



ТЕХНИЧЕСКИЙ КРИЗИСНЫЙ ЦЕНТР ИБРАЭ РАН



Анализ данных за более чем 60 лет развития атомной энергетики и промышленности демонстрирует высокий уровень показателей ее безопасности.

Медицинские последствия для здоровья населения и персонала, связанные с радиационным фактором, составляют незначительную величину от воздействия других факторов неблагоприятного воздействия на здоровье в самой атомной промышленности и пренебрежимо малы в сравнении с другими отраслями.

Дополнительные дозы облучения населения, связанные с функционированием атомной энергетики, также незначительны, даже с учетом чернобыльской аварии, в сравнении с дозами облучения миллионов людей за счет природного облучения. В то же время опыт прошлых радиационных аварий показывает, что реагирование на такие аварии отличается чрезвычайной остротой и неадекватностью восприятия обществом. В первую очередь это связано с гипертрофированно преувеличенным восприятием практически всеми социальными группами радиационных рисков.

С другой стороны, чрезвычайная редкость радиационных аварий и инцидентов зачастую определяет недостаточное внимание и готовность территориальных органов к реагированию на такие аварии и инциденты.

Следствием такого неадекватного реагирования является многократное масштабирование неблагоприятных социально-экономических и психологических последствий при малости прямых радиологических рисков. Ярким примером этого является авария на ЧАЭС. Именно это определяет важность обеспечения готовности и эффективности системы аварийного реагирования на радиационные аварии. Оперативность и адекватность оценки радиационной обстановки и радиологических последствий, эффективное информирование общественности является важнейшей задачей федеральных, функциональных и территориальных систем радиационного мониторинга и реагирования.

Описанию задач, направлений деятельности и некоторых результатов работ ИБРАЭ РАН в этой области посвящен настоящий буклет.

*Директор ИБРАЭ РАН,
член-корреспондент РАН
Л. А. Большов*



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕНТРЕ

Введение.....	3
Общие сведения.....	4
Задачи ТКЦ.....	5
Структура ТКЦ.....	6
Режимы функционирования.....	8
Нормативная база.....	9
Опыт экспертов.....	9

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТКЦ ИБРАЭ РАН

Банк моделей.....	11
Программные комплексы для анализа безопасности АЭС.....	13
Компьютерные системы оценки и моделирования распространения радионуклидов в атмосфере.....	16
Моделирование распространения примесей в условиях городской застройки.....	20
Нормирование радиационных рисков и уязвимость общества.....	22
Компьютерные системы оценки и моделирования миграции радионуклидов в водных системах.....	26
Компьютерные системы оценки и моделирования доз внутреннего и внешнего излучения.....	27
Методы искусственного интеллекта для анализа данных.....	28
Системы полномасштабной имитации последствий радиационных аварий.....	29
Базы и банки данных.....	31
Технический комплекс ТКЦ ИБРАЭ РАН.....	32

ТРЕНИНГ, УЧЕНИЯ.....34

СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области.....	41
Региональный кризисный центр (РКЦ).....	43
Ситуационный центр Правительства Мурманской области.....	44
Кризисный центр ГОУ ГОЧС и ПБ Мурманской области.....	44
Центр сбора и обработки информации МУГМС.....	45
Кризисный центр ФГУП «СевРео».....	46
Информационное и программное обеспечение кризисных центров.....	47
Развитие Мурманской территориальной АСКРО.....	48
Объектовые системы радиационного мониторинга. ФГУП СРЗ «Нерпа».....	49
Интеграция АСКРО Кольской АЭС.....	50
Передвижные радиационные лаборатории.....	50
Создание объектовых автоматизированных систем радиационного мониторинга на объектах, связанных с утилизацией АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО.....	52
Подготовка персонала.....	55

ОБЩЕСТВЕННЫЙ САЙТ.....56

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО.....56

Одним из элементов, обеспечивающих безопасность использования атомной энергии, является готовность системы аварийного реагирования к ликвидации аварий, инцидентов и ЧС радиационного характера и минимизация их последствий. Высокая технологичность атомной отрасли предъявляет особые требования к организации противоаварийного реагирования. В первую очередь это необходимость использования современной системы научно-технической поддержки при решении сложных технических и научных задач, возникающих в процессе аварийного реагирования. Поэтому важным элементом в системе реагирования на радиационные аварии является система научно-технической поддержки оценки обстановки, прогноза последствий и выработки решений по мерам вмешательства.

Одним из таких центров в рамках РСЧС является Технический кризисный центр, функционирующий на базе ИБРАЭ РАН.

Для решения указанных задач в настоящее время создана система научно-технической поддержки органов управления противоаварийными работами. В системе функционируют специализированные кризисные центры и центры технической поддержки, обеспечивающие выработку рекомендаций по организации и проведению противоаварийных и защитных мероприятий. Одним из таких центров является технический кризисный центр ИБРАЭ РАН. Первоочередной задачей на острой фазе аварии является оперативная выработка рекомендаций по защитным мерам с целью предотвращения сверхнормативного облучения населения в соответствии с международно признанными критериям.

На промежуточных и длительных фазах задача обеспечения радиационной защиты должна быть дополнена не менее важной задачей предотвращения и минимизации социального и экономического ущерба.



Первый заместитель директора
ИБРАЭ РАН,
руководитель ТКЦ ИБРАЭ РАН
Р. В. Арутюнян





Заместитель
директора
ИБРАЭ РАН
И. И. Линге

Научно-технической базой в решении поставленных задач ТКЦ являются результаты научных и прикладных разработок ИБРАЭ по широкому кругу направлений в области ядерной и радиационной безопасности:

- Разработка и внедрение в практику интегральных сквозных кодов по моделированию аварий на АЭС и транспортных ЯЭУ.
- Разработка, верификация комплексной системы компьютерных кодов для моделирования распространения радиоактивности в окружающей среде и по пищевым цепочкам (воздух, вода, почва), моделей анализа рисков, а также внедрение в заинтересованных ведомствах.
- Системный анализ угроз радиологического терроризма и выработка приоритетных мер по их предупреждению и минимизации последствий.
- Создание объектовых территориальных и участие в развитии ведомственных систем радиационного мониторинга и аварийного реагирования.
- Разработка полномасштабных сценариев, имитационных компьютерных систем моделирования аварийной обстановки для учений и тренировок.

Важной составляющей обеспечения эффективной готовности ТКЦ является привлечение в состав его экспертов высококвалифицированных специалистов в области ядерной радиационной безопасности и защиты, имеющих практический опыт в ликвидации последствий радиационных аварий. ИБРАЭ ведет международное сотрудничество по всем указанным направлениям.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Технический кризисный центр (ТКЦ) ИБРАЭ РАН является подразделением, обеспечивающим практическую реализацию результатов работ Института в области ядерной, радиационной и экологической безопасности для задач научно-технической поддержки аварийного реагирования на радиационные аварии.

ТКЦ ИБРАЭ РАН создан в 1996 году для обеспечения научно-технической поддержки решения задач по оценке последствий аварий на АЭС для населения и окружающей среды. Организационно ТКЦ начал функционировать как центр технической поддержки Кризисного центра (КЦ) концерна «Росэнергоатом». С 1998 года ТКЦ оказывает научно-техническую поддержку Оперативной дежурной смене МЧС России.

С 1999 года были начаты работы по научно-технической поддержке Управления ядерной и радиационной безопасности и Ситуационно-кризисного центра (СКЦ) Минатома. В последние годы в ИБРАЭ РАН активно ведутся работы по совершенствованию систем радиационного мониторинга и аварийного реагирования территориального уровня

в субъектах РФ. Научно-техническая экспертная поддержка территориальных органов исполнительной власти является одним из важнейших элементов создаваемых территориальных систем реагирования на радиационные аварии. С 2005 года ТКЦ работает Центром мониторинга и прогнозирования Управления по ГО ЧС г. Москвы и с 2007 г. поддерживает Региональный кризисный центр Мурманской области.

Деятельность ТКЦ регламентируется нормативными документами, действующими в области использования атомной энергии и чрезвычайных ситуаций, федеральными нормами и правилами, в том числе Положением о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации и организации экстренной помощи атомным станциям в случае радиационно-опасных ситуаций, соглашениями и порядками взаимодействия. ТКЦ ведет активную работу по созданию и развитию отдельных направлений научно-технической поддержки предприятий Росатома в рамках реализации научно-исследовательских работ и международных проектов.

Руководители ТКЦ ИБРАЭ РАН:
Р. В. Арутюнян, И. И. Линге

Директор ТКЦ ИБРАЭ РАН:
И. А. Осипьянц

Руководитель административно-технической группы:
В. Ф. Евсеев

Руководитель экспертной группы:
О. А. Павловский

Руководитель информационно-аналитической группы:
В. П. Киселев

Руководитель группы программно-технического обеспечения:
К. В. Огарь

Руководитель технической группы:
В. Н. Лазарев

ЗАДАЧИ ТКЦ

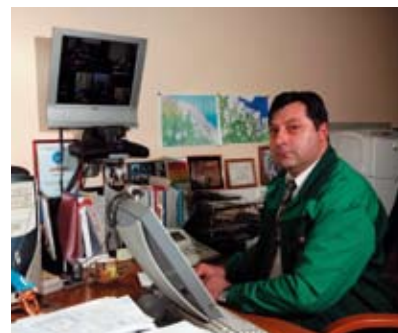
Основной задачей ТКЦ ИБРАЭ РАН является оценка последствий и выработка рекомендаций по мерам защиты населения и объектов окружающей среды в случае возникновения ЧС на объектах использования атомной энергии. В ТКЦ организовано круглосуточное дежурство экспертов.

Принятие решений по мерам защиты персонала, населения и объектов окружающей среды в случае возникновения ЧС радиационного характера базируется на:

- идентификации радиационной обстановки, оценке и прогнозе развития аварии, загрязнения окружающей среды и воздействия на персонал и население;
- планировании и оценке эффективности защитных мероприятий и их оптимизации для конкретных условий с учетом радиологических, экономических и социальных условий;
- использовании современных технологий и технических средств для обеспечения эффективного взаимодействия участников реагирования.

В случае угрозы радиационной аварии или ее возникновения ТКЦ обеспечивает:

- оценку и прогноз основных характеристик источника радиоактивного воздействия за пределами промплощадки;
- прогноз загрязнения окружающей среды с учетом данных радиационного мониторинга;
- оценки и прогноз доз облучения населения;
- выработку рекомендаций по защите населения и объектов окружающей среды;
- оценку эффективности защитных мероприятий и их оптимизацию для конкретных условий с учетом радиологических, экономических и социальных условий.



Директор ТКЦ И. А. Осипьянц

Технический кризисный центр ИБРАЭ РАН



ОСНОВНЫМИ НАПРАВЛЕНИЯМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТКЦ ЯВЛЯЮТСЯ:

- участие в аварийном реагировании;
- участие в противоаварийных учениях и тренировках;
- разработка научно-методического и информационного обеспечения противоаварийного реагирования;
- развитие программно-технических комплексов.

СТРУКТУРА ТКЦ

Общая численность персонала ТКЦ – 37 человек. В экспертную группу входят 24 человека. Круглосуточные дежурства обеспечивают 14 человек. Четыре сотрудника ТКЦ входят в Группу оказания помощи атомным станциям (ОПАС). Функционирование ТКЦ обеспечивают 13 специалистов административной и технической групп.

АТГ, ИАГ, ПТГ и ТГ являются постоянно действующими группами организационного, информационно-аналитического и технического обеспечения ТКЦ, ЭГ функционирует при проведении учений, тренировок или в случае возникновения аварийных ситуаций.



Руководитель ИАГ В. П. Киселев



Руководитель ЭГ О. А. Павловский

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ТКЦ:

руководство ТКЦ

экспертная группа (ЭГ)

административно-техническая группа (АТГ)

информационно-аналитическая группа (ИАГ)

группа программно-технического обеспечения (ПТГ)

техническая группа (ТГ)

ФУНКЦИЯМИ ИАГ ТКЦ ЯВЛЯЮТСЯ:

- повседневное обслуживание программно-технических средств ТКЦ;
- совершенствование методического, информационного и программно-технического обеспечения и обслуживание программно-технических средств ТКЦ;
- информационно-аналитическое обеспечение ЭГ ТКЦ в учениях и аварийных ситуациях;
- подготовка информационных и аналитических материалов.

ФУНКЦИЯМИ ЭГ ТКЦ ЯВЛЯЮТСЯ:

- анализ и уточнение характеристик источника радиоактивного загрязнения;
- анализ и уточнение уровней радиоактивного загрязнения окружающей среды, доз облучения населения;
- анализ радиологической ситуации и выработка рекомендаций по защите населения и другим мерам, направленным на минимизацию последствий ЧС;
- взаимодействие с экспертами кризисных центров и центров технической поддержки ведомств и организаций;
- участие в подготовке информационных материалов и рекомендаций для населения, попадающего в зону ЧС.

ФУНКЦИЯМИ АТГ ТКЦ ЯВЛЯЮТСЯ:

- координация всех видов деятельности ТКЦ;
- организационное обеспечение деятельности ТКЦ в режимах повседневной деятельности и аварийной ситуации;
- подготовка схем оповещения и сбора персонала ТКЦ;
- выдача указаний о сборе полного штата (по решению руководителя ТКЦ или руководства ИБРАЭ РАН) ТКЦ в соответствии с режимом функционирования и схемой сбора и оповещения и привлечения заранее определенных дополнительных сил и средств из резервов ИБРАЭ РАН;
- информационное взаимодействие с другими организациями – участниками противоаварийного реагирования;
- участие в подготовке материалов по основным направлениям деятельности ТКЦ;
- подготовка информации в интересах заинтересованных ведомств и организаций;
- перспективное планирование мероприятий по защите населения и территорий при ЧС;
- совершенствование механизмов принятия решений по защите населения и территорий при ЧС;
- обеспечение работ по развитию технических средств и систем ТКЦ ИБРАЭ РАН.

ФУНКЦИЯМИ ПТГ ЯВЛЯЮТСЯ:

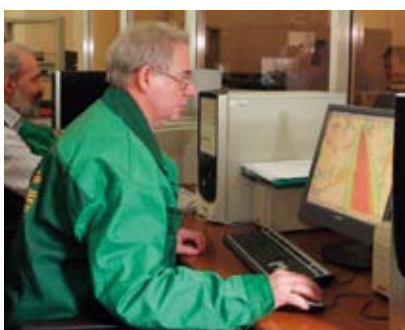
- внедрение, поддержка и развитие высокотехнологичных программно-аппаратных средств, информационных систем, систем связи и передачи данных;
- обеспечение функционирования и развитие серверного и коммуникационного комплексов ТКЦ.

ФУНКЦИЯМИ ТГ ЯВЛЯЮТСЯ:

- обеспечение работоспособности технических средств ТКЦ;
- реализация мероприятий по развитию технической базы ТКЦ;
- техническая поддержка в ходе проведения учений или в случае аварийных ситуаций.



Руководитель ПТГ К. В. Огарь



Руководитель АТГ В. Ф. Евсеев

Обсуждение экспертов ТКЦ
А. В. Шикина, С. Н. Красноперова,
Р. И Бакина.

РЕЖИМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

В зависимости от обстановки
ТКЦ ИБРАЗ РАН
функционирует
в трех режимах:

режим повседневной
деятельности

режим
повышенной готовности
(«аварийная готовность»)

режим
чрезвычайной ситуации
(«аварийная обстановка»).



Дежурство в ТКЦ в ночь
с 31.12.1999 на 01.01.2000

ТКЦ ИБРАЗ РАН функционирует круглосуточно.

В **режиме повседневной деятельности** персонал ТКЦ проводит работы в соответствии со своими задачами (кроме дежурных).

В этом режиме члены ЭГ ТКЦ должны находиться в пределах досягаемости схемы оповещения персонала ТКЦ и участвовать:

- в научно-методическом сопровождении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области аварийного реагирования, ядерной и радиационной безопасности, в том числе в разработке сценариев аварий радиационного характера и проведении противоаварийных учений;
- в разработке программно-технических средств ТКЦ;
- в подготовке и обучении специалистов в области защиты населения и территорий при ЧС радиационного характера;
- в подготовке информационных и аналитических материалов.

В **режиме повышенной готовности** ТКЦ ИБРАЗ РАН должен организовать сбор персонала, проверить готовность программно-технического комплекса (ПТК) и систем связи. Если ситуация на объекте переходит в аварийную за время, меньшее, чем время развертывания ТКЦ, то ТКЦ выполняет эти функции в режиме чрезвычайной ситуации. После приведения своих ресурсов в готовность персонал ТКЦ должен приступить к оказанию научно-технической поддержки в соответствии с поступившими запросами и вводными.

В этом режиме члены ЭГ ТКЦ должны:

- прибыть в ИБРАЗ РАН (время сбора членов ЭГ ТКЦ составляет 1 час в рабочее время и 1,5 часа в нерабочее время);
- подготовить требования по необходимой информации о состоянии объекта;
- выдать предварительные рекомендации по мерам, направленным на уточнение характеристик возможного источника выброса;
- дать предварительный прогноз радиологической обстановки с учетом худшего варианта развития аварийной ситуации;
- выдать предварительные рекомендации по мерам защиты населения.

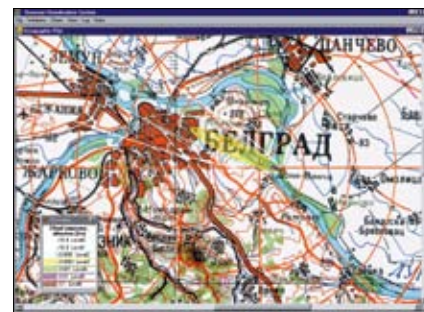
В **режиме чрезвычайной ситуации** ТКЦ ИБРАЗ РАН осуществляет научно-техническую поддержку в соответствии с оперативными задачами.

В этом режиме члены ЭГ ТКЦ должны:

- прибыть в ИБРАЗ РАН (время сбора членов ЭГ ТКЦ составляет 1 час в рабочее время и 1,5 часа в нерабочее время, если ТКЦ не находится в режиме аварийной готовности);
- участвовать в прогнозировании и оценке основных характеристик источника радиационного воздействия (динамические характеристики, нуклидный и физико-химический состав и т. д.), подготовке первичного прогноза загрязнения окружающей среды и его корректировке с учетом уточненных характеристик источника, данных мониторинга и других фактических данных;
- дать объективную оценку ситуации по масштабу аварии, радиоактивному загрязнению территории, прогнозу доз облучения населения;
- выработать рекомендации по защите населения и окружающей среды;
- провести анализ адекватности нормативных уровней вмешательства и их оптимизацию для конкретной радиологической ситуации;
- оперативно выполнять другие работы по указанию руководителя ТКЦ ИБРАЗ РАН.

НОРМАТИВНАЯ БАЗА

- Приказ по ИБРАЭ РАН от 16 декабря 1996 года о создании Центра технической поддержки Кризисного центра концерна «Росэнергоатом».
- Положение о порядке объявления аварийной обстановки, оперативной передачи информации и организации экстренной помощи атомным станциям в случае возникновения радиационно опасных ситуаций (НП-005-98), утвержденное постановлением Госатомнадзора России от 5 января 1998 года № 1 с изменением 1, утвержденным постановлением Госатомнадзора России от 30 августа 2002 года № 8.
- «Система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях концерна „Росэнергоатом“. Центр технической поддержки ИБРАЭ РАН. Общие положения», утвержденные руководителем Кризисного центра концерна «Росэнергоатом» 18 августа 1999 года.
- Приказ по ИБРАЭ РАН от 14 января 2003 года № 3 «Об обеспечении функционирования ЦТП ИБРАЭ РАН в дежурном режиме и назначении представителей института в группу ОПАС».
- «Инструкция дежурного по ЦТП ИБРАЭ РАН», утвержденная заместителем директора ИБРАЭ РАН 21 января 2003 года.
- «Соглашение между МЧС России и ИБРАЭ РАН о сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций радиационного характера, реагирования на угрозы и проявления радиационного терроризма на 2004-2008 годы» №16 от 12 июля 2004 года.
- «Соглашение между МЧС России и ИБРАЭ РАН о сотрудничестве в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций с радиационным фактором, ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, деятельности производственного объединения «Маяк» и испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, а также реагирования на угрозы и проявления радиационного терроризма на 2009-2015 годы»
- Порядок взаимодействия Технического кризисного центра ИБРАЭ РАН с Главным управлением МЧС России по г. Москве и Управлением по обеспечению мероприятий гражданской защиты города Москвы от 28 апреля 2005 года.



