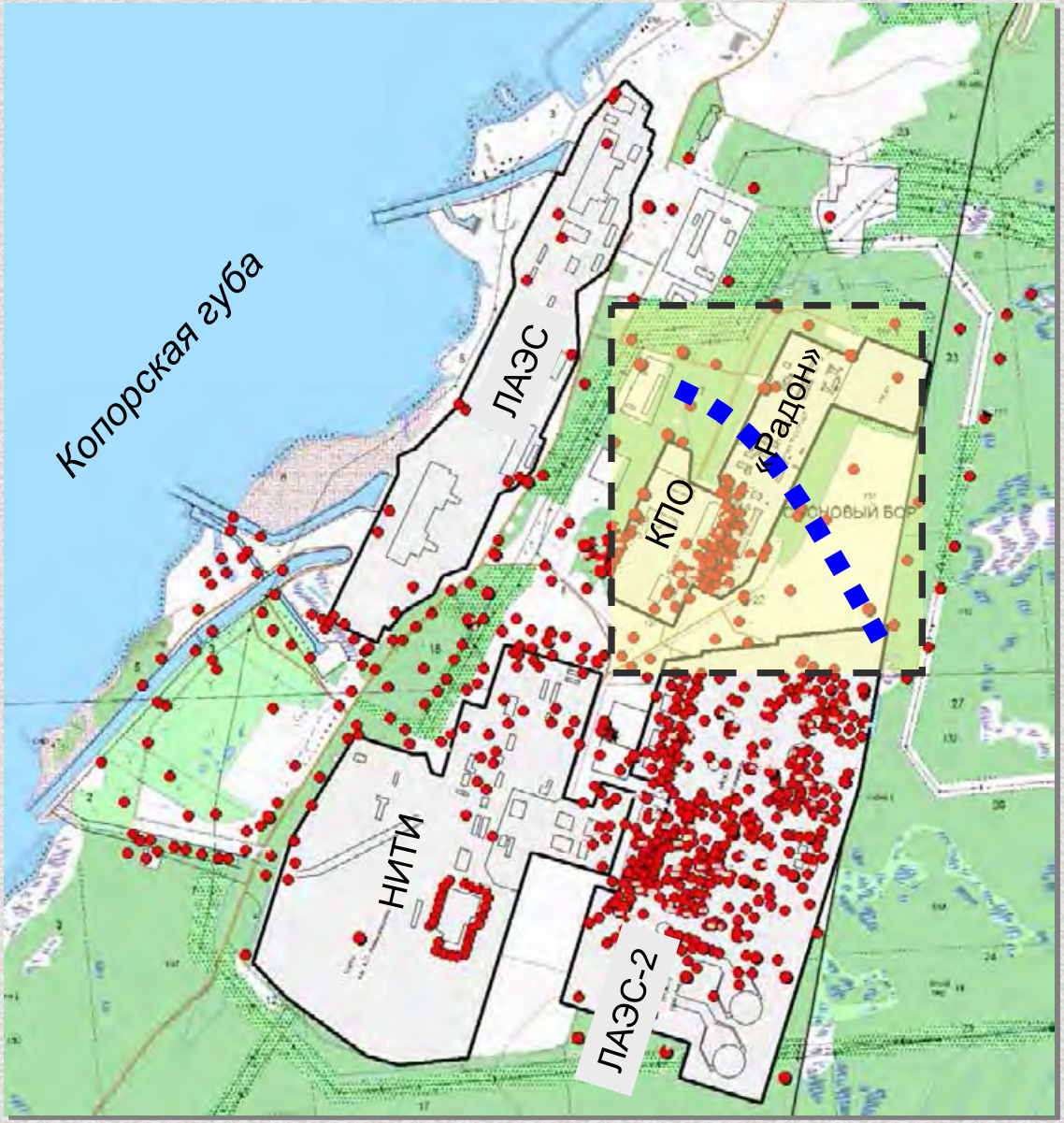
Стадии инженерных изысканий

2007 г., 2010 г. – Предпроектная стадия I:
ОБИН, ДОН

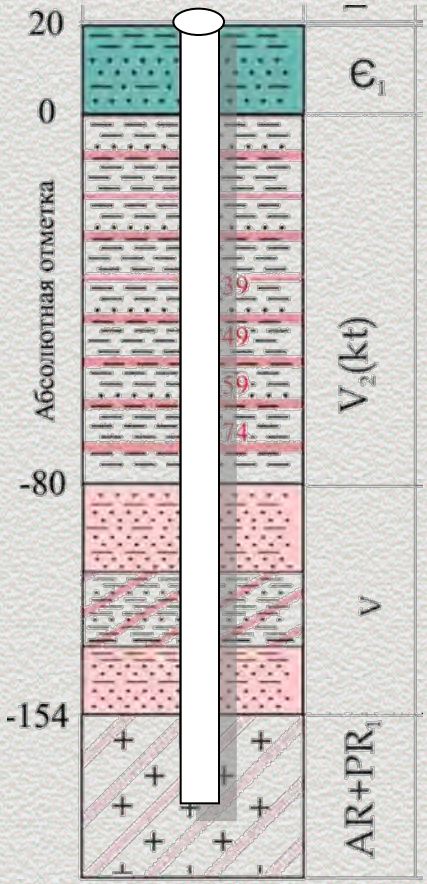
2011–2012 гг. – Предпроектная стадия II:
обоснование горного отвода,
подготовка материалов для ОВОС

2013 г. – Подготовка материалов
для общественных слушаний (ОС), декабрь 2013 г.

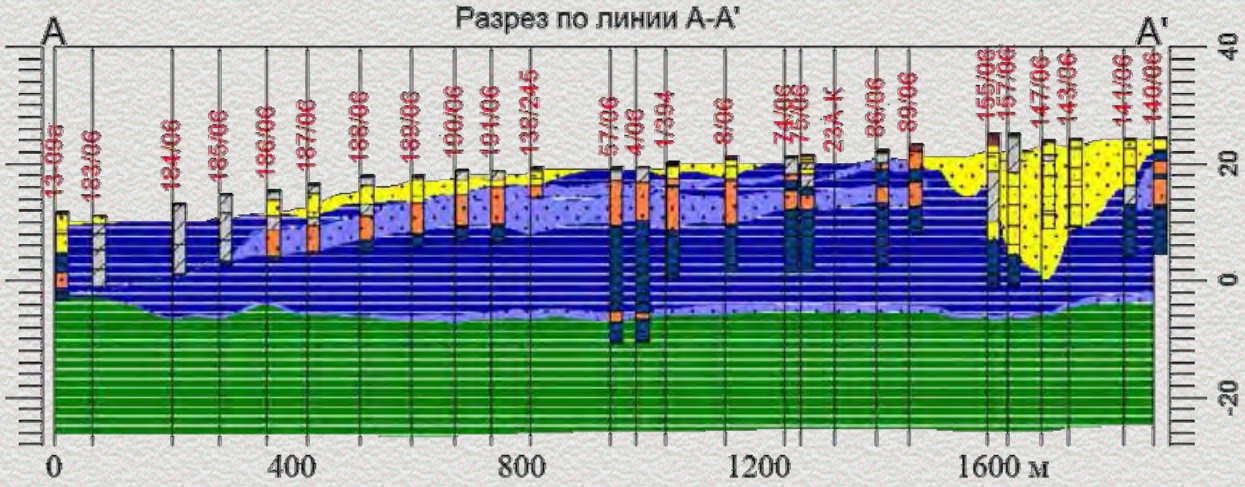
Карта фактического материала

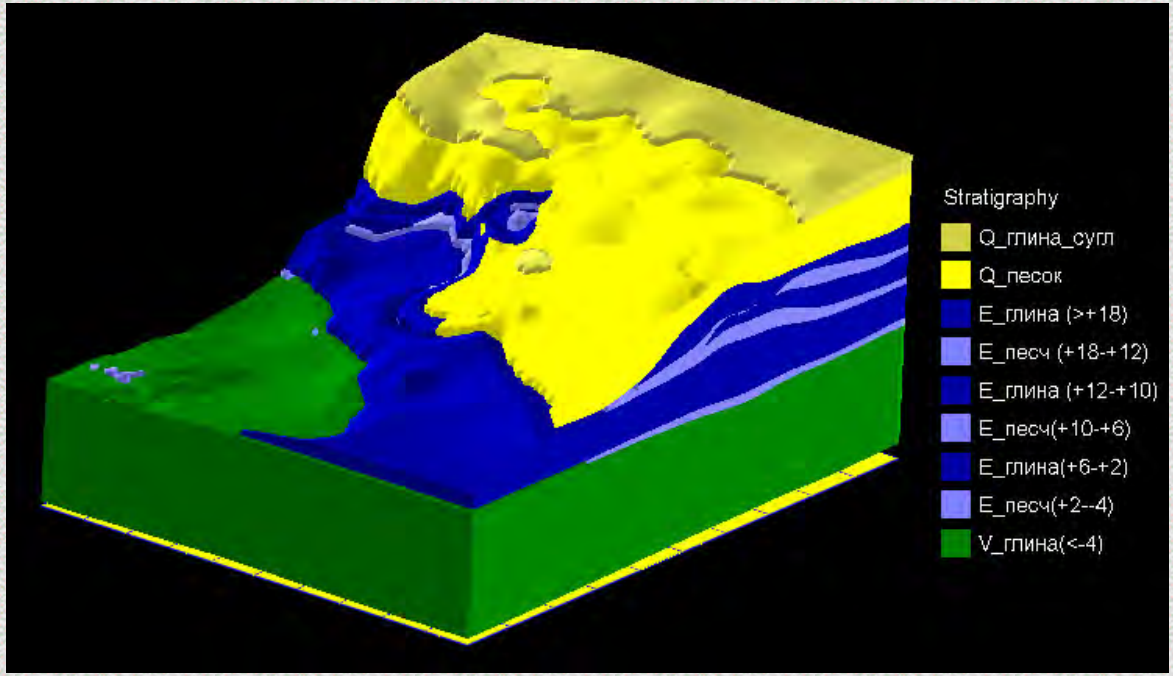


Статистика буровых работ:
глубокие – 19 скв.
мелкие – более 2000 скв.

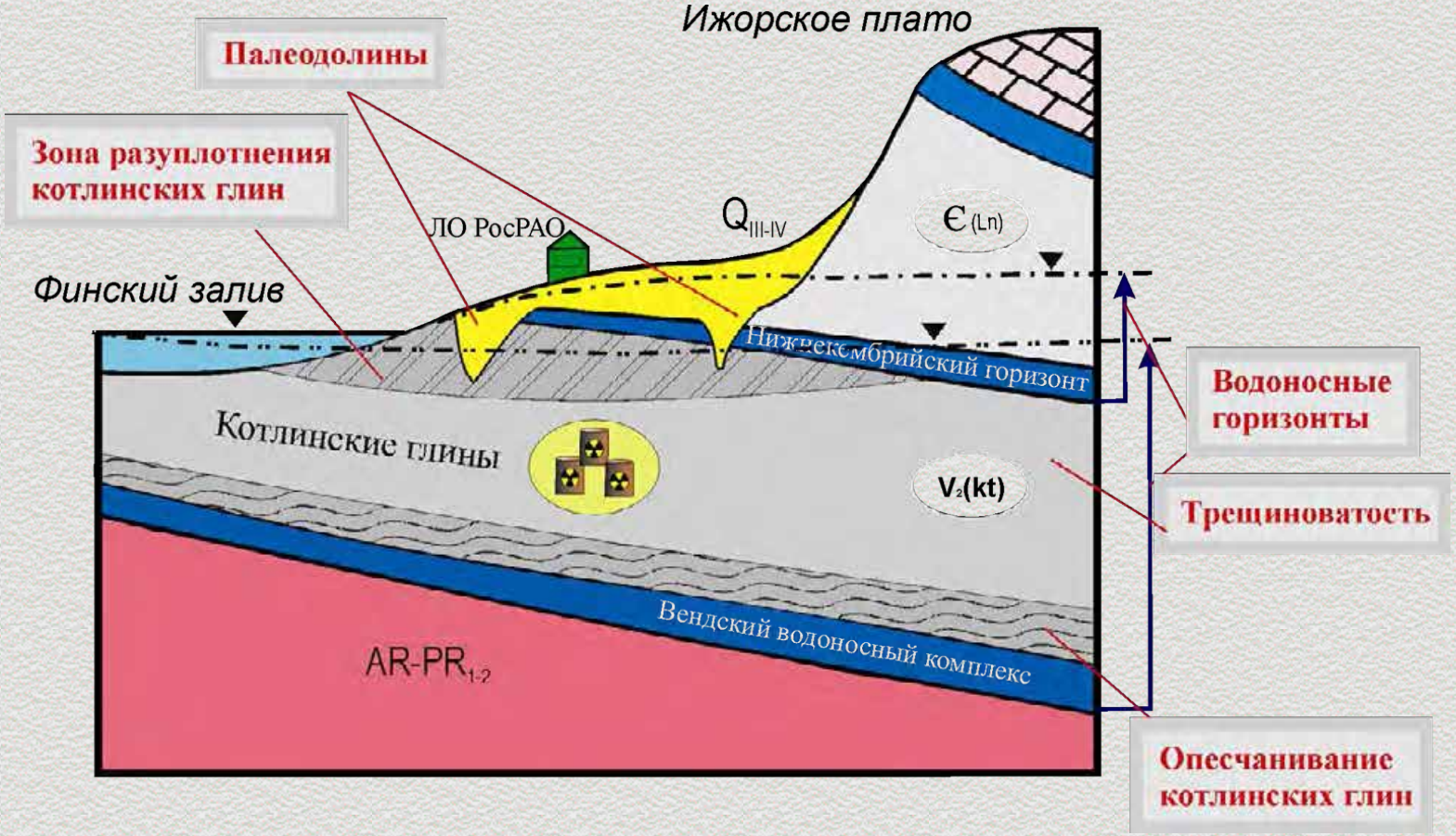


Трехмерная геологическая модель



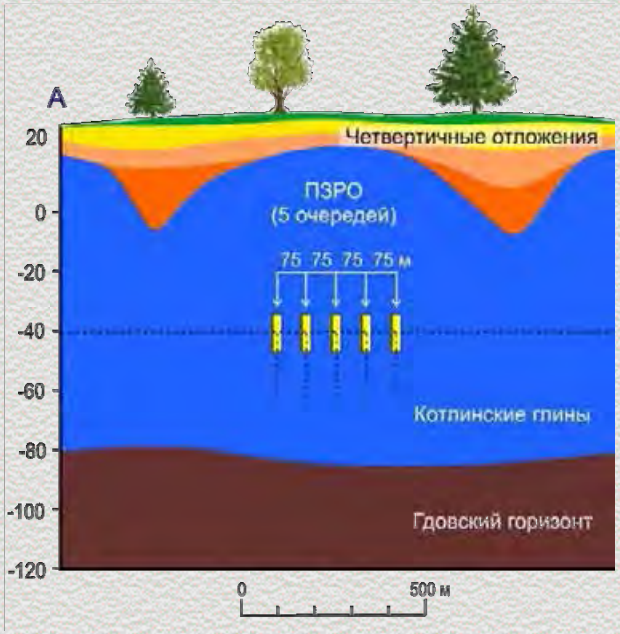


Факторы, осложняющие условия строительства и влияющие на ОДБ

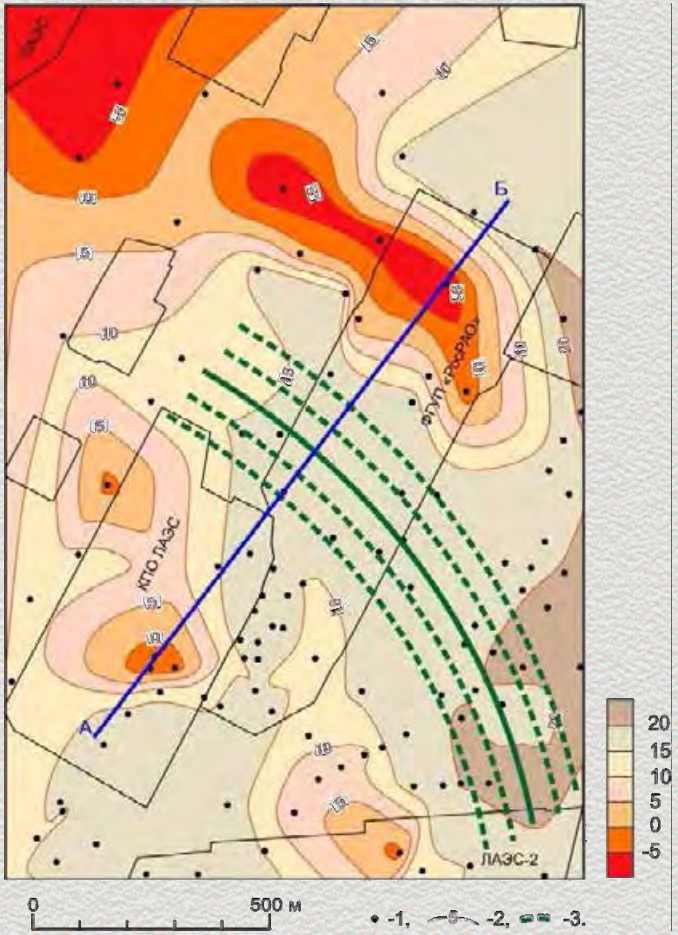


Геологическое картирование

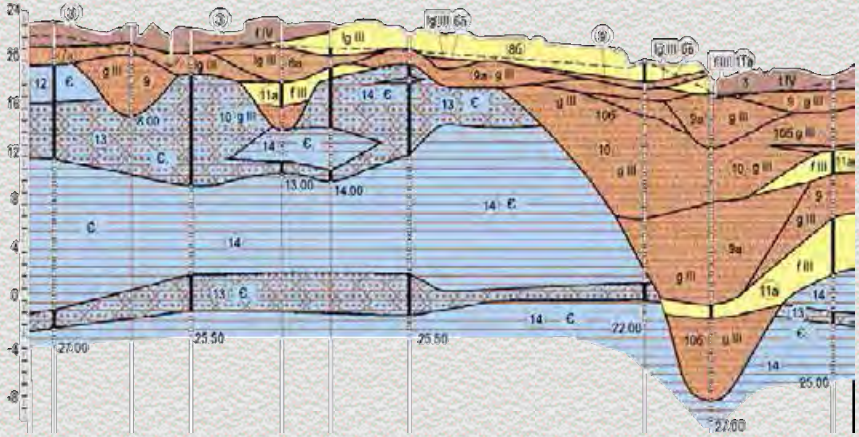
Концептуальная схема



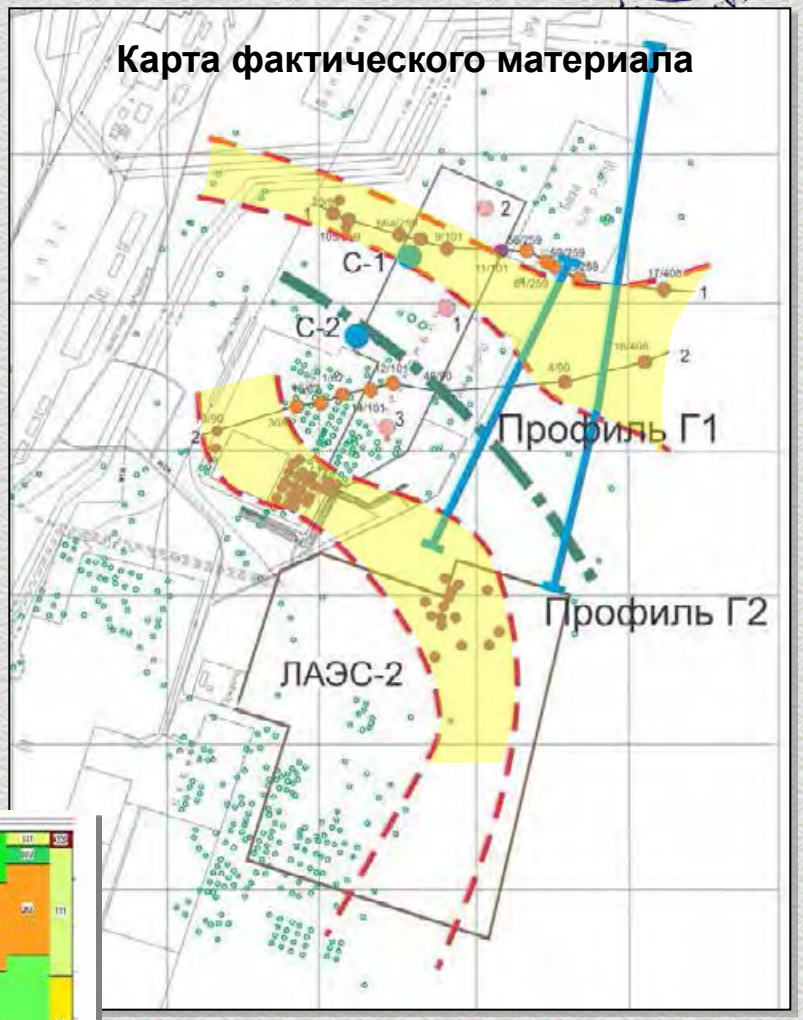
Карта подошвы четвертичных отложений



Геологический разрез

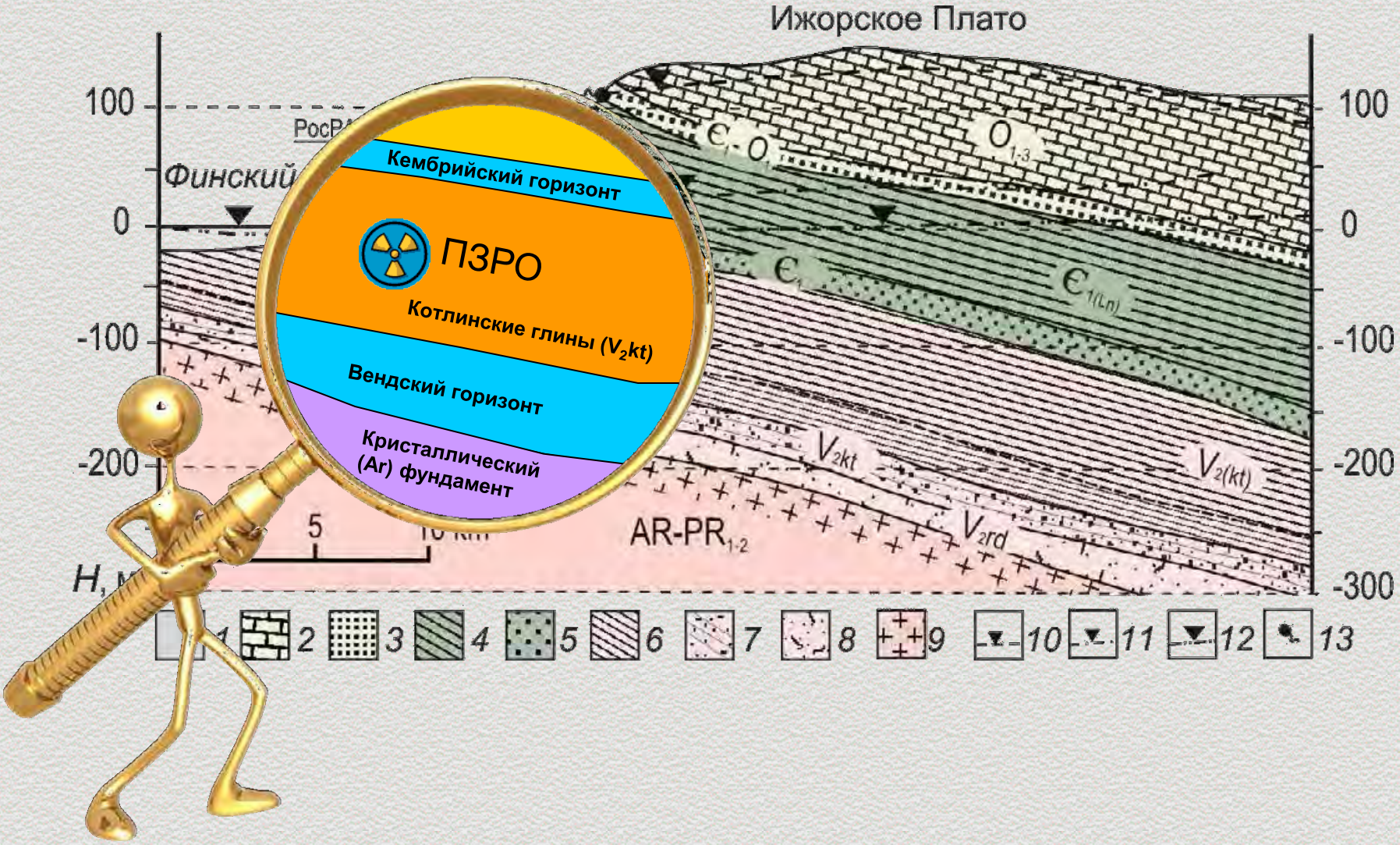


Электроразведочные работы



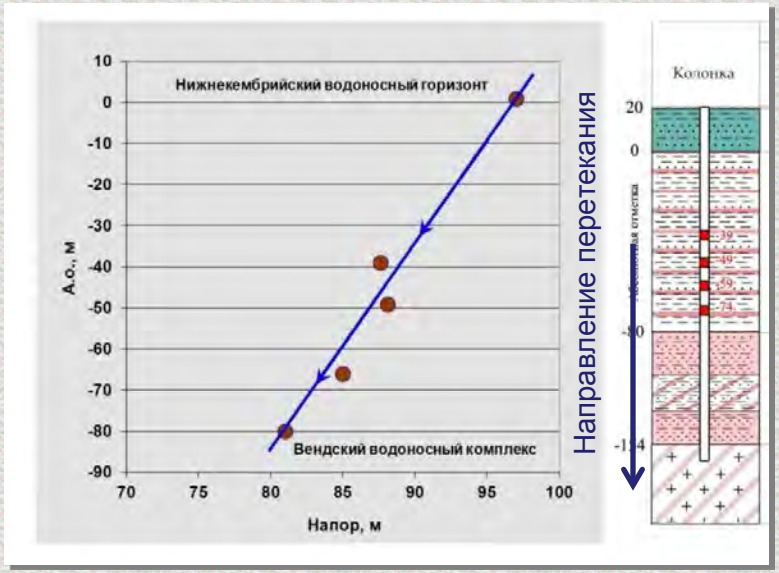
Профиль Г1. ВЭЗ

Водоносные горизонты



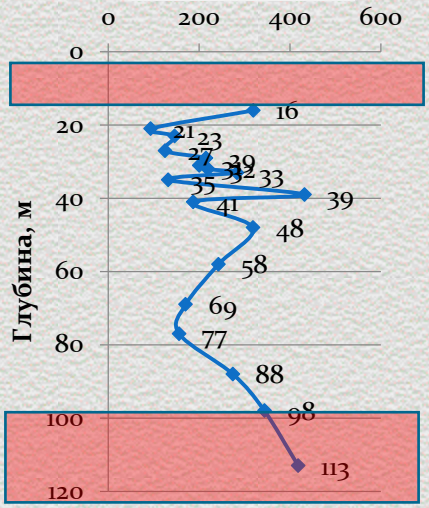
Изучение перетекания через глины (прямые методы)