Анализ возможных радиационных последствий бомбардировок на Балканском полуострове и в соседних странах (24.02.1999)



По запросу Посольства Японии в Москве и СКЦ Минатома в ТКЦ ИБРАЭ проводился оперативный анализ возможных последствий и контрмер при аварии на заводе по производству ядерного топлива в г.Токаймура, Япония (30.09.1999)

ОПЫТ ЭКСПЕРТОВ

Эксперты ТКЦ – ведущие специалисты в области ядерной физики, физики реакторов, радиационной безопасности, радиационной защиты, радиоэкологии. Среди них 11 кандидатов и 6 докторов наук.

Многие из них непосредственно участвовали в ликвидации последствий ряда радиационных аварий, в работах по оценке последствий аварий для персонала, населения и объектов окружающей среды.

- Оценка последствий аварий на Южном Урале (1949-1951, 1957 г. г.).
- Ликвидация последствий аварии на Чернобыльской АЭС (1986 г.).
- Оценка последствий аварии на СХК (1993 г.) и в бухте Чажма (1985 г.).
- Участие в ядерных испытаниях на полигонах в Семипалатинске и на Новой Земле, а также в проведении мирных ядерных взрывов.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕНТРЕ

Введение.....	3
Общие сведения.....	4
Задачи ТКЦ.....	5
Структура ТКЦ.....	6
Режимы функционирования.....	8
Нормативная база.....	9
Опыт экспертов.....	9

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТКЦ ИБРАЭ РАН

Банк моделей.....	11
Программные комплексы для анализа безопасности АЭС.....	13
Компьютерные системы оценки и моделирования распространения радионуклидов в атмосфере.....	16
Моделирование распространения примесей в условиях городской застройки.....	20
Нормирование радиационных рисков и уязвимость общества.....	22
Компьютерные системы оценки и моделирования миграции радионуклидов в водных системах.....	26
Компьютерные системы оценки и моделирования доз внутреннего и внешнего излучения.....	27
Методы искусственного интеллекта для анализа данных.....	28
Системы полномасштабной имитации последствий радиационных аварий.....	29
Базы и банки данных.....	31
Технический комплекс ТКЦ ИБРАЭ РАН.....	32

ТРЕНИНГ, УЧЕНИЯ.....34

СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области.....	41
Региональный кризисный центр (РКЦ).....	43
Ситуационный центр Правительства Мурманской области.....	44
Кризисный центр ГОУ ГОЧС и ПБ Мурманской области.....	44
Центр сбора и обработки информации МУГМС.....	45
Кризисный центр ФГУП «СевРао».....	46
Информационное и программное обеспечение кризисных центров.....	47
Развитие Мурманской территориальной АСКРО.....	48
Объектовые системы радиационного мониторинга. ФГУП СРЗ «Нерпа».....	49
Интеграция АСКРО Кольской АЭС.....	50
Передвижные радиационные лаборатории.....	50
Создание объектовых автоматизированных систем радиационного мониторинга на объектах, связанных с утилизацией АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО.....	52
Подготовка персонала.....	55

ОБЩЕСТВЕННЫЙ САЙТ.....56

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО.....56

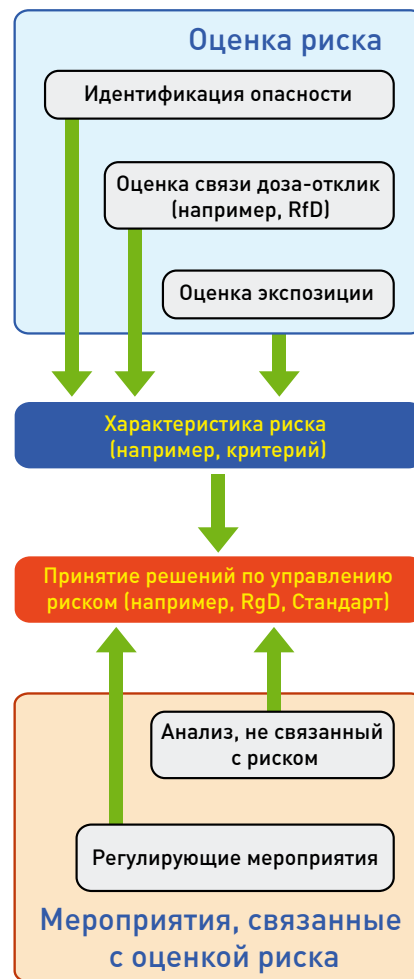
БАНК МОДЕЛЕЙ

Одним из важнейших направлений деятельности ТКЦ ИБРАЭ РАН является создание и развитие экспертных систем поддержки принятия решений и решение проблем научно-технического обеспечения мероприятий по защите населения и территорий при радиационных авариях.

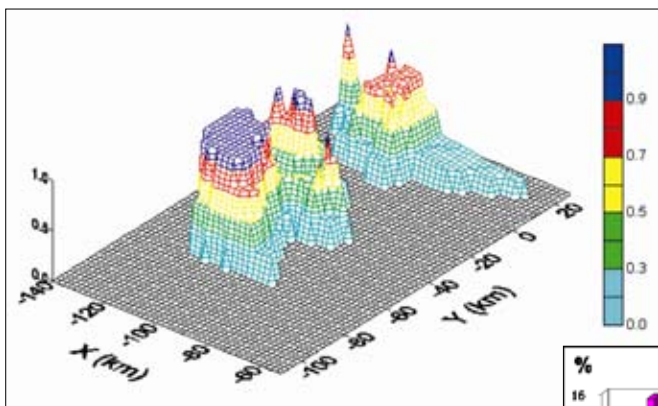
За прошедшие 20 лет с момента создания Института был сформирован фонд алгоритмов и программ, включающий расчеты доз облучения, оценки относительного и абсолютного радиационного риска, переноса и миграции радионуклидов. Разработанные инструментальные средства поддерживаются известными и оригинальными технологиями. Сформированный и постоянно дополняемый банк цифровых карт обеспечивает решение как задач отображения плана местности, так и задач привязки атрибутивной информации. На базе разработанных инструментальных средств и

информации центрального банка обобщенных данных по последствиям аварии на ЧАЭС, созданном в ИБРАЭ РАН, разработана оригинальная геоинформационная система RVS по районам повышенного радиационного риска, включающая информацию по более чем 10000 населенным пунктам России.

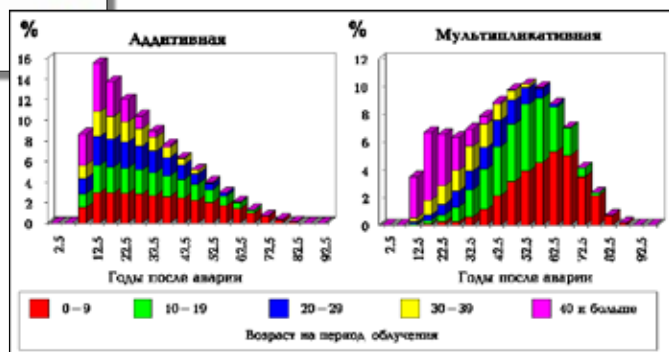
Разработан и реализован ряд интегрированных компьютерных систем для анализа различных последствий радиационных аварий. Впервые использовались современные методы и модели геостатистики и теории фракталов для анализа и моделирования чернобыльских выпадений. Разработана новая методология анализа и обработки пространственно-распределенных данных по окружающей среде, основанная на использовании искусственных сетей и генетических алгоритмов и получившая международное признание.



Концептуальная оценка риска от воздействия химических вредных веществ в пакете WinArm



Вероятностные оценки превышения уровня загрязнения Cs-137 20 Ки/км² (Брянская область)



Модели оценки радиационно обусловленного канцерогенного риска

Модель/программа	Модель/программа
ИАНА Расчет эффективной эквивалентной дозы человека и эквивалентных доз на отдельные органы человека при внешнем облучении человека на открытой местности с учетом естественного радиационного фона.	FOOD-CHAIN Динамические модели миграции радионуклидов по пищевым цепочкам. Прогноз загрязнения для сельскохозяйственной продукции.
HEAVYGAS Лагранжева стохастическая модель рассеивания газов с отличной от воздуха плотностью.	GEOSTAT Геостатистический анализ данных мониторинга.
ПОЛЕ Расчет полей и доз внешнего облучения от источников различной геометрии.	INTER Модель расчета доз внешнего облучения загрязненного водоема по водным пищевым цепочкам.
ACD Специализированная информационно-моделирующая система, позволяющая моделировать и анализировать последствия радиационных выбросов в атмосферу с радиационно-опасных объектов, отображать данные радиационного мониторинга, прогнозировать масштабы загрязнения сильнорейонизирующими ядовитыми веществами при химических авариях, создавать тематические карты для поддержки принятия решений в аварийных ситуациях.	MicroShield (MS5.EXE) Программа для расчетов защиты и оценок доз гамма-излучения включает возможности анализа различных конфигураций защиты и контейнеров, оценок облучения персонала и доз в материалах, выбора защитных мер при проведении технического обслуживания, оценок мощности источника по материалам натуральных измерений, минимизации облучения персонала.
BASIN Модель оценки концентрации радионуклидов в воде и донных отложениях загрязненного водоема.	RISK-2 Прогноз отдаленного канцерогенного риска облучения.
НЕПТУН Модель для прогнозирования радиационной обстановки в случае попадания радиоактивных веществ на поверхность воды морей и океанов и для оценок концентраций при распространении загрязнений в морской воде.	RVS ГИС по радиационно-гигиенической обстановке в Чернобыльской зоне (10 000 населенных пунктов). Геоинформационная система отображения данных АСКРО, информационного обеспечения оценки последствий РА.
КАССАНДРА Программный комплекс (информационно-моделирующая система) моделирования миграции радиоактивных веществ в водных объектах и оценка доз облучения населения от водопользования.	RADOFOR Расчет дозиметрических характеристик внешнего облучения человека фотонным излучением плоских мононаправленных и точечных изотопных источников различных типов произвольной геометрии.
CHEM-RISK Оценка химического риска.	REVERS Восстановление параметров выброса по данным фактических измерений.
3D ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ атмосферного переноса загрязняющей примеси в городских условиях.	PARIS Имитация радиологической обстановки при радиационных авариях с учетом контрмер.
NOSTRADAMUS Региональная модель атмосферного переноса, прогноз радиационной обстановки, доз облучения, контрмеры.	ENVELOP Имитация данных радиационного мониторинга.
EXPLOSION Модель динамики облака примесей, возникшего в результате выделения энергии.	ПИОНЕР Создана и развивается (на базе системы ENVELOP) тренинговая система имитации данных радиационного мониторинга.
FIRE Модель стационарной конвекции над источником тепловыделения.	TRACE Локальная модель атмосферного переноса, обеспечение контроля, прогноз радиационной обстановки, доз облучения.
МЕТАН Модель оценки интенсивности источника примеси по значениям концентрации в воздухе в разных точках.	СОКРАТ Программный комплекс для анализа тяжелых аварий на АЭС.
MELCOR-VVER Программный комплекс для анализа тяжелых аварий на АЭС.	

ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ АЭС

Одним из наиболее важных направлений является разработка и применение программных средств для анализа безопасности АЭС. Более чем десятилетний опыт работы позволил сформулировать методологический подход к разработке таких средств. Прежде всего речь идет о разработке физически обоснованных моделей, основанных на уравнениях математической физики и современных знаниях о процессах и явлениях. Качество программных средств проверяется при их вери-

фикации с использованием экспериментальных данных по отдельным явлениям. Особую роль играют интегральные эксперименты, позволяющие верифицировать интегральные коды. Одновременно проводится оценка существующей базы знаний по тем или иным явлениям, что позволяет более четко сформулировать задачи экспериментальных исследований. ИБРАЭ РАН активно участвует в программах, проводимых как в России, так и международным сообществом.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС MELCOR

Интегральный компьютерный код MELCOR предназначен для исследования всех стадий тяжелых аварий водо-водяных реакторов типа PWR и BWR и оценки выхода продуктов деления за пределы оболочек тепловыделяющих элементов. Код был разработан в 80-х годах прошлого века в Sandia National Laboratories (SNL) по заказу NRC (США). ИБРАЭ РАН в 90-х годах по заказу NRC USA совместно с SNL проводил ряд работ по совершенствованию отдельных моделей и модулей кода MELCOR. В 2001 году ИБРАЭ РАН внес предложение о модернизации кода MELCOR, которое было одобрено

и поддержано Комиссией по ядерному регулированию США. Проект включал в себя полный пересмотр архитектуры кода и внутреннего представления данных на основе современной технологии программирования с использованием нового стандарта языка – FORTRAN-95. В результате появилась новая версия расчетного кода MELCOR 2.0. Ещё одним шагом в усовершенствовании кода MELCOR являлось создание графического интерфейса пользователя (MELCOR GUI) для использования в среде Windows. MELCOR GUI обладает следующими преимуществами:

1. Позволяет выполнять диалоговый ввод и/или копирование данных, контроль ввода на основе выбора опций или графической визуализации ввода (рис. 1).
2. Снабжен документацией и справочной системой, существенно облегчающими работу с кодом (рис. 2).
3. Интерактивный постпроцессинг позволяет наблюдать изменения интересующих параметров в процессе расчёта (рис. 3).

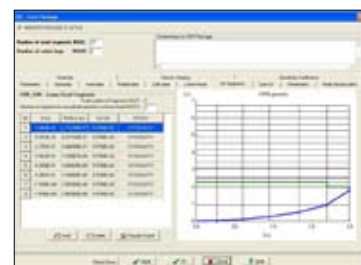


Рис. 1. Ввод пакета COR



Рис. 2. Ввод пакета CAV и Help-система

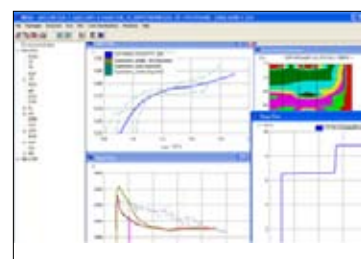


Рис. 3. Контроль процесса расчетов, сравнение с экспериментом

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС СОКРАТ



Директор отделения В. Ф. Стризов

Для анализа динамики аварий на АЭС с ВВЭР в ИБРАЭ РАН в кооперации с ВНИИЭФ, РИЦ «Курчатовский институт», СПБАЭП и АЭП создан программный комплекс улучшенной оценки СОКРАТ, в котором сосредоточены как преимущества системного подхода к анализу ЯЭУ, так и современные достижения в области моделирования от-

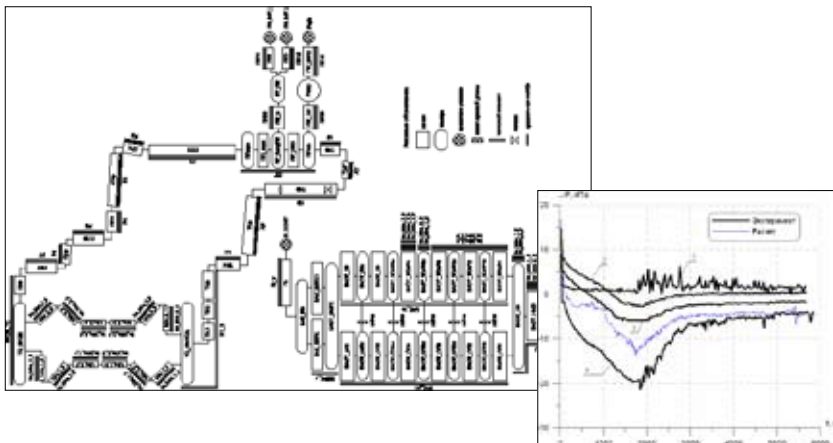
дельных элементов и процессов. В программном комплексе СОКРАТ обеспечивается сквозное моделирование физических процессов на всех этапах развития аварийного процесса от исходного события до выхода расплава за пределы корпуса реактора с учетом конструктивных особенностей ВВЭР.

ОСНОВНЫМИ ЗАДАЧАМИ, КОТОРЫЕ РЕШАЮТСЯ ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ СОКРАТ, ЯВЛЯЮТСЯ:

- реалистичная оценка источников водорода и пара для задач по обеспечению пожаровзрывобезопасности защитной оболочки;
- реалистичная оценка состояния РУ, анализ отклика РУ на возможные меры по управлению аварией;
- реалистичная оценка массы и энергии расплава, выходящего из корпуса реактора в случае разрушения его днища;
- реалистичная оценка выхода продуктов деления за пределы защитных барьеров и в окружающую среду.

Пример верификации кода СОКРАТ:

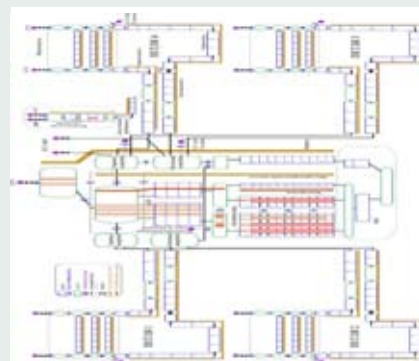
расчетная модель и результаты моделирования экспериментов на теплогидравлическом отсеке СПОТ ПГ для обоснования пассивных систем безопасности новых проектов ВВЭР.



Качество кода СОКРАТ проверяется на огромном количестве экспериментальных данных. Для примера на рисунке представлены результаты моделирования пассивных систем безопасности АЭС с ВВЭР..

Область применения кода СОКРАТ включает действующие и вновь проектируемые блоки:

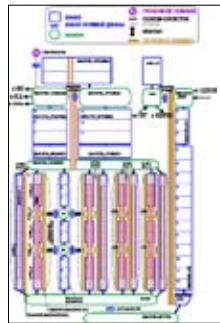
Балаковская, Кольская АЭС, Нововоронежская, Южно-Украинская АЭС, АЭС в Китае, Индии, Болгарии, новые проекты НВАЭС-2 и ЛАЭС-2.



Типовая схема ВВЭР

Для моделирования гипотетической тяжелой аварии в реакторах малой энергетики в код, совместно с ОКБМ, внесены дополнения, касающиеся

специфических особенностей этих установок. В результате существенно повышена безопасность АЭС с РУ КЛТ-40с.



КЛТ-40С: общий вид и нодализация корпуса реактора

Руководитель разработки комплекса «Сократ» А. В. Киселев

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС CONT

В ИБРАЗ разработаны методики, математические модели и программные модули для проведения исследований по анализу напряженно-деформированного состояния (НДС) защитных оболочек АЭС при воздействии эксплуатационных и аварийных нагрузок.

Осуществлена аттестация программного комплекса (ПК) CONT, предназначенного для численного моделирования НДС

оболочек АЭС при статических эксплуатационных и аварийных нагрузках. Основой методики являются математические соотношения метода конечных элементов. С целью повышения эффективности вычислительного алгоритма и возможности его применения для расчета НДС сложных реальных конструкций традиционная конечно-элементная методика дополнена надстройкой в виде суперэле-

ментного алгоритма, дающего возможность поэтапного расчета НДС конструкций, учета повторяемости геометрии отдельных фрагментов.

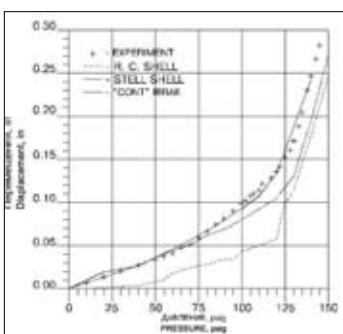
С использованием CONT были проведены расчеты и обоснование безопасности реальных защитных оболочек Калининской, Ростовской, Нововоронежской АЭС и моделей защитных оболочек, построенных в США.

Верификация кода CONT на моделях защитных оболочек в масштабе 1/6 Sandia и масштабе 1/4 Sandia

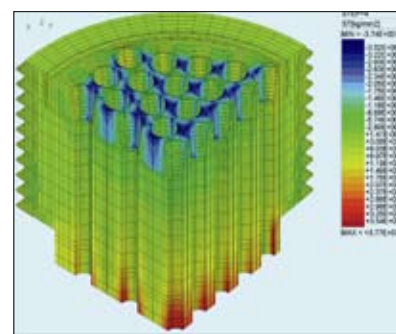


Особенности моделирования:
- учет арматуры в виде тонких листов;
- учет трещинообразования бетона

Модель железобетонной предварительно-напряженной защитной оболочки в масштабе 1/4 Sandia



Моделирование арматуры в виде тонких листов позволяет выполнять расчеты с учетом трещин с достаточной точностью



Распределение кольцевых напряжений в анкерной колодке при усилии в канате N=1000 т

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В АТМОСФЕРЕ



Разработчики системы НОСТРАДАМУС
В. Н. Семенов, О. С. Сороковикова,
В. В. Беликов

Рис. 1, 2 демонстрируют влияние рельефа местности на характер радиоактивного следа. На рис. 3 показан результат моделирования черновобильских выпадений.

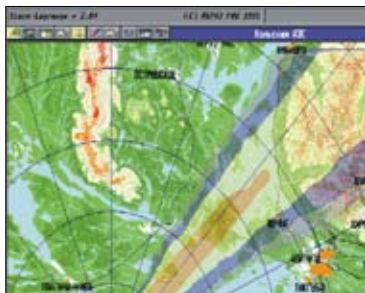


Рис. 1

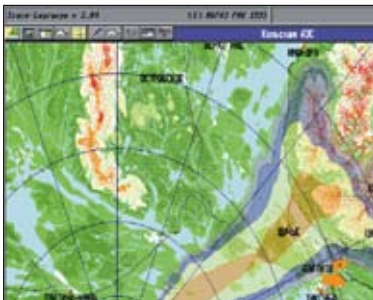


Рис. 2

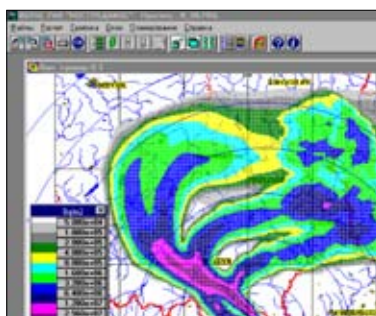


Рис. 3

Программное средство НОСТРАДАМУС предназначено для оперативного прогнозирования радиационной обстановки при аварийных выбросах на радиационно-опасных объектах атомной отрасли. Система НОСТРАДАМУС верифицирована и имеет аттестационный паспорт

Лагранжева траекторная модель атмосферного переноса, заложенная в систему НОСТРАДАМУС, учитывает:

- реальную трехмерную неоднородность и нестационарность источника и ветрового поля в пределах атмосферного погранслоя;
- дисперсный состав аэрозольных частиц;
- влияние локальных осадков;
- влияние рельефа местности на процесс рассеивания.

Программа модифицирована для оценки радиационной обстановки вокруг радиационно-опасных объектов не только при аварийных, но и при регулярных выбросах при нормальной эксплуатации.

На рис. 4 показан пример расчета среднемесячных концентраций радионуклида ^{54}Mn ($\text{Ки}/\text{м}^3$) вокруг Смоленской АЭС в феврале 1997 г.

Достоинством системы является то, что в качестве исходных метеорологических данных может быть использован прогноз Гидрометцентра.

Развитие программного средства НОСТРАДАМУС идет по пути создания нового поколения комплексных методик расчета переноса аэрозольных и газовых примесей в атмосфере, использующих новейшие возможности получения

Федерального надзора России по ядерной и радиационной безопасности (ГАН), регистрационный номер ПС в ЦОЭП при РНЦ КИ 491 от 14.03.2003; регистрационный номер паспорта аттестации ПС 158 от 28.03.2003.

детальной прогностической метеорологической информации с высоким пространственным разрешением. Речь идет о региональных прогнозах с разрешением 1-10 км, которые в последние годы входят в расчетную практику (стандартный прогноз Гидрометцентра России дается на сетке 1,25x1,25 градуса, т. е., почти 100x100 км).

Такая комплексная система, в которой соединены метеопрогноз высокого разрешения и модель атмосферного переноса, создана и находится сейчас в опытной эксплуатации в Мурманском управлении по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

На рис. 5 показан пример расчета радиационной обстановки на основе этой системы.

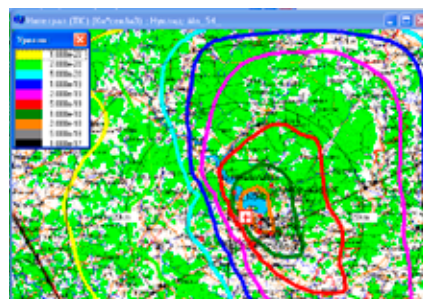


Рис. 4

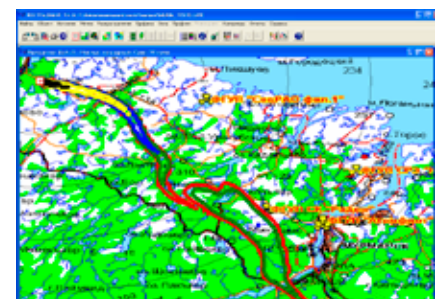
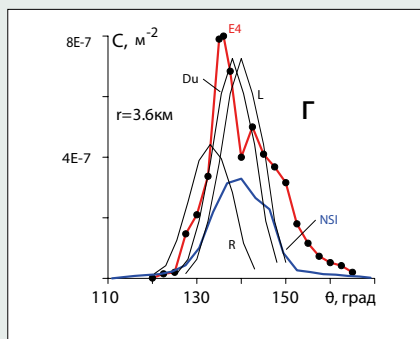
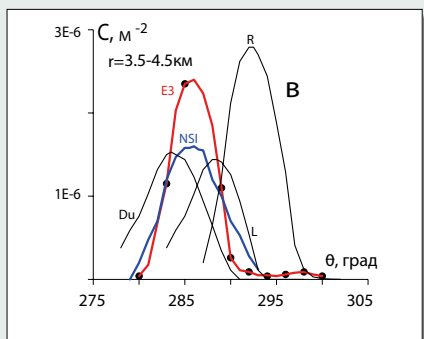
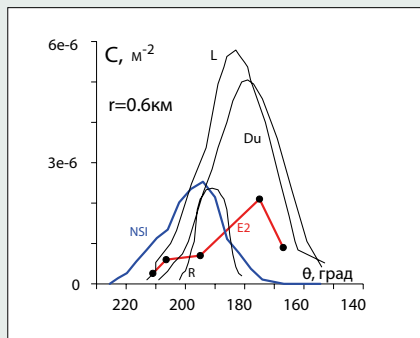
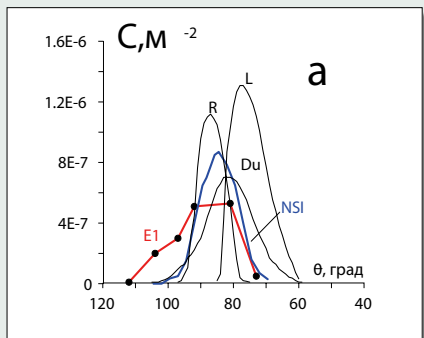


Рис. 5

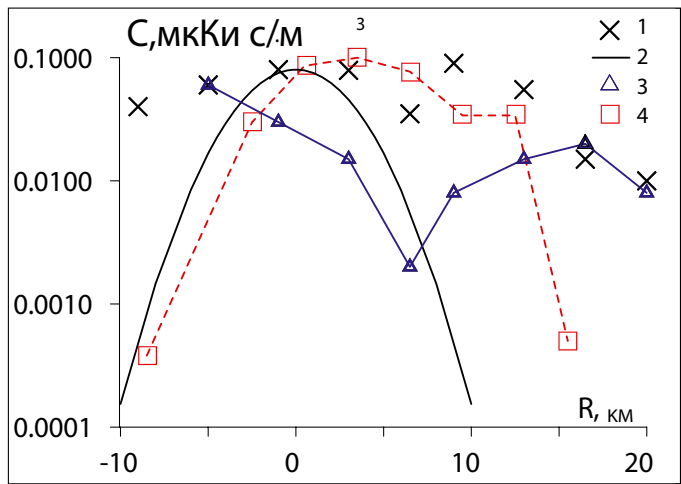
Программа НОСТРАДАМУС верифицирована на экспериментальных данных (около 1000 данных измерений).

Сравнение результатов расчета по системе НОСТРАДАМУС с результатами расчетов по другим моделям и экспериментальными данными



Обсуждение системы НОСТРАДАМУС

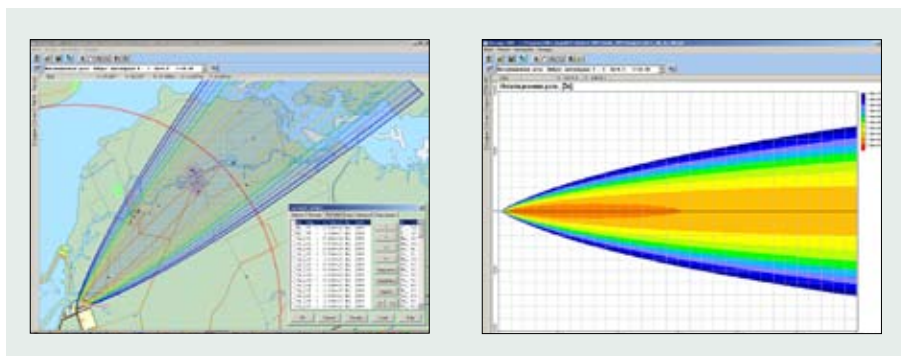
Интегральная приземная концентрация примеси: E1, E2, E3, E4 — экспериментальные данные; NSI — модель ИБРАЗ РАН; R — Гауссова puff-модель (Denmark); L — Лагранжева модель (IABG); Du — Эйлерова модель (Germany)



Сравнение результатов расчета по системе НОСТРАДАМУС с результатами расчетов по моделям Ливерморской лаборатории и экспериментальными данными INEL (Idaho National Engineering Laboratory). Интегральная приземная концентрация примеси ¹³¹I на расстоянии 60 км 1 — экспериментальные данные; 2 — Гауссова модель (Livermore); 3 — модель ADPIC (Livermore); 4 — модель ИБРАЗ РАН

СИСТЕМА TRACE. В основе системы лежит быстрый интегральный компьютерный код на основе гауссовой модели атмосферного переноса. Программное средство выдает в цифровом, табличном и картографическом виде прогнозные значения плотностей загрязнения (суммарные

и по изотопам) поверхности земли, значения эффективных эквивалентных доз облучения на все тело и на органы (щитовидная железа, гонады, легкие, красный костный мозг и др.) для различных возрастных групп в зависимости от времени.

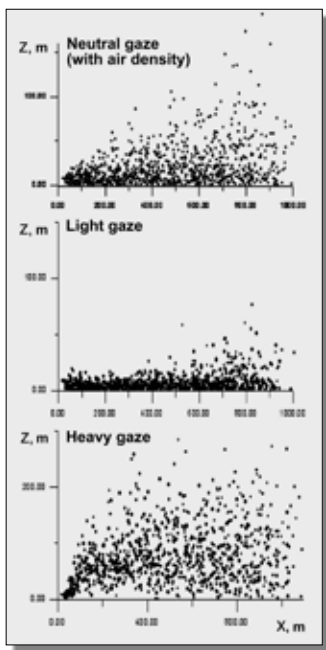


Моделирование радиационной обстановки с помощью программного средства TRACE

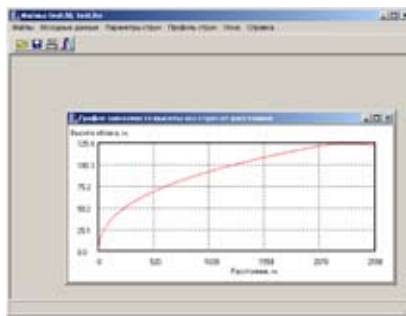
HEAVYGAS – лагранжева стохастическая модель рассеивания газов с отличной от воздуха плотностью.

Программа FIRE для оценки параметров конвективной струи над источником тепловыделения получила развитие в направлении применения к струям легких газов, в том числе метана. На ее основе создано новое программное сред-

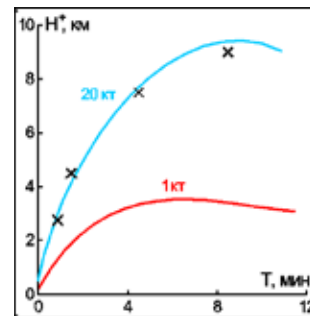
ство **МЕТАН**, в котором решается обратная задача оценки интенсивности источника примеси по значениям концентрации в воздухе в разных точках. Программное средство используется для оценки размера утечек природного газа на объектах газовой отрасли по измерениям концентрации метана в воздухе, проводимым с помощью авиационной техники.



Вид сбоку струи со скоростью истечения 3 м/с, распространяющейся по ветру (5 м/с) от приземного источника. Заметна характерная разница при рассеивании газовых струй легкого, тяжелого и нейтрального газов. Эффекты плавучести в сильной мере определяют вертикальные размеры струи и, следовательно, приземные концентрации примесей

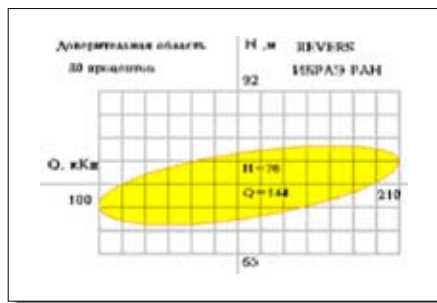


Программа **МЕТАН**. Расчетная траектория струи легкого газа (метана)



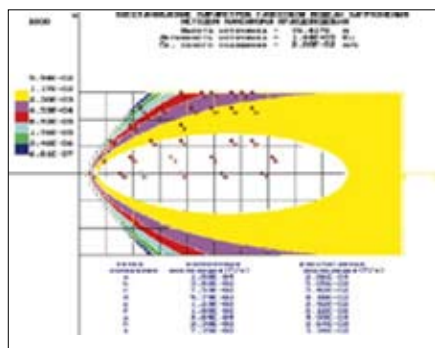
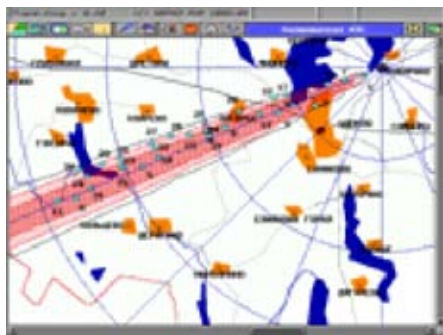
Сравнение результатов расчета по программе «Explosion» параметров облака при взрывах с экспериментальными данными. Динамика движения облака в результате взрыва. Ядерный взрыв (от 1 до 20 килотонн). Динамика верхней кромки облака

РЕВЕРС – быстрый компьютерный код для коррекции параметров источника выброса (суммарной активности, изотопного состава, эффективной высоты подъема) и констант осаждения по данным реальных измерений мощностей доз и/или плотностей радиоактивного загрязнения, на основе статистического анализа вычисляются доверительные интервалы восстановленных величин. Разработана методика нахождения средних величин интегральной активности радиоактивного выброса, высоты подъема радиоактивных продуктов и скорости осаждения выброшенных в атмосферу частиц, а также доверительной области значений этих характеристик по данным измерения поля поверхностной активности. Предполагается, что стационарное поле поверхностной активности сформировано в результате мгновенного точечного выброса с известным радионуклидным составом, а флуктуации поля активности в точках измерения стохастически независимы и описываются логнормальным распределением. Получены аналитические оценки зависимости точности определения интегральных характеристик источника от величины относительных флуктуаций поверхностной активности. Проведена верификация модели на примере радиационной аварии на Южном Урале.



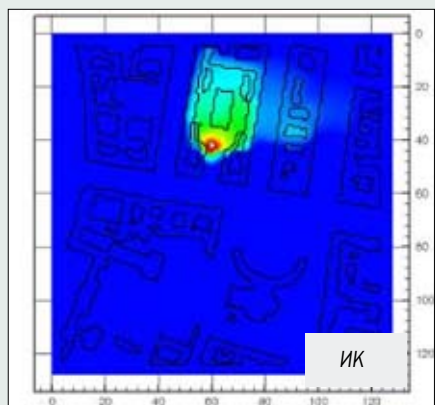
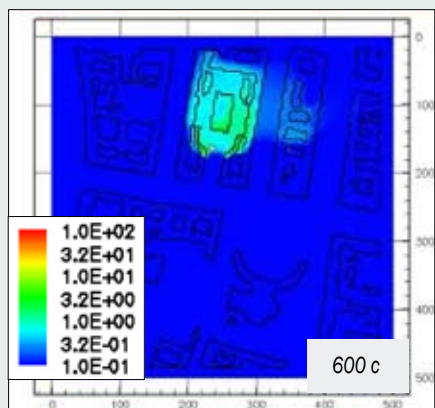
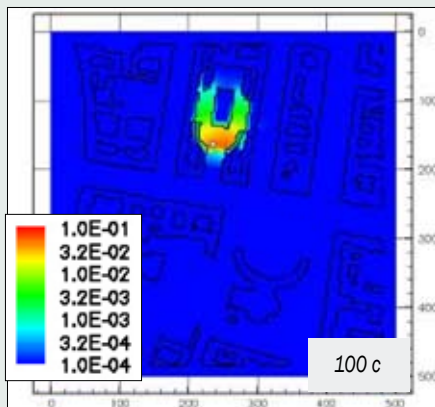
Восстановление параметров источника.
Командно-штабная тренировка МЧС РФ,
22-24 ноября 1994 года

вом, а флуктуации поля активности в точках измерения стохастически независимы и описываются логнормальным распределением. Получены аналитические оценки зависимости точности определения интегральных характеристик источника от величины относительных флуктуаций поверхностной активности. Проведена верификация модели на примере радиационной аварии на Южном Урале.



Карта точек измерений, использованная для коррекции источника выброса

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ



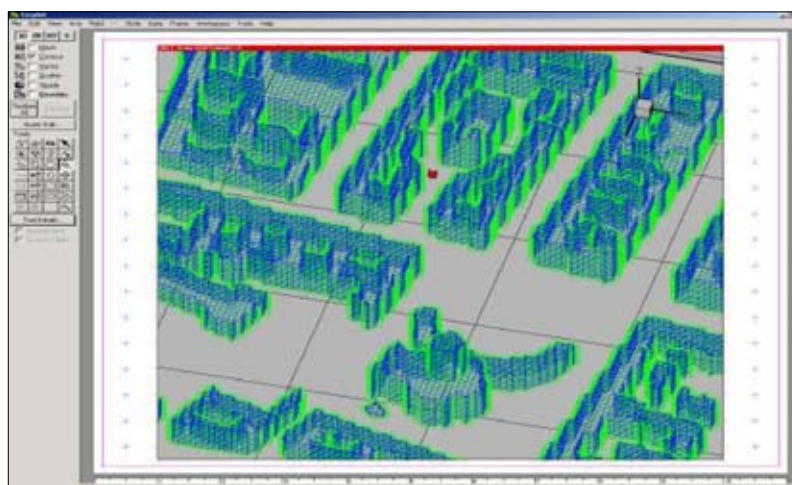
Пример трехмерного расчета распространения примеси в условиях городской застройки. Концентрация загрязняющего вещества на высоте 20 м в разные моменты времени после выброса и значение интеграла концентрации (ИК)

Расчеты ИБРАЭ РАН по моделированию распространения примесей на базе экспериментов.

Вопрос о моделировании распространения радиоактивных примесей в городской и промышленной застройке представляет актуальную задачу, в том числе в связи с угрозами терроризма с применением радиоактивных веществ.

Моделирование распространения примеси в условиях городской застройки – сложная задача. Сложность главным образом связана с сильной неоднородностью поля ветра и характеристик турбулентности. В условиях города неприменимы хорошо зарекомендовавшие себя на практике многочисленные модели, основанные на данных наблюдений за распространением примеси над практически однородными поверхностями разного типа.

Моделирование распространения примеси в условиях городской застройки основывается главным образом на трехмерном моделировании гидротермодинамических течений в условиях сложной подстилающей поверхности. В такие модели входит большое количество параметров, требующих корректного определения. Единственным критерием для оценки возможностей разрабатываемых моделей в мировой практике является процесс валидации моделей, основанный на сравнении экспериментальных и модельных данных. Наиболее ценным для валидации моделей распространения примеси в условиях городской застройки, безусловно, является экспериментальный материал, который был бы получен в реальных условиях реального крупного города.