Датчики порового давления

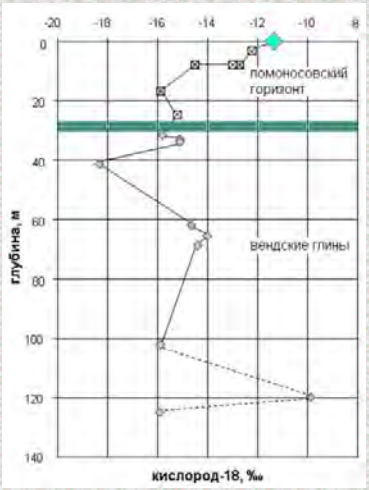


Поровые воды

Хлориды

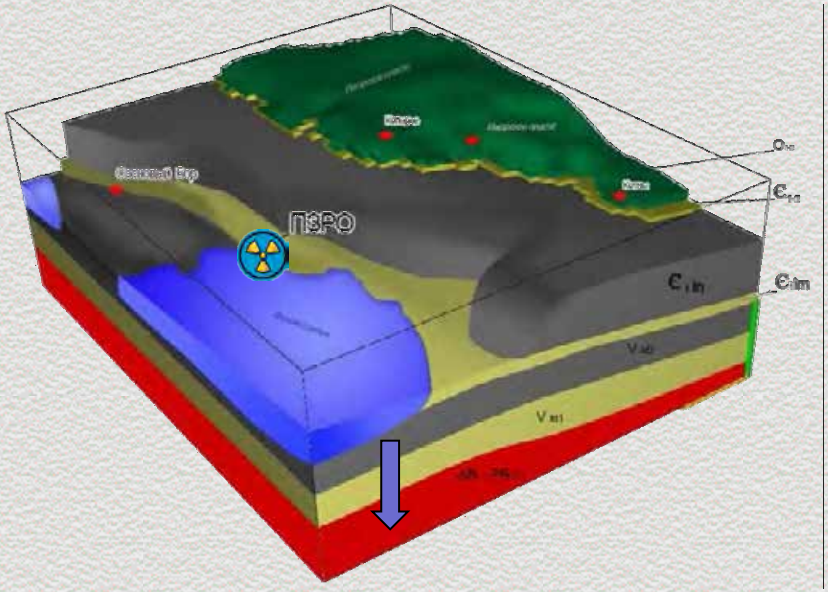


Изотопы

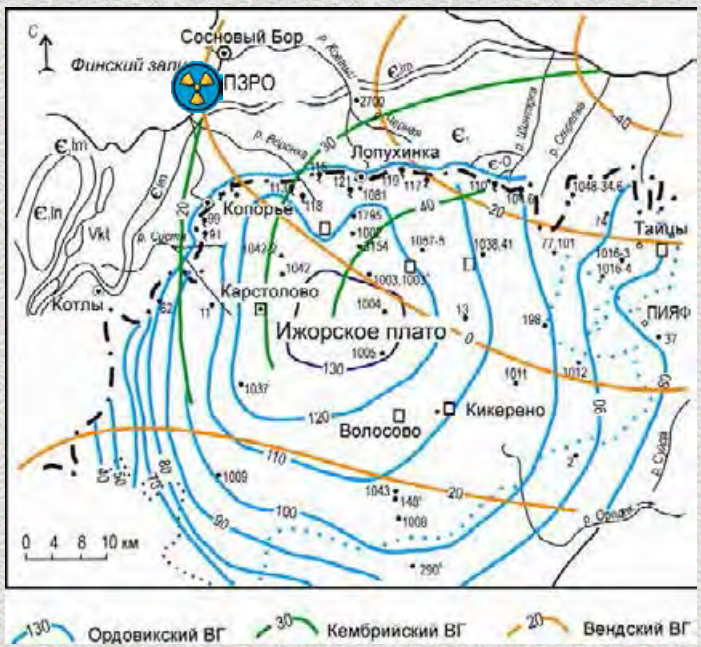


Оценка перетекания на основе моделирования

Математическая модель



Региональный мониторинг

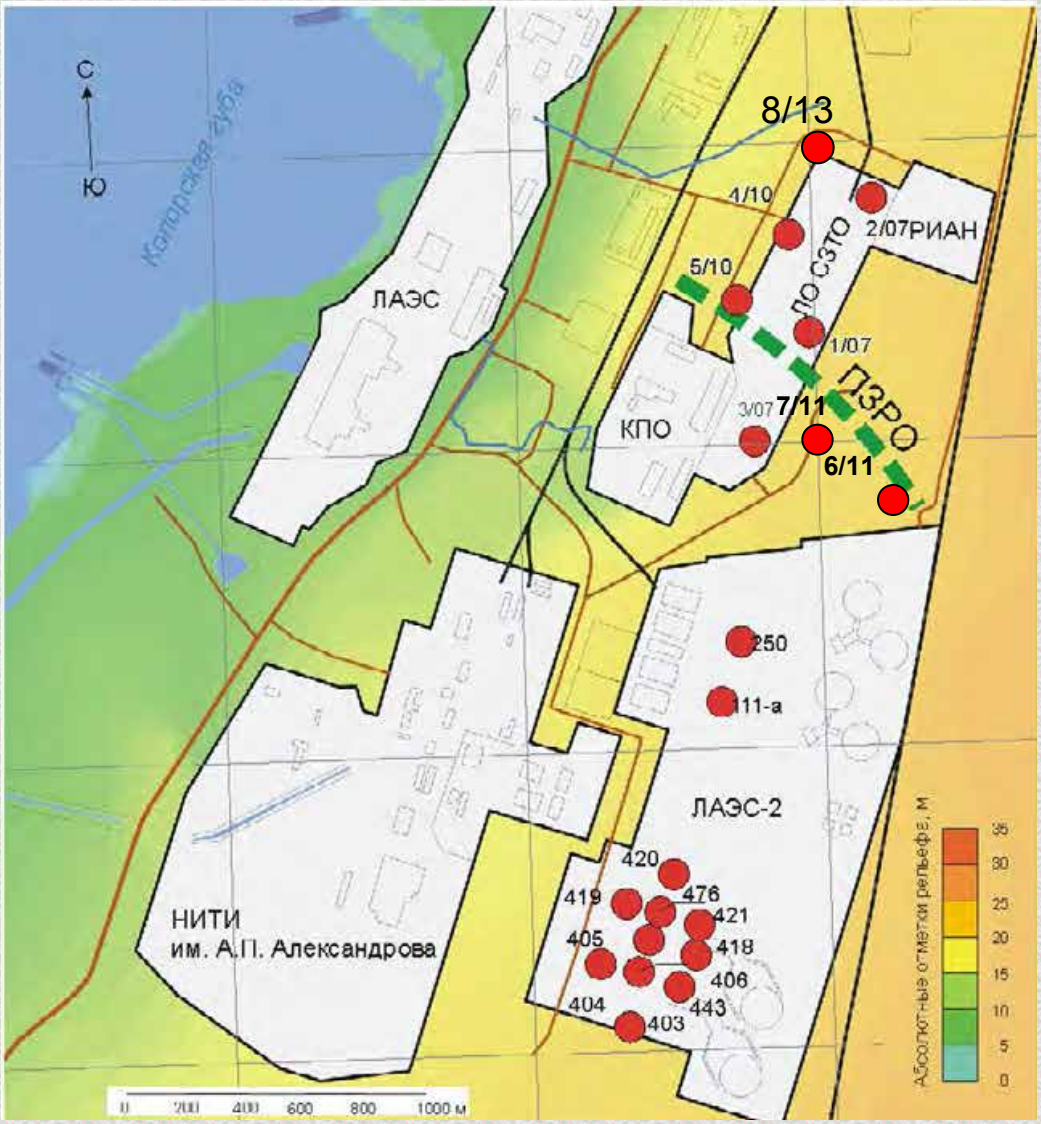


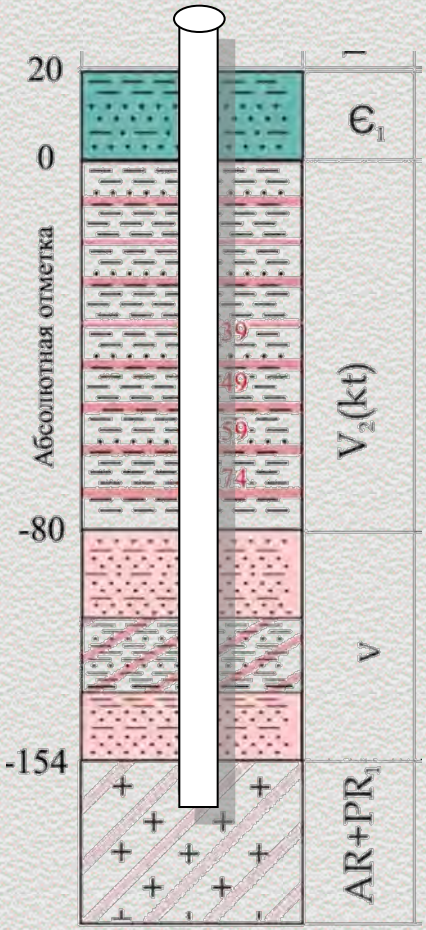
Калибровка модели: k = 10^{-6}-10^{-7} м/сут

Горизонт	Глина	Коэфф. фильтрации, k, м/сут	Напор, м	Градиент, м/м	Скорость, v, мм/год	Число Пекле, Pe = vL/D_e
Кембрий		2	+18			
	Венд	0.9×10^{-6}		0.215	7×10^{-2}	<1–5*
Венд		1.5	+1			

*При: D_e = 1×10-5 м²/сут, L = 10 м.

Расположение глубоких скважин

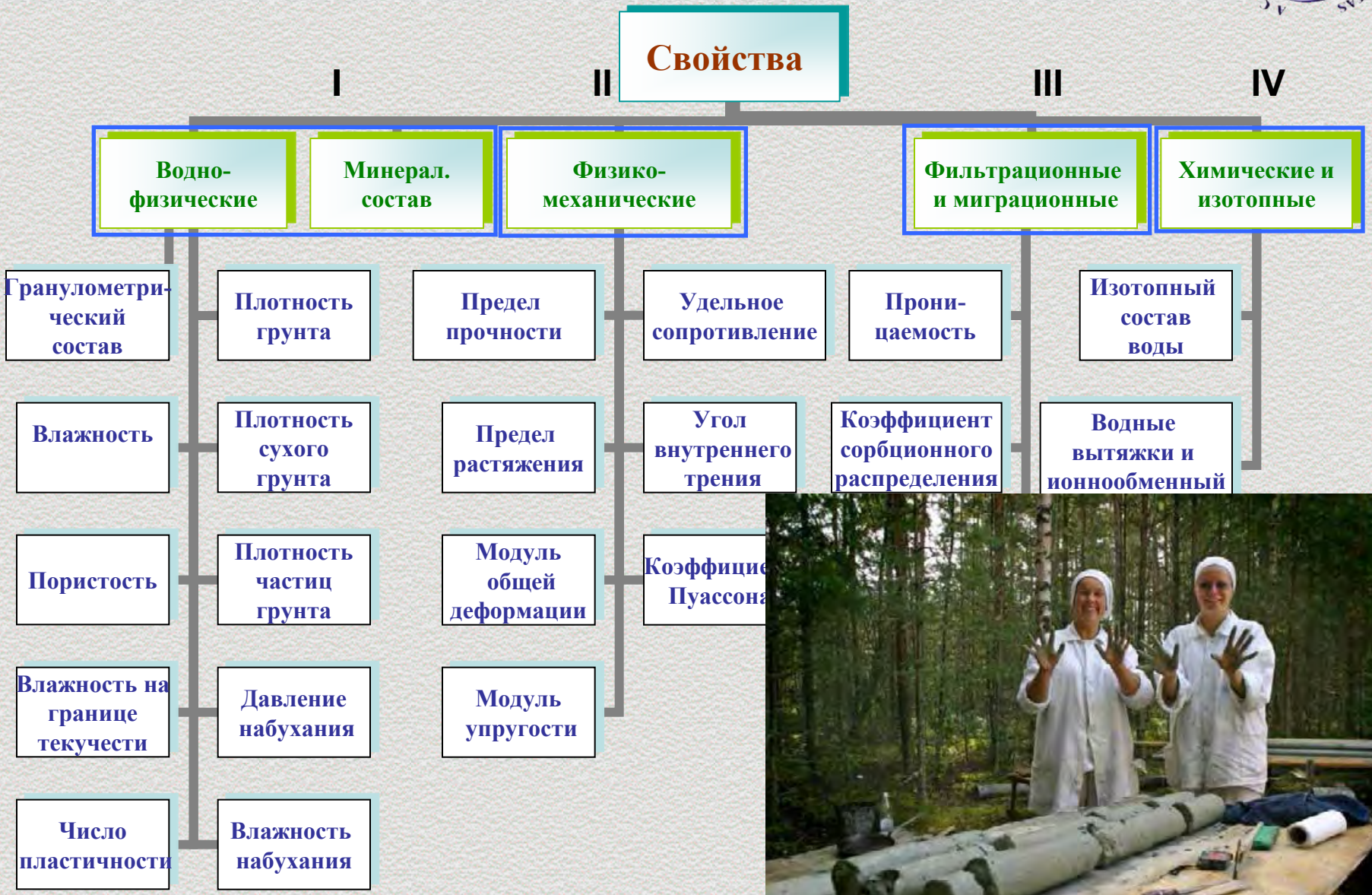




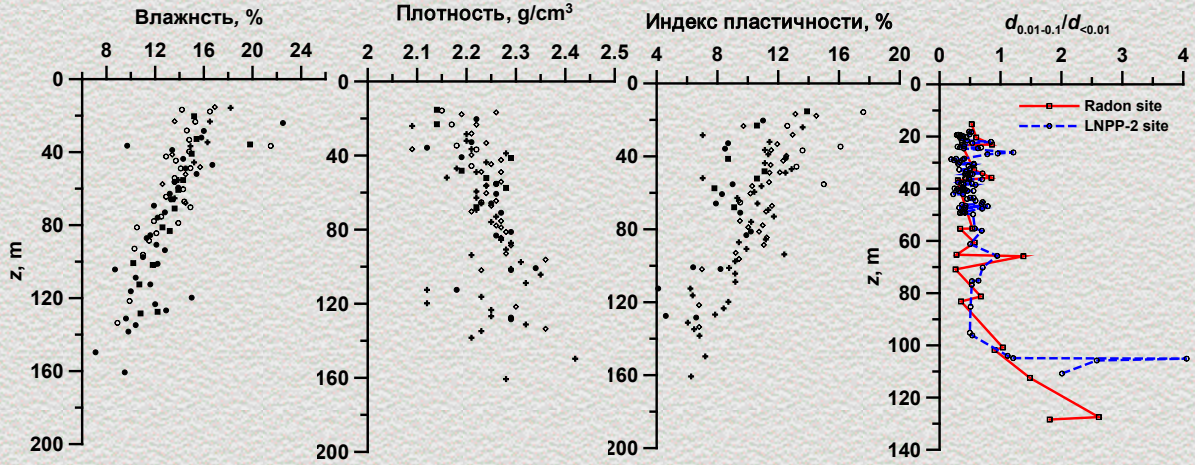
Изучаемые свойства

- Свойства, определяющие геотехнические условия строительства и эксплуатации хранилища (прочностные и деформационные свойства пород)
- Свойства, контролирующие безопасность хранилища с точки зрения радиационного воздействия на подземные воды и сопредельные среды

Перечень изучаемых параметров

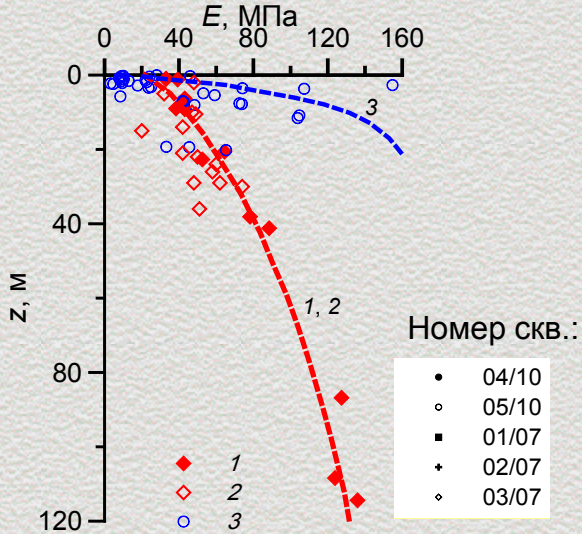


Изменчивость водно-физических свойств

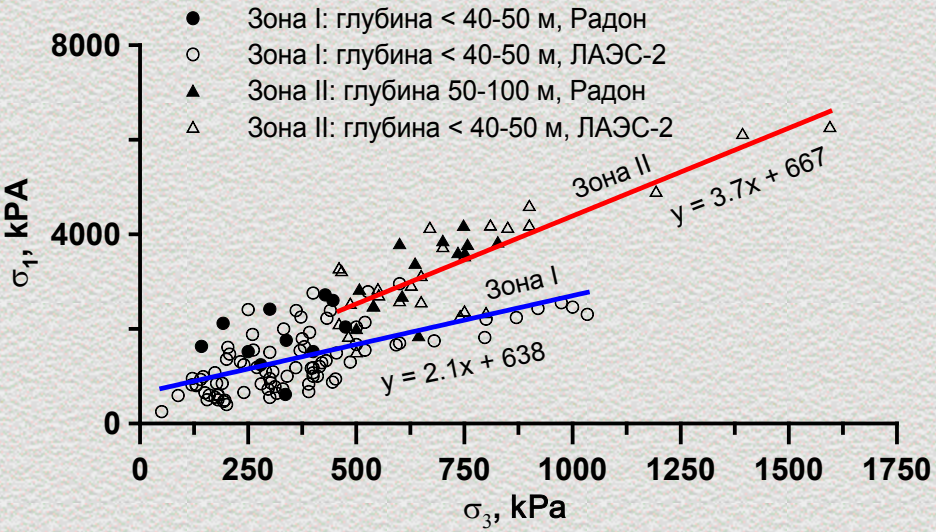


Изменчивость деформационных и прочностных свойств

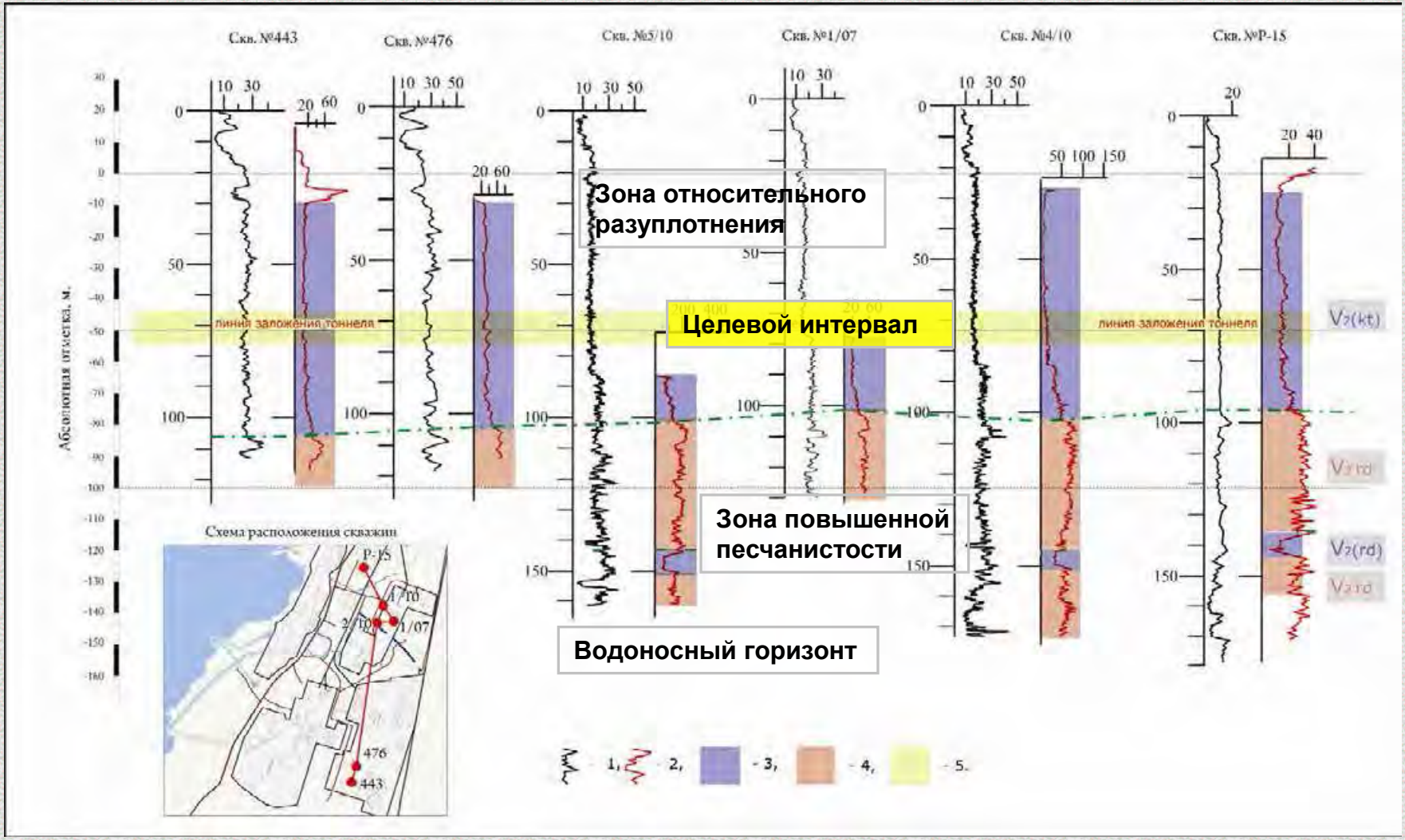
Модуль общей деформации, МРа



Трехосное сжатие (прочностные свойства)



Выделение «целевого» интервала



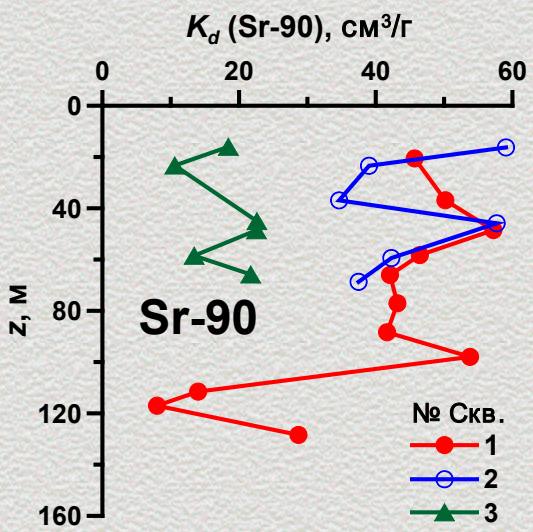
1 – ГК, мР/ч; 2 – КС, Ом*м; 3 – преимущественно глинистый прослой;
4 – сильно песчанистый прослой; 5 – интервал заложения ПЗРО

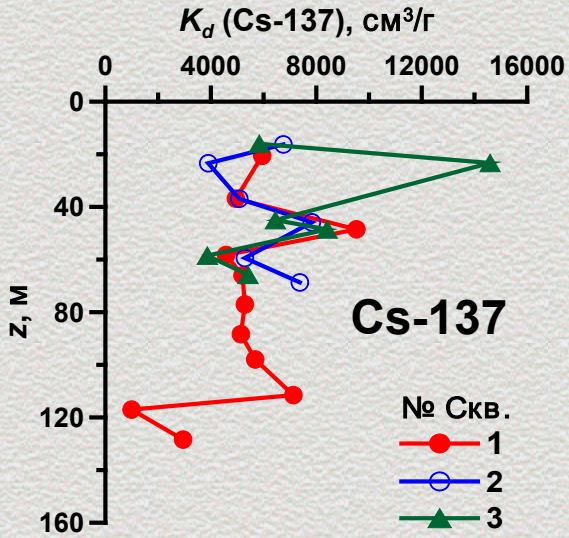
Изучение параметров, определяющих барьерные свойства глин

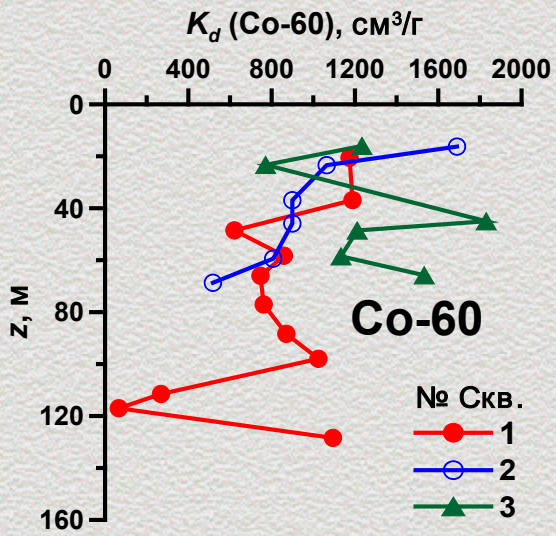
- Проницаемость (коэффициент фильтрации)
- Коэффициент сорбционного распределения
- Коэффициент молекулярной диффузии

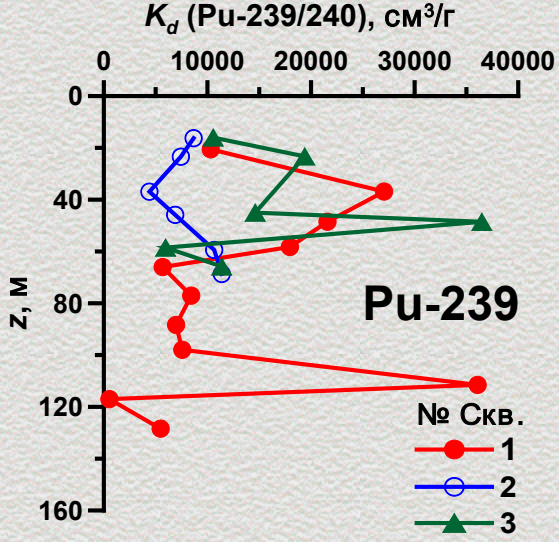
Sr-90
Cs-137
Co-60
Pu-239/240
Am-241
Cl-36

Изменчивость K_d (Sr-90, Cs-137, Co-60, Pu-239,240) по глубине

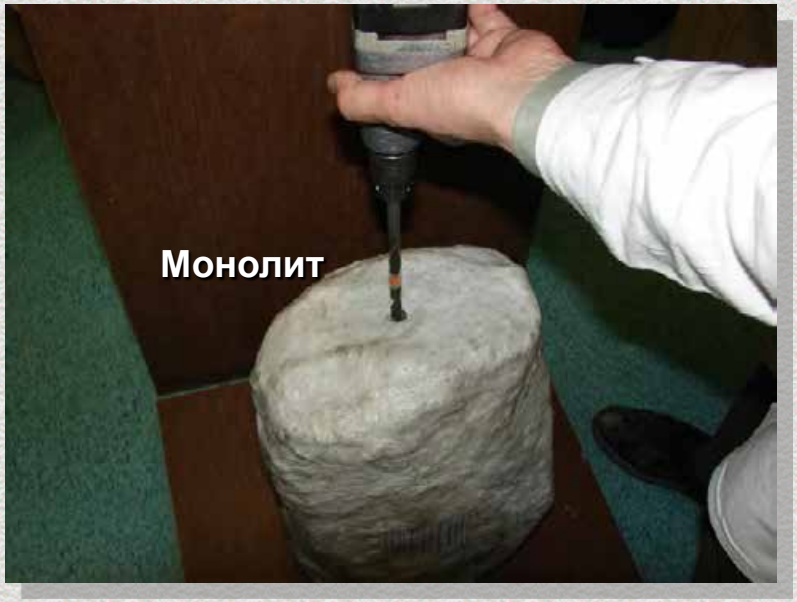








3D Диффузионный эксперимент: Cl-36, Co-60, Cs-137, Sr-90, Pu-239,240



После опыта

Связь между показателями анизотропии

Фактор анизотропии	Свойства			
	Деформа-ционные	Прочност-ные	Диффузион-ные	Фильтра-ционные
E_h/E_v	1.4			
C_h/C_v		1.5–2		
D_h/D_v			2–6	
K_h/k_v				5–250

Вывод: анизотропия физических свойств является всеобщим свойством глинистых формаций

Прогнозные оценки безопасности строительства и эксплуатации ПЗРО: нормальный режим и запроектные аварии

НОРМАЛЬНЫЙ (ПРОЕКТНЫЙ) РЕЖИМ

Нарушение защитного действия инженерных барьеров (разрушение контейнеров, деградация материала закладки)

АВАРИЙНЫЕ СЦЕНАРИИ

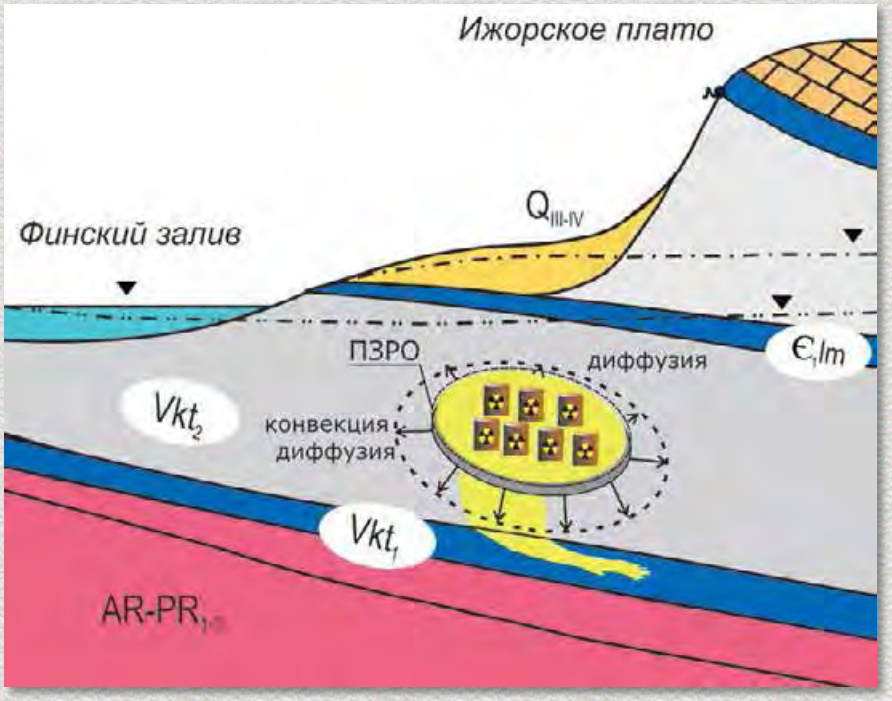
Нарушение защитных свойств геологического барьера (нарушение сплошности глинистой толщи)

1. Образование трещин при тектонических воздействиях и взрывах

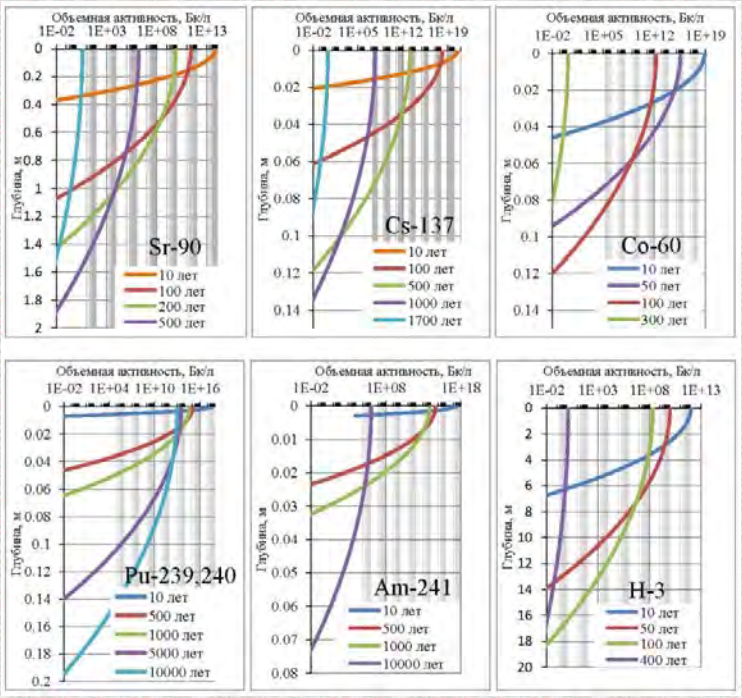
2. Деформация горной выработки при потери несущей способности крепи

Нормальный режим:

Нарушение защитных свойств инженерных барьеров: разрушение контейнеров, деградация материала закладки



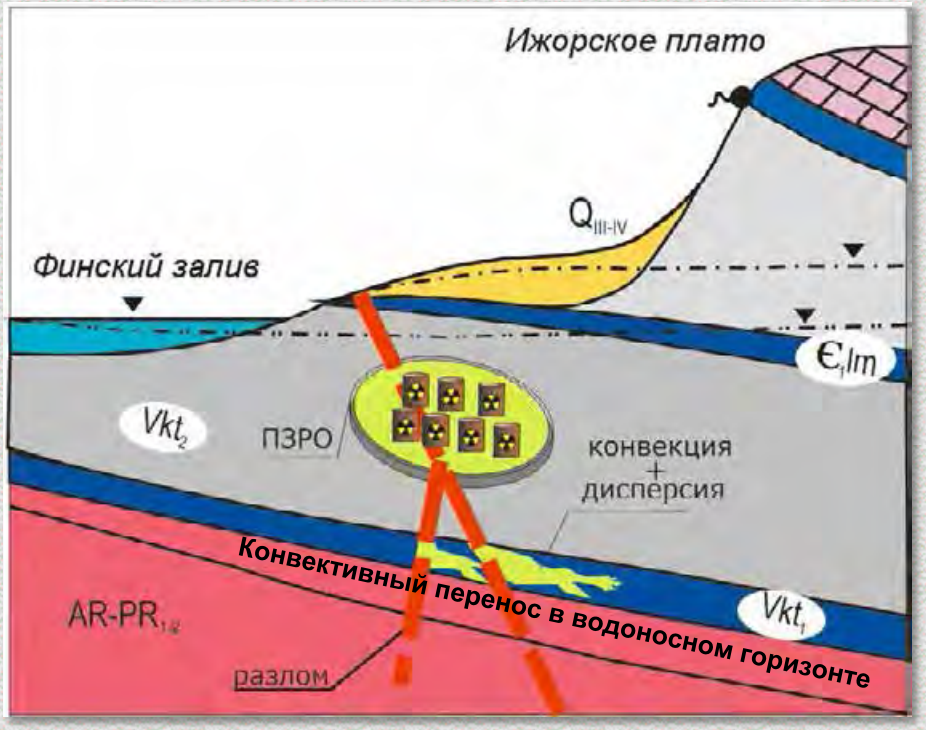
Расчет концентрационных профилей в глинах

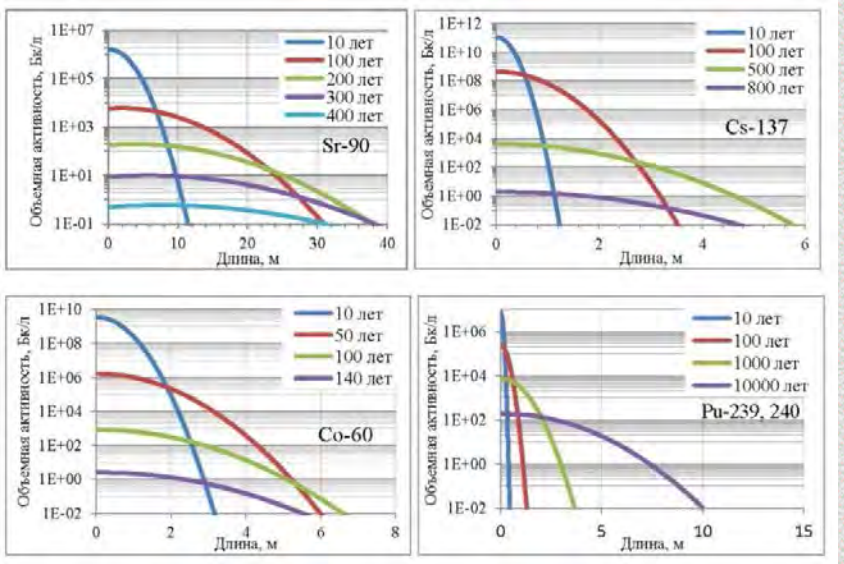


Причины: химические реакции, радиационное и тепловое воздействие внутри хранилища

Аварийный сценарий 1:

Локальное нарушение сплошности глинистой толщи

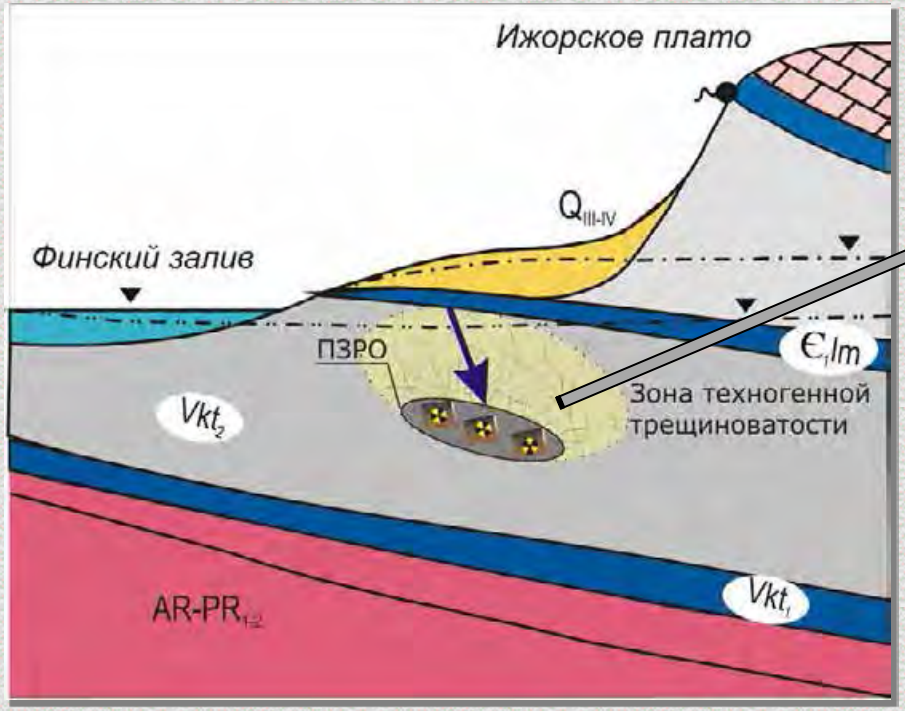


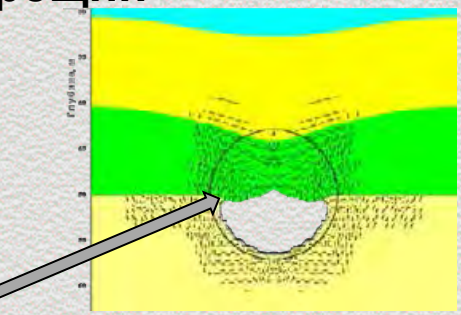


Причины:
сейсмическая активность,
вскрытие старых горных выработок,
взрывы газа внутри хранилища

Аварийный сценарий 2:

Нарушение сплошности глинистой толщи при подработке массива: формирование систем водопроводящих трещин

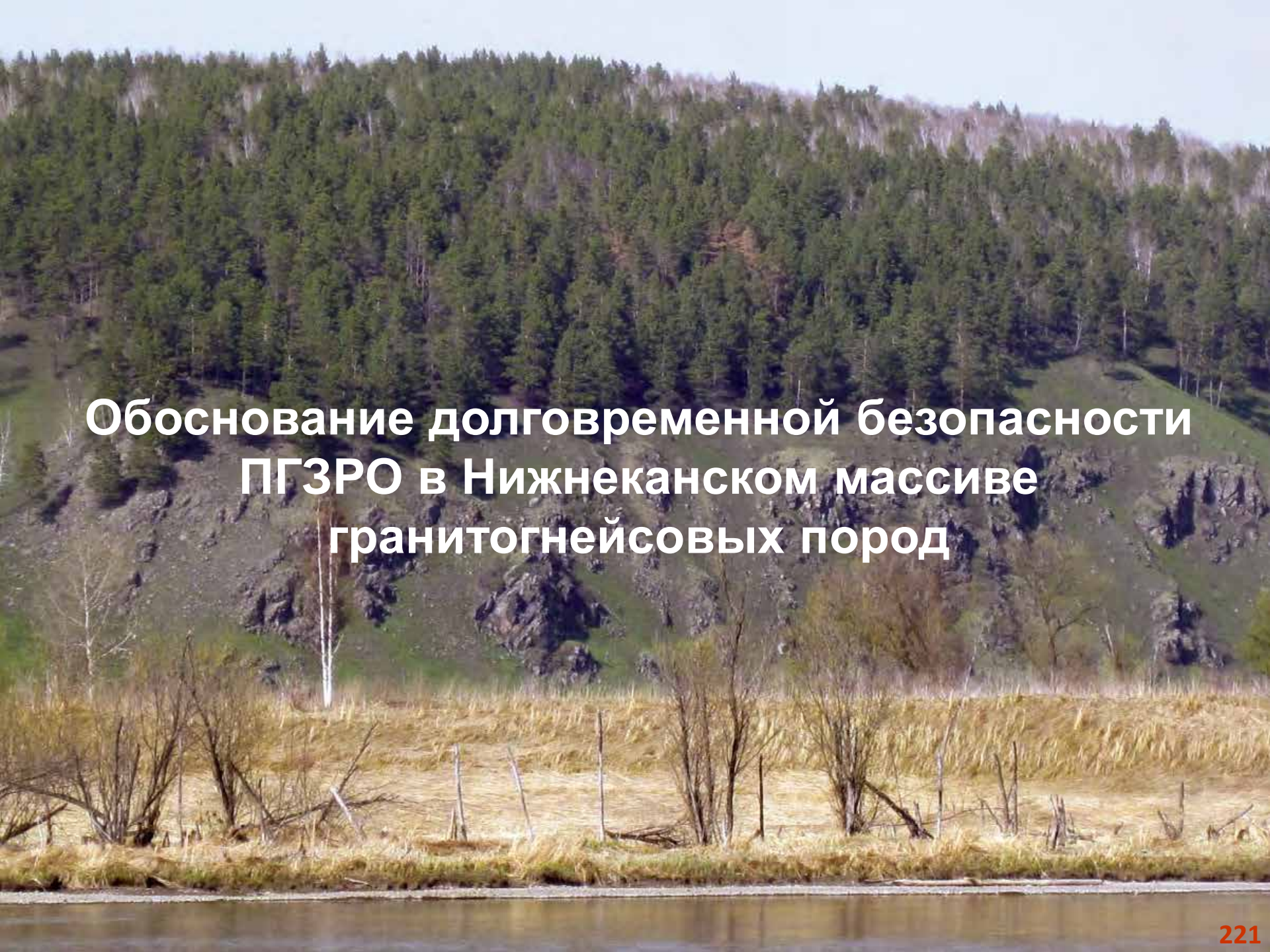




Причины: деформация горной выработки при потери несущей способности крепи

ВЫВОДЫ

- Геологические и гидрогеологические условия являются благоприятными для создания ПЗРО
- Изученные свойства пород обеспечивают полную изоляции РАО от воздействия на окружающую среду и человека



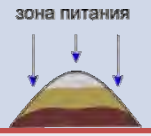
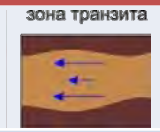
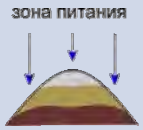
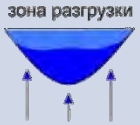
Обоснование долговременной безопасности ПГЗРО в Нижнеканском массиве гранитогнейсовых пород

Кристаллические массивы

<u>Россия (участок Енисейский)</u>
Швеция (Äspö HRL)
Швейцария (Grimsel test site)
Канада (Pinawa test site)
Финляндия (Onkalo)

США (Yucca Mountain)
Япония (Mizunami)
Корея (A-KRS)
Литва (Southern Lithuania)

Подземные исследовательские лаборатории (ПИЛ) и объекты окончательной изоляции (ООИ) РАО в скальных трещиноватых породах

Объект	Данные о проекте	Геологическая структура (глубина объекта)	Гидро-динамика	$K_ф$, м/сут	Мин-ция воды, г/л
«Енисейский», РФ, Красноярский край	И/изыскания 2010–2013. НИР 2014. Проект 2013–2014.	Дорифейская складчатая область (450–500 м)		$n \cdot 10^{-4}$	<1
Whiteshell Laboratories Канада	ПИЛ 1983–2010 Консервация	Дорифейская складчатая область (220 и 420 м)		$n \cdot 10^{-4}$–$n \cdot 10^{-5}$ (вне зон разломов)	0.3–11
Grimsel Test Site Швейцария	ПИЛ с 1983	Кайнозойская складчатая область (450 м)		$n \cdot 10^{-3}$–$n \cdot 10^{-7}$	<1
Olkiluoto Финляндия, побережье Ботнического залива	ПИЛ. Получение лицензии на ООИ (ОЯТ), срок ввода 2022, НИОКР с 1992	Дорифейская складчатая область (400–550 м)		$< 4 \cdot 10^{-4}$	<1– >10
Forsmark Швеция, побережье Ботнического залива	ПИЛ Stripa Mine (1976–1992). Получение лицензии на ООИ (ОЯТ)	Дорифейская складчатая область (500 м)		$n \cdot 10^{-2}$–$n \cdot 10^{-7}$	<1– >10
Mizunami Япония, центральная часть	ПИЛ (2015, шахта глубиной 1000 м)	Мезозойская складчатая область (500–1000 м)		$8.5 \cdot 10^{-2}$–$5 \cdot 10^{-3}$	<1–2.5
Wolsong Корея, побережье Японского моря	ООИ. НАО, САО. Эксплуатация (план) с 2013	Кайнозойский интрузивный массив (150–200 м, 80 м ниже у. м.)		$n \cdot 10^{-2}$–$4 \cdot 10^{-3}$	Разгрузка в море

Геологоразведочные работы на поисковой и оценочной стадиях (2008–2010 гг.)

Поверхностная геофизика:
-магнитная съемка по сети 100х10м - 6,2 км^2
- электроразведка методом ВЭЗ – 622 ф.т.
-сейсморазведочные работы МОГТ 3D 6,2 км^2

Бурение:
10 геологических, глубиной 600-700 м;
4 гидрогеологических по 200 м.
ВСЕГО 7602,5 п.м, в т.ч. На оценочной стадии – 5502 п. м

Скважинный каротаж (м):
ГК – 7575; ГГК – 7554; КС,ПС – 7180;
КВ – 7420; КМВ – 1198;
Резистивиметрия – 6497;
Расходометрия – 6438;
Инклинометрия – 6823

Лабораторные исследования:
физ.-мех. св-в – 452; воды – 253;
хим. и спектр. анализов пород – 205; шлифов – 91

Опытные откачки:
– одиночные – 150 опытов,
– кустовые ОФР – 2

Этапы проекта

2012 г.

Положительное экспертное заключение ГКЗ «Роснедра» о пригодности участка для строительства объекта окончательной изоляции РАО

Все критерии приемлемости (НП-055-04) имеют место в пределах участка «Енисейского»:

1) блок сложен кристаллическими метаморфическими породами – гнейсами и дайками долеритов, обладающими высокой прочностью, низкой трещиноватостью

2) отсутствие тектонические подвижки и следов землетрясений

3) породы (глубже 100–150 м) относятся к водонепроницаемым, в них нет линз подземных вод (а также рассолов) или трещиноватых зон, по которым возможны водоприток в горные выработки и их затопление

2013–2015 гг.

Проектно-изыскательские работы для стадии «Проектная документация», в состав которых входит ОДБ

2015 г.

Положительное заключение общественных слушаний в регионе по проекту строительства подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ)

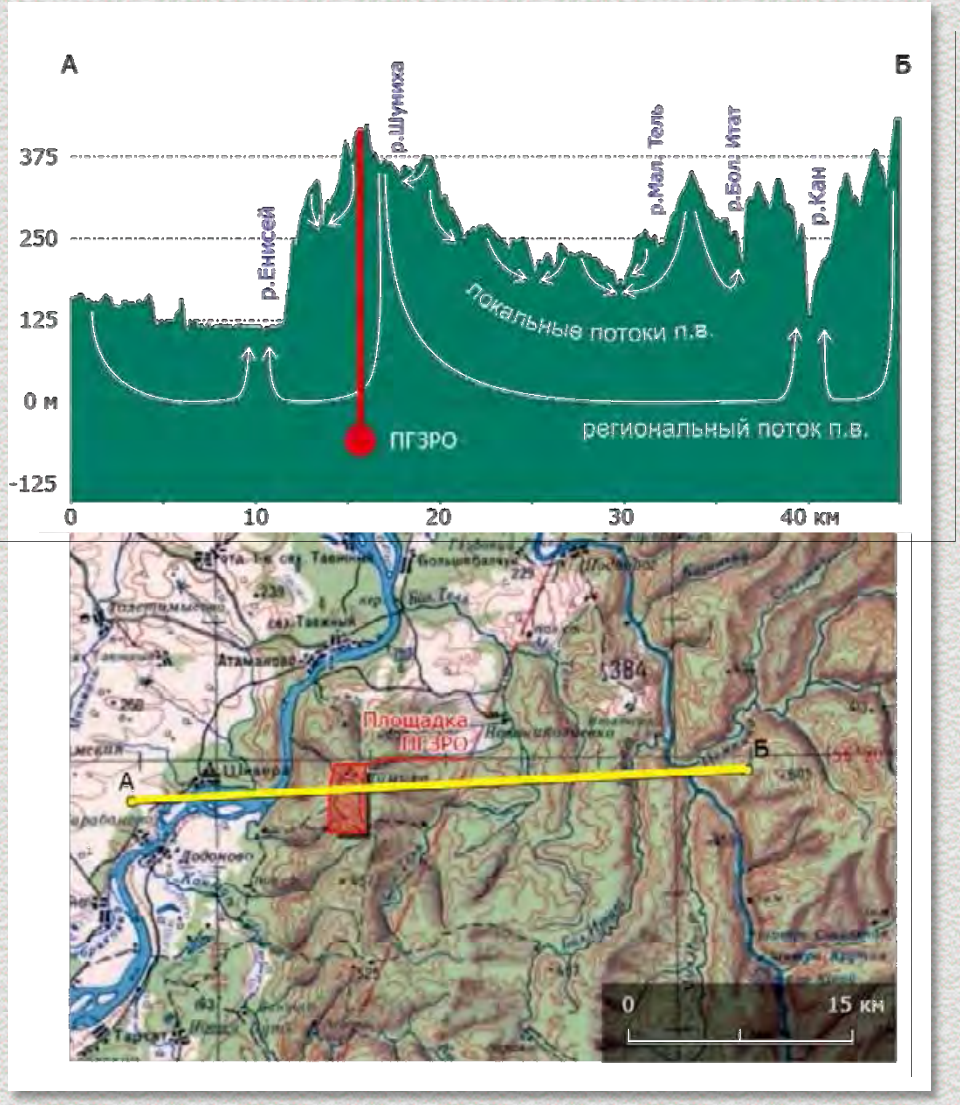
Главные задачи ОДБ:

- Определение путей и потенциальных зон выхода активности в биосферу
- Определение времени достижения зон разгрузки различных фаз-носителей активности:
  - – жидкой
  - – газовой
  - – коллоидной
- Расчет активностей радионуклидов и их массовые потоки в зоне разгрузки
- Расчет дозовых нагрузок на население и риски облучения

Факторы, определяющие долговременную безопасность

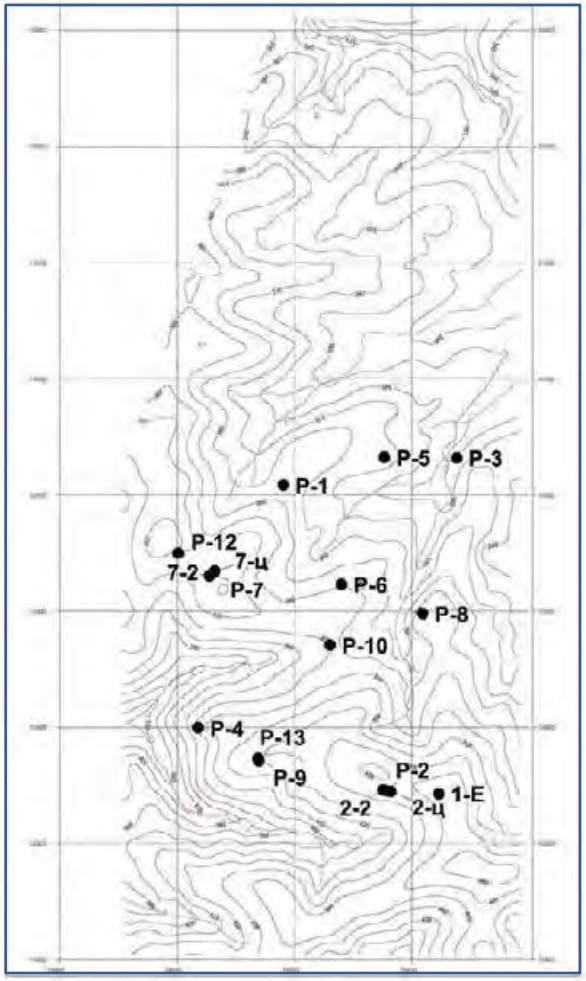
Природные	Техногенные
Климат и орогидрография	Инженерные барьеры
Геологическая строение	Радионуклидный состав РАО
Структура фильтрационного потока	Тепло-и газовыделение
Проницаемость массива	Геомиграционные процессы
Интенсивность водообмена	Аварийные сценарии

Системы потоков подземных вод

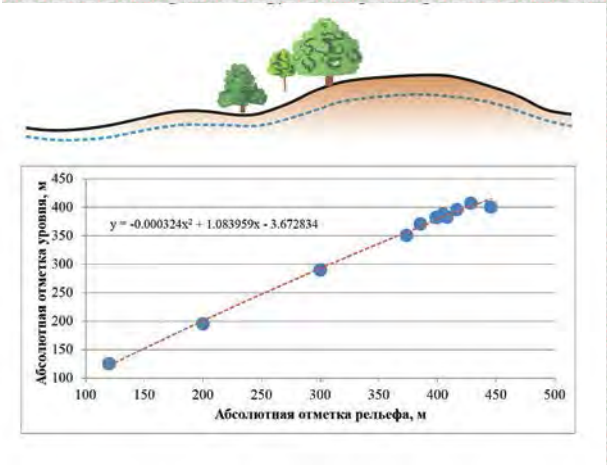


Особенности подземной гидродинамики

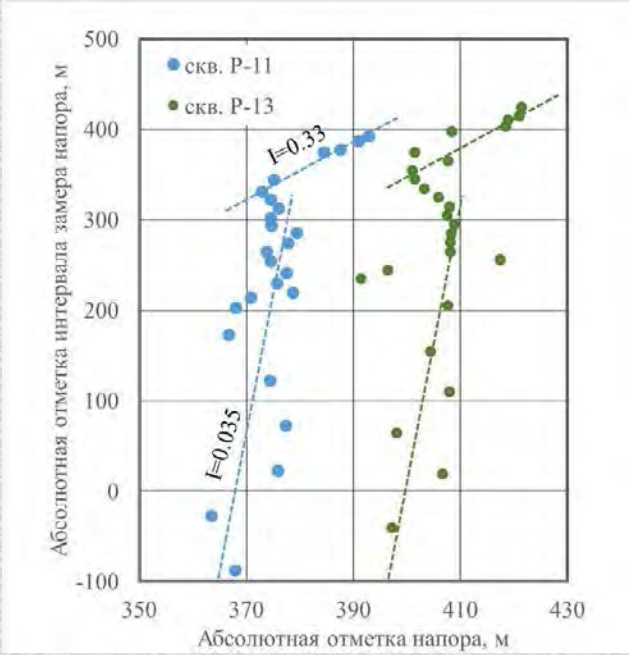
Гидрогеологические скважины



Корреляция гипсометрической поверхности ПВ и рельефа

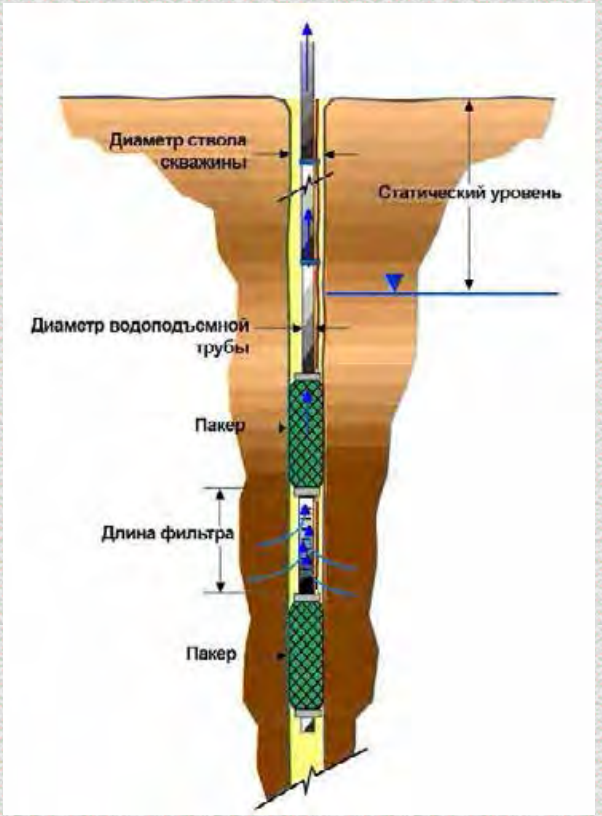


Вид функциональной зависимости H(z) (скв. Р11, 13)