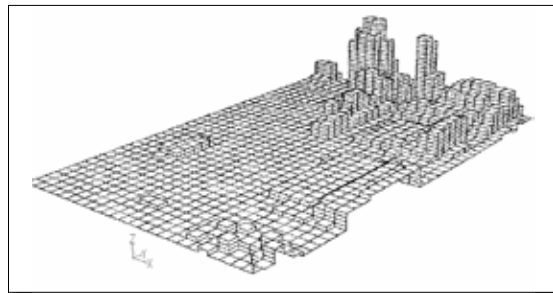


Численная модель городского квартала. Звездочкой показано принятое в расчетах место инжектирования загрязняющего вещества (в газовой форме)

Учитывая угрозы терроризма, связанные с распространением радиоактивности в мегаполисе, США проведены три крупномасштабных эксперимента в условиях крупных городов. Эксперименты проведены при государственной поддержке крупнейшими исследовательскими лабораториями и университетами США:

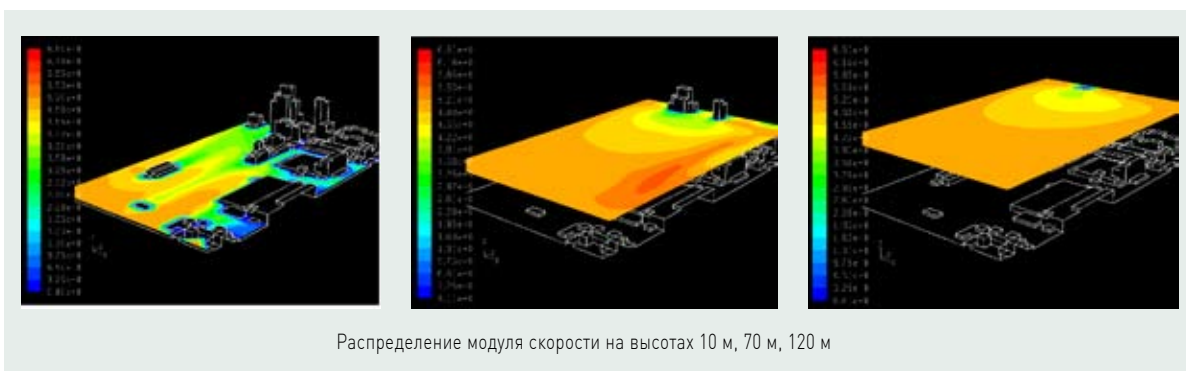
- URBAN 2000 field study (Salt Lake City);
- Joint URBAN 2003 (Oklahoma City.
<http://www.ral.ucar.edu/projects/ju2003/index.html>);
- Urban Dispersion Program (New York) 2005.

Эксперимент URBAN 2000 проведен в условиях сложного ландшафта, но при довольно простой метеорологической ситуации. Эксперимент URBAN 2003 в Оклахоме в июле 2003 года был лучше оснащен измерительными комплексами, проводился в сложных метеорологических условиях.

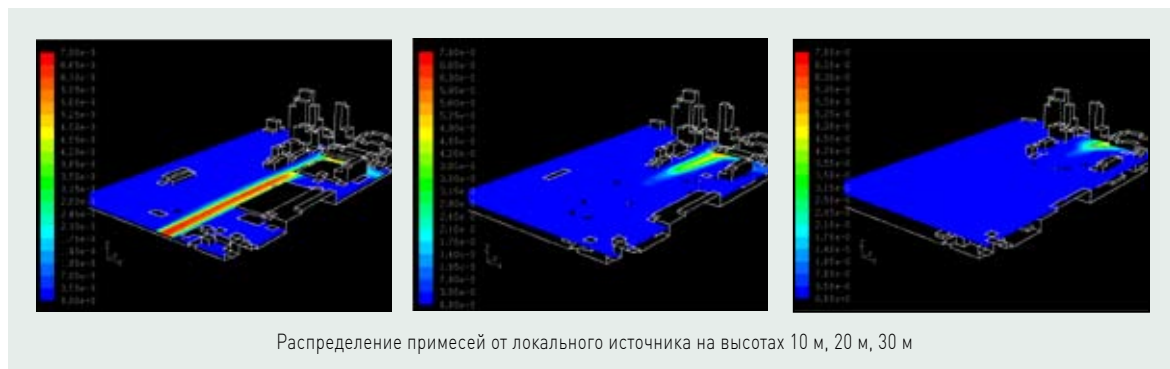


Американская модель части города Oklahoma City

Примеры расчетов, выполненных в ИБРАЭ РАН по моделированию поля ветра для эксперимента Joint URBAN 2003:



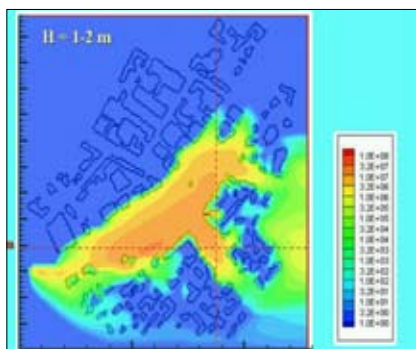
Примеры расчетов, выполненных в ИБРАЭ РАН по распределению примесей от локального источника для эксперимента Joint URBAN 2003:



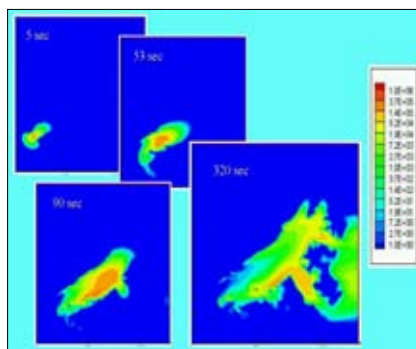
3D ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ атмосферного переноса загрязняющей примеси в городских условиях.

Результаты вычислений демонстрируют принципиальную возможность создания компьютерных кодов, позволяющих еще на стадии подготовки плана мероприятий по ликвидации последствий ра-

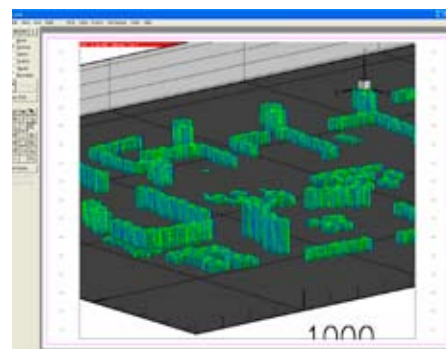
диационных аварий и инцидентов выявить критические участки на территории конкретного города, оценить возможные масштабы радиологических последствий подобных аварий, а также осуществлять оперативную научно-техническую поддержку управленческих решений по защите населения.



Интеграл концентрации Am-241 в воздухе в случае подрыва взрывного устройства с включением в него радиоактивного источника для одного из вариантов городских условий, отн. ед.



Динамика изменения концентрации Am-241 в воздухе в случае подрыва взрывного устройства с включением в него радиоактивного источника для одного из вариантов городских условий, отн. ед.



Визуализация трехмерной группы зданий в пакете TecPlot

РАДИОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕРРОРИЗМ: НОРМИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННЫХ РИСКОВ И УЯЗВИМОСТЬ ОБЩЕСТВА. ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ

Сегодня проблемам терроризма вообще и ядерного и радиологического терроризма (РТ) в частности уделяется внимание во всем мире. Режим нераспространения, системы специального учета и контроля ядерных материалов определяют ситуацию, в которой более вероятным становится применение в террористических целях радиоактивных веществ (РВ), содержащихся в широко распространенных источниках ионизирующего излучения (ИИИ). В последние годы наиболее пристальное внимание специалистов, представителей СМИ и общественности привлекают «грязные» бомбы, или «радиологические устройства диспергирования». Количество радиоактивных веществ в их составе может составлять доли грамма, и превращение обычного взрывного устройства в

«грязную» бомбу не требует сложных технических решений.

Ключевыми факторами, определяющими степень потенциальной опасности применения РВ в террористических целях, являются широкое применение ИИИ в различных сферах (в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, автономных источниках питания) и не вполне решенные, особенно вне атомной индустрии, проблемы их учета, контроля и пресечения возможности несанкционированного применения.

Системный анализ угроз осуществления и возможных последствий актов радиологического терроризма (РТ) показывает, что реализация сценариев с нанесением значимого урона здоровью большого количества людей маловероятна.

Тем не менее, безусловно, необходимо бороться с такими угрозами. Поэтому важной частью системы обеспечения безопасности общества должны быть упреждающие меры, предотвращающие саму возможность организации актов РТ. Ряд таких мер реализуется под эгидой МАГАТЭ, в ряде международных программ, в том числе с участием США и России.

Более вероятно осуществление сценариев с использованием небольших количеств радиоактивных веществ, которые могут быть рассеяны в мегаполисах и на объектах инфраструктуры (в крупных аэропортах, на вокзалах, в метро, местах массового скопления людей и т. д.). Несмотря на незначительные радиологические последствия, такие акты могут привести к большому социально-экономическому ущербу. Масштаб этого ущерба определяется не только и даже не столько параметрами радиационной обстановки, сколько эффективностью системы реагирования, включая нормативно-законодательную базу, позволяющей минимизировать социально-экономические последствия.

Социальные последствия ужесточения нормативов

В числе основных факторов, определяющих возрастание социально-экономических последствий актов РТ, следует выделить неадекватность общественной реакции и неэффективность нормативной базы в области радиационной безопасности с точки зрения предотвращения необоснованных социально-экономических потерь.

Сложившееся в мире неадекватное восприятие обществом реальных последствий радиационных аварий и как следствие возможных последствий актов РТ имеет исторические и психологические корни (трагические результаты атомных бомбардировок Хиросимы и Нага-

саки, гонка ядерных вооружений, авария на Чернобыльской АЭС).

В значительной мере адекватность общественного восприятия и величина социально-экономического ущерба напрямую зависят от установленных в нормативных документах пределов доз облучения и различных уровней вмешательства, допустимых уровней радиоактивного загрязнения объектов среды обитания, продуктов питания и т. д.

После чернобыльской аварии в России и ряде других государств законодательно были закреплены неоправданно жесткие нормативы по радиационной безопасности. Например, в нашей стране был принят «чернобыльский закон», относящийся к пострадавшим территории с уровнем загрязнения 1 Ки/км². Впоследствии установили предел дозы дополнительного техногенного облучения 1 мЗв/год в качестве уровня безопасного проживания. В 1993 году, после локальной аварии на СХК, были реализованы значительные меры вмешательства (включая вывоз детей, закупки чистой продукции, дезактивацию территории), при этом прогнозируемые дозы для населения были на уровне 1 мЗв. Таким образом, проводились меры защиты населения при прогнозируемой дозе почти в 10 раз ниже той, которую ежегодно получает население Республики Алтай, Финляндии или Швеции от естественной радиации.

Использование таких радиационных критериев приводит к тому, что даже небольшое превышение нормативов, вполне безвредное для здоровья и приемлемое для жителей большинства стран Запада, становится источником серьезного беспокойства российской общественности. Свою лепту в обостренное восприятие радиационных рисков вносит и отечественное законодательство, гарантирующее компенсацию ущерба здоровью жителей «чернобыльской зоны», уровень дополнительного облучения

которых заведомо меньше радиационного воздействия от природного радиационного фона.

Ужесточение нормативов снизило порог «радиационной опасности» практически до нуля. Их нарушение в случае возможных аварийных выбросов с незначительными радиологическими последствиями приводили и будут приводить к преувеличенной оценке обществом радиационных рисков

с соответствующими негативными социально-экономическими последствиями. Население, опираясь не только на стереотипы общественного сознания, но и на формулировки действующих законодательных и нормативных актов, воспринимает и не может воспринимать иначе превышение пределов доз как возникновение «ненормальных», опасных условий для своего здоровья и жизни.

Критерии безопасности и оценка ущерба

Существующая сверхжесткая, не основанная на реально выявленных эффектах воздействия малых доз радиации на здоровье человека, система нормирования становится фактором очень высокой уязвимости общества перед угрозой РТ. А с учетом обостренного восприятия радиации населением и обществом в целом, очевидной реакции СМИ любой инцидент с выходом радиоактивности, особенно на территории с высокой

плотностью населения и крупным экономическим потенциалом, независимо от масштабов выброса (даже при пренебрежимо малых радиологических последствиях) чреват масштабным социально-экономическим ущербом.

Приведем результаты наших расчетов для случая умышленного или непреднамеренного диспергирования РВ в мегаполисе. На рис. 1 приведены площади «пораженных» территорий в зависимости от применения существующих в различных нормах уровней вмешательства. К сожалению, нетрудно предвидеть, в какой ситуации будет находиться общество, лица, принимающие решения, случись подобный инцидент. На практике неизбежно произойдет скатывание к реализации самых жестких мер защиты, которые приведут к серьезным нарушениям нормальной жизнедеятельности людей, дезорганизации экономики и социальной сферы при практически пренебрежимых радиологических рисках.

Аналогичными являются оценки радиологического теракта в Нью-Йорке, выполненные специалистами Северо-Западной Тихоокеанской лаборатории, которые демонстрируют прямую зависимость экономического ущерба от применения различных критериев радиационной реабилитации территорий (рис. 2). При подобном теракте практически отсутствуют жертвы, однако стоимость реابي-

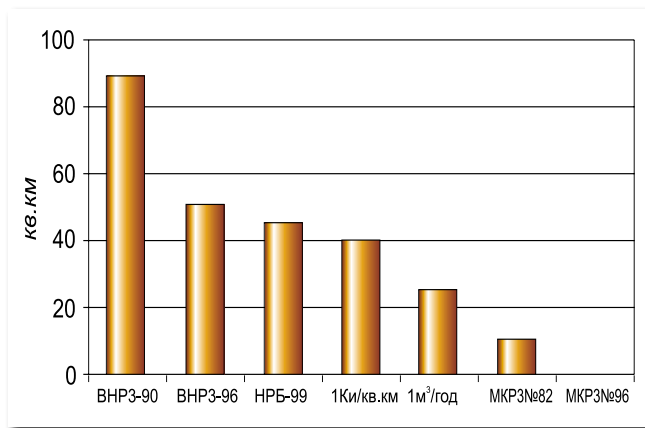


Рис. 1. Уровни вмешательства

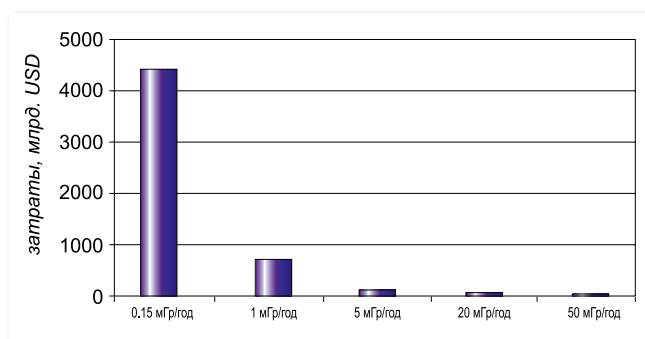


Рис. 2. Дозовые критерии реабилитации

литации, а также восстановления зданий оказывается существенной (до половины ВВП США), особенно при реализации наиболее консервативного стандарта по реабилитации радиоактивно загрязненных территорий (до уровня остаточной годовой дозы 0,15 мЗв).

Совершенствование нормативно-правовой базы

Таким образом, целенаправленная работа по информированию общественности о радиационных рисках и совершенствование нормативной базы в области радиационной безопасности может рассматриваться как эффективная и не требующая значительных затрат превентивная мера повышения порога защищенности общества в случае чрезвычайных ситуаций радиационного характера, включая акты радиологического терроризма.

С сожалением приходится констатировать, что существующая нормативно-правовая база не в полной мере обеспечивает решение задачи адекватного восприятия радиационных рисков и

устойчивости общества в случае инцидентов радиационного характера (табл. 1). В связи с выходом в 2007 году новых рекомендаций МКРЗ в 2010 году будут вводиться новые стандарты МАГАТЭ, а в нашей стране начата работа над новыми нормами радиационной безопасности, санитарными правилами и внесением соответствующих изменений в другие нормативные акты. Уровень знаний и накопленный опыт позволяют утверждать, что с учетом позитивных изменений в международных рекомендациях вполне возможно создать нормативно-правовую базу в области радиационной безопасности, которая сможет обеспечить эффективную защиту здоровья людей, минимизацию социальных и экономических потерь, ущербов и рисков в случае чрезвычайных ситуаций радиационного характера.

Необходимо более определенно зафиксировать дозовые уровни, определяющие оправданное вмешательство в первый и последующие годы после инцидента. Важной также является

разработка последовательной, соответствующей дозовым критериям системы производных уровней вмешательства, не допускающей их необоснованного ужесточения. Современная противоречивость уровней вмешательства по существу превратила их в самостоятельный инструмент, что может нанести прямой социально-экономический и психологический ущерб обществу (не только без позитивного эффекта для здоровья людей, но даже во вред им).

На наш взгляд, новые международные рекомендации позволяют, основываясь в полной мере на реальном и весьма масштабном научном базисе многолетних исследований в области радиационной безопасности, существенно усовершенствовать существующую национальную нормативную базу реагирования на радиационные аварии, радиологические атаки и инциденты.

Обеспечивает социально приемлемый уровень радиационной безопасности населения и персонала в нормальных условиях	Да
Обеспечивает приемлемую защиту здоровья при радиационных авариях и радиологических атаках	Да
Предотвращает необоснованные экономические затраты в нормальных условиях эксплуатации	Нет
Создает основу для эффективной системы реагирования и предотвращения необоснованного социального и экономического ущерба при авариях и радиологических атаках	Нет
Способствует адекватному восприятию радиационных рисков и снижению уязвимости общества в отношении радиационных аварий, инцидентов и радиологических атак	Нет

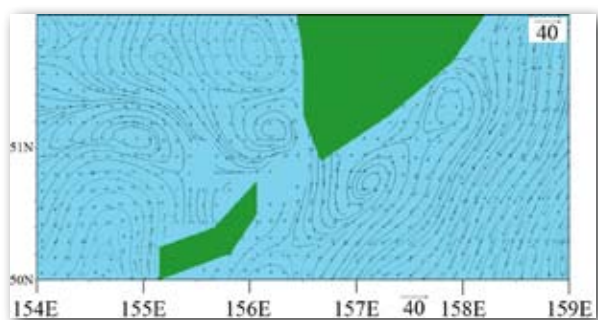
Табл. 1

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ

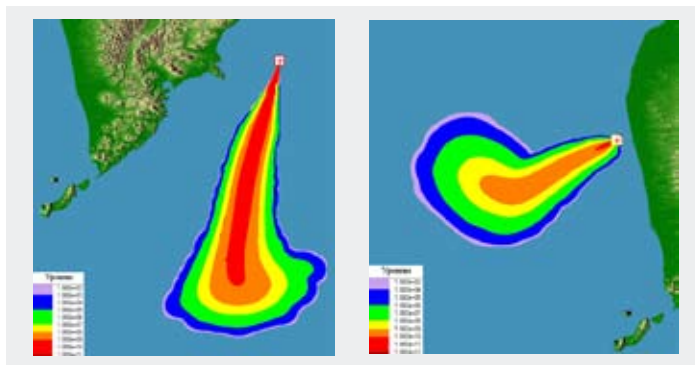
МОДЕЛЬ НЕПТУН

Анализ безопасности ядерно- и радиационно-опасных объектов, расположенных в районах базирования и утилизации атомных подводных лодок, требует создания программных инструментов для прогнозирования радиационной обстановки в случае попадания радиоактивных веществ на поверхность воды морей и океанов. В ИБРАЭ РАН создается инструмент для оценок концентраций при распространении загрязнений в мор-

ской воде. Модель НЕПТУН учитывает характерные особенности рассеивания примеси в воде морей и изменчивость морских течений. Работа ведется при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований совместно с ведущими специалистами Института океанологии РАН и Института вычислительной математики РАН.

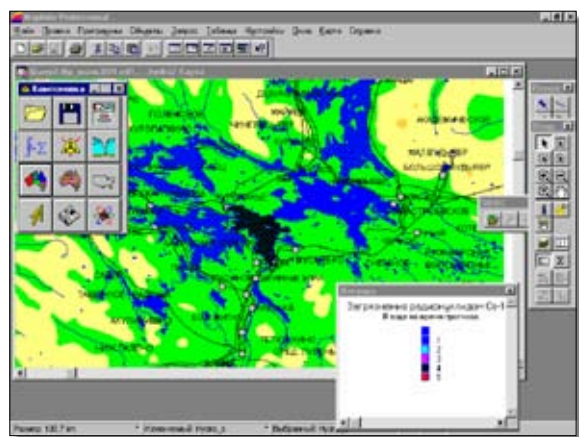


Характерная картина течений в Камчатском регионе в июне



Проинтегрированная по времени концентрация Cs-137 и Sr-90 в верхнем слое перемешивания через 117 суток после экстремальной гипотетической аварии при транспортировке радиоактивных отходов

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «КАССАНДРА»



Расчет доз. Отображение на карте результатов расчета

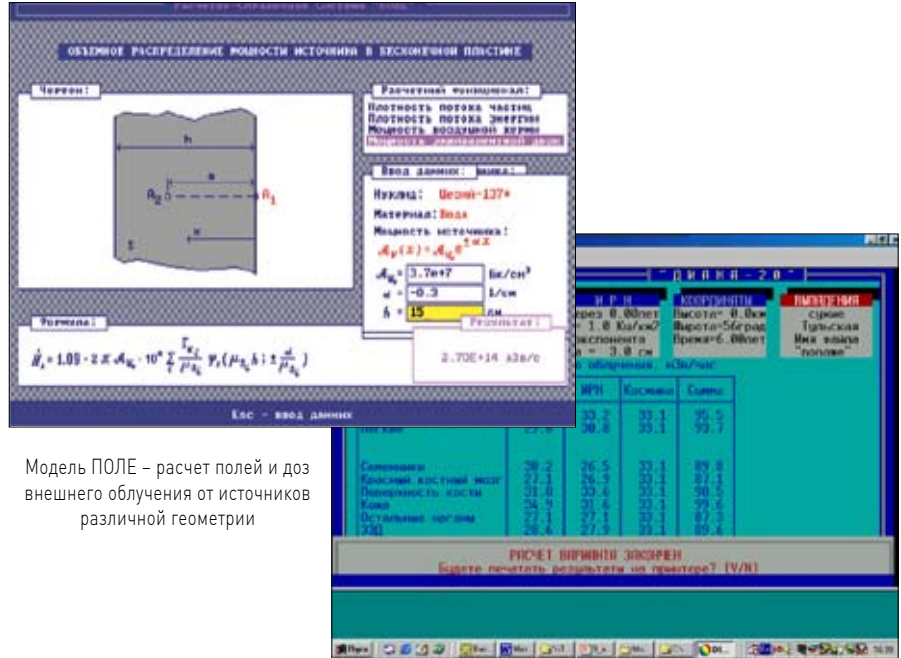
Программный комплекс «Кассандра» разработан для моделирования миграции радиоактивных веществ в водных объектах и оценки доз облучения населения от водопользования. Комплекс неоднократно использовался при проведении учений.

«Кассандра» успешно прошла валидацию путем сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными о радиоактивном загрязнении рек Теча и Плава, водоема-охладителя Чернобыльской АЭС и ряда других водоемов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Модели ДИАНА и ПОЛЕ

были разработаны и активно использовались для оценки последствий Чернобыльской аварии. Системы предназначены для оценки функционалов полей ионизирующих излучений, для источников различных геометрических форм, а также разных условий и путей облучения.

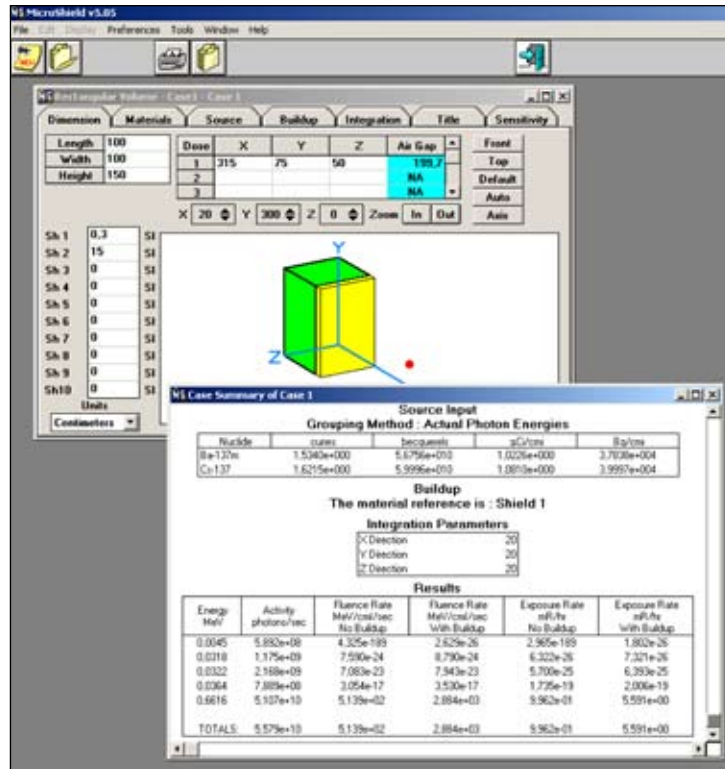


Модель ПОЛЕ – расчет полей и доз внешнего облучения от источников различной геометрии

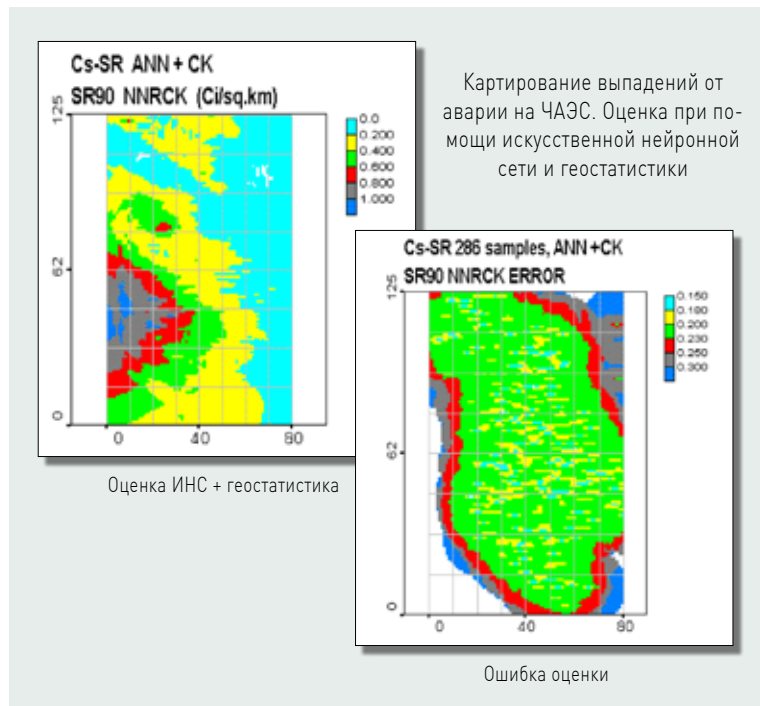
Модель ДИАНА – расчет эффективной эквивалентной дозы облучения человека и эквивалентных доз на отдельные органы при внешнем облучении на открытой местности с учетом естественного радиационного фона

ПРОГРАММА MICROSHIELD

используется для расчетов защиты и оценок доз гамма-излучения. Для ряда случаев включены возможности анализа различных конфигураций защиты и контейнеров, оценок облучения персонала и доз в материалах, выбора защитных мер при проведении технического обслуживания, оценок мощности источника по материалам натуральных измерений, минимизации облучения персонала.



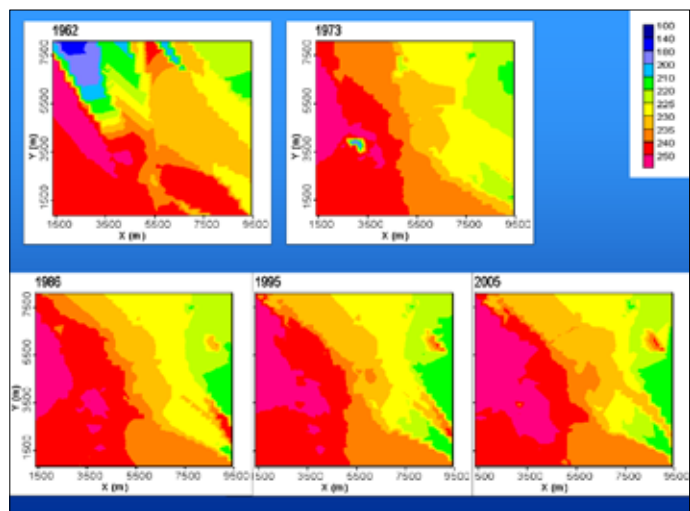
МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ



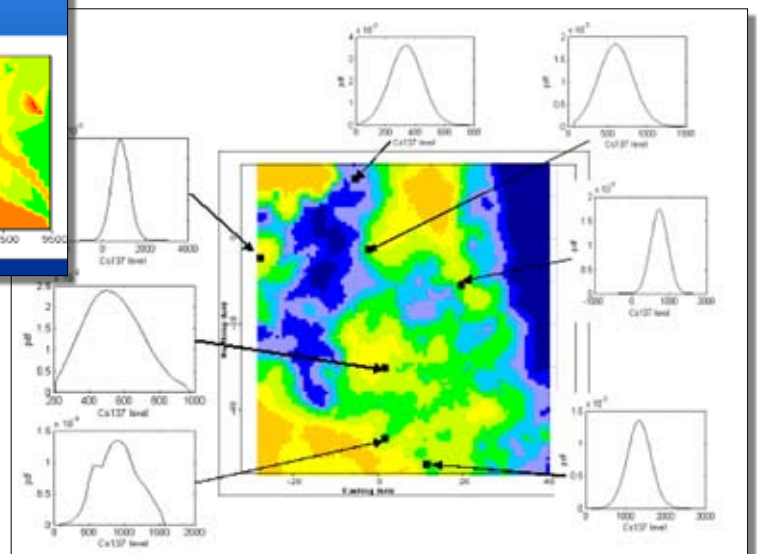
Актуальность методов анализа, обучающихся на исходной информации, связана с необходимостью адекватной обработки данных экологического мониторинга. При этом особое внимание уделяется:

- возможности использовать неточно заданную информацию;
- возможности получать оценку неопределенности полученного результата;
- возможности использовать метод в автоматическом режиме.

Главным инструментарием для такого анализа являются специально разработанные и верифицированные подходы, основанные на геостатистике и методах машинного обучения. Разработанные методы используются в реальных приложениях, например, при анализе гидрологической ситуации в районе ПО «Маяк» или для моделирования чернобыльских выпадений.



Результат моделирования пространственно-временной динамики уровней грунтовых вод

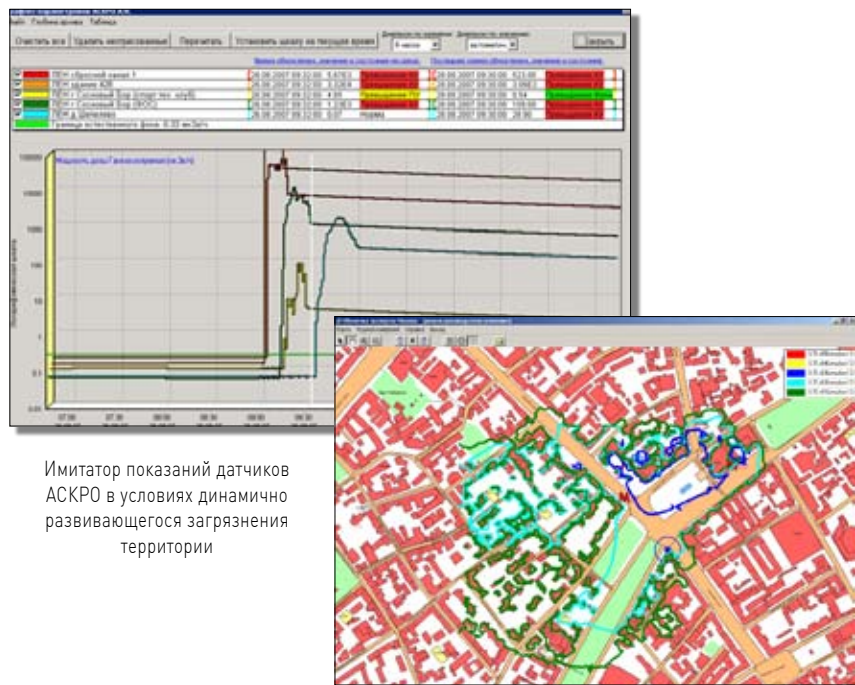


Пример полученной оценки (загрязнение почвы ¹³⁷Cs в результате аварии на Чернобыльской АЭС)

СИСТЕМЫ ПОЛНОМАСШТАБНОЙ ИМИТАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ

Разрабатываемые в институте модели и геоинформационные системы используются в работах, связанных с научно-технической поддержкой мероприятий по защите населения и территорий при возможных радиационных авариях. С 1993 года ИБРАЗ РАН (а с 1996 года – ТКЦ ИБРАЗ) является активным участником работ в рамках национальной системы аварийного реагирования в случае кризисных ситуаций на радиационно- и ядерно-опасных объектах. Для имитации радиационной обстановки были разработаны:

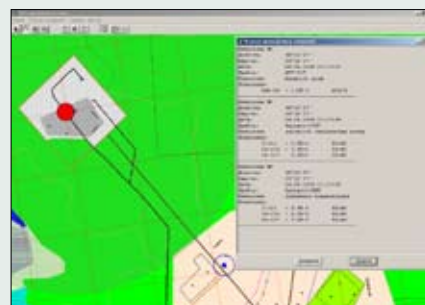
система моделирования послеаварийной радиологической ситуации PARIS, система генерации результатов измерения загрязнения объектов окружающей среды ENVELOPPE, система генерации результатов «Конверт» (в новой версии система «Пионер») и система имитации работы датчиков АСКРО. Все системы были опробованы в ряде национальных и международных учений («Беккерель», «Арагац-99») загрязнением территории с учетом реализуемых контрмер.



Имитатор показаний датчиков АСКРО в условиях динамично развивающегося загрязнения территории

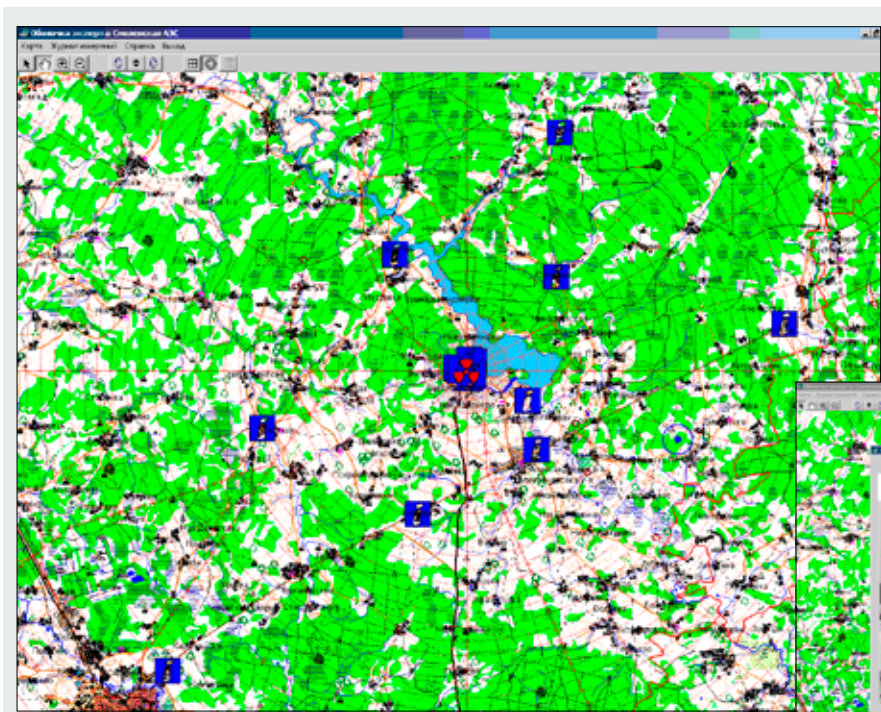
Система «Пионер» позволяет получать в режиме реального времени результаты измерений мощности дозы на открытой местности, а также загрязненности почвы и воздуха в районе радиоактивного загрязнения


Компьютерная система динамического моделирования результатов первичных измерений радиационной обстановки в течение первых суток после аварии на радиационно-опасном объекте «Пионер»»

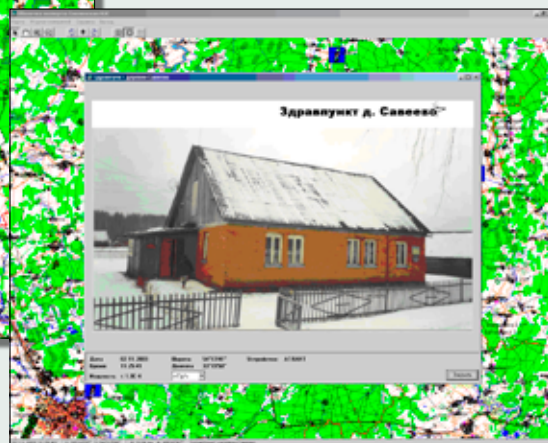


В настоящее время создан основной модуль системы «Пионер», в рамках которого реализована загрузка и отображение карт в векторном формате, операции масштабирования и перемещения по карте, а также алгоритмы координатного преобразования для обеспечения возможности ра-

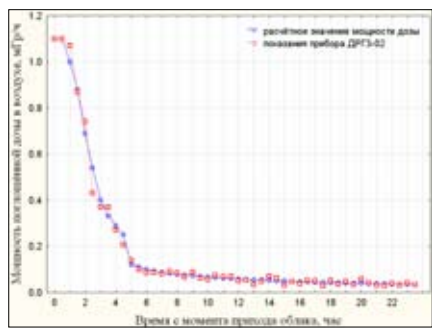
боты при произвольном направлении ветра. Рассматриваемая система позволяет получить «конверты», содержащие данные по измерениям мощности дозы, гамма-спектрометрическому анализу проб почвы и воздуха в течение первых суток после аварии.



Рабочий экран системы «Пионер». Карта окрестностей ядерного объекта. На карте символом  схематически изображено местонахождение группы радиационного контроля. Оператор имеет возможность переместить условный символ по карте в соответствии с реальным положением группы на местности



Рабочий экран системы «Пионер»
Окно поста контроля



Динамика мощности дозы в населённом пункте Семёновка в течении первых суток после аварии

Имитация показаний датчиков АСКРО на АЭС в режиме реального времени и в соответствии со сценарием условной аварии. В последние годы используется на учениях концерна «Росэнергоатом». В 2007—2008 годах на учениях на

ЛАЭС и ВдАЭС применялся полномасштабный имитатор АСКРО, разработанный в ИБРАЗ РАН. Этот имитатор используется и в регулярных тренировках специалистов ИБРАЗ РАН.

БАЗЫ И БАНКИ ДАННЫХ

С момента создания ИБРАЭ РАН в нем ведутся работы по анализу последствий аварии на ЧАЭС. С 1991 года Институт является головной организацией по системно-аналитическому обеспечению Чернобыльской программы.

В ИБРАЭ РАН с привлечением десятков научных организаций различных ведомств создана управленческая информационная система «Чернобыль». Ядром системы является Центральный банк обобщенных данных, в состав которого входят 18 разделов.

Основу банка составляет база радиационно-гигиенических дан-

ных. Это информация по радиоактивному загрязнению почвы, дозам внешнего и внутреннего облучения населения, загрязнению продуктов питания и другим характеристикам. В целом в банк данных включена информация более чем по 12 тысячам населенным пунктам России, обследованным в рамках радиационного мониторинга в 1986—2006 годах.