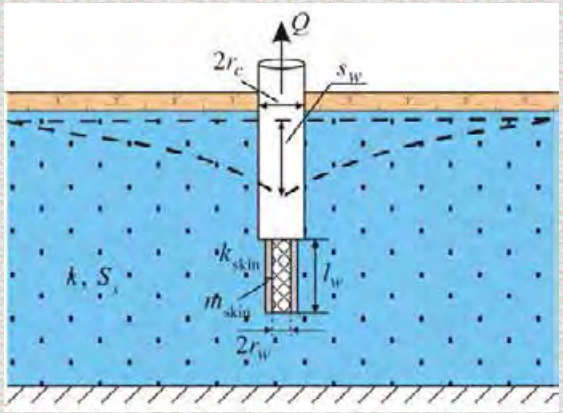


Поинтервальные ОФР

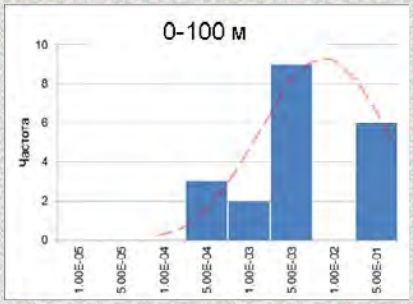
Схема проведения опробования

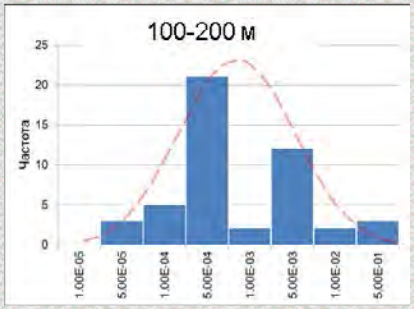


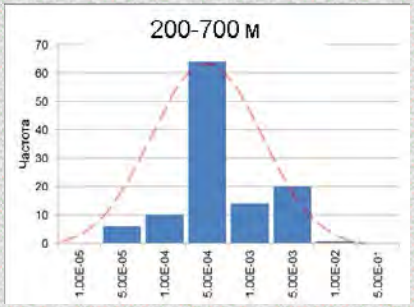
Базовая модель для интерпретации ОФР



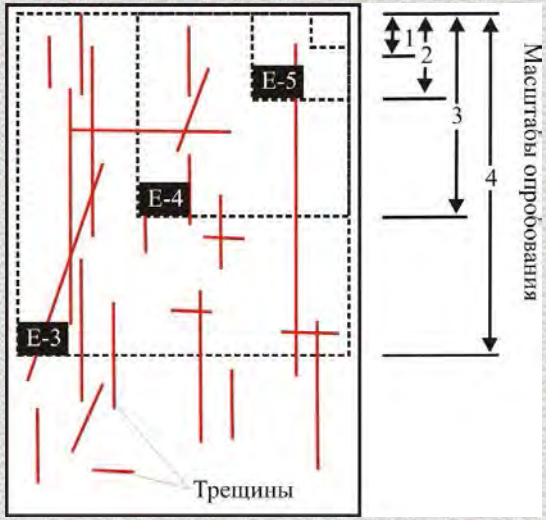
Гистограммы распределения K_f для трех интервалов глубин, м/сут







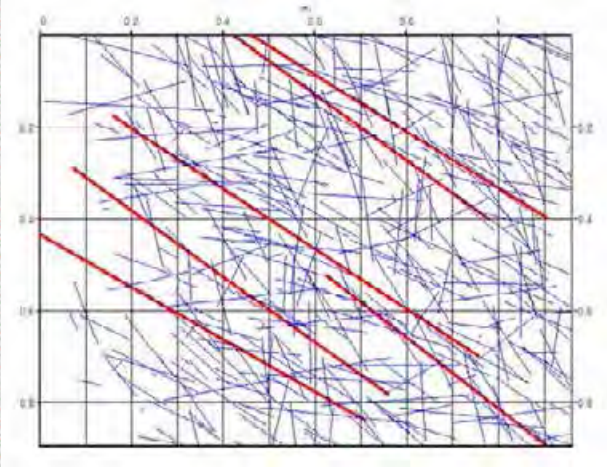
Роли масштабных эффектов

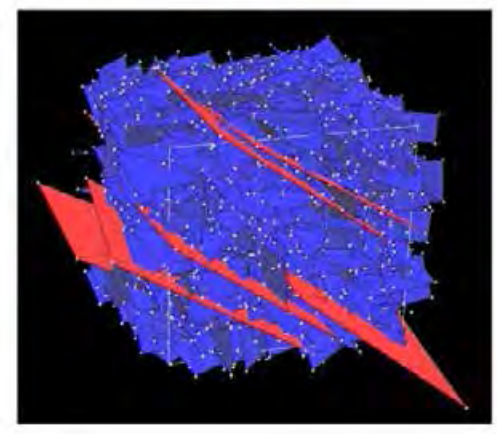


Размер зоны опробования массива в зависимости от его проницаемости

k, м/сут	R, м
10^{-2}	30–50
10^{-3}	15–30
10^{-4}	3–5
10^{-5}	< 1

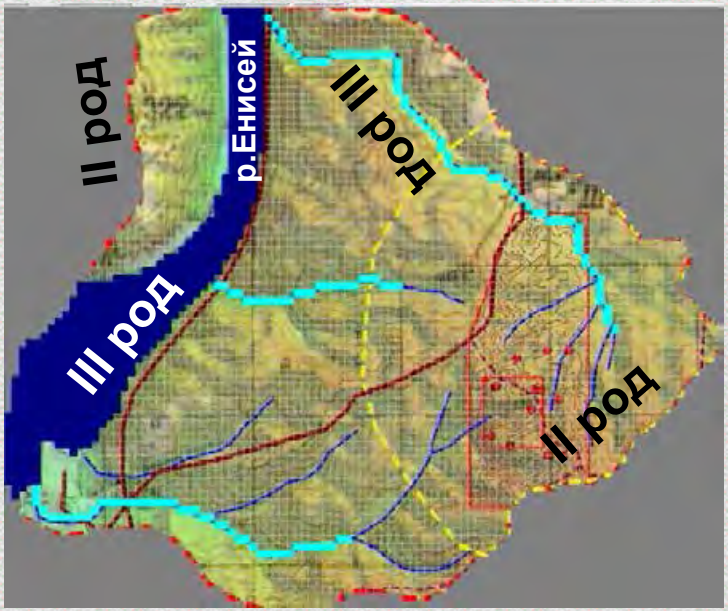
Модели дискретных сред



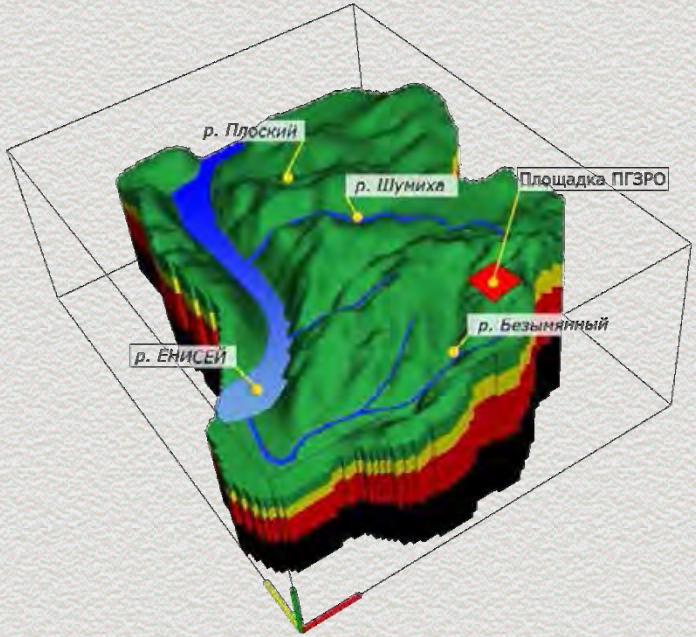


Математическая (сеточная) модель геофильтрации

Граничные условия



3D представление



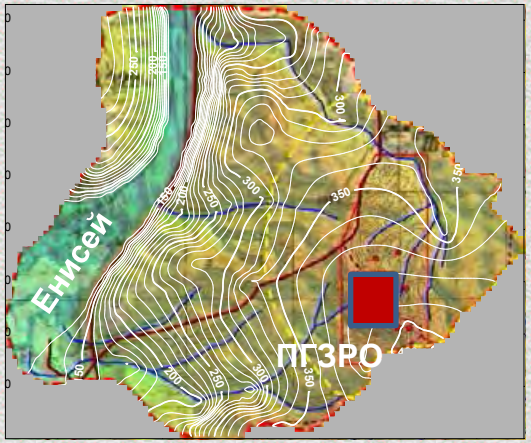
Коренной берег р.Енисей

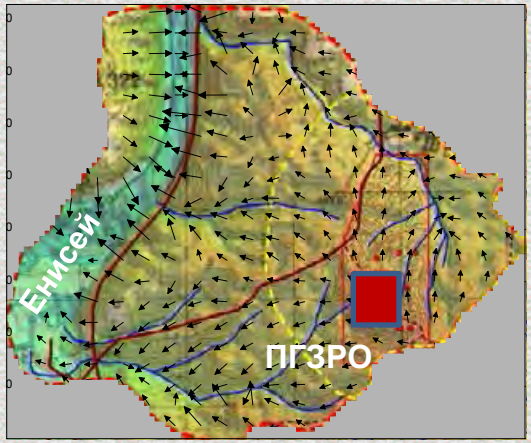
Характерные черты

3D сеточная область, контролируемая топографией:
(1) корреляция гипсометрии слоев с рельефом
(2) учет глубины зоны выветривания
(3) переменная мощность фильтрационного потока со свободной поверхностью

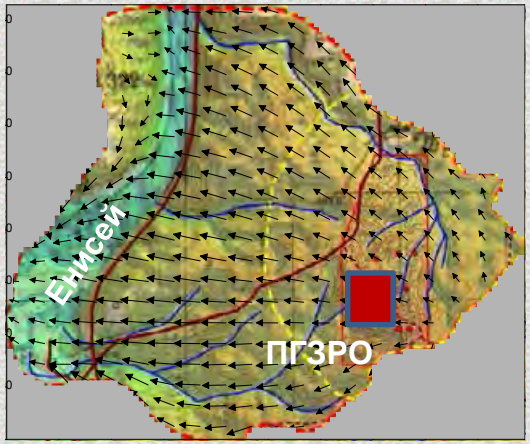
Гидродинамические напоры и векторные поля скоростей в различных зонах потока подземных вод

Зона грунтовых вод (300–350 м)

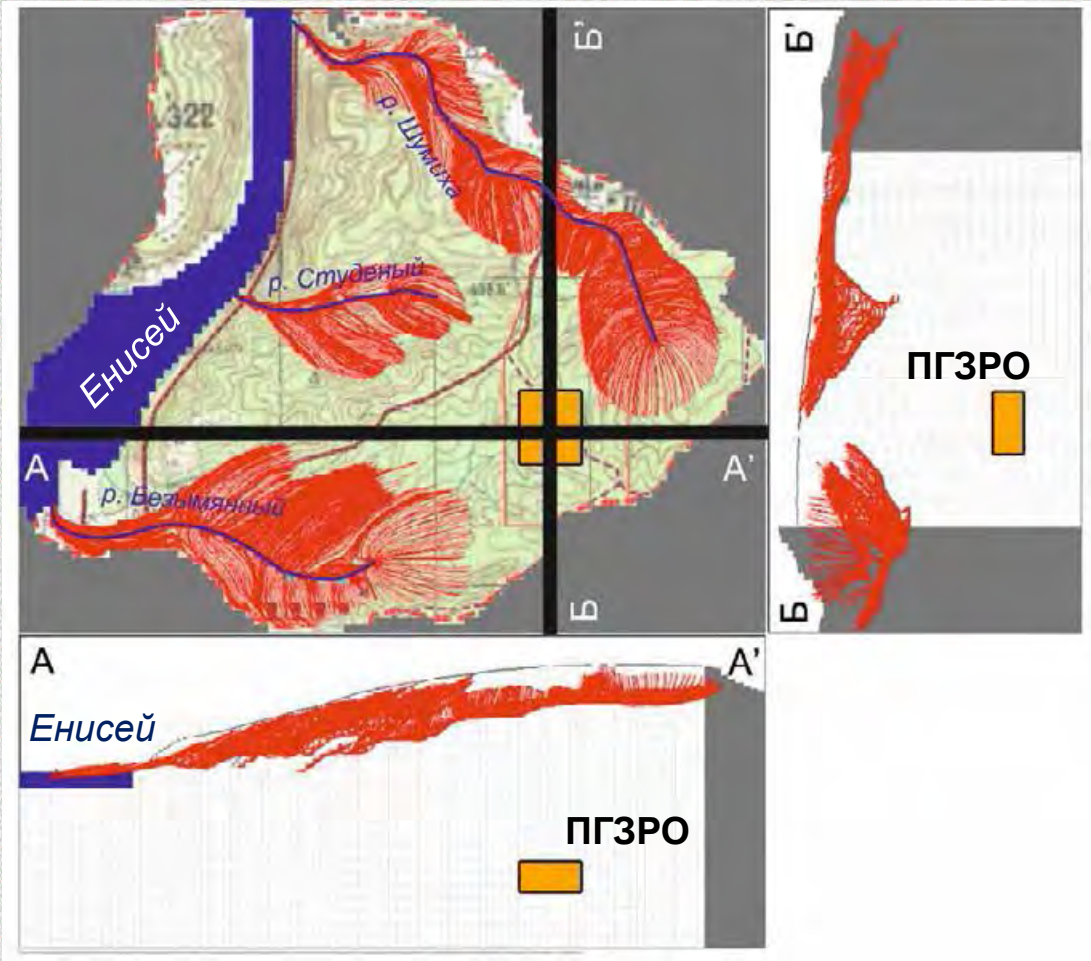




Целевой интервал (+5 м – -70 м)

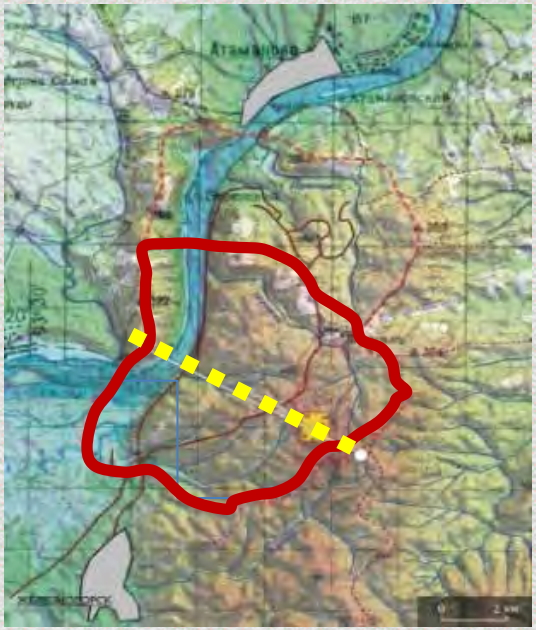


Зоны захвата инфильтрационных вод поверхностными водотоками (3D FLOWPATH)

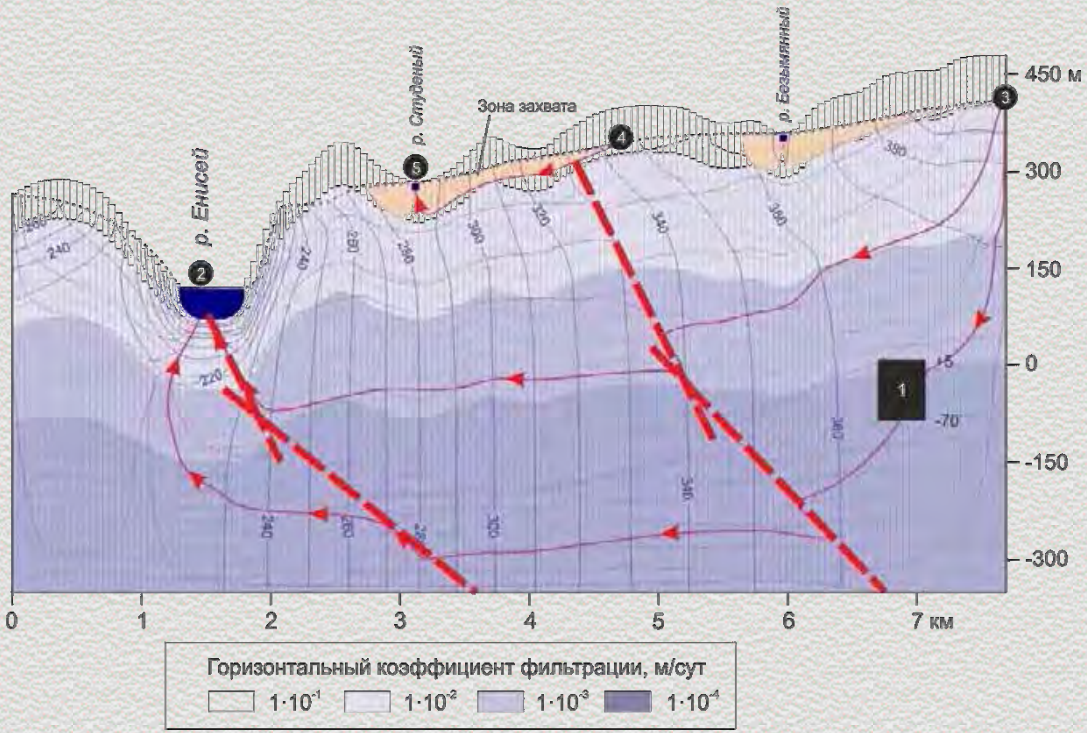


Влияние зон трещиноватости на структуру потока

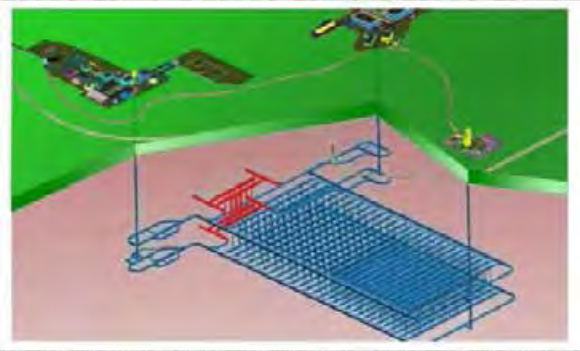
Линия разреза

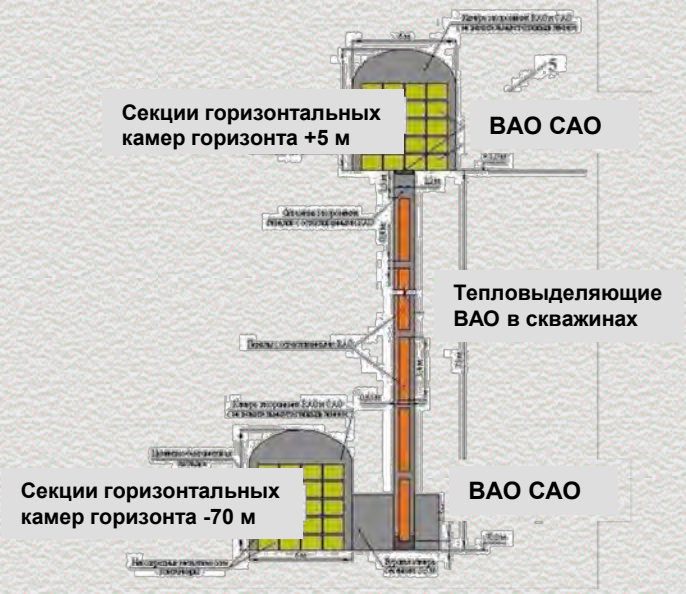


Траектории конвективного переноса



Факторы и виды воздействия





I. Факторы, определяющие масштаб и локализацию воздействия

- **Состав отходов и их количество**
- **Способ фиксации, упаковки и размещения**
- **Защитные материалы ПГЗРО – инженерные барьеры**

II. Виды воздействия

- **Радиационный**
- **Тепловой**
- **Газовый**

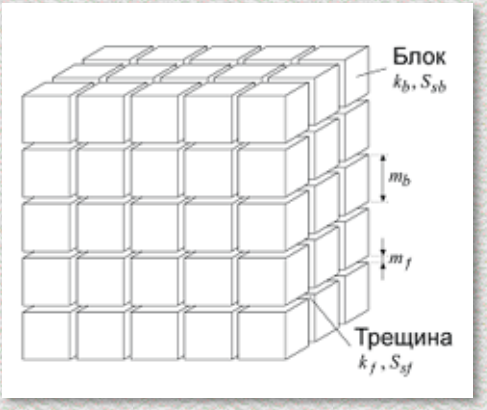
ВАО и САО (1 и 2 классы отходов)

Группа	Изотопы	2 класс			1 класс		
		A_2, Бк	Выход, η	Время выхода, год	A_1, Бк	Выход, η	Время выхода, год
1	**I-129**	$8.80x10^{11}$	$9.40x10^{-1}$	130	$1.20x10^{13}$	$3.80x10^{-1}$	11
	H-3	$4.20x10^{17}$	$8.60x10^{-2}$	16	-	-	-
2	Sr-90	$2.90x10^{17}$	$3.80x10^{-2}$	40	$1.60x10^{19}$	$7.40x10^{-2}$	42
	Tc-99	$1.00x10^{15}$	$4.80x10^{-1}$	$3.5x10^{5}$	$5.10x10^{15}$	$3.30x10^{-2}$	$5.0x10^{5}$
	Se-79	$9.00x10^{12}$	$9.40x10^{-1}$	72	$1.20x10^{14}$	$3.50x10^{-1}$	3800
3	U-238	$4.20x10^{13}$	$9.90x10^{-1}$	$1.9x10^{8}$	$2.60x10^{11}$	$3.80x10^{-1}$	$5.0x10^{5}$
	Cs-137	$5.40x10^{17}$	$3.10x10^{-2}$	42	$2.10x10^{19}$	$1.60x10^{-5}$	350
	Cs-135	$1.20x10^{13}$	$9.40x10^{-1}$	1300	$1.90x10^{14}$	$3.80x10^{-1}$	350
4	Am-243	$7.60x10^{14}$	$1.60x10^{-2}$	$5.2x10^{4}$	$5.70x10^{15}$	$1.80x10^{-22}$	$4.8x10^{5}$
	Pu-239	$1.70x10^{16}$	$4.40x10^{-4}$	$1.8x10^{5}$	$3.60x10^{14}$	$1.70x10^{-8}$	$5.0x10^{5}$

I-129 $T_{1/2}$=1.57E7 г. Se-79 $T_{1/2}$=6.5E4 г.

Сорбционные и диффузионные характеристики (для трещиноватой среды с двойной пористостью)

Концептуальная модель трещинно-блочной среды



Коэффициенты сорбционного распределения и диффузии

Группа	Радио-нуклид	K_a	K_d	D_e	T1/2
		см	см³/г	м²/с(x10⁻¹²)	год
Инертные	**I-129**	0	0	0.1–2	1.57E7
	H-3			0.3–3	12.35
Слабо-сорбируемые	Tc-99	0.1–1	0.1–1	1,0	2.13E5
	Se-79			0.04	6.5E4
	Sr-90		1–10	0.1	29.12
Умеренно-сорбируемые	U-238	1–10	1–10	0.04	4.47E9
	Cs-137		10–100	0.09	30.0
	Cs-135				2.3E6
Сильно-сорбируемые	Am-243	10–100	100–1000	0.04	7.38E3

ИФХЭ РАН, Захарова Е.В., 2014

Условия	На порошках Kd, см3/г				На монолите Ka, см			
	Гнейс		Долерит		Гнейс		Долерит	
	20°C	90°C	20°C	90°C	20°C	90°C	20°C	90°C
^{36}Cl, ^{129}I, Se, ^{99}Tc	-	-	-	-	-	-	-	-
^{90}Sr	1.9E+01	1.1E+01	2.7E+01	2.8E+0				
^{137}Cs	2.2E+04	1.2E+03	2.4E+04	7.8E+0				
^{233}U	1.0E+01	2.5E+01	7.1E+01	5.0E+0				
^{237}Np	4.5E+00	1.7E+01	1.4E+01	2.1E+0				
^{239}Pu	6.3E+03	2.9E+03	1.2E+04	2.3E+0				
^{241}Am	1.6E+03	3.9E+03	3.6E+03	3.4E+0				

На порошках Радиевый институт, Андерсон и др. , 2003

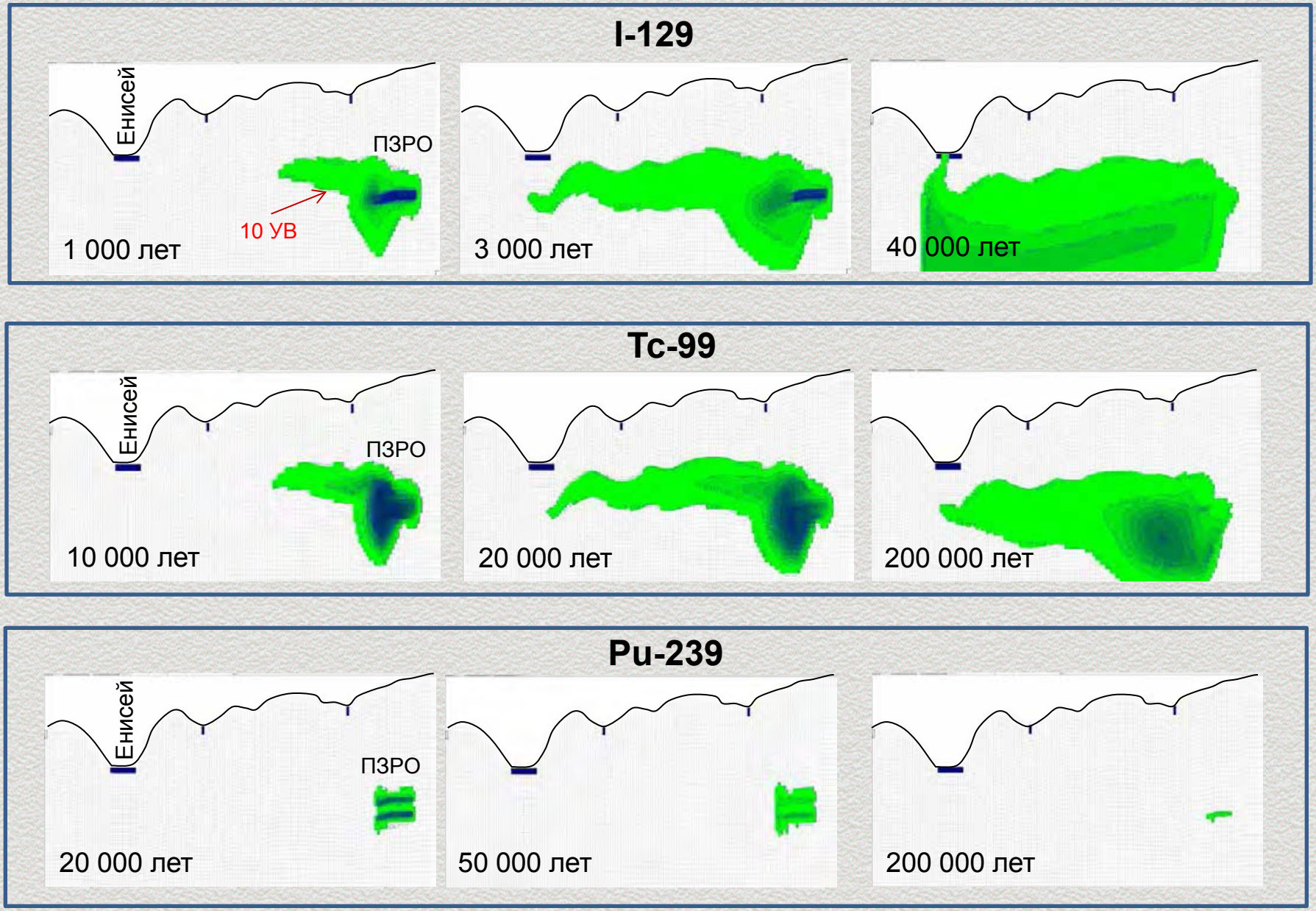
Тип породы	Коэффициенты распределения, K_d, см³/г		
	Америций	Плутоний	Нептуний
Лейкократные граниты	930-1300	430-560	0,9-1,3
Тоналиты	1300-1800	380-790	0,7-1,3
Гранодиориты	940-1800	430-1500	<0,2
Биотитгранит			
Окварцованный гранит			

На монолите

Радиевый институт, Андерсон и др. , 2001

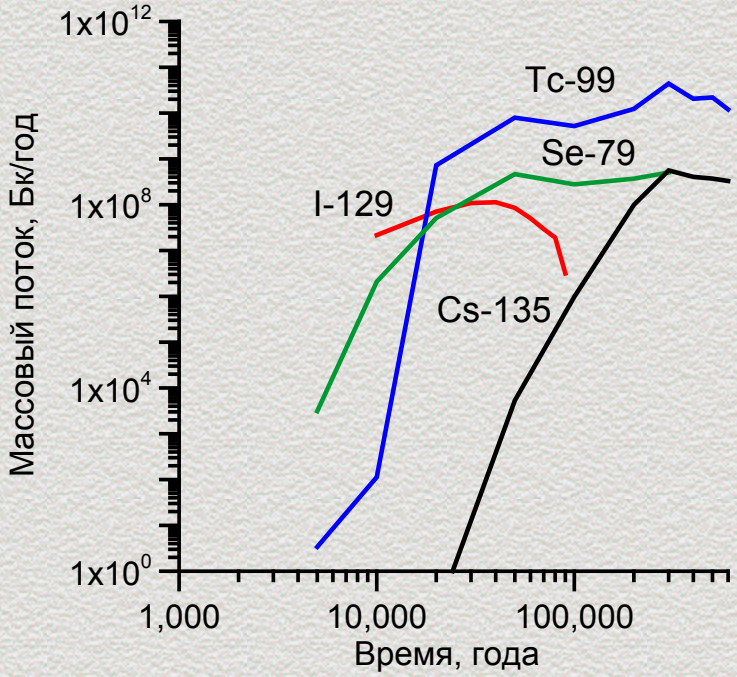
Тип породы	Америций Ka, см	Плутоний Ka, см	Нептуний Ka, см
Лейкократные граниты	6,5 – 9,7	2,1 – 5,4	0,04
Тоналиты	8,1 – 12,2	4,2 – 6,2	
Гранодиориты	13,3 – 18,5	52 – 140	

Динамика ореолов загрязнения после закрытия ПГЗРО

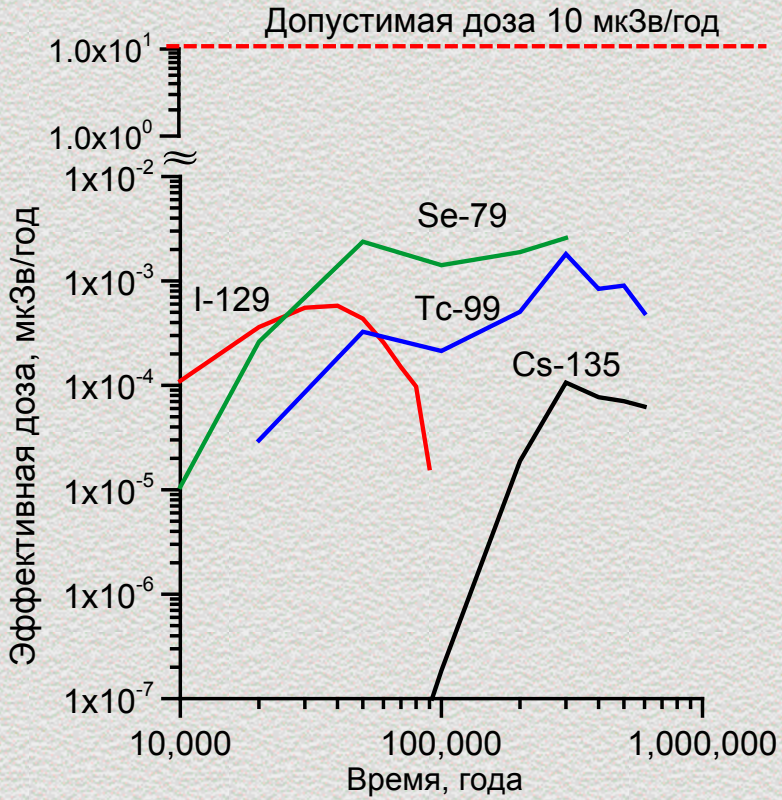


Прогнозы

Поток радионуклидов в зоне разгрузки ПВ в р. Енисей



Эффективные дозы

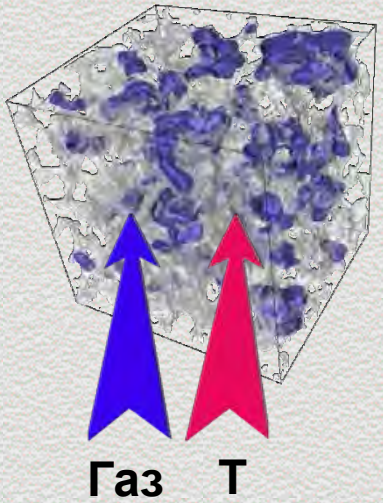


Прогноз последствий газогенерации и тепловыделения в ПГЗРО

Задачи:

- Оценка влияние роста температуры и давления в *горных выработках* на свойства барьерные материалы
- Оценка миграции радионуклидов в массиве в *газовой фазе*
- Оценка влияния теплового и газового потоков из ПГЗРО на миграцию радионуклидов в *растворенной форме*

TOUGH2 (двухфазная фильтрация и теплоперенос):



$$\frac{\partial(\mathbf{n}\mathbf{S}_\alpha\boldsymbol{\rho}_\alpha)}{\partial \mathbf{t}} + \nabla\cdot(\boldsymbol{\rho}_\alpha \mathbf{v}_\alpha) = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{v}_\alpha = -\frac{\mathbf{K}}{\boldsymbol{\mu}_\alpha}\mathbf{k}_\alpha(\mathbf{S}_\alpha)(\nabla \mathbf{P}_\alpha - \boldsymbol{\rho}_\alpha \mathbf{g})$$

$$\boldsymbol{\alpha} = \textbf{вода},\ \textbf{газ}$$

Исходные данные для расчета газогенерации и тепловыделения

Процессы газогенерации в ПГЗРО

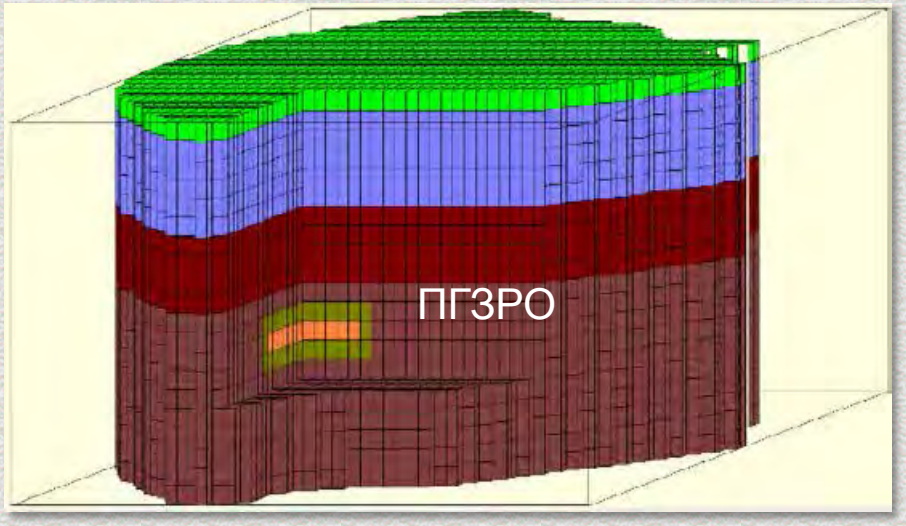
Источники	Продуцируемые газы	Процессы
РАО	H_2, CO_2, CH_4, … Радиоактивные газы (^3H, ^{222}Rn)	Коррозия Биодеградация Р/распад, радиолиз
Контейнер	H_2	Коррозия
Защитный контейнер	H_2	Коррозия
Инженерные барьеры	H_2 CO_2, CH_4, …	Радиолиз Биодеградация
Металлические конструкции	H_2	Коррозия

Интенсивность тепловыделения в ПГЗРО

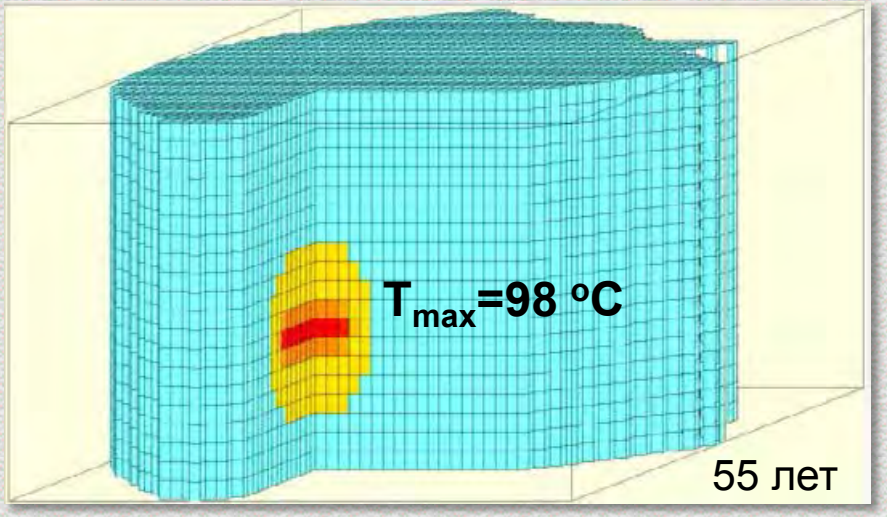
Генерация H_2: 3780 кг/год [*Javeri V., Baltes B. Licensing Oriented Scoping Analyses of Gas and Nuclide Transport in Underground Repositories*]

Распределение температуры

Модель



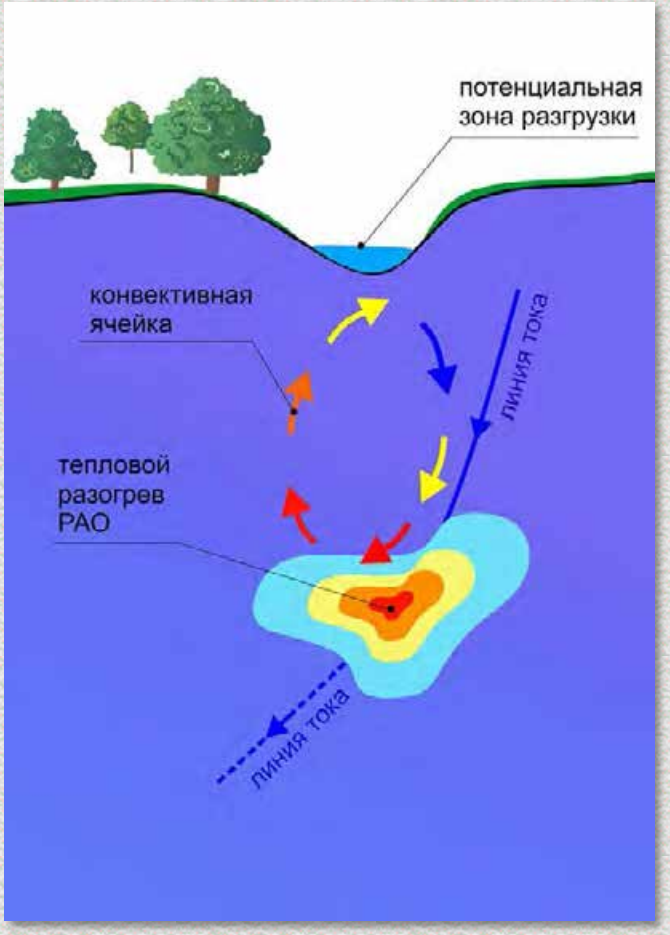
Распределение температуры



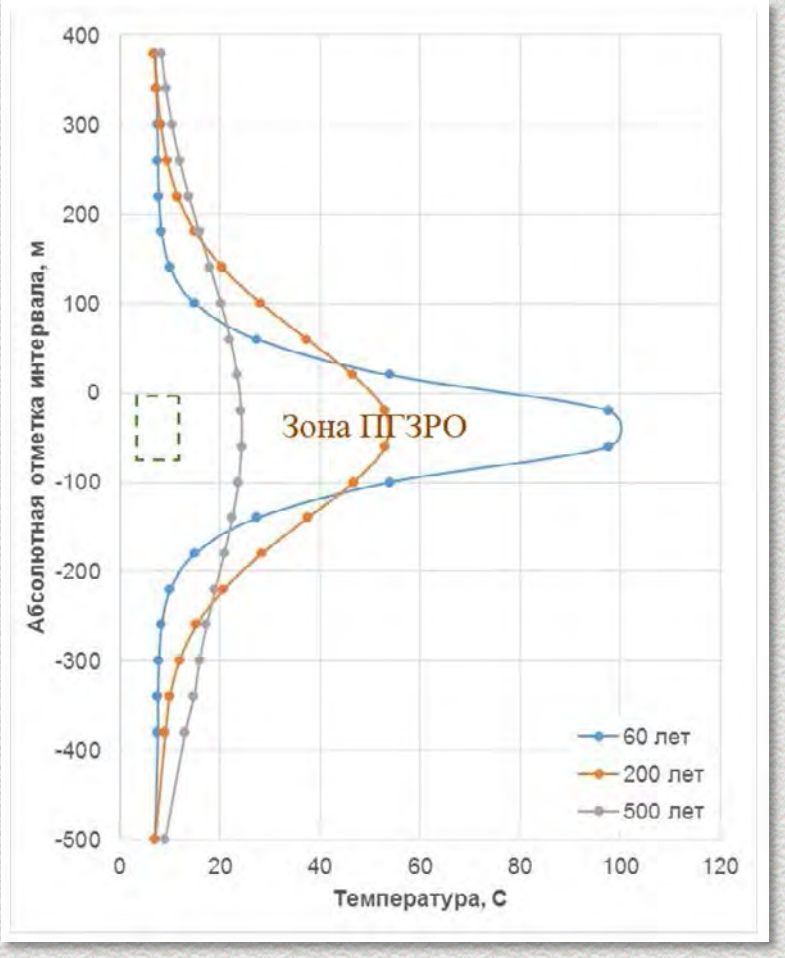
Задачи

1. Влияние разогрева на свойства материалов инженерных барьеров
2. Влияние разогрева на структуру гидродинамического потока

Формирование тепловой ячейки (концептуальная схема)



Температурное воздействие



Измерение температуры по глубине
(ось Z проходит через центр ПГЗРО)

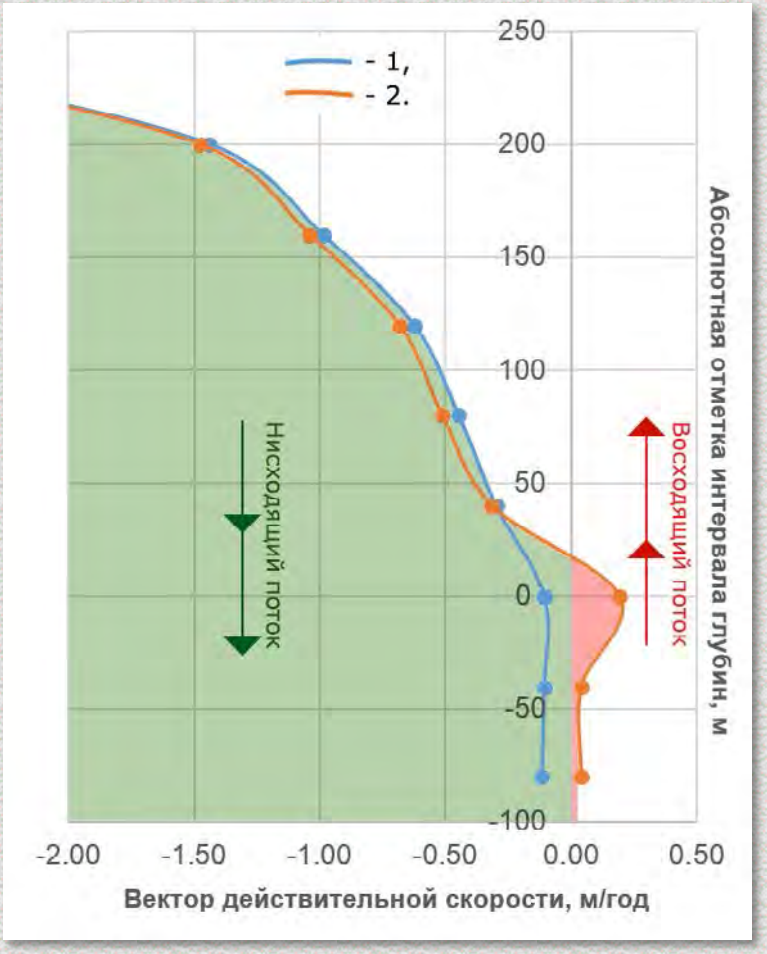
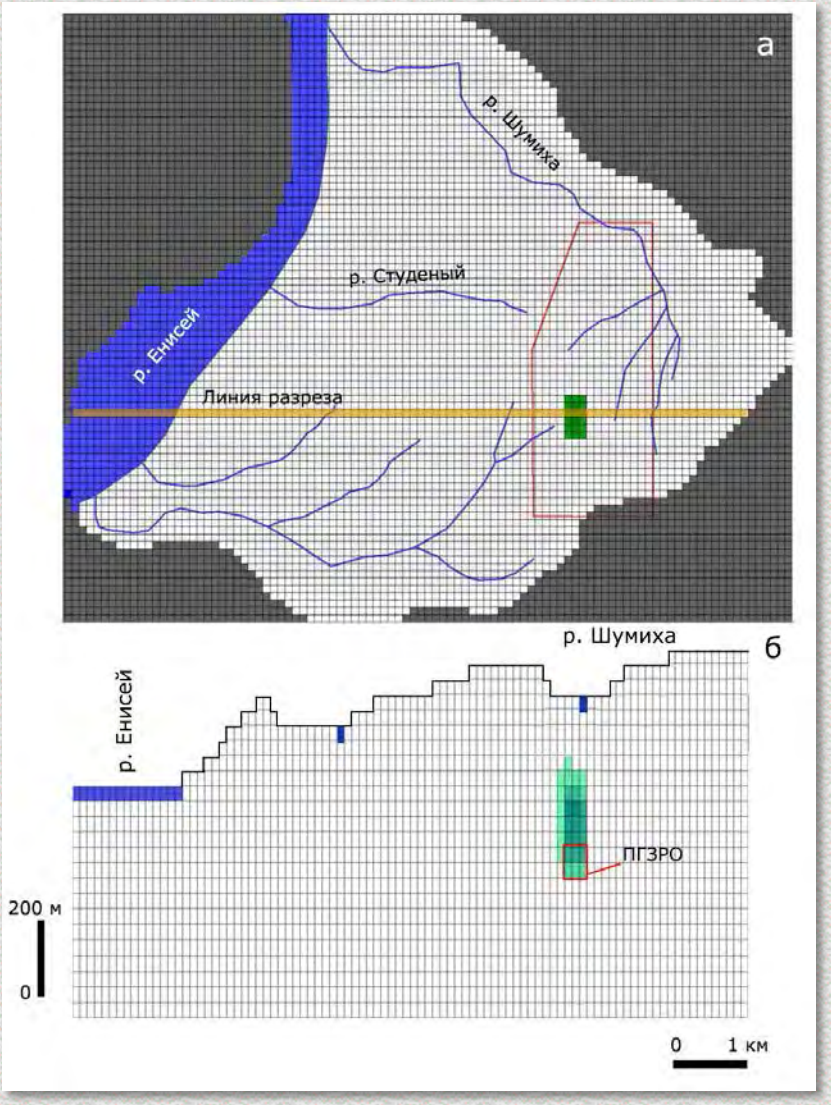


Диаграмма векторов горизонтальной компоненты
действительной скорости потока

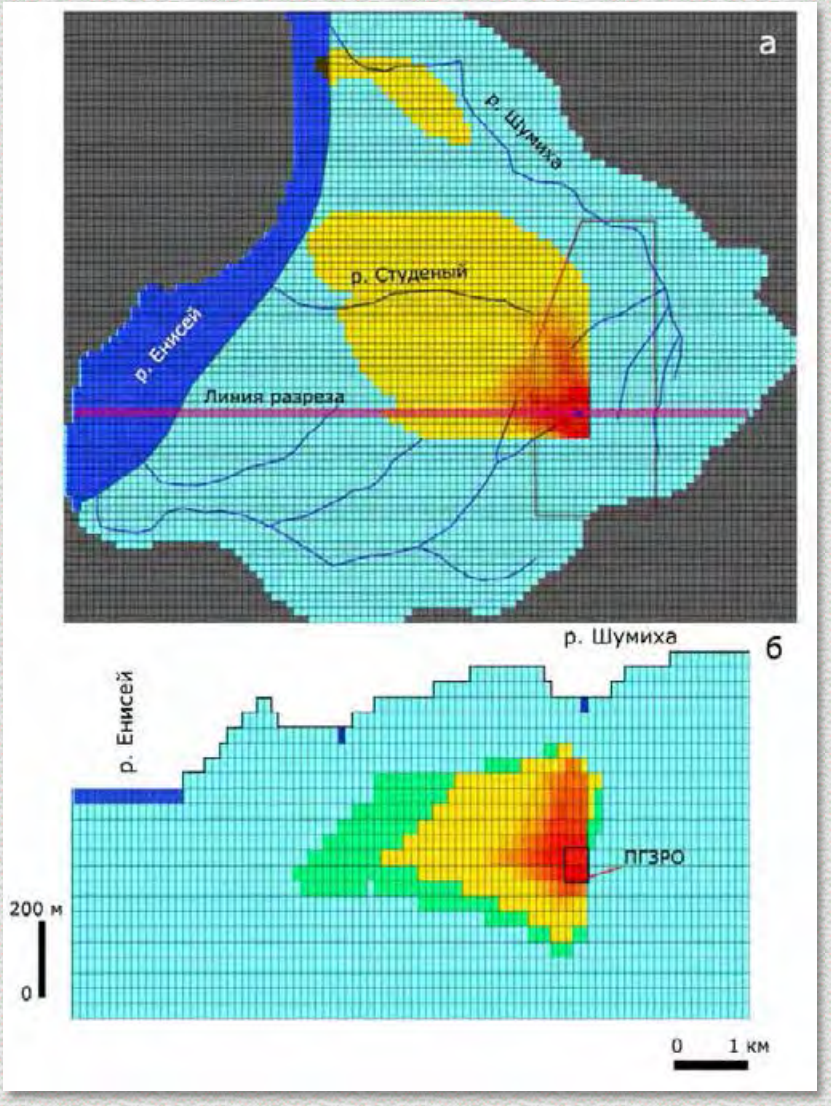
Прогнозы

Тритий (газ)



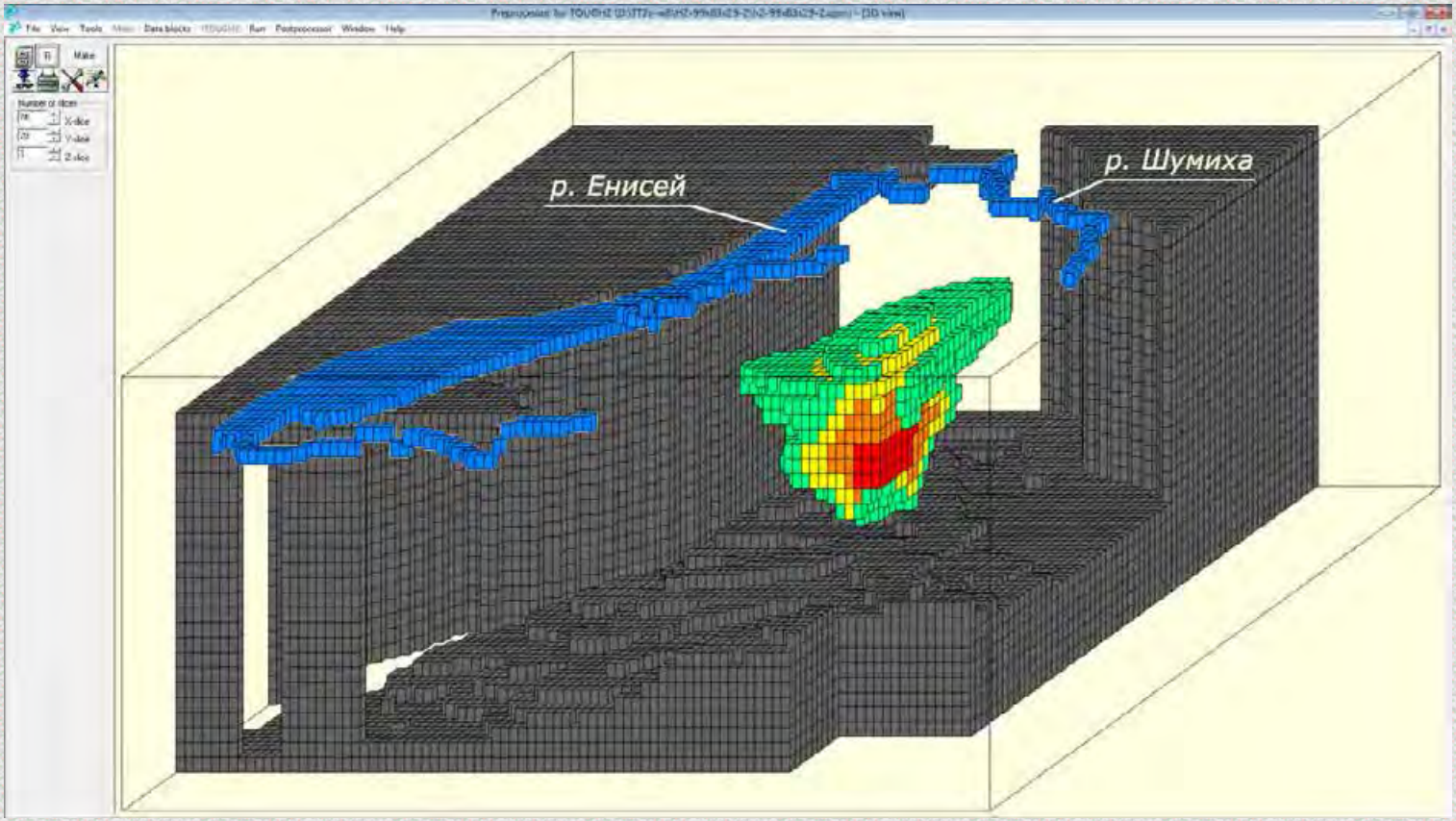
Распределение водорода на отметке заложения ПГЗРО (100 лет после начала газогенерации)

Тритий (растворенный)



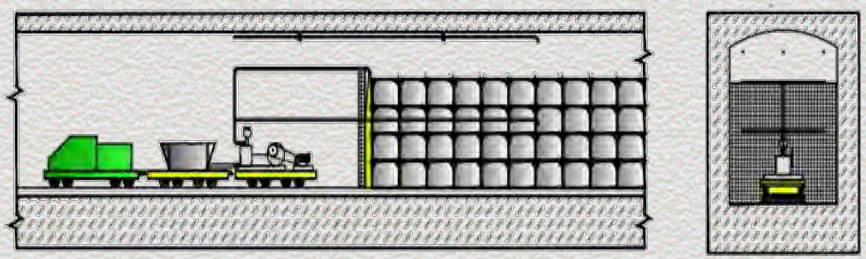
Растворенная часть водорода на отметке -20 м через 500 лет после начала выхода газовой фазы из хранилища

Трехмерное представление тритиевого ореола

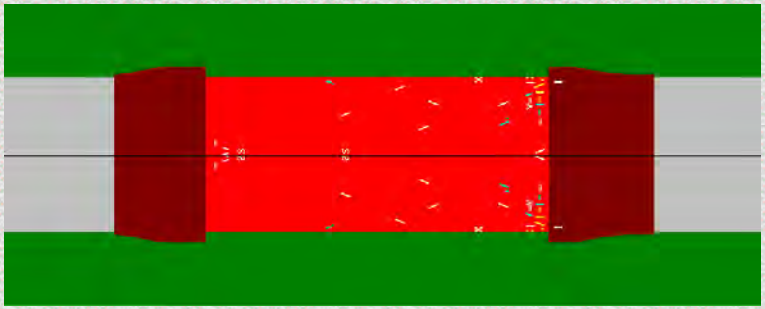


Геомеханическое обоснование бентонитовых перемычек

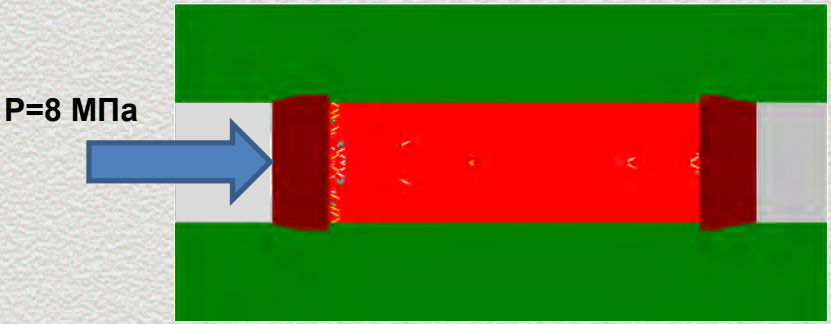
Закладка секции штабеля контейнеров



Задача I. Расчет ослаблений в окружающих породах и в перемычке от влияния набухания бентонита



Задача 2. Расчет ослаблений в окружающих породах и в перемычке от газового давления



Выводы (модельная концепция ОБД)

- Междисциплинарный подход:
  геология–геомеханика–гидрогеология–горное дело
- Сочетания локального (инженерные барьеры)
  и регионального масштабов исследований
- Сочетание моделей, основанных на представлениях сплошности среды с моделями дискретного строения
- Нормальный режим эксплуатации и аварийные сценарии
- Учет глобальных климатических изменений в геологическом разрезе времени
- Принцип обратной связи с полевыми изысканиями

Материалы и консультации специалистов

ФГУП НО РАО

ФГУП РосРАО

ОАО «ВНИПИпромтехнологии»

ОАО «Красноярскгеология»

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)

НИТИ им. Александрова

Гидроспецгеология

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН

Federal Institute for Geosciences and Natural Resources,
Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, DBE TECHNOLOGY

Спасибо за внимание!