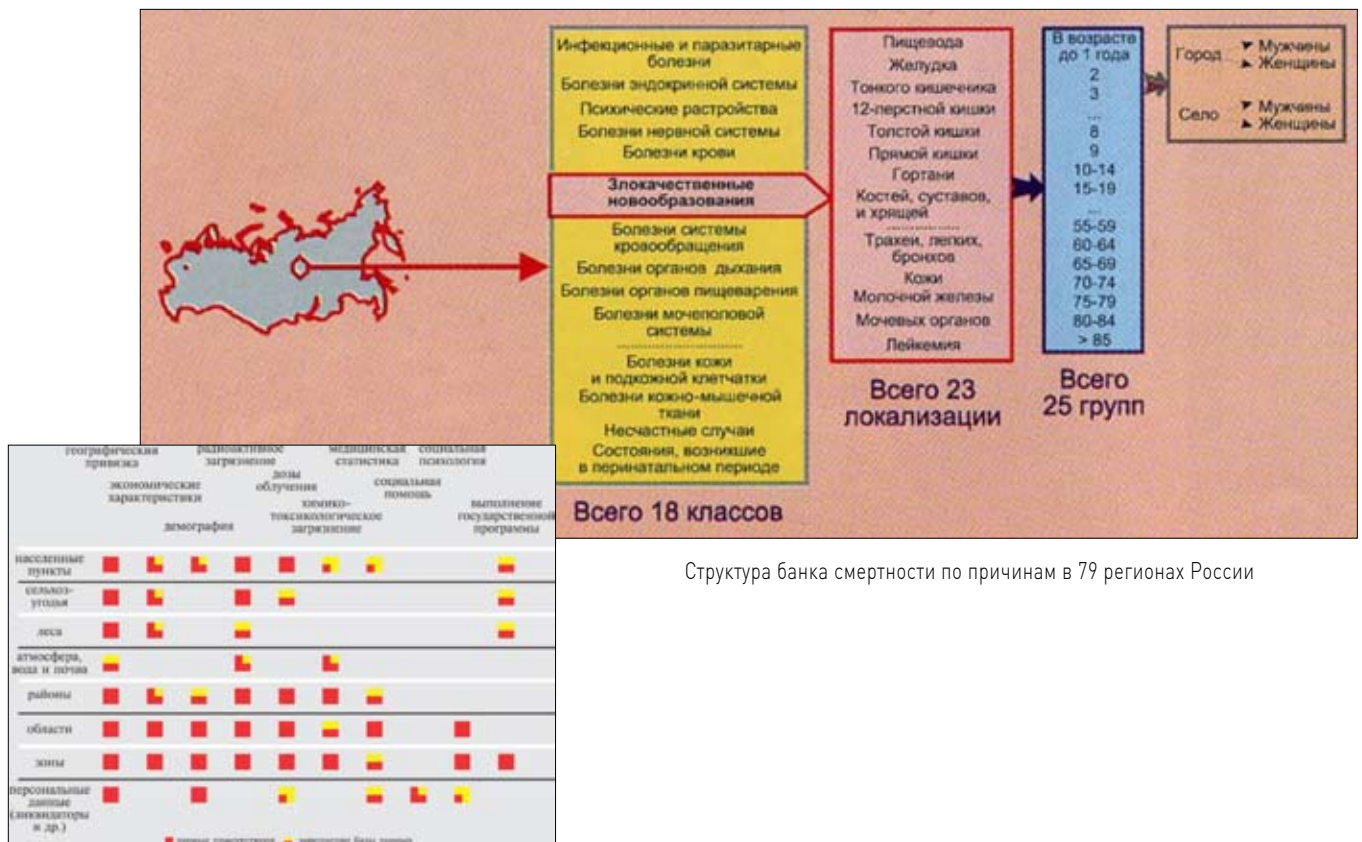
На основе опыта, полученного при анализе результатов, полученных при изучении, среди прочего, и последствий Чернобыльской аварии, были созданы базы данных информационного обеспечения ТКЦ.

БАЗЫ ДАННЫХ:

по характеристикам радиационно-опасных объектов атомной энергетики и территорий их размещения, мест утилизации АПЛ и объектов их инфраструктуры;

по радиологическим сценариям возможных аварий;

картографический банк данных и геоинформационная система по промплощадкам, санитарно-защитным зонам и зонам наблюдения

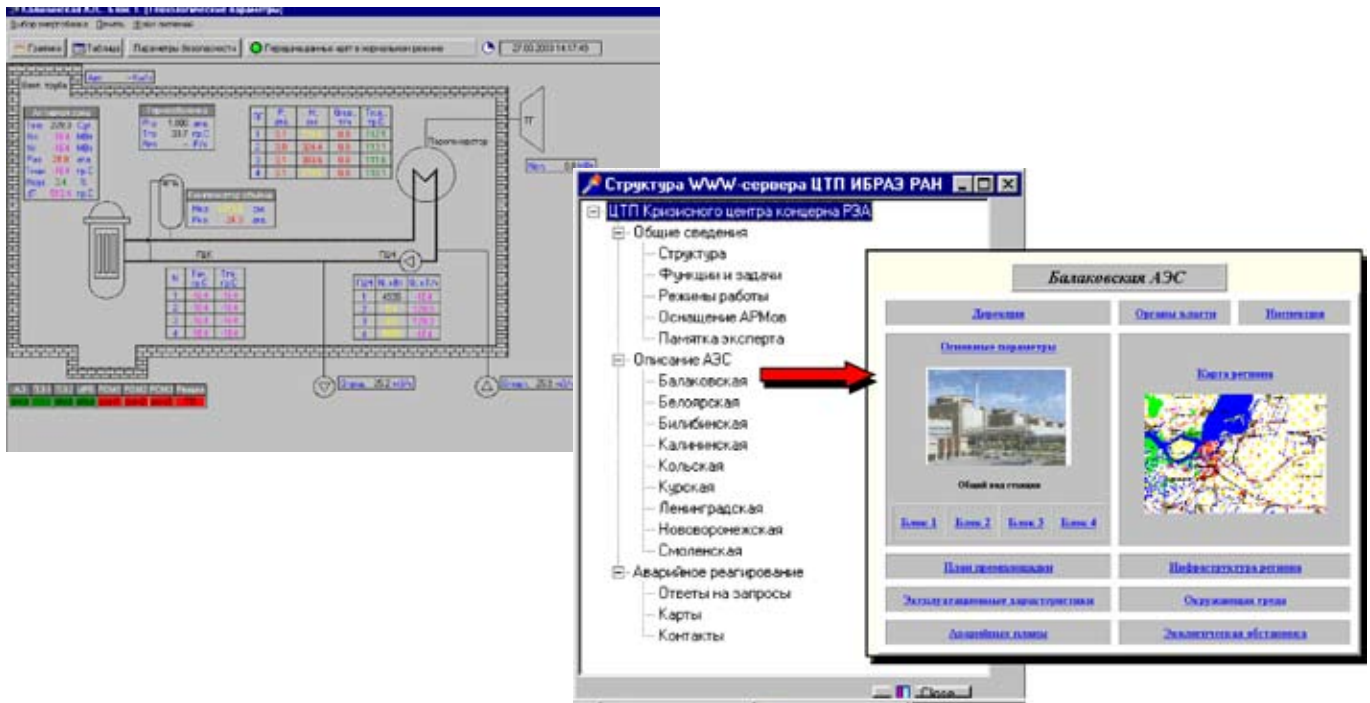


Структура банка смертности по причинам в 79 регионах России

Центральный банк обобщенных данных

В рамках отраслевой системы аварийного реагирования Росатома России ТКЦ ИБРАЭ РАН имеет доступ:

- к системе RECASS Росгидромета для получения метеоинформации в районах расположения АЭС;
- к СПД (технические параметры и параметры безопасности) АЭС концерна «Росэнергоатом»;
- к отраслевой подсистеме АСКРО ГК «Росатом».



ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТКЦ ИБРАЭ РАН



Программно-технический комплекс ТКЦ ИБРАЭ РАН обеспечивает решение задач научно-технической и экспертной поддержки КЦ концерна «Росэнергоатом», ЦУКС МЧС России, СКЦ ГЦ «Росатом», ИАЦ Ростехнадзора, ЦМП ГУ МЧС по г. Москве, созданных и создаваемых в настоящее время Региональных кризисных центров в случае чрезвычайных ситуаций на ядерно- и радиационно-опасных объектах. Режим функционирования ТКЦ ИБРАЭ РАН – непрерывный.

Коммуникационные возможности: собственные и арендованные волоконно-оптические линии связи, используемые для подключения к сетям передачи данных Росатома и КЦ концерна «Росэнергоатом»; подключение к трем городским узлам АТС и к ведомственному узлу Росатома; подключение к сети ISDN; резервный спутниковый терминал для голосовой связи и передачи данных; подключение к сети Интернет; дублирующие каналы связи.



Кластерная вычислительная установка



Дизель-генераторная установка

Технический комплекс и системы связи:

- современные автоматизированные рабочие места персонала;
- система видеоконференцсвязи;
- система спутниковой связи;
- аудио- видео- презентационное оборудование;
- серверное и коммуникационное оборудование;
- кластерная вычислительная установка ИБРАЗ РАН для ресурсоемких вычислений;
- система бесперебойного электропитания, включающая дизель-генераторную установку, комплекты дозиметрического оборудования.

Мобильный программно-технический комплекс АСФ с системой спутниковой и мобильной передачи данных при работе на месте радиационной аварии





ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕНТРЕ

Введение.....	3
Общие сведения.....	4
Задачи ТКЦ.....	5
Структура ТКЦ.....	6
Режимы функционирования.....	8
Нормативная база.....	9
Опыт экспертов.....	9

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТКЦ ИБРАЭ РАН

Банк моделей.....	11
Программные комплексы для анализа безопасности АЭС.....	13
Компьютерные системы оценки и моделирования распространения радионуклидов в атмосфере.....	16
Моделирование распространения примесей в условиях городской застройки.....	20
Нормирование радиационных рисков и уязвимость общества.....	22
Компьютерные системы оценки и моделирования миграции радионуклидов в водных системах.....	26
Компьютерные системы оценки и моделирования доз внутреннего и внешнего излучения.....	27
Методы искусственного интеллекта для анализа данных.....	28
Системы полномасштабной имитации последствий радиационных аварий.....	29
Базы и банки данных.....	31
Технический комплекс ТКЦ ИБРАЭ РАН.....	32

ТРЕНИНГ, УЧЕНИЯ

СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области.....	41
Региональный кризисный центр (РКЦ).....	43
Ситуационный центр Правительства Мурманской области.....	44
Кризисный центр ГОУ ГОЧС и ПБ Мурманской области.....	44
Центр сбора и обработки информации МУГМС.....	45
Кризисный центр ФГУП «СевРео».....	46
Информационное и программное обеспечение кризисных центров.....	47
Развитие Мурманской территориальной АСКРО.....	48
Объектовые системы радиационного мониторинга. ФГУП СРЗ «Нерпа».....	49
Интеграция АСКРО Кольской АЭС.....	50
Передвижные радиационные лаборатории.....	50
Создание объектовых автоматизированных систем радиационного мониторинга на объектах, связанных с утилизацией АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО.....	52
Подготовка персонала.....	55

ОБЩЕСТВЕННЫЙ САЙТ.....

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО.....

В режиме повседневной деятельности основным элементом поддержания готовности и совершенствования ТКЦ являются учения. В ходе учений отрабатываются процедуры оповещения и взаимодействия между участниками аварийного реагирования на различных уровнях, проверяется готовность персонала и программно-технических средств ТКЦ, отрабатываются практические вопросы научно-технической экспертной поддержки принятия решений по мерам защиты персонала, населения и территорий.

С момента создания ТКЦ является активным участником учений, проводимых концерном «Росэнергоатом», Росатомом, МЧС России, а также международных учений. Масштабные комплексные противоаварийные учения на АЭС проводятся концерном «Росэнергоатом» ежегодно. ТКЦ обеспечивает оценку источника выброса, оценку и прогнозы радиационных последствий аварий и выработку рекомендаций по мерам защиты населения и объектов окружающей среды. Кроме этого, концерном проводится 5—6 учебных тренировок в год с участием персонала одной из АЭС, кризисного центра концерна «Росэнергоатом» и центров технической поддержки.

В рамках поддержания готовности сил и средств ОСЧС Росатома ТКЦ ИБРАЭ РАН участвует в учениях, проводимых УЯРБ Росатома, СКЦ Росатома и предприятиями отрасли.

Многолетний опыт в области аварийного реагирования ТКЦ ИБРАЭ РАН неоднократно использовался и используется для подготовки и проведения целого ряда российских и международных учений и тренировок.

Специалисты ТКЦ участвуют в разработке технологических и радиационных сценариев аварийных ситуаций на ядерно-

радиационно-опасных объектах, осуществляют организационную подготовку, разрабатывают специализированные имитационные программные средства, проводят подготовку персонала к учениям.

Совместно с ИПСН (Франция) ИБРАЭ РАН подготовил и провел национальное учение по аварии на исследовательском реакторе «Беккерель» (Франция, 1996 год). Также специалисты ИБРАЭ РАН участвовали в подготовке и проведении учений, организованных в рамках сотрудничества с Департаментом энергетики США – на Билибинской АЭС (2002 год), реакторе БОР-60 в ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР» (2003 год), аварии при перегрузке ОЯТ атомного ледокола на ФГУП «РТП Атомфлот» (2005 год), на ФГУП «Звездочка» (2008 год).

В последние годы специалисты ТКЦ активно участвуют в организации и проведении учений с территориальными органами ГОЧС. В 2007 году было проведено комплексное противоаварийное учение в Мурманской области с участием ФГУП «СевРАО», органами исполнительной власти Мурманской области, территориальных подразделений Росгидромета, МЧС России, Роспотребнадзора, ФМБА и др. В ходе учений отрабатывались вопросы организации оповещения, оценки последствий аварии, принятия решений по мерам защиты персонала и населения, организации взаимодействия на местном, территориальном и федеральном уровнях.

Комплексное противоаварийное учение:

ФГУП «Звездочка» – 2008 г.



Волгодонская АЭС – 2008 год
Ленинградская АЭС – 2007 год
Нововоронежская АЭС – 2006 год
Кольская АЭС – 2005 год
Белоярская АЭС – 2004 год
Смоленская АЭС – 2003 год

КОМАНДНО-ШТАБНОЕ УЧЕНИЕ «ЗАПОЛЯРЬЕ-2007»



24 октября 2007 года в рамках проекта «Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области» было проведено командно-штабное учение «Заполярье-2007».

ТКЦ ИБРАЗ РАН совместно с ФГУП «СевРАО» разработал радиологический сценарий учения и принимал активное участие в подготовке его проведения. В учении были задействованы силы и средства ФГУП «СевРАО», администрации ЗАТО г. Заозерск, ГОУ ГОЧС и ПБ, ЦСОИ МУГМС, КЦ ФГУП «СевРАО».

ГУ МЧС России по Мурманской области, силы и средства Мурманской территориальной подсистемы РСЧС и функциональных подсистем РСЧС.

В ходе учения были активизированы и работали в полном объеме созданные в рамках проекта СЦ Правительства Мурманской области, Кризисный центр ГОУ ГОЧС и ПБ, ЦСОИ МУГМС, КЦ ФГУП «СевРАО».

Научно-техническую поддержку осуществляли ТКЦ ИБРАЗ РАН и ФИАЦ Росгидромета ГУ «НПО Тайфун».



ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНОЕ УЧЕНИЕ НА ФГУП «АТОМФЛОТ»



Противоаварийные учения на ФГУП «Атомфлот» (г. Мурманск) были проведены 26 июля 2005 года.

В ходе этих учений отрабатывались действия при радиационной аварии на площадке временного хранения ТУК. В ходе учения осуществлялась проверка:



- пригодности к эксплуатации и работоспособности всех каналов связи (видеоконференцсвязь, электронная почта, факс);
- работоспособности программных средств, используемых для прогнозирования радиационной обстановки и поддержки принятия экстренных мер защиты персонала и населения;
- взаимодействия экспертных групп ТКЦ друг с другом, с ФГУП «Атомфлот» и ФГУП «СКЦ Росатом».

КОМАНДНО-ШТАБНОЕ УЧЕНИЕ НА ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР»



Командно-штабное учение по аварии на исследовательском реакторе БОР-60 ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР» 9 декабря 2003 года.

В соответствии с Соглашением между Правительствами РФ и США «О сотрудничестве в области изучения радиационных воздействий с целью минимизации влияния последствий радиоактивного загрязнения на здоровье человека и окружающую среду» было проведе-

но учение по аварийной ситуации на исследовательском реакторе БОР-60 в ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР».

Мероприятия по подготовке и организации учения осуществлялись ТКЦ ИБРАЭ РАН в тесном взаимодействии с руководством и специалистами Росатома, СКЦ Росатома и ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР».

В ходе подготовки к учению были существенно модернизированы автоматизированные системы контроля параметров безопасности на исследовательской установке, модернизированы системы связи и передачи данных в тесном взаимодействии с руководством и специалистами ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР».



КОМАНДНО-ШТАБНОЕ УЧЕНИЕ НА БИЛИБИНСКОЙ АЭС



Командно-штабное учение на Билибинской АЭС 21 августа 2002 года.

Подготовка и проведение учения осуществлялись специалистами ИБРАЭ РАН, кризисного центра концерна «Росэнергоатом» и Билибинской АЭС. В качестве наблюдателей участвовали представители Департамента энергетики США, Департамента охраны окружающей среды штата Аляска, Отдела аварийного реагирования администрации штата Аляска, Тихоокеанской северо-западной национальной лаборатории, Сандианской национальной лаборатории, Университе-



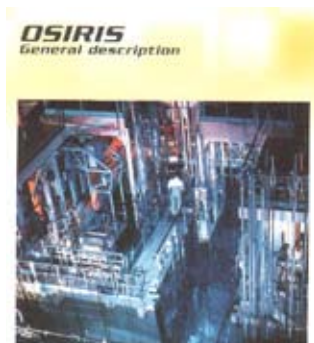
та штата Аляска. В ходе учения в режиме реального времени был организован канал обмена данными между экспертами ТКЦ и специалистами США.



УЧЕНИЕ «САКЛЕ-2000»

В 2000 году ТКЦ принимал участие в учениях по условной аварии на реакторе «Озирис» центра Сакле, Франция. Эксперты ТКЦ, находясь на своих рабочих местах, в

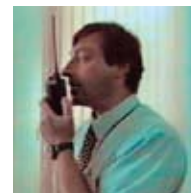
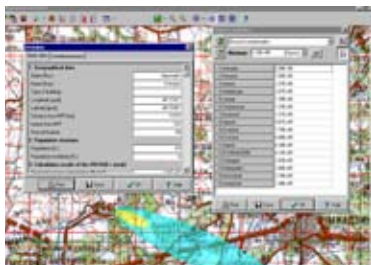
режиме удаленного доступа обменивались данными со специалистами, находившимися в Кризисном центре Сакле.



УЧЕНИЕ «АРАГАЦ-99»

6—8 сентября 1999 года были проведены международные учения по аварийному реагированию на Армянской АЭС «Арагац-99» с участием специалистов Армении, России, МАГАТЭ, США, Франции, Великобритании с целью тренировки различных участников, вовлеченных в аварийное реагирование. Для имитации радиационной обстановки ИБРАЗ РАН совместно с ИПСН Франции подготовил две компьютерные системы «Конверт-Арагац» и «АСКРО-Арагац». Система «Конверт-Арагац» позволила

получать в режиме реального времени результаты измерений мощности дозы на открытой местности, а также загрязненности проб воздуха и почвы в районе радиоактивного загрязнения. Система «АСКРО-Арагац» имитировала работу системы АСКРО Госатомнадзора в условиях динамично развивающегося радиоактивного загрязнения территории.



УЧЕНИЕ «УРАЛ-99»

В октябре 1999 года прошло учение «Урал-99» по ликвидации последствий аварии при транспортировке радиоактивных веществ. Помимо проверки новых технических средств обрабатывалось

многостороннее информационное взаимодействие. В нем участвовали эксперты ТКЦ, находившиеся непосредственно на месте учения с независимыми спутниковыми средствами связи.



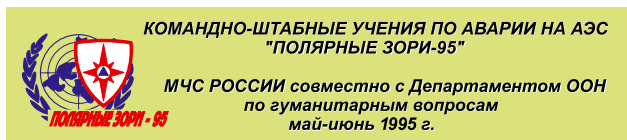
УЧЕНИЕ «БЕККЕРЕЛЬ»



В 1996 году специалисты ИБРАЭ были приглашены ИПСН в качестве разработчиков радиологического сценария для организации национального учения Франции «Беккерель» по аварийному реагированию и защите населения, которое состоялось в октябре

1996 года. Специально для этого учения были разработаны система моделирования послеаварийной радиологической ситуации PARIS и система генерации результатов измерения загрязнения объектов окружающей среды ENVELOPPE.

«ПОЛЯРНЫЕ ЗОРИ-95»



ИБРАЭ РАН принимал активное участие в подготовке и проведении командно-штабных учений МЧС России «Полярные зори-95». В учениях участвовали эксперты, спасатели, наблюдатели и специалисты из 10 стран. По их мнению, разработанный ИБРАЭ РАН

совместно с рядом российских организаций научно-технический сценарий учения, компьютерные базы данных и моделирующие системы были выполнены на самом высоком уровне.





ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕНТРЕ

Введение.....	3
Общие сведения.....	4
Задачи ТКЦ.....	5
Структура ТКЦ.....	6
Режимы функционирования.....	8
Нормативная база.....	9
Опыт экспертов.....	9

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТКЦ ИБРАЭ РАН

Банк моделей.....	11
Программные комплексы для анализа безопасности АЭС.....	13
Компьютерные системы оценки и моделирования распространения радионуклидов в атмосфере.....	16
Моделирование распространения примесей в условиях городской застройки.....	20
Нормирование радиационных рисков и уязвимость общества.....	22
Компьютерные системы оценки и моделирования миграции радионуклидов в водных системах.....	26
Компьютерные системы оценки и моделирования доз внутреннего и внешнего излучения.....	27
Методы искусственного интеллекта для анализа данных.....	28
Системы полномасштабной имитации последствий радиационных аварий.....	29
Базы и банки данных.....	31
Технический комплекс ТКЦ ИБРАЭ РАН.....	32

ТРЕНИНГ, УЧЕНИЯ.....34

СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области.....	41
Региональный кризисный центр (РКЦ).....	43
Ситуационный центр Правительства Мурманской области.....	44
Кризисный центр ГОУ ГОЧС и ПБ Мурманской области.....	44
Центр сбора и обработки информации МУГМС.....	45
Кризисный центр ФГУП «СевРео».....	46
Информационное и программное обеспечение кризисных центров.....	47
Развитие Мурманской территориальной АСКРО.....	48
Объектовые системы радиационного мониторинга. ФГУП СРЗ «Нерпа».....	49
Интеграция АСКРО Кольской АЭС.....	50
Передвижные радиационные лаборатории.....	50
Создание объектовых автоматизированных систем радиационного мониторинга на объектах, связанных с утилизацией АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО.....	52
Подготовка персонала.....	55

ОБЩЕСТВЕННЫЙ САЙТ.....56

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО.....58

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА И АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В последнее десятилетие в Северо-Западном регионе России осуществляются масштабные работы по массовому выводу из эксплуатации радиационно-опасных объектов военно-морского флота. Важнейшее место в реализации таких работ занимают задачи обеспечения ядерной, радиационной и экологической безопасности. Одним из ключевых элементов обеспечения безопасности вывода из эксплуатации потенциально опасных объектов является готовность к реагированию на возможные радиационные аварии. Поэтому наличие современной системы реагирования в Мурманской области является обязательным фактором, обеспечивающим защиту населения и территорий в случае возникновения ЧС радиационного характера на объектах утилизации АПЛ, обращения с ОЯТ и РАО.

Проект по развитию системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования Мурманской области вошел в число первоочередных в рамках Стратегического Мастер-плана по утилизации АПЛ и других радиационно-опасных объектов Северо-Западного региона России, разработанного по поручению Фонда «Экологическое партнерство – Северное измерение», и стартовал в ноябре 2005 года. По согласованию с Росатомом заказчиком работ выступало Правительство Мурманской области. Реализация проекта велась Центром анализа безопасности энергетики при ИБРАЭ РАН.

Основная цель проекта – кардинальное совершенствование системы контроля радиационной обстановки и аварийного реагирования в случае возникновения аварий на радиационно-опасных объектах, связанных с утилизацией АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО в Мурманской области.



Совещание руководства группы реализации проекта

Проект был направлен на повышение готовности сил и средств аварийного реагирования, минимизацию последствий возможных радиационных аварий, повышение эффективности и оперативности принятия решений и реализации мер по защите населения и окружающей среды.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПО ПРОЕКТУ:

- развитие существующих и создание новых объектовых и территориальных систем АСКРО, включая мобильные комплексы радиационной разведки;
- создание Регионального кризисного центра Мурманской области и Кризисного центра ФГУП «СевРАО» (КЦ ФГУП «СевРАО»);
- создание систем коммуникаций и линий связи для обеспечения передачи, сбора, обработки, хранения и предоставления информации для участников реагирования на объектовом, региональном и федеральном уровнях;
- создание программно-технического комплекса оперативной экспертной поддержки принятия решений по мерам защиты персонала, населения и территорий;
- создание системы оперативной экспертной поддержки деятельности РКЦ Мурманской области.

Проект не имеет аналогов в России по охвату территорий, насыщенных радиационно-опасными объектами, и предприятий, участвующих в международных и российских программах по решению задач утилизации АПЛ, обращения с ОЯТ и РАО.

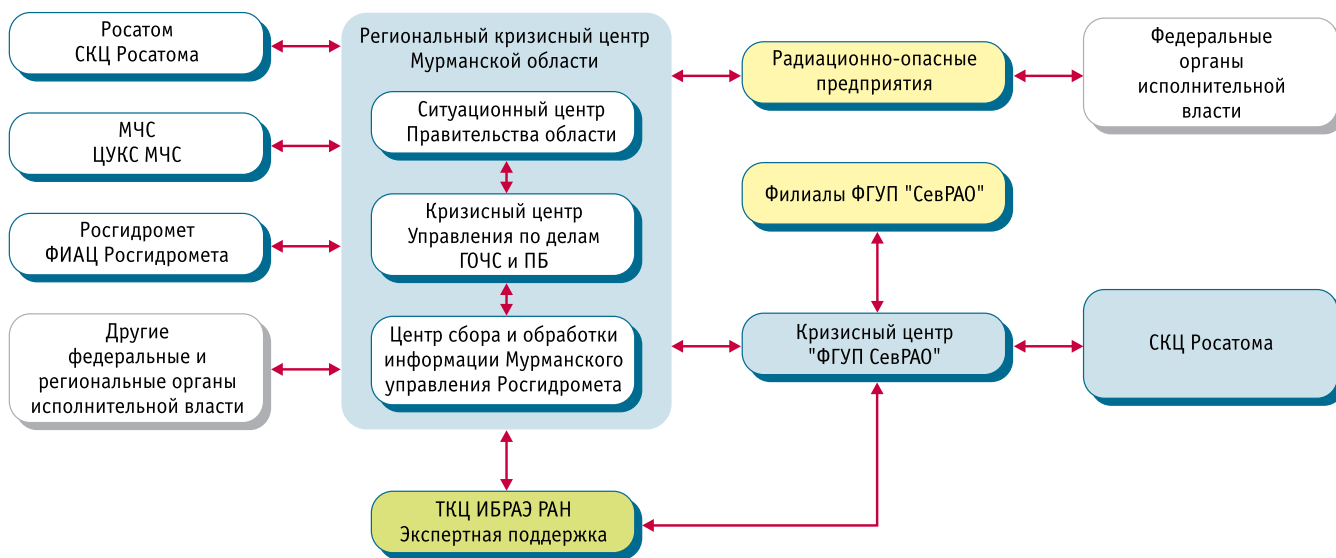
Реализация проекта решает задачу обеспечения Мурманской области современными системами радиационного контроля и мониторинга, информационной, аналитической и оперативной экспертной поддержки органов исполнительной власти области при планировании и реализации мер по защите населения в случае радиационных аварий.



Общий вид Ситуационного центра



Рабочее место эксперта



Функциональная схема системы аварийного реагирования Мурманской области

РЕГИОНАЛЬНЫЙ КРИЗИСНЫЙ ЦЕНТР (РКЦ)

РКЦ создан для информационно-технической поддержки выработки и принятия решений по защите населения и территорий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на ядерно- и радиационно-опасных объектах. В повседневной деятельности РКЦ предназначен для оперативного мониторинга радиационной обстановки на территории области, планирования и контроля выполнения мероприятий по предупреждению ЧС на территории области. РКЦ состоит из трех элементов –

Ситуационного центра Правительства Мурманской области, Кризисного центра Управления по делам ГОЧС и ПБ Мурманской области и Центра сбора и обработки информации Мурманского управления Росгидромета. Центры оснащены современными средствами и каналами связи, позволяющими организовать информационное взаимодействие с предприятиями области, региональными и федеральными структурами исполнительной власти.



Структурная схема РКЦ

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ РКЦ:

- информационно-техническая поддержка руководства области и органов управления по принятию решений при ликвидации и минимизации последствий радиационных аварий;
- планирование, контроль выполнения противоаварийных мероприятий в целом для области;
- оперативный мониторинг основных параметров радиационной обстановки на всей территории области;
- обеспечение взаимодействия между участниками аварийного реагирования на местном, региональном и федеральном уровнях;
- информационная, методическая и техническая поддержка мероприятий по обеспечению противоаварийной готовности сил и средств аварийного реагирования в Мурманской области.

СИТУАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПРАВИТЕЛЬСТВА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЦЕНТРА

- обеспечение руководства Мурманской области оперативной информацией о текущей обстановке в зоне ЧС, оперативное взаимодействие с Комиссией по ЧС области, областными и федеральными органами исполнительной власти и предприятиями;
- обеспечение руководства области повседневной информацией о реализации мероприятий по предупреждению ЧС, наблюдение и контроль состояния потенциально опасных объектов и окружающей среды на территории области;
- проведение мероприятий по информированию общественности.

- Штат – 4 специалиста;
- программные средства просмотра и анализа данных радиационного мониторинга, базы данных, банк электронных карт и информационно-справочные системы, обеспечивающие доступ к данным о состоянии радиационно-опасных объектов и оперативной информации по оценке последствий ЧС и реализации противоаварийных мероприятий;
- технические средства – система видеоконференцсвязи, аудио- видеопрезентационное оборудование, современные автоматизированные рабочие места персонала, серверное и коммуникационное оборудование, система бесперебойного электропитания.

КРИЗИСНЫЙ ЦЕНТР ГОУ ГОЧС И ПБ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЦЕНТРА

- информационное и техническое обеспечение областной комиссии по ЧС и Правительства Мурманской области в повседневном и аварийном режимах;
- планирование, контроль введения в действие и выполнения противоаварийных мероприятий в целом для области;
- оперативный мониторинг основных параметров радиационной обстановки на всей территории области, в том числе с использованием передвижных лабораторий радиационной разведки;
- сопровождение и развитие информационных и программно-технических ресурсов, обеспечение функционирования средств связи и обмена данными.

- Штат – 12 специалистов;
- программные средства – средства просмотра и анализа данных радиационного мониторинга, базы данных и информационно-справочные системы по состоянию объектов и работ по утилизации АПЛ, сценариям возможных аварий, планам защиты населения и территорий, банк электронных карт, расчетно-моделирующие системы оценки и прогнозирования последствий ЧС;
- технические средства – система видеоконференцсвязи, аудио- видеопрезентационное оборудование, современные автоматизированные рабочие места персонала, серверное и коммуникационное оборудование, система бесперебойного электропитания;
- две передвижные лаборатории радиационной разведки.



Зал Комиссии по ЧС



Рабочее помещение специалистов



Рабочее место оператора

ЦЕНТР СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ МУГМС

- сбор, накопление, обработка, анализ, представление и передача данных по радиационной обстановке территориальной АСКРО;
- получение и обработка текущих данных по метеобстановке в регионе и обеспечение ее прогноза (в случае ЧС радиационного характера);
- техническая поддержка и развитие территориальной АСКРО;
- оценка и прогнозирование воздушного и водного переноса радионуклидов, включая трансграничный (во взаимодействии с ФИАЦ Росгидромета).

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЦЕНТРА

- Штат – 5 специалистов;
- программные средства: средства сбора, визуализации, анализа данных радиационного мониторинга, управления системой сбора данных, средства подготовки сводок метеобстановки в регионе, банк электронных карт, расчетно-моделирующие системы;
- технические средства – система видеоконференцсвязи, аудио- видео-презентационное оборудование, современные автоматизированные рабочие места персонала, серверное и коммуникационное оборудование, система бесперебойного электропитания.



Зал для проведения совещаний



Контейнер с дизель-генераторной установкой



Серверное и коммуникационное оборудование Мурманской территориальной АСКРО

КРИЗИСНЫЙ ЦЕНТР ФГУП «СЕВРАО»

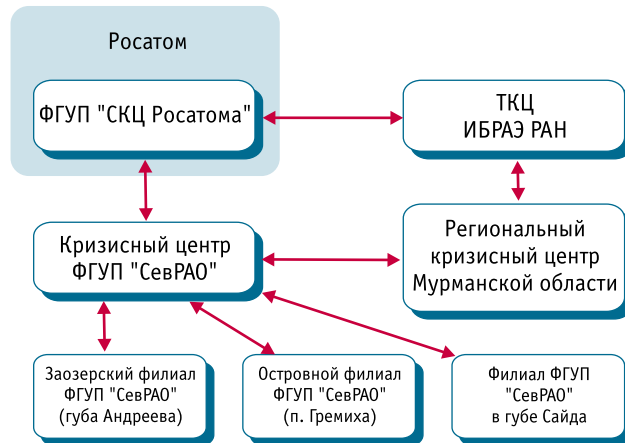


Схема взаимодействия ФГУП «СеВРАО»

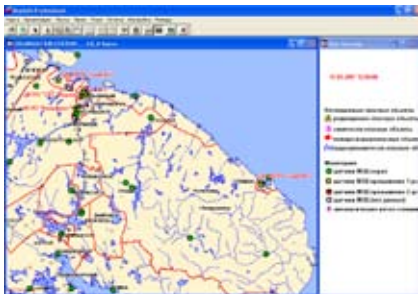
ФГУП «Северное федеральное предприятие по обращению с радиоактивными отходами» [ФГУП «СеВРАО»] создано для обеспечения инфраструктуры по утилизации АПЛ, обращению с радиоактивными отходами и отработанным ядерным топливом и реабилитации

радиационно-опасных объектов в северном регионе России.

В ведении предприятия находятся три филиала – бывшие береговые технические базы ВМФ в губе Андреева и поселке Гремиха, пункт длительного хранения реакторных отсеков в губе Сайда.

Кризисный центр ФГУП «СеВРАО» образован на базе администрации предприятия в г. Мурманске и включает:

- программные средства – базы данных и информационно-справочные системы по состоянию объектов и работ по утилизации АПЛ, сценариям возможных аварий, планам защиты персонала и населения, банк электронных карт, расчетно-моделирующие системы – экспресс-система прогнозирования и оценки радиологической ситуации в случае выброса радиоактивности в атмосферу, систему оценки загрязнения водных объектов (прибрежных вод), инженерные прикладные программы оценки доз облучения и загрязнения, средства отображения данных системы радиационного мониторинга;
- технические средства – система видеоконференцсвязи, аудио-видео-презентационное оборудование, современные автоматизированные рабочие места персонала, серверное и коммуникационное оборудование, система бесперебойного электропитания;
- коммуникационные возможности – собственная учрежденческая АТС, система автоматического оповещения, волоконно-оптические линии связи с РКЦ, подключение к спутниковой сети передачи данных Росатома, дублирующие каналы связи;
- две передвижные лаборатории радиационной разведки.



Фрагменты программного обеспечения сверху – рабочее окно ГИС; снизу – результат моделирования распространения радионуклидов

- оперативный мониторинг основных параметров радиационной обстановки на территории филиалов предприятия;
- планирование, контроль введения в действие и выполнения противоаварийных мероприятий на филиалах предприятия;
- оценка обстановки, выработка рекомендаций и техническая поддержка комиссий по ЧС ФГУП «СевРАО» и филиалов в кризисной ситуации;
- информационное взаимодействие с Росатомом;
- обмен информацией между участниками системы аварийного реагирования, в том числе взаимодействие с РКЦ Мурманской области, Ситуационно-кризисным центром Росатома и ТКЦ ИБРАЭ РАН.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЦЕНТРА

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРИЗИСНЫХ ЦЕНТРОВ

Информационно-программный комплекс предназначен для поддержки принятия решений по мерам защиты персонала, населения и территорий в случае возникновения ЧС радиационного характера.

В состав комплекса входят базы данных, информационные и геоинформационные системы, моделирующие системы, компьютерные ру-

ководства и инженерные программы, обеспечивающие возможность оценки и прогнозирования последствий радиационных аварий, а также системы доступа к справочной и оперативной информации по предприятиям, связанным с процессами утилизации АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО.

Базы данных и информационно-справочные системы:

- по состоянию работ по утилизации АПЛ, обращению с ОЯТ и РАО;
- по территориям размещения предприятий и их филиалов (область, прилегающие районы, зоны наблюдения);
- по текущей радиозоологической обстановке на территориях Мурманской области, зон наблюдения предприятий, связанных с утилизацией АПЛ и обращением с ОЯТ и РАО;
- возможных сценариев радиационных аварий, характеристик возможных выбросов/сбросов и последствий для населения и окружающей среды;
- по планам защиты персонала, населения, аварийным формированиям и силам и средствам Мурманской области, федеральных структур и предприятий;
- по нормативно-технической документации в области ЧС, использования атомной энергии, защиты персонала и населения, радиационной безопасности, экологии.

**Банк электронных карт:**

- растровые и векторные карты различных масштабов, включая карты зон наблюдения предприятий по утилизации АПЛ, обращению с ОЯТ и РАО.

**Геоинформационные системы, содержащие картографическую и справочную информацию по региону, территориям размещения радиационно-опасных предприятий****Моделирующие системы:**

- системы экспресс-оценки радиационной обстановки;
- компьютерные системы оценки и прогнозирования распространения радионуклидов в атмосфере и водных объектах;
- системы оценки и прогнозирования загрязнения территорий и объектов окружающей среды;
- системы оценки доз облучения населения.

**Компьютерные руководства и инженерные программы по оценке последствий радиационных аварий и принятию решений**

В зависимости от решаемых задач в кризисных центрах используется определенный набор программных и информационных средств. Например, в КЦ ФГУП «СевРАО» установлены системы оценки и прогнозирования последствий радиационных аварий для персонала, промплощадок, санитарно-защитных зон. Комплекс Центра сбора и обработки

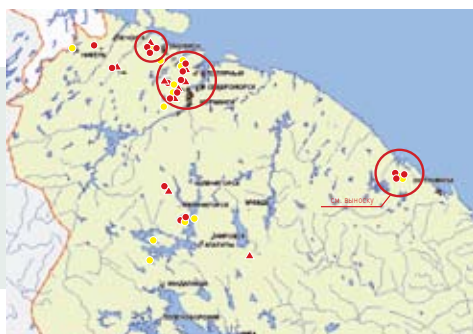
информации МУГМС обеспечивает возможности оперативной обработки данных радиационного мониторинга и прогнозирования атмосферного, водного трансграничного переноса радиоактивности. В КЦ Управления по делам ГОЧС и ПБ компьютерные системы позволяют осуществлять подготовку рекомендаций по мерам защиты населения и территорий.

РАЗВИТИЕ МУРМАНСКОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ АСКРО

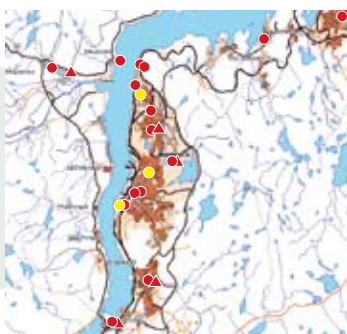
Мурманская территориальная АСКРО предназначена для оперативного получения информации о радиационной обстановке в Мурманской области, информирования региональных и федеральных органов исполнительной власти и населения. Центром сбора, хранения и первичного анализа оперативной информации соответствующими законодательными актами определено Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ В РАМКАХ ПРОЕКТА

- установка 23 автоматических постов контроля мощности дозы гамма-излучения на территории области;
- установка 9 автоматических метеостанций;
- установка современного компьютерного и коммуникационного оборудования в Мурманском управлении Росгидромета и в локальных центрах сбора информации в ЗАТО;
- разработка нового и обновление существующего программного обеспечения системы;
- интеграция в территориальную систему двух датчиков на границе промышленной площадки ФГУП «Атомфлот»;
- интеграция в территориальную систему трех датчиков, расположенных в ЗАТО Островной.