X Юбилейная Российская научная конференция
«Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях»
М О С К В А, 22 – 25 сентября 2015 г.

РАДИОЭКОЛОГИЯ И ВОПРОСЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Р.М. Алексахин

Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии

Радиоэкология – наука, изучающая миграцию радионуклидов в природной среде и действие ионизирующих излучений на живые организмы в среде их обитания (популяции и экосистемы)

В прикладном плане основная задача радиоэкологии на современном этапе состоит в оценке и обосновании экологической состоятельности и радиационной безопасности окружающей среды при любых видах использования ядерной энергии

Экологические проблемы ядерной энергетики – центральная задача современной радиоэкологии

В комплексе факторов, определяющих развитие ядерной энергетики на современном этапе, – экономических, социальных, политических и др., приоритетное положение занимает экологический аспект

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РАДИОЭКОЛОГИИ

1895 – 1910 гг.
Зарождение радиоэкологии

1910 – 1950 гг.
Исследование природной радиоактивности

1950 – 1970 гг.
Испытания ядерного оружия
Глобальное загрязнение биосферы

1972 г. – по настоящее время
Ядерная энергетика
Использование радиационных технологий

РАДИОЭКОЛОГИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Обращение с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;

Радиоэкологические аспекты аварий с выбросом радионуклидов в окружающую среду;

«Отложенные проблемы ядерного наследия» - радиационная безопасность и радиоэкология;

Снятие с эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов

РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ

Основным направлением управления радиоактивными отходами является продолжение разработки эффективных методов снижения химической подвижности и биологической доступности компонентов РАО

Изыскание мест долговременного хранения РАО

Объём накопленных РАО (данные Национального оператора РАО)

В России накоплено около 500 млн. куб. м РАО

Низкоактивные отходы
~ 99,3 %
Среднеактивные отходы
~ 0,67 %
Высокоактивные отходы
~ 0,03 %

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЫСТРЫХ РЕАКТОРОВ И ЗАМЫКАНИЕМ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

1. Использование концепции радиоэкологической эквивалентности

2. Исключение тяжелых аварий

3. Радиоактивные отходы и трансмутация

4. Формирование РАО с более «дружественным к биосфере радионуклидным составом»

5. Нитридное топливо и проблемы радиоэкологической безопасности (в том числе ^{14}C)

6. Проблемы актиноидов

7. Возможное использование ^{238}U

Радиационная эквивалентность при обращении с РАО

Радиационная эквивалентность обращения с долгоживущими РАО предполагает одинаковое воздействие на человека и биоту компонентов ДВАО, мигрирующих из места их захоронения, и изъятых из этого места природных радионуклидов уранового семейства в составе ядерного топлива.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОНЯТИЙ:

радиационная эквивалентность
радиационно-миграционная эквивалентность
радиоэкологическая эквивалентность

Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии

Совершенствование концепции радиоэкологической эквивалентности

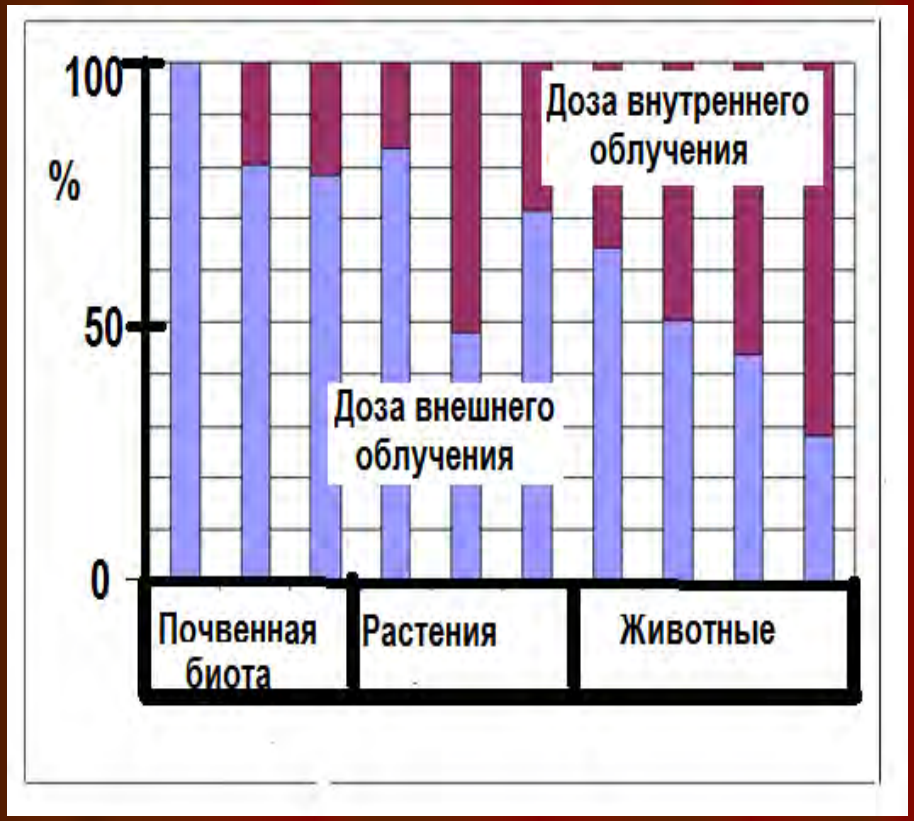
включение в число объектов воздействия биоты (помимо традиционного подхода – только человека)

мотивация включения биоты в число объектов воздействия – высокие дозы её облучения – биота облучается сильнее, чем человек, находящийся в той же экосистеме (человек vs биота)

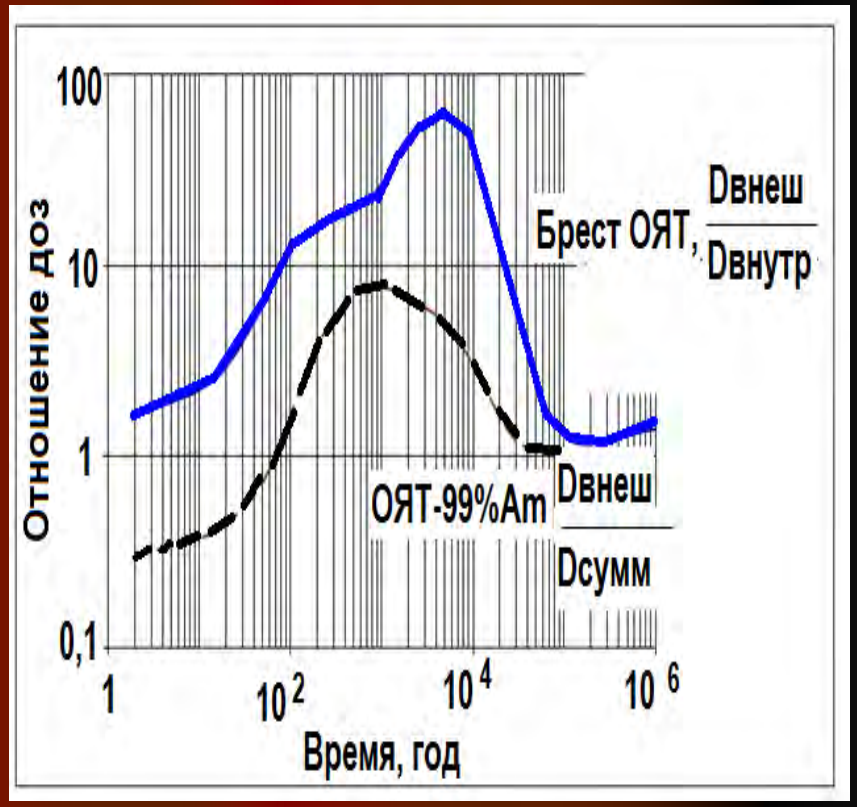
анализ всех путей радиационного воздействия на человека (с акцентом на пероральный)

Количественная оценка воздействия выбросов ядерных объектов на окружающую среду

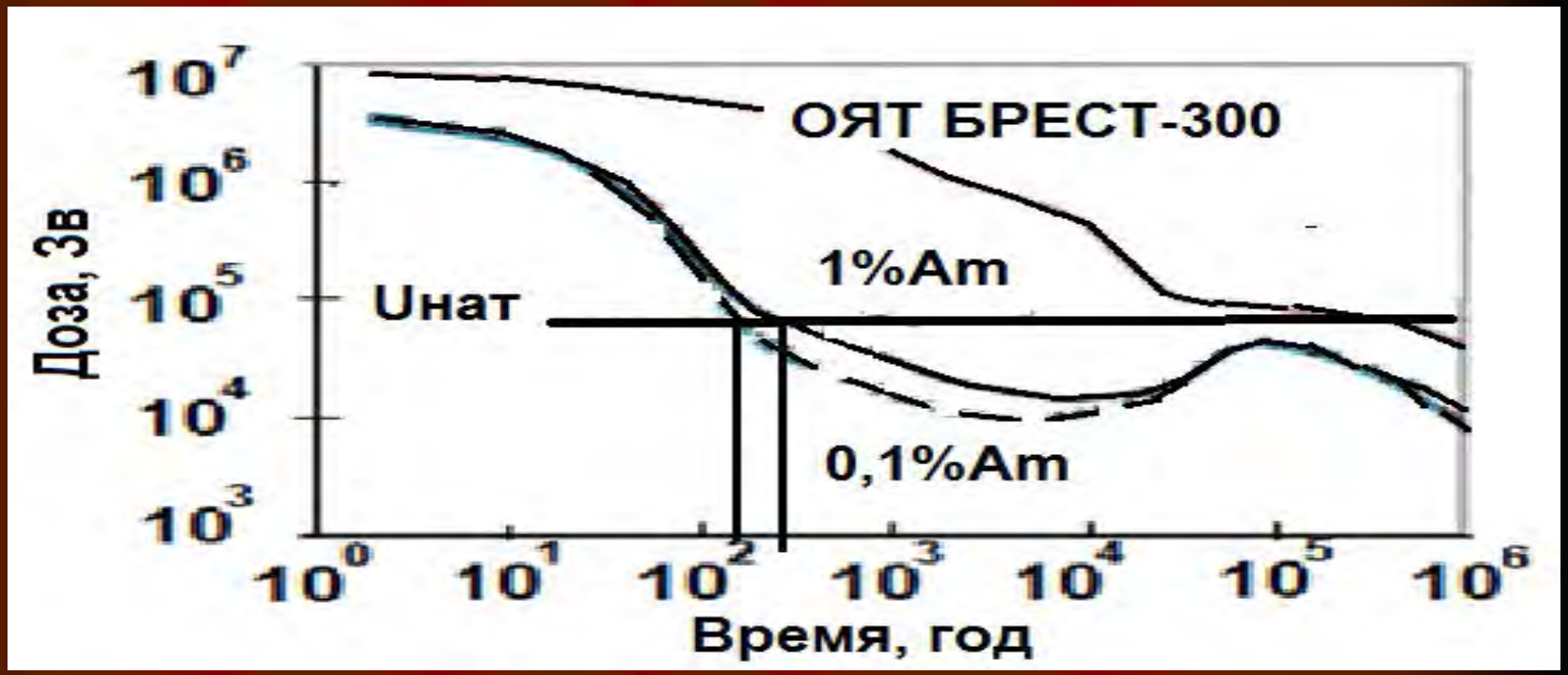
БИОТА



ЧЕЛОВЕК



Достижение радиационной эквивалентности при переработке ОЯТ по воздействию на человека



Эквивалентность на 300 лет достигается при условии выделения Am с остатком в отходах менее 1%

Радиационные аварии с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду

1. Современная доктрина развития ядерной энергетики и радиационные аварии.

2. Ретроспективный анализ последствий крупнейших радиационных аварий (Кыштым, 1957; Уиндскейл, 1957; Чернобыль, 1986; Фукусима, 2011).

3. Указанные радиационные аварии как аграрные. Причины

а. Радионуклидсодержащая сельскохозяйственная продукция как источник облучения.
б. Дозы облучения сельского населения выше, чем городского.
в. Регулирование внутреннего облучения (потребление сельскохозяйственной продукции) экономически и технологически эффективнее, чем внешнего.

РАДИОЭКОЛОГИЯ И «ЯДЕРНОЕ НАСЛЕДИЕ»

Два вида радиационной опасности в районах «ядерного наследия»:

радиационное поражение биоты и

радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды

ОСНОВНАЯ ПАРАДИГМА РАДИОЭКОЛОГИИ

При *радиоактивном загрязнении* объектов природной среды отмечается превышение концентрации радионуклидов санитарно-гигиенических нормативов, признаков радиационных повреждений у объектов не наблюдается

При *радиационном поражении* отмечаются видимые признаки радиационного угнетения живых организмов

РАДИОЭКОЛОГИЯ И «ЯДЕРНОЕ НАСЛЕДИЕ»

Роль радиационного повреждения биоты незначительна.

Основное значение имеет повышенное содержание радионуклидов в объектах окружающей среды (в первую очередь в сельскохозяйственной продукции).

Что такое обеспечение радиоэкологической безопасности в зонах «ядерного наследия».

Основы реабилитации этих районов – обеспечение радиационной безопасности населения.

РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Две основные концепции –
антропоцентрическая и экоцентрическая**

Антропоцентризм. **Если радиационными стандартами защищен человек, то в этих условиях защищена и биота (окружающая среда)**

Недостатки
а. Нет прямых доказательств защищенности от облучения у биоты
б. Неэквидозность облучения человека vs биота в экосистемах
в. Экосистемы без человека

Экоцентризм. **Требование доказательств защищенности биоты от облучения**
Человек может быть здоров только в здоровой среде

НОРМИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: ЧЕЛОВЕК VS БИОТА

Два принципа радиационной защиты

Человек:
а. Основа – стохастические эффекты (радиационно-индуцированный онкогенез)
Линейная беспороговая концепция
б. Объект нормирования – индивидуум

Биота:
а. Основа – детерминированные эффекты (биоразнообразие, плодовитость, смертность и т.п.)
б. Объект нормирования – популяция

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

Радиационно-гигиенические и экологические нормативы

ЧЕЛОВЕК	**1 мЗв/год**
БИОТА	**1–10 мГр/сутки (0,4 – 4 Гр/год)**
РАЗНИЦА	**400 – 4000 раз**

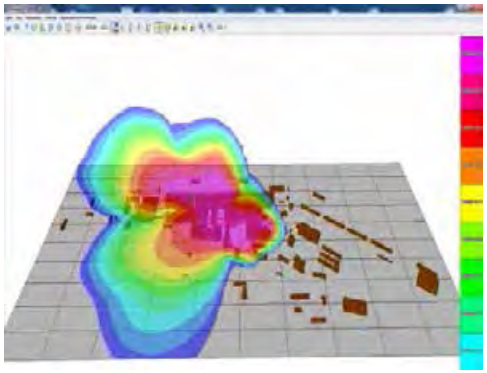
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

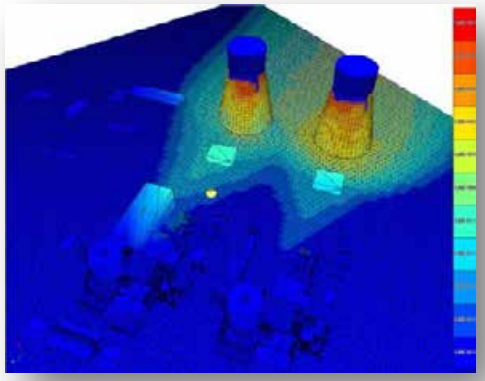
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики
Российской академии наук
Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences
ИБРАЭ

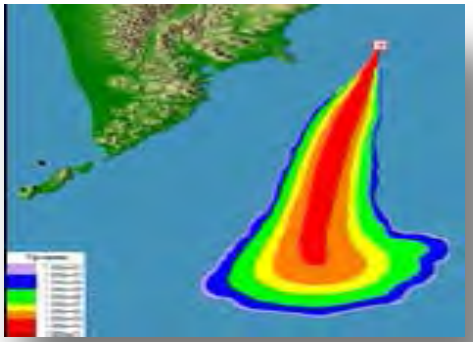
Чрезвычайные ситуации радиационного характера. Опыт мониторинга, прогнозирования и научно-технической поддержки реагирования.

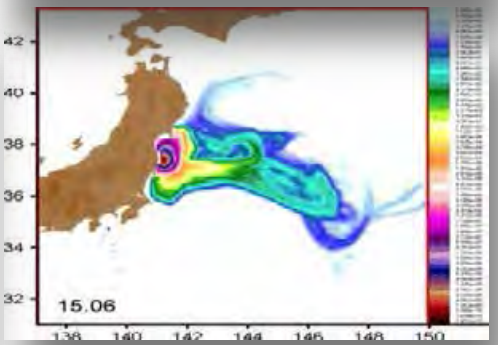
профессор
Р.В. Арутюнян,
зам. директора ИБРАЭ РАН

Программно-технические комплексы (ПТК) для оценки и анализа последствий аварий









ФЦП ЯРБ 2008 – 2015
Создано 11 ПТК

- **ПТК с 3-D моделями по оценке последствий радиационных аварий в условиях сложной промышленной застройки**
- **ПТК по оценке последствий радиационных аварий для ОС (вода, воздух)**

Программно-технические комплексы (ПТК) для оценки и анализа последствий аварий

- Система аварийного прогнозирования распространения радионуклидов в атмосфере субъектов РФ;
- Программный комплекс оперативного расчета характеристик полей гамма-излучения, создаваемых источниками произвольной формы;
- Программное средство для оценки последствий радиационных аварий и определения экстренных мер защиты населения в первые часы после начала аварии;
- Программное средство расчета доз внешнего и внутреннего облучения человека от источников ионизирующего излучения различного типа;
- Программное средство оценки ядерных и радиационных событий по Международной шкале ядерных событий (ИНЕС);
- База данных типовых аварийных ситуаций на ЯРОО с выходом радиоактивных веществ в окружающую среду;
- Программный комплекс прогнозирования радиационной обстановки при радиоактивных атмосферных выбросах в ближней зоне ЯРОО;
- Электронный справочник по нормам и правилам радиационной безопасности в условиях радиационных инцидентов и аварий;
- Программное средство оперативной оценки радиационных последствий при сбросе радиоактивных веществ в акваторию;
- Библиотека трехмерных цифровых моделей промплощадок и сооружений ЯРОО;
- Комплекс программных средств расчета переноса газоаэрозольной примеси в трехмерной геометрии промышленной застройки.

Программно-технические комплексы (ПТК) для оценки и анализа последствий аварий

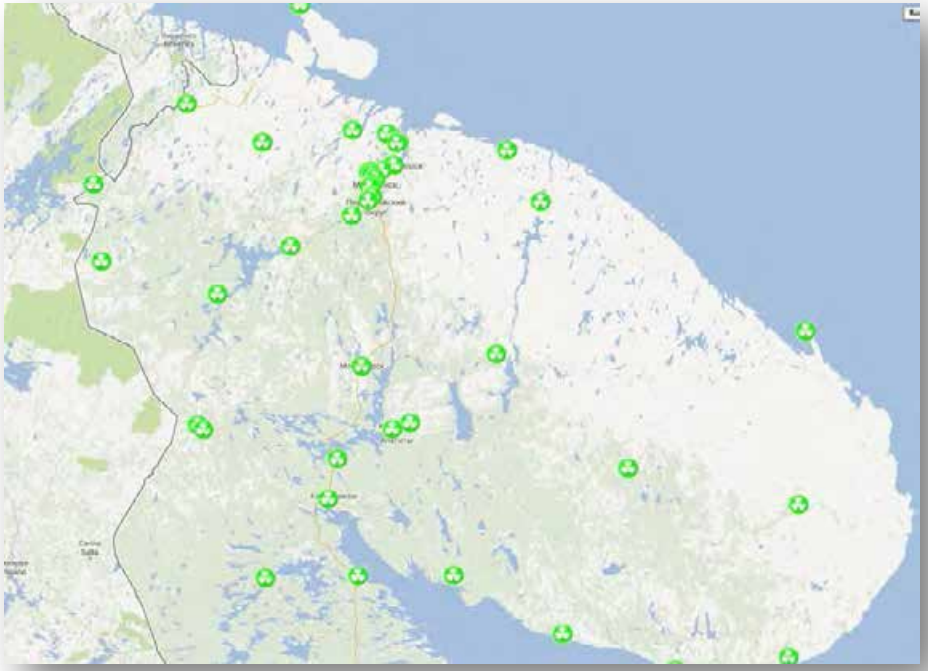
Предприятия ГК «Росатом», на которых прошла/проходит/ опытная эксплуатация разработанных ПТК:

1) **ФГУП «СКЦ Росатома»;**
2) **ФГУП АТЦ СПб;**
3) **ФГУП «ГХК»;**
4) **АО «ГСПИ»;**
5) **АО «ПО ЭХЗ»;**
6) **АО «СХК».**

Идет работа по регистрации данных ПТК в качестве РИД ГК «Росатом».

Территориальные системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования

Созданы в рамках ФЦП ЯРБ совместно с Росгидрометом, МЧС России, Госкорпорацией «Росатом», РАН, администрациями территорий в субъектах Российской Федерации



Объем работ:

Создание кризисных центров;
Создание территориальных АСКРО;
Разработка программно-технических средств оценки, анализа и прогноза радиационной обстановки;
Создание передвижных радиометрических лабораторий;
Проведение учений и тренировок.

1. **Москва**
2. **Мурманская область**
3. **Архангельская область**
4. **Калужская область**
5. **Тверская область**
6. **Камчатская область**
7. **Сахалинская область**
8. **Калининградская область**
9. **Томская область**
10. **Свердловская область**
11. **Волгоградская область**
12. **Воронежская область**
13. **Нижегородская область**
14. **Ульяновская область**
15. **Курская область**
16. **Ленинградская область**
17. **Приморский край**
18. **Хабаровский край**
19. **Красноярский край**
20. **Московская область**
21. **Брянская область**
22. **Тульская область**
23. **Ростовская область**
24. **Саратовская область**
25. **Смоленская область**

Задачи ЦНТП ИБРАЭ РАН НП-005-98

- оценка и прогноз основных характеристик источника радиоактивного выброса, доз облучения населения;
- прогноз загрязнения окружающей среды с учетом данных радиационного мониторинга;
- рекомендации по защите населения и объектов окружающей среды;
- оптимизация защитных мероприятий.

– 5 групп
– 23 модели/ПТК
– ВОЛС, спутниковые системы связи, ISDN
– ДГУ

Опыт экспертов ЦНТП ИБРАЭ РАН

Аварии	Период работы
Чернобыльская АЭС (1986)	1986 – н. вр.
Армянская АЭС (1988)	1988 – 1989
Южный Урал (1949-1951, 1957)	1957 – 2003
СХК (1993)	1993 –1995
Бухта Чажма (1985)	1995 –2002
Ядерные испытания	1970 – 1990
Ядерная авария г. Токаймура (Япония, сентябрь, 1999 г.)	1999
АЭС «Фукусима-1»	2011-2013
ОАО «ЭЗТМ» (Московская область)	2013

Эксперты ЦНТП – 48 человек, ведущие специалисты в области физики реакторов, радиационной безопасности, радиационного мониторинга, радиационной защиты, радиоэкологии.

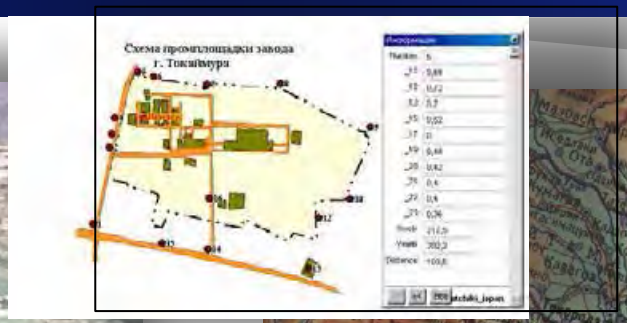
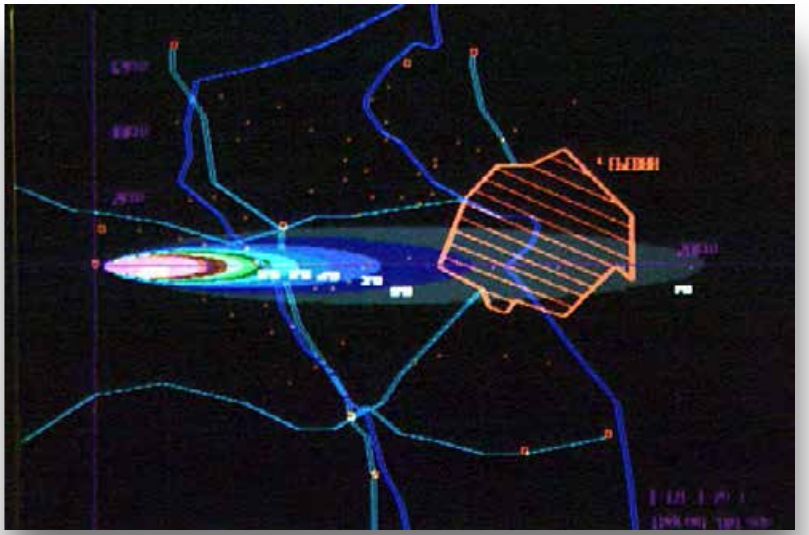


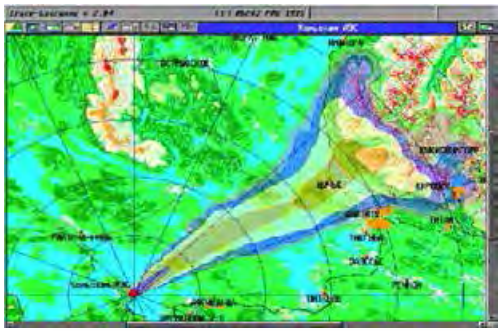
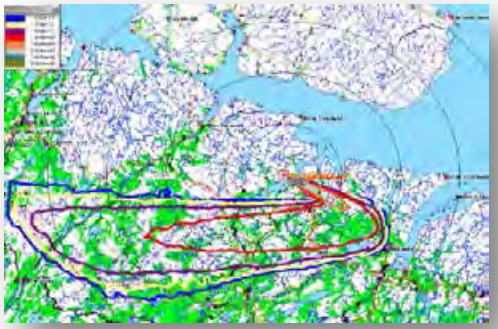
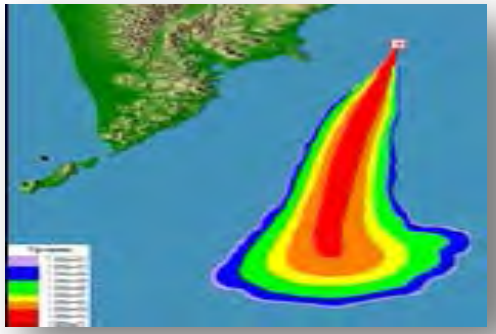
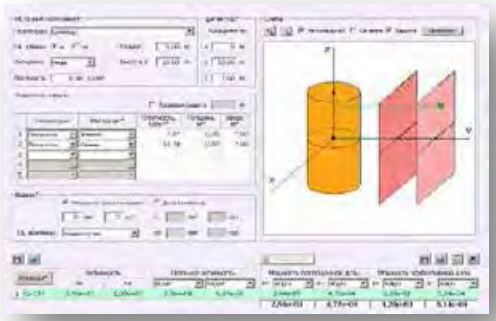
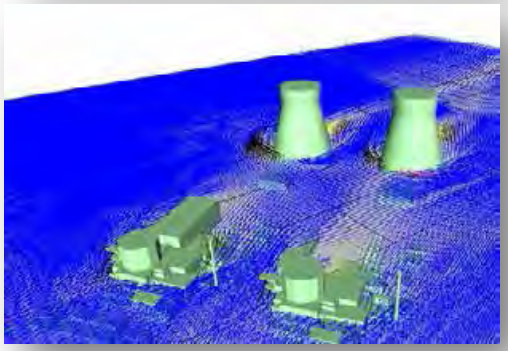
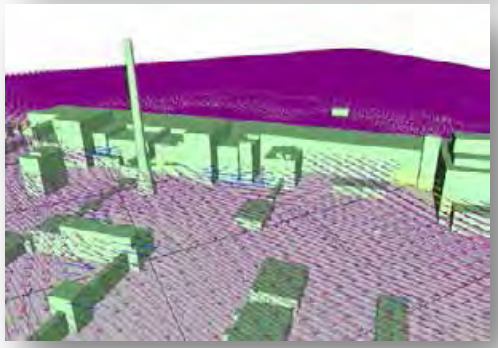
Схема промплощадки завода
г. Токаймура

Место аварии
ТОКИО
ЙОКОГАМА



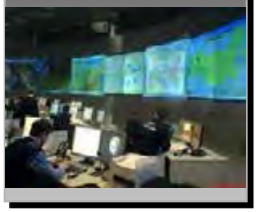
Программно-технические комплексы

- **ПТК по оценке последствий радиационных аварий**
- **ПТК с 3-D моделями по оценке последствий радиационных аварий в условиях сложной промышленной застройки**

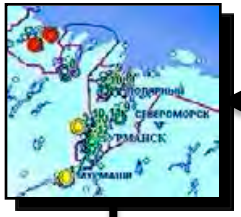







Территориальная система радиационного мониторинга и аварийного реагирования Мурманской области

НЦУКС МЧС



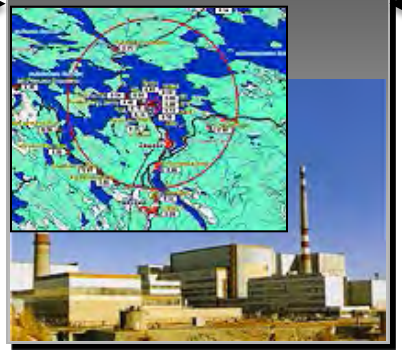
СЗРЦ МЧС
АП МЧС МО



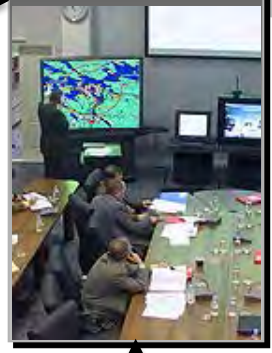
Ситуационный центр Правительства области

КЦ ГОЧС и ПБ

Кольская АЭС



КЦ РЭА

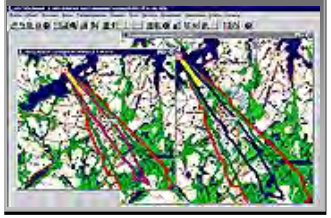


Минпромторг

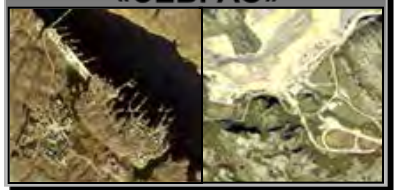
Росгидромет

ЦСОИ управления Росгидромета

ПТК прогноза



Филиалы ФГУП «СЕВРАО»



СПД Кольской АЭС

КЦ ФГУП «СЕВРАО»

СКЦ Росатома

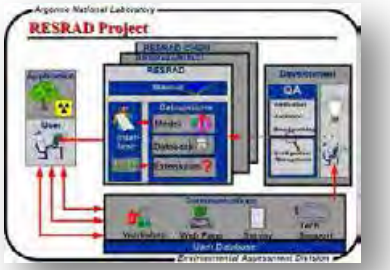
ЦНТП ИБРАЭ РАН экспертная поддержка

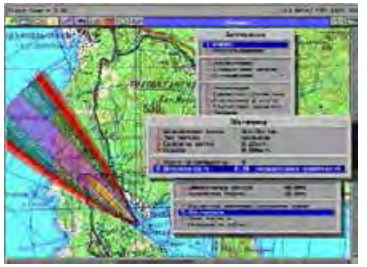
Территориальные системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования

Созданы ИБРАЭ РАН совместно с МЧС России, Росатомом, Росгидрометом, администрациями территорий в субъектах Российской Федерации

1. Москва
2. Калужская область
3. Орловская область
4. Тульская область
5. Брянская область
6. Тверская область
7. Курская область
8. Воронежская область
9. Волгоградская область
10. Калининградская область
11. Ленинградская область
12. Архангельская область
13. Мурманская область
14. Челябинская область
15. Свердловская область
16. Курганская область
17. Алтайский край
18. Красноярский край
19. Томская область
20. Республика Саха (Якутия)
21. Хабаровский край
22. Камчатская край
23. Приморский край
24. Сахалинская область

Аппаратно-программные средства





Учения и тренировки

- 7 тренировок и учений в год на ЯРОО России
- 1-2 международных учения в год с участием МАГАТЭ и стран Арктического Совета
- С 1996 года ЦНТП ИБРАЭ РАН участвовал в более чем 30 крупных национальных и международных учениях, в том числе на всех АЭС России, учениях в Сакле (Франция), учениях на Армянской АЭС «Арагац-99», «Урал-99», «НИИАР-2003», «Атомфлот-2005», сериях учений «Арктика» (2008 – 2013 гг.)

Примеры реального реагирования

1. **30.09.1999 - По запросу Посольства Японии в Москве и СКЦ Минатома в ЦНТП ИБРАЭ проводился оперативный анализ возможных последствий и контрмер при аварии на заводе по производству ядерного топлива в г. Токаймура, Япония.**
2. **11.03.11 – 14.04.11 – Режим ЧС в ЦНТП ИБРАЭ РАН, АЭС «Фукусима-1».**
3. **12.09.11 – Радиационный инцидент на ОАО «ЭЗТМ»**

TOSHIBA

Для информации! Срочно!

Институту безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук

ПЕРВЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВРУЧИТЬ НЕМЕДЛЕННО

МОСКВА

1. Госкорпорация "Росатом" (С.В.Кириенко)

Прошу обеспечить совместно с Институтом безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук постоянный мониторинг и анализ развития ситуации на аварийных энергоблоках АЭС Японии.

2. Росгидромет (А.В.Фролову)

Прошу обеспечить совместно с Институтом безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук мониторинг, оценку и прогноз метеообстановки Дальневосточного федерального округа Российской Федерации с оценкой возможного трансграничного переноса радиоактивных веществ.

Провести консервативный анализ и прогноз распространения радиоактивного загрязнения в окружающей среде с оценкой возможного воздействия на население субъектов Российской Федерации, входящих в Дальневосточный федеральный округ.

3. МЧС России (С.К.Шойгу)
Минздравсоцразвития России (Т.А.Голиковой)
Госкорпорация "Росатом" (С.В.Кириенко)

Прошу организовать совместно с органами исполнительной власти Камчатского края, Приморского края, Хабаровского края, Магаданской области, Сахалинской области внеплановые проверки готовности сил и средств противоаварийного реагирования, а также принять меры профилактической радиационной защиты на территории указанных субъектов Российской Федерации.

Срок - 22 марта 2011 г.

Шувалов

"14" марта 2011 г.

ИБРАЭ РАН
Вход. № 8-111
16 МАР 2011 г.

ИШ-07-1476

21031570 dec

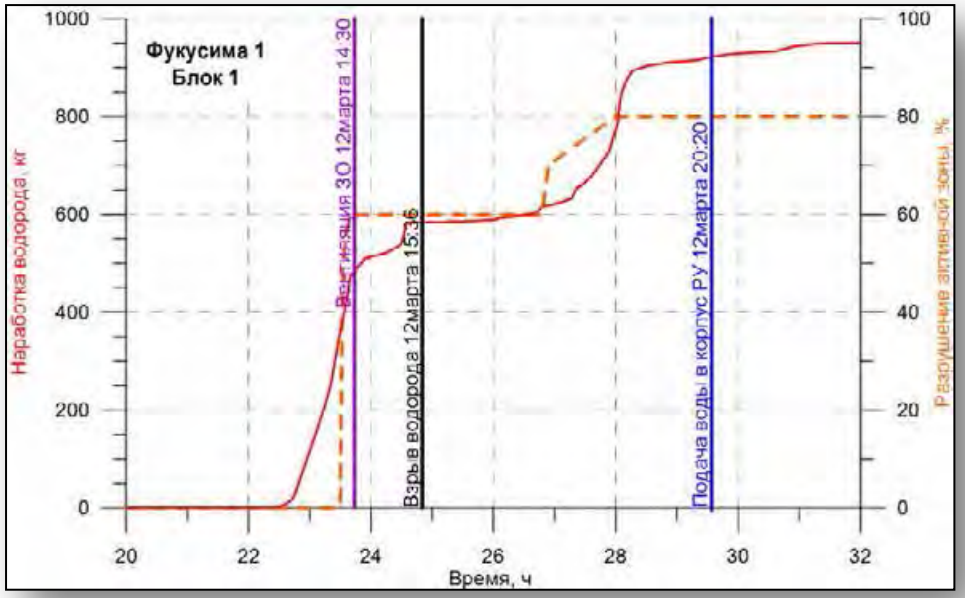
Оперативному дежурному МЧС России 12/03/11, 21:00

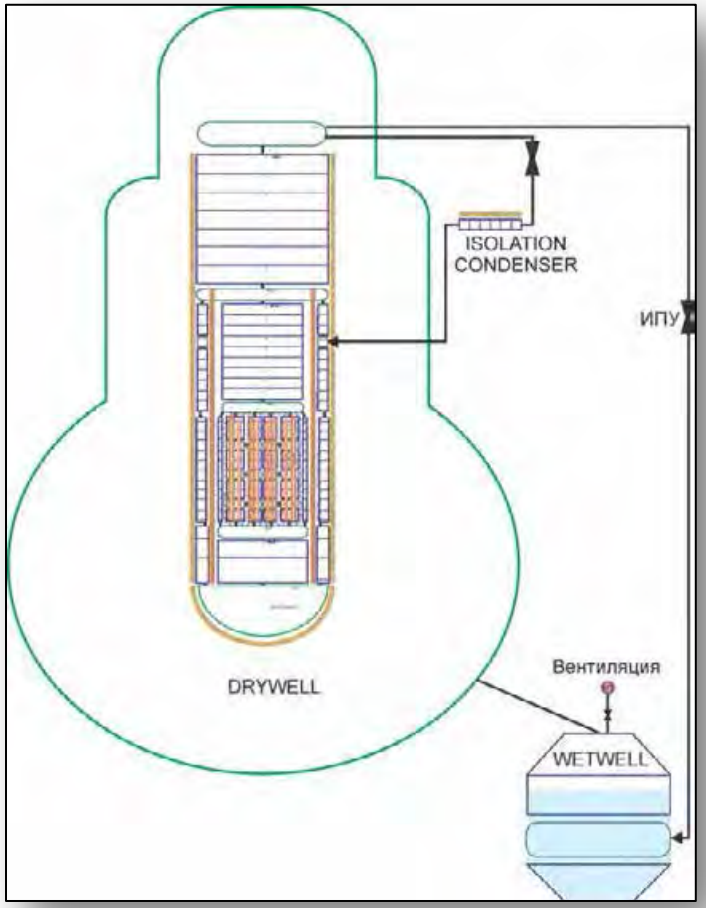
Справка № 9

Расчетный анализ консервативного по сценарию протекания аварии на АЭС показывает, что прогнозируемые дозы облучения даже в случае выпадения осадков над территорией г. Владивостока значительно меньше значений, представляющих сколь-либо значимый ущерб здоровью и не требуют каких-либо мер вмешательства.

Расчетный прогноз ситуации на АЭС «Фукусима-1»

	Расчетное время (яп.) взрыва водорода	Фактическое время (яп.) взрыва водорода
Блок 1	12 марта 15:16	12 марта 15:36
Блок 2	15 марта 05:45	15 марта 06:14
Блок 3	14 марта 08:00	14 марта 11:01

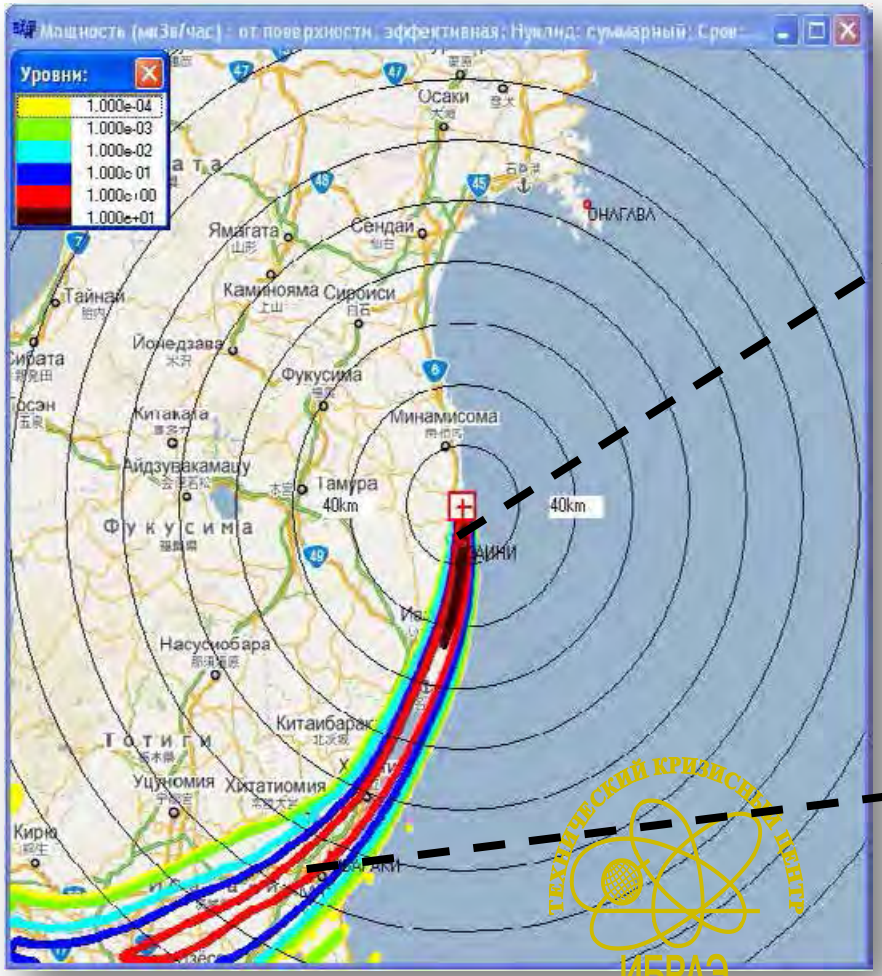


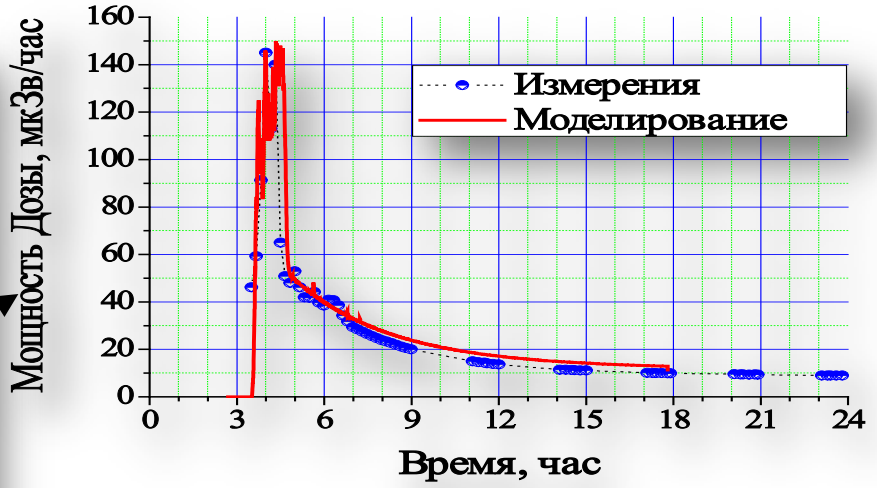


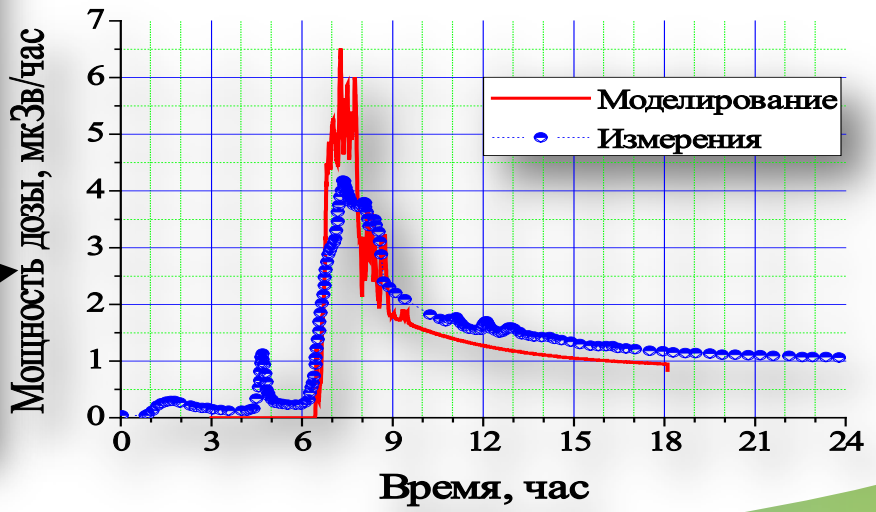
Расчетная модель РУ BWR/3 для кода СОКРАТ

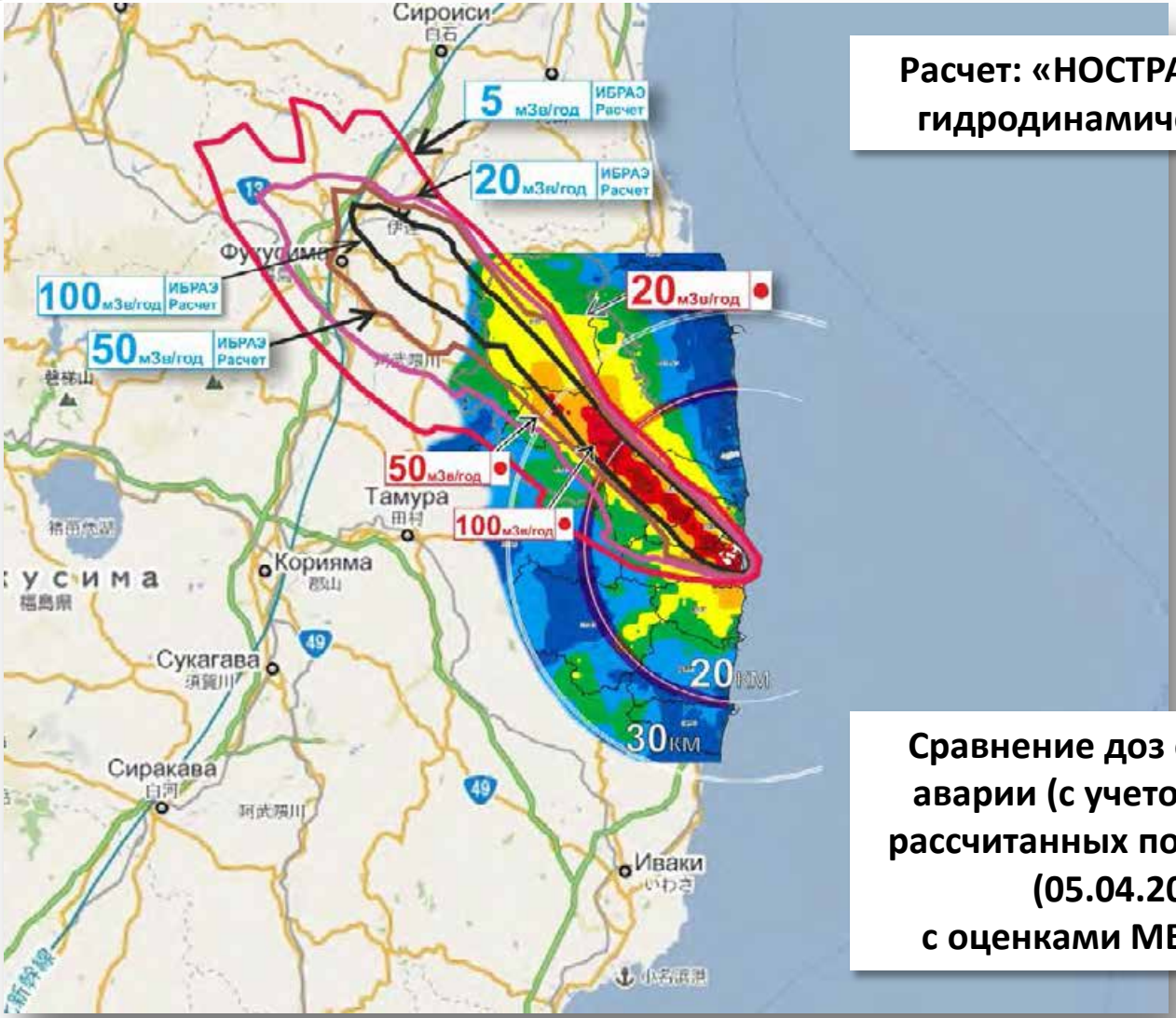
Фукусима-1

Прогноз радиационной обстановки на южном следе







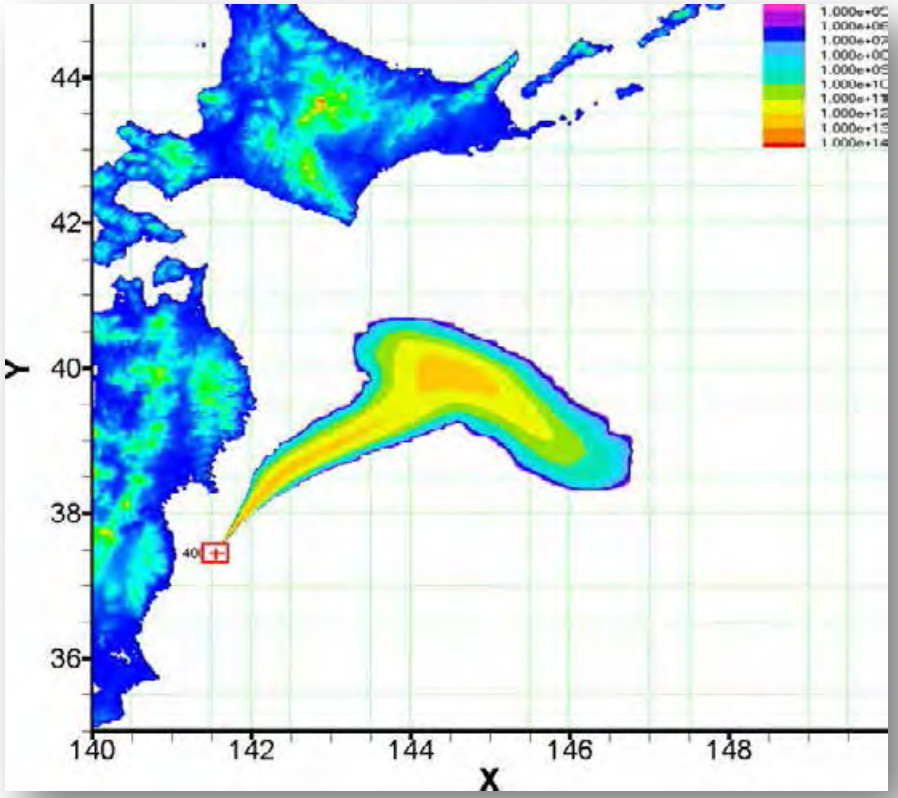


Расчет: «НОСТРАДАМУС» + региональная гидродинамическая модель WRF-ARM.

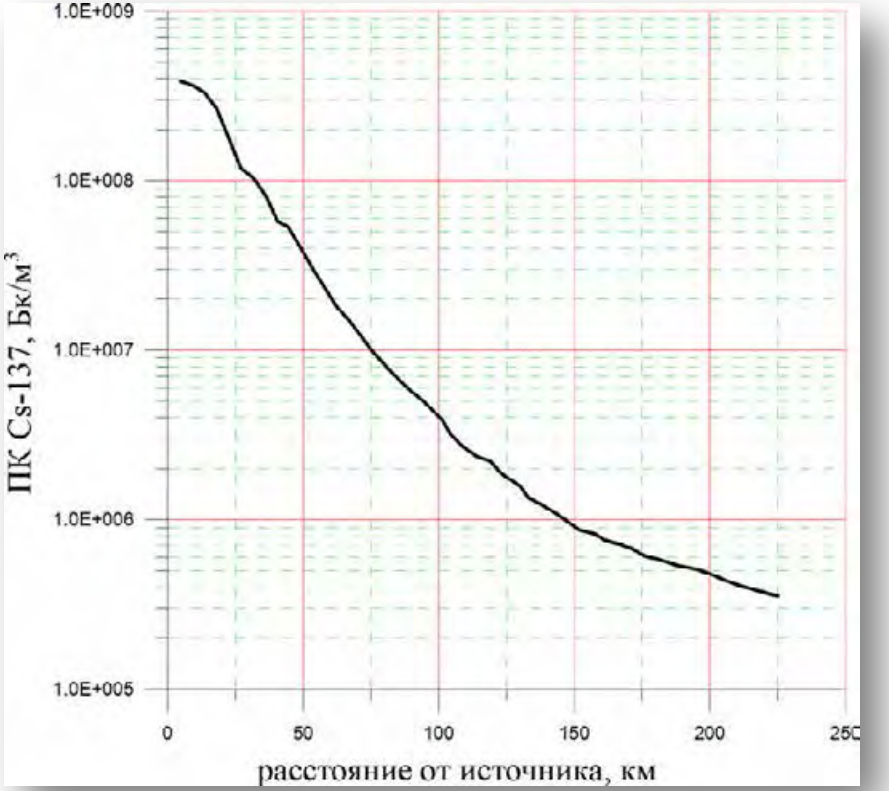
Сравнение доз облучения за год после аварии (с учетом укрытия населения), рассчитанных по модели «Нострадамус» (05.04.2011/ИБРАЭ РАН), с оценками METI (05.11.2011/Япония)

Выброс 1 Mku Cs-137

Проинтегрированные по времени концентрации в верхнем перемешанном слое за 40 дней для мгновенного источника.



Максимальные концентрации в пятне в зависимости от расстояния до берега (время дрейфа пятна –месяц). Все сделано для мгновенного источника.



Справка по уровням загрязнения рыбы у берегов Японии.doc

Panchenko S.V.

Вы переадресовали это сообщение 09.06.2011 15:04.

Отправлено: Чт 14.04.2011 11:54

Кому: Krasnoperov S.N.

Сообщение Справка по уровням загрязнения рыбы у берегов Японии.doc (51 Кбайт)

Справка по уровням загрязнения рыбы у берегов Японии

Каждую весну, лишь только морские прибрежья Камчатки достаточно прогреваются после зимних холодов, здесь в массе появляется небольшая, веретенообразной формы рыбка с заостренной головой, чем-то напоминающая сайру. Эта рыбка — **дальневосточная песчанка**, широко распространенная в северной части Тихого океана от Желтого до Чукотского моря по азиатскому побережью и далее на юг вдоль берегов Америки вплоть до Калифорнии.

Песчанка ведет прибрежный образ жизни, обычно не встречаясь глубже 100 м. Являясь стайной рыбой, которая в течение суток совершает вертикальные миграции в толще воды, она ночью поднимается в поверхностные слои, днем же, наоборот, концентрируется у грунта. Ее размеры не превышают 28 см и вес — 100 г, а продолжительность жизни — 6 лет. Русское название этой рыбы связано с тем, что в своем распределении она предпочитает участки с песчаным дном, куда может быстро закапываться в случае опасности. Питается песчанка, преимущественно, мелкими ракообразными, которых находит в грунте и поверхностных водах.

Поскольку песчанка довольно многочисленна в дальневосточных морях, образует плотные скопления и обладает хорошим вкусом, она имеет существенное промысловое значение, хотя до настоящего времени специализированно ловится только в охотоморских водах пролива Лаперуза у берегов Сахалина и Японии. О масштабах существующего в этом районе промысла наглядное представление дает тот факт, что в отдельные годы вылов песчанки лишь японскими рыбаками здесь достигал более 100–150 тыс. тонн. В значительной степени этот улов идет на кормовые добавки животным и птицам.

Мальки рыбы, вес которых нередко менее 1 г, обитают в мелких прибрежных водах и также часто зарываются в песок. Их питание составляют мельчайшие ракообразные и одноклеточные обитатели поверхностных вод.

Уровни загрязнения донных отложений от АЭС «Фукусима-1» до г. Иваки префектуры Ибараки по самым ориентировочным оценкам могли составлять по ^{137}Cs от 10 МБк/м^2 в 1 км от АЭС до 0,3 МБк/м^2 в районе г. Иваки. Такое загрязнение песчаного дна на мелководье у берега может привести к кратковременному и значительному увеличению содержания ^{137}Cs в организме мальков, а затем и рыбы. Предварительные оценки показывают, что пиковая концентрация в мелкой рыбе у берегов Иваки может составлять до 1 кБк/кг (а в мальках и выше) до 100 кБк/кг в непосредственной близости от АЭС. Рыба песчанка служит кормом для промысловой трески. Учитывая, что площадь кормовой базы у трески довольно значительна, а концентрация ^{137}Cs в песчанке по мере ее роста будет убывать (из-за постепенного удаления от берега и более чистого корма) уровни концентрации этого нуклида в треске не следует ожидать выше 200 Бк/кг.

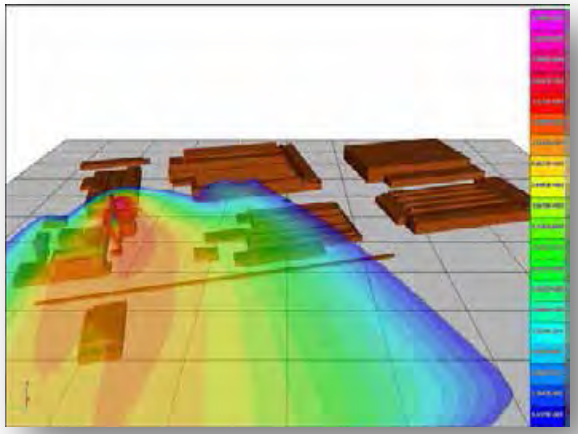
Выловленные 4 апреля в районе Иваки мальки песчанки с содержанием ^{137}Cs 0,53 кБк/кг и 13 апреля на побережье префектуры Фукусима с содержанием ^{137}Cs 12,5 кБк/кг не следует считать артефактом. В то же время реальная угроза как для местной морской биоты, так и для населения пока не прогнозируется.

Оперативному дежурному
МЧС России

14/04/13, 20:10

14 апреля 2013 года мобильная группа ЦНТП ИБРАЭ РАН по согласованию с ГУ МЧС России по Московской области и руководством ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения» выехала из ИБРАЭ РАН для проведения дозиметрического обследования в направлении ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения» (г. Электросталь, ул.Красная, 19) в 9-30 утра.

Результаты измерений и моделирования радиационной обстановки

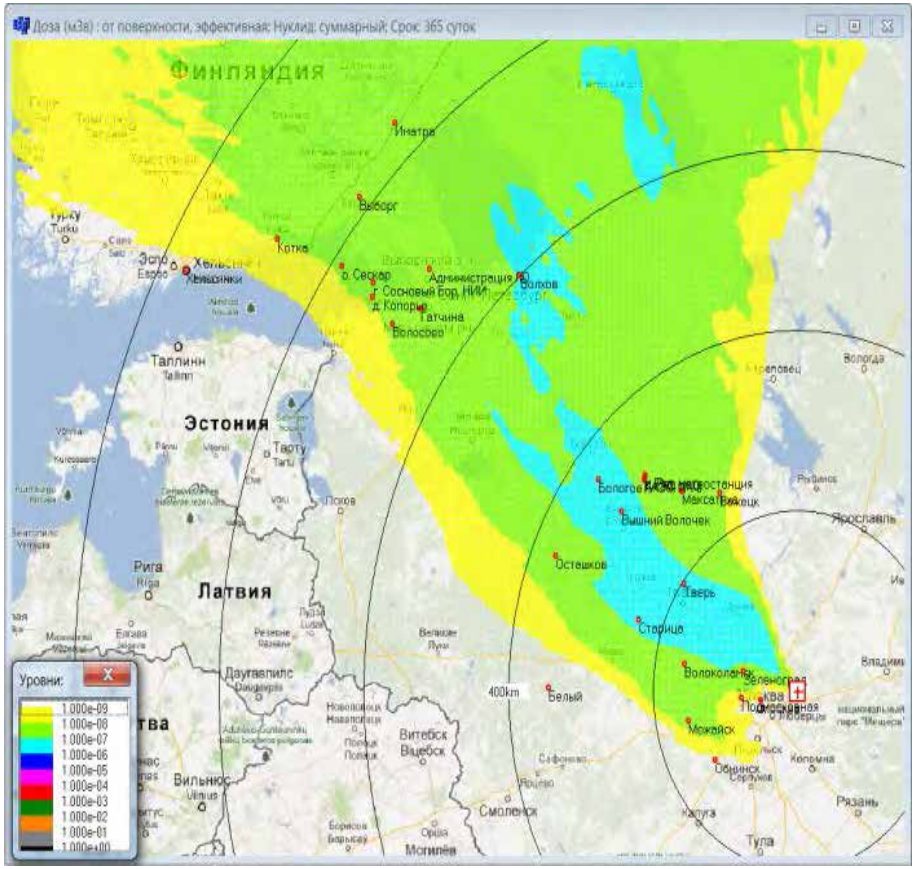


160
Вытяжная труба
220
190
60
160
2м
Раструб трубы
40
Печь

15
20
40
110
240
210
170
165
1 м
45
4 м
6,5

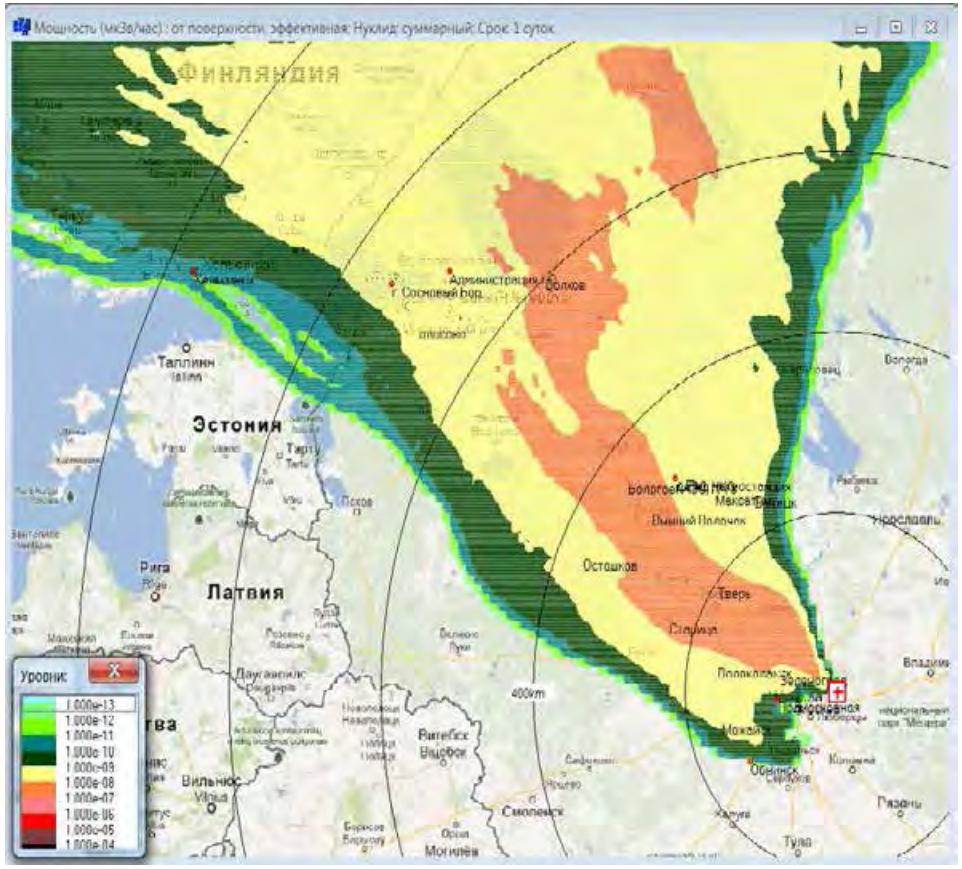
Атмосферный перенос на территории Европейской части Российской Федерации

Годовая доза



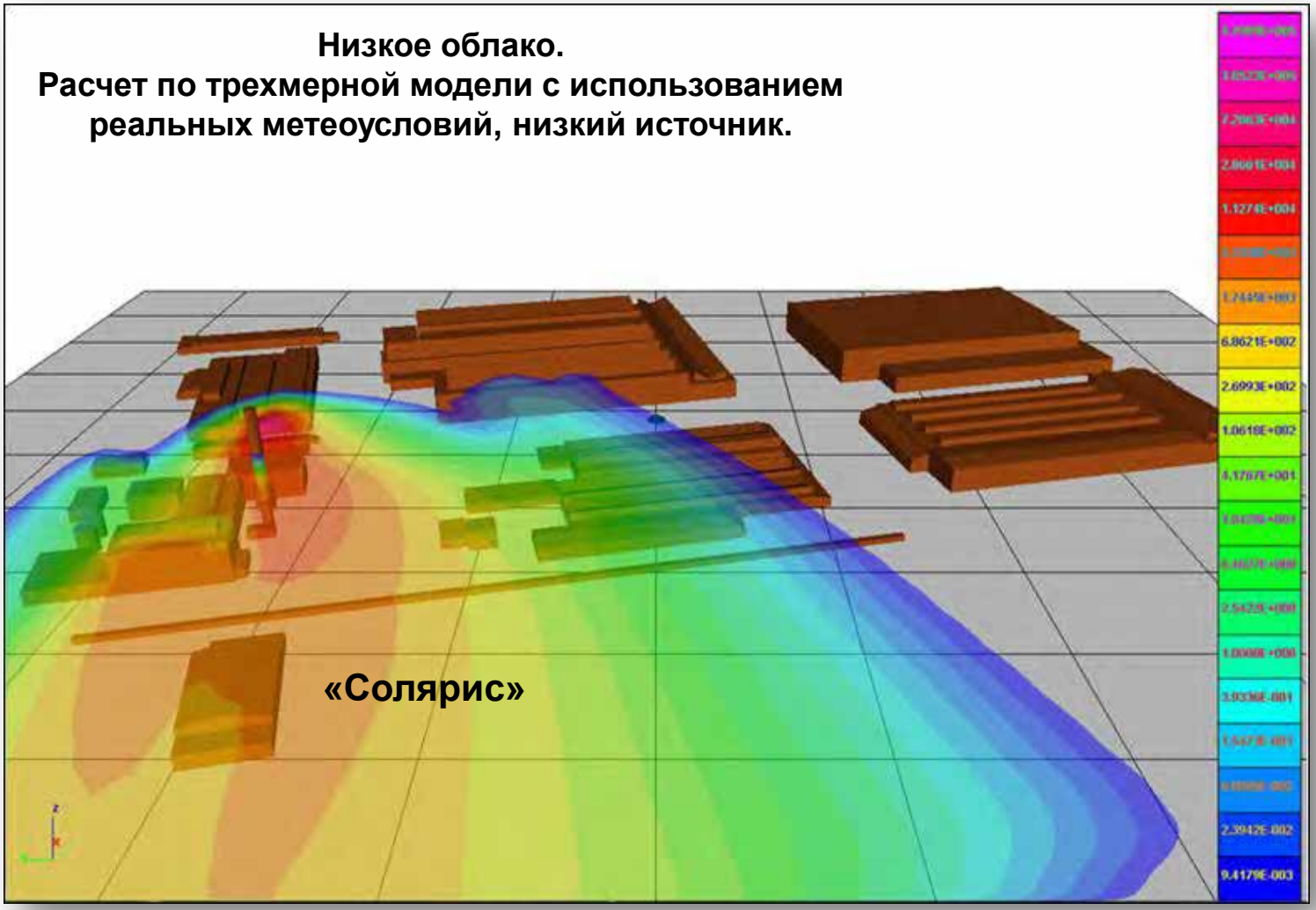
Максимальное значение < 1 нЗв в год

Мощность дозы



Максимальное значение < $1 \cdot 10^{-6}$ мкЗв/час

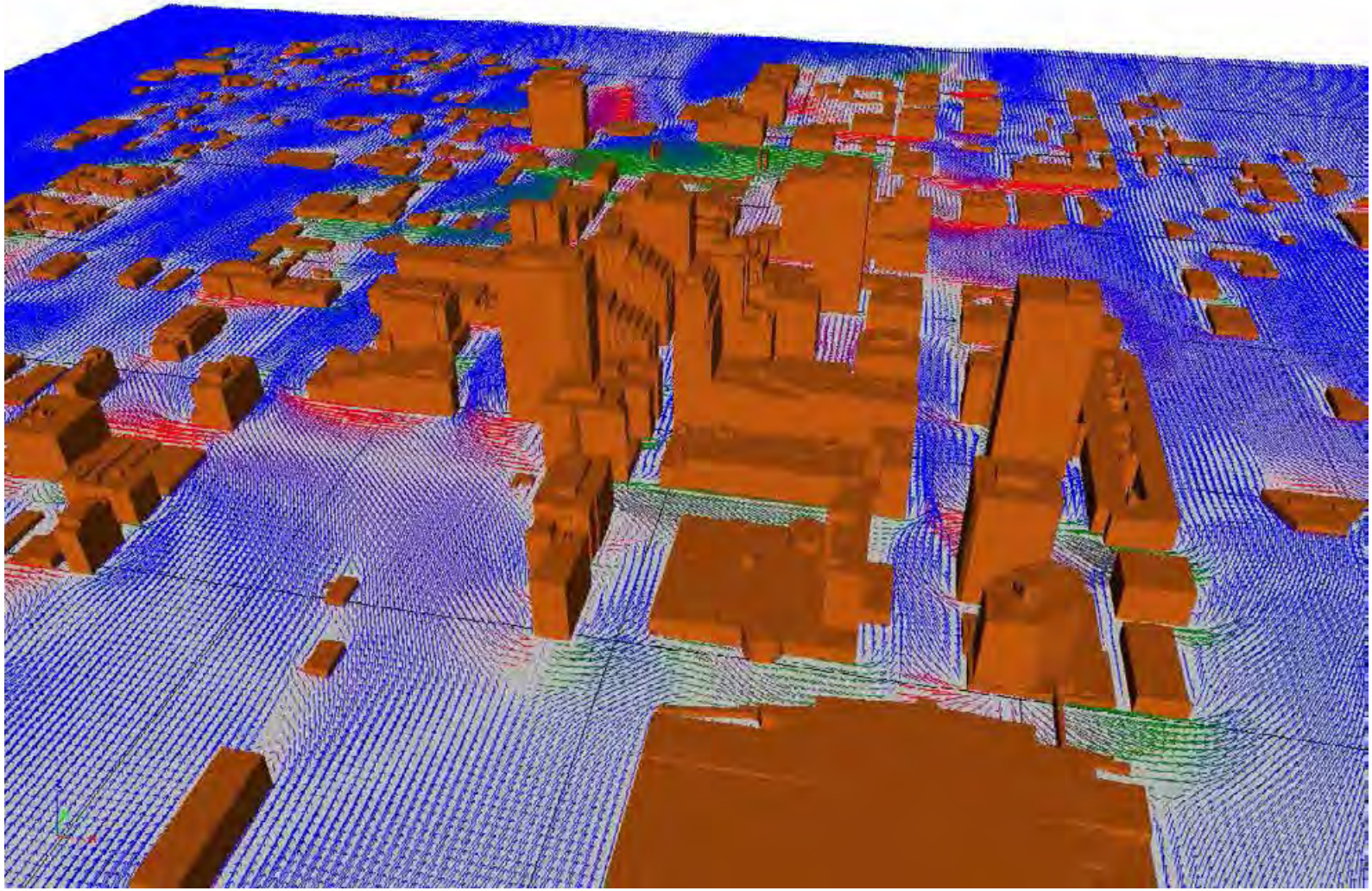
Предварительные результаты переноса радиоактивной примеси при аварии на ОАО «ЭЗТМ»



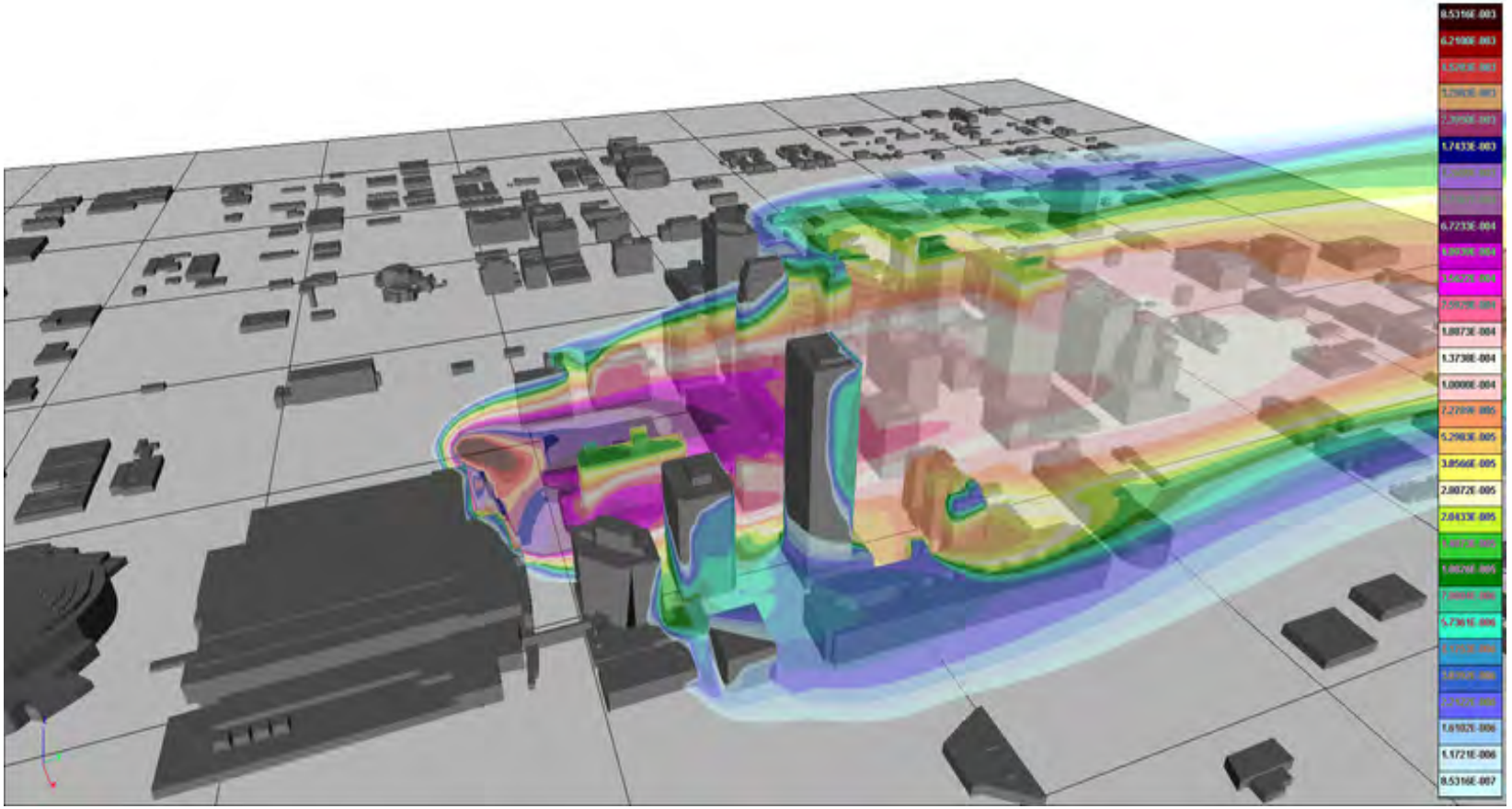
Немецкая установка SEDVAL

Натурный эксперимент в Оклахоме (результаты моделирования)

Ветер на высоте 5 метров со стороны источника

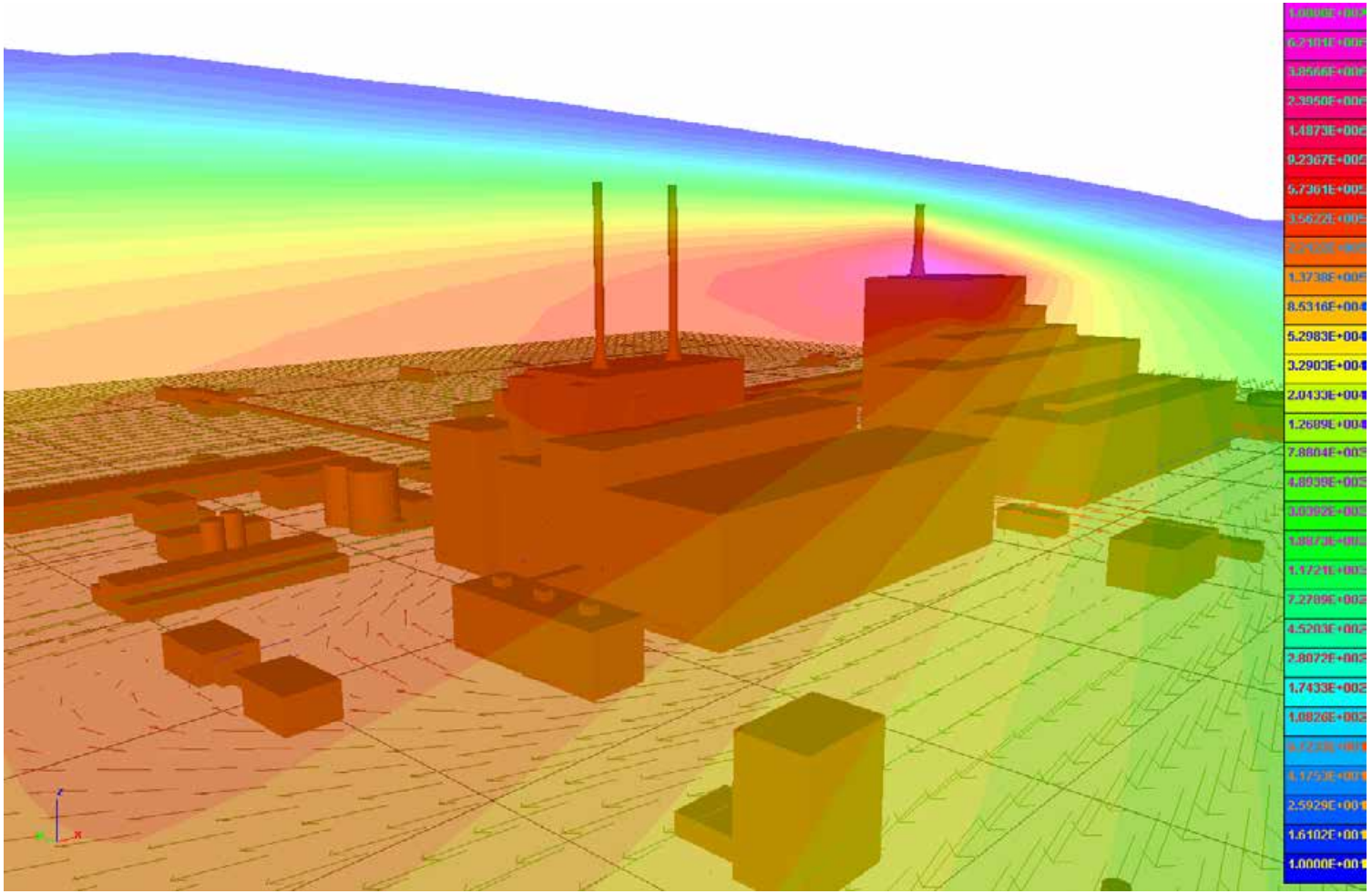


Изоповерхности объёмной концентрации трассера с легендой (результаты моделирования)



Белоярская АЭС (результат моделирования)

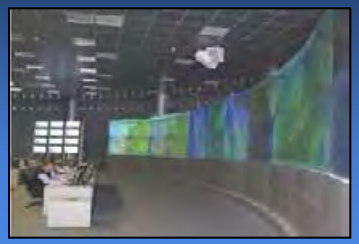
Концентрация ^{137}Cs спустя 30 мин



Научно-техническая поддержка

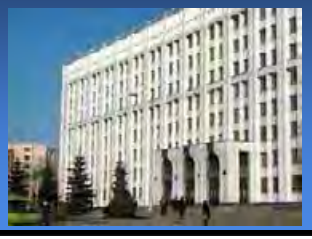
В круглосуточном режиме

НЦУКС МЧС России



Центр научно-технической поддержки ИБРАЭ РАН

Минобороны России

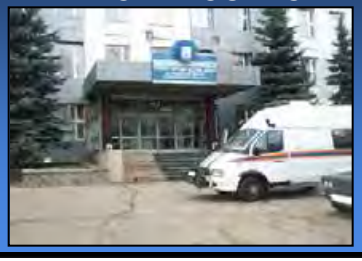


КЦ Концерна Росэнергоатом

СКЦ Росатома

ФМБА

ГУ МЧС России по г.Москве



Архангельская Мурманская

НПО «Тайфун»