Расположение пунктов контроля территориальной АСКРО в Мурманской области



Расположение пунктов контроля территориальной АСКРО в районе г. Мурманска

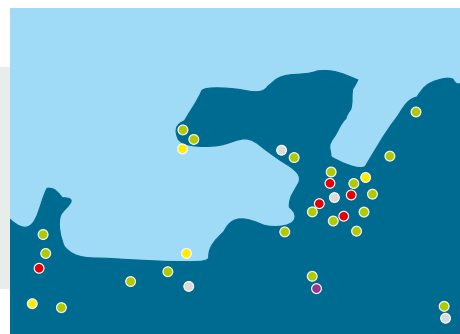


Схема потоков данных территориальной АСКРО

ОБЪЕКТОВЫЕ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА. ФГУП СРЗ «НЕРПА»

С 1995 года СРЗ «Нерпа» активно занимается утилизацией кораблей ВМФ с ядерными энергетическими установками.

Объектовая система радиационного мониторинга создается в рамках проекта для контро-

ля радиационной обстановки на ФГУП СРЗ «Нерпа» в зоне проведения радиационно-опасных работ с целью принятия своевременных мер по защите персонала и населения в случае аварийной ситуации.

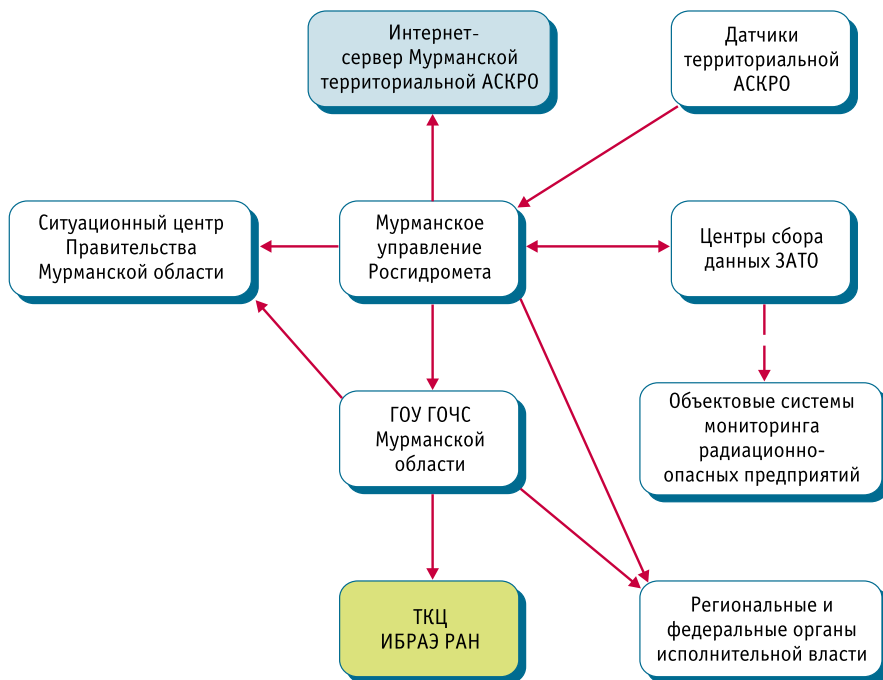


Схема потоков данных территориальной АСКРО

ИНТЕГРАЦИЯ АСКРО КОЛЬСКОЙ АЭС

В 30-километровой зоне наблюдения Кольской АЭС функционирует АСКРО, состоящая из 25 постов контроля мощности дозы гамма-излучения. Данные измерений в режиме реального времени передаются в Кризисный центр концерна «Росэнергоатом», СКЦ Росатома и ТКЦ ИБРАЗ РАН. В связи с реализацией проекта в 2006 году концерн «Росэнергоатом» выступил с инициативой организа-

ции обмена данными радиационного мониторинга между Кольской АЭС и Региональным кризисным центром. В ходе реализации этой работы будет обеспечена передача данных АСКРО Кольской АЭС в Региональный кризисный центр. Одновременно персонал локального кризисного центра АЭС получит доступ к данным измерений территориальной АСКРО Мурманской области.



Система отображения данных АСКРО Кольской АЭС в зоне наблюдения



Кольская АЭС

ПЕРЕДВИЖНЫЕ РАДИАЦИОННЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

Передвижные лаборатории радиационной разведки (ПРЛ) предназначены для проведения оперативной радиационной разведки в случае возникновения нештатных ситуаций радиационного характера.

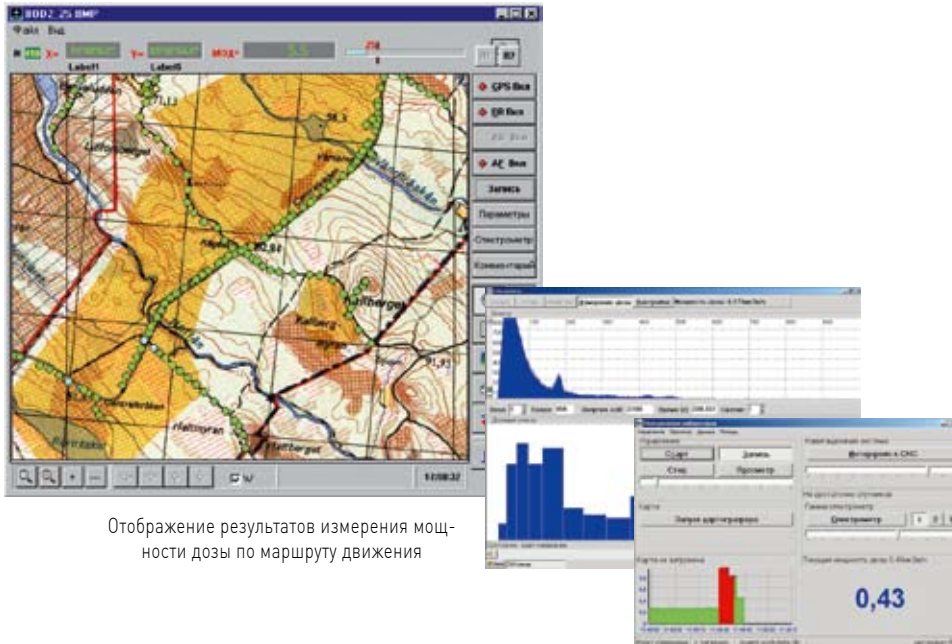


Передвижная радиационная лаборатория: слева - общий вид ПРЛ, справа - рабочее место оператора



ОБОРУДОВАНИЕ ПРЛ ВКЛЮЧАЕТ:

- измерительное оборудование – стационарные и переносные гамма-спектрометрические установки, дозиметры и альфа-, бета-, гамма-радиометры, пробоотборные устройства;
- компьютерное и коммуникационное оборудование – терминал спутниковой связи системы «Inmarsat», средства сотовой связи, УКВ-радиостанции, оборудование спутниковой навигационной системы GPS, промышленный и вспомогательный портативный компьютеры, средства фото- и видеосъемки;
- специализированное программное обеспечение;
- вспомогательные системы – система электропитания для всего оборудования автомобиля, включая бензогенератор, средства адаптации к климатическим условиям севера;
- комплект спецодежды и дезактивационных средств.



Отображение результатов измерения мощности дозы по маршруту движения

Представление данных измерений

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- обнаружение и локализация радиоактивных источников и загрязнений;
- отбор и экспресс-анализ проб почвы, воды и воздуха;
- определение характеристик радиоактивных загрязнений;
- картографирование границ загрязненных территорий;
- передача результатов измерений в кризисные центры в режиме реального времени.

СОЗДАНИЕ ОБЪЕКТОВЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТАХ, СВЯЗАННЫХ С УТИЛИЗАЦИЕЙ АПЛ, ОБРАЩЕНИЕМ С ОЯТ И РАО

Начиная с 1999 года в ИБРАЭ РАН активно проводятся работы по разработке и внедрению автоматизированных систем радиационного мониторинга для потенциально опасных объектов ВМФ, Росатома, Роспрома (Россудоостроения), Минтранса и других ведомств. Работы выполняются на базе блоков и установок детектирования российского производства с использованием современных компьютерных и коммуникационных технологий.

В 2000—2005 годах в рамках международной программы АМЕС (Arctic Military Environmental Cooperation) были разработаны и созданы автоматизированные системы радиационного контроля на ФГУП «Атомфлот» (г. Мурманск) и ФГУП «10 СРЗ» (г. Полярный).

Система радиационного контроля на ФГУП «Атомфлот» предназначена для обеспечения радиологической безопасности при эксплуатации площадки временно хранения отработавшего ядерного топлива атомных подводных лодок ВМФ РФ, также созданной в рамках программы АМЕС.

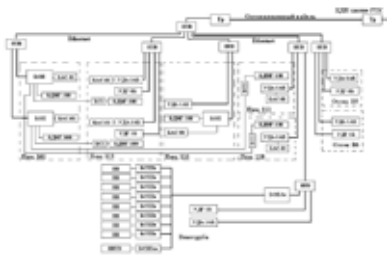
Автоматизированная система радиационного мониторинга на ФГУП «10 СРЗ» должна обеспечи-

вать радиационную безопасность при утилизации атомных подводных лодок ВМФ РФ.

Эти автоматизированные системы включают в себя блоки детектирования мощности дозы гамма-излучения, установки контроля радиоактивных аэрозолей в воздухе и в системах вентиляции, установки контроля радиоактивного загрязнения сточных вод и автоматические метеостанции. Программное обеспечение для сбора и передачи данных было разработано в ИБРАЭ РАН. Для визуализации результатов радиационного мониторинга было использовано специализированное программное обеспечение PICASSO-АМЕС, разработанное в Норвежском институте энерготехнологий (г. Халден) и адаптированное и локализованное в ИБРАЭ РАН.

На рисунках представлены примеры блоков и установок детектирования, установленных на ФГУП «Атомфлот» и ФГУП «10 СРЗ».

В 2005—2006 годах на ФГУП «Атомфлот» проводилась реконструкция здания № 5 для создания долговременного хранилища неперерабатываемого ядерного топлива ледокольного флота.



Структурная схема системы радиационного контроля здания № 5 на ФГУП «Атомфлот»



Pa - БДМГ-08



ПВС-01



УДА-1АБ

Блоки и установки детектирования на ФГУП «Атомфлот»

Система радиационного контроля здания № 5 была спроектирована ФГУП «ВНИПИЭТ» совместно с ИБРАЭ РАН. Реализация системы была осуществлена силами ИБРАЭ РАН совместно с НПП «Доза» (г. Зеленоград) и ООО «ТехноЦентр сервис» (г. Мурманск). Система включает в себя блоки детектирования мощности дозы гамма-излучения

БДМГ-100 (7 шт.), установки контроля радиоактивных аэрозолей в воздухе производственных помещений и в вентиляции УДА-1АБ (8 шт.), установки контроля радиоактивности благородных газов в вентиляции и в помещениях УДГ-01 (5 шт.) и установку контроля параметров выбросов через вентиляционную трубу (УППВМ).



Портальный радиационный монитор «Янтарь-2Л», установленный на ФГУП «10СРЗ»



БДМГ-100
Блоки и установки детектирования на ФГУП «10 СРЗ»



РСКВ-1

На рисунках приведены примеры фотографий измерительного оборудования СРК здания № 5 ФГУП «Атомфлот».

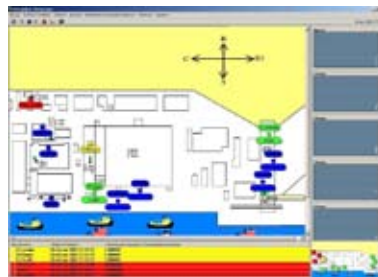
Все прикладное программное обеспечение автоматизированной системы радиационного контроля разработано в ИБРАЭ РАН. Специализированное программное обеспечение состоит из двух основных частей: программы сбора и передачи данных – «Центральной управляющей про-

граммы» (ЦУП) и программы визуализации данных – «Монитора оператора». Для хранения данных радиационного контроля используется база данных на основе MS SQL. Кроме того, были разработаны необходимые драйверы для управления и обмена данными с измерительным оборудованием.

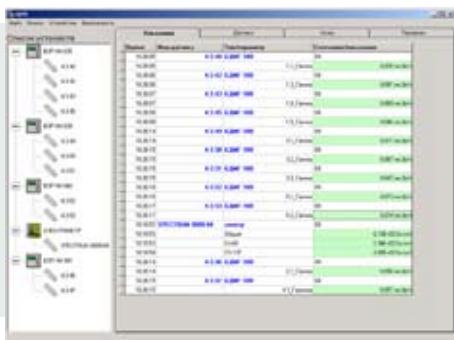
На рисунках приведены примеры рабочих экранов программ сбора, передачи и отображения данных.



Отображение данных радиационного мониторинга на ФГУП «Атомфлот». Центральный дозиметрический пункт ФГУП «Атомфлот»



Отображение данных радиационного мониторинга на ФГУП «Атомфлот». Рабочее окно приложения P1CASSO-AMEC



Пример рабочего окна программы ЦУП



Пример рабочего окна программы «Монитор оператора» системы радиационного контроля в хранилище РИТЕГов



Пример рабочего окна программы «Монитор оператора»

Начиная с 2003 г. ИБРАЗ РАН также ведет работы по проектированию и созданию автоматизированных систем радиационного контроля в Дальневосточном регионе для объектов ФГУП «ДальРАО». Были разработаны проекты систем и созданы пилотные установки радиационного контроля. В 2006 году на технической площадке бухты Сысоева была смонтирована подсистема АСКРО нового хранилища РИТЭГов, принятого государственной комиссией в октябре 2006 года.

На верхнем рисунке приведен фрагмент рабочего экрана программы «Монитор оператора» для системы радиационного контроля хранилища РИТЕГов. В рамках международной программы «Экологическое партнерство – Северное измерение» созданы объектовые системы радиационного контроля СРЗ «Нерпа» и ПВХ «Сайда» и усовершенствована Мурманская территориальная система контроля радиационной обстановки.



Блок детектирования БДМГ-100



Установка УДА-1АБ



Блок аварийной сигнализации БАС, блоки сопряжения БС-11, блок обработки и передачи данных БОП-1М

Примеры измерительного оборудования СРК здания № 5 ФГУП «Атомфлот»

ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА



Направления работ:

- повышение квалификации руководства и персонала кризисных центров по вопросам аварийного реагирования на радиационные аварии;
- подготовка персонала кризисных центров к действиям в условиях ЧС с учетом созданной в рамках настоящего проекта системы;
- обучение экспертов работе с информационно-программными средствами поддержки принятия решений по противоаварийным мероприятиям;
- обучение технического персонала работе с оборудованием.



Формы подготовки:

- проведение специализированных лекционных курсов;
- практические занятия по обращению с оборудованием;
- отработка отдельных элементов противоаварийной деятельности с использованием компьютерных тренажеров;
- проведение ситуационных тренировок;
- проведение комплексного противоаварийного учения.



Задачи противоаварийного учения:

- отработка процедур оповещения, взаимодействия, обмена информацией, оценки последствий аварии, выработки рекомендаций по защите населения и оказания научно-технической поддержки со стороны СКЦ Росатома и ТКЦ ИБРАЭ РАН;
- тестирование созданной в рамках проекта системы.



Компьютерные системы для обучения и тренировок:

- компьютерный тренажер оценки радиационной обстановки мобильными группами радиационной разведки;
- компьютерный тренажер по регламенту действий оперативной группы аварийно-спасательного формирования в случае аварии при транспортировании радиоактивных материалов;
- компьютерный имитатор данных АСКРО при радиационных авариях.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕНТРЕ

Введение.....	3
Общие сведения.....	4
Задачи ТКЦ.....	5
Структура ТКЦ.....	6
Режимы функционирования.....	8
Нормативная база.....	9
Опыт экспертов.....	9

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТКЦ ИБРАЭ РАН

Банк моделей.....	11
Программные комплексы для анализа безопасности АЭС.....	13
Компьютерные системы оценки и моделирования распространения радионуклидов в атмосфере.....	16
Моделирование распространения примесей в условиях городской застройки.....	20
Нормирование радиационных рисков и уязвимость общества.....	22
Компьютерные системы оценки и моделирования миграции радионуклидов в водных системах.....	26
Компьютерные системы оценки и моделирования доз внутреннего и внешнего излучения.....	27
Методы искусственного интеллекта для анализа данных.....	28
Системы полномасштабной имитации последствий радиационных аварий.....	29
Базы и банки данных.....	31
Технический комплекс ТКЦ ИБРАЭ РАН.....	32

ТРЕНИНГ, УЧЕНИЯ.....34

СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области.....	41
Региональный кризисный центр (РКЦ).....	43
Ситуационный центр Правительства Мурманской области.....	44
Кризисный центр ГОУ ГОЧС и ПБ Мурманской области.....	44
Центр сбора и обработки информации МУГМС.....	45
Кризисный центр ФГУП «СевРао».....	46
Информационное и программное обеспечение кризисных центров.....	47
Развитие Мурманской территориальной АСКРО.....	48
Объектовые системы радиационного мониторинга. ФГУП СРЗ «Нерпа».....	49
Интеграция АСКРО Кольской АЭС.....	50
Передвижные радиационные лаборатории.....	50
Создание объектовых автоматизированных систем радиационного мониторинга на объектах, связанных с утилизацией АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО.....	52
Подготовка персонала.....	55

ОБЩЕСТВЕННЫЙ САЙТ

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО.....58

ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ «РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОСАТОМА»

Общедоступный интернет-портал «Радиационная обстановка на предприятиях Росатома» (www.russianatom.ru) создан на основании соглашения между Госкорпорацией «Росатом» и ИБРАЭ РАН от 23 марта 2009 года. На интерактивной карте Российской Федерации показано расположение ядерно- и радиационно-опасных объектов Росатома: атомных электростанций (🏢) и предприятий ядерного топливного цикла (🏭).

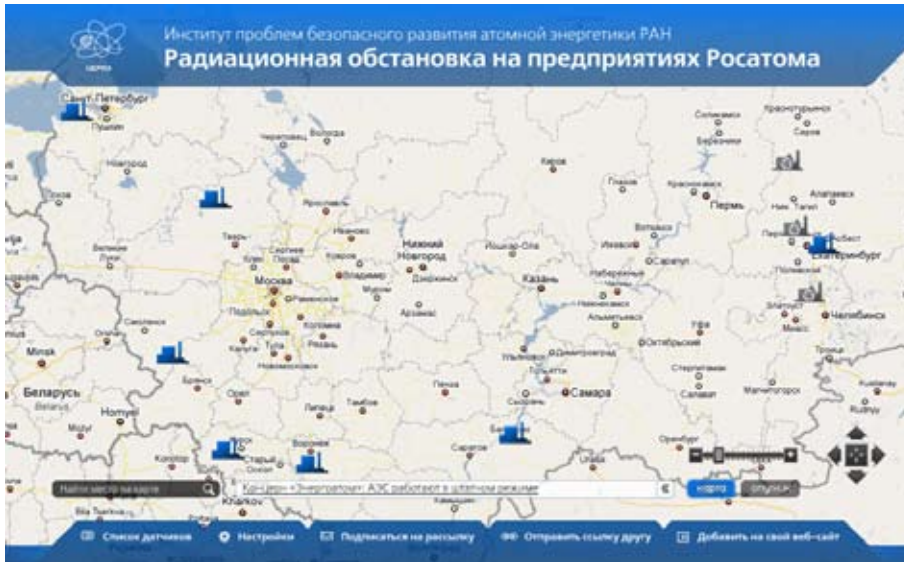


Рис. 1. Главная страница сайта www.russianatom.ru

При нажатии на объект отображается карта прилегающей территории и расположенных на ней датчиков АСКРО (●), цвет которых соответствует текущей радиационной обстановке. Пользователь может просмотреть информацию о показаниях любого датчика за любой период.

На портале также размещены различные справочные материалы по радиационной тематике, отображается лента новостей Росатома, публикуются ответы на вопросы пользователей. Продуманный и эргономичный интерфейс сайта обеспечивает эффективную реализацию основной задачи проекта: предоставить всем интернет-пользователям наглядную и подробную информацию о текущей радиационной обстановке в режиме реального времени.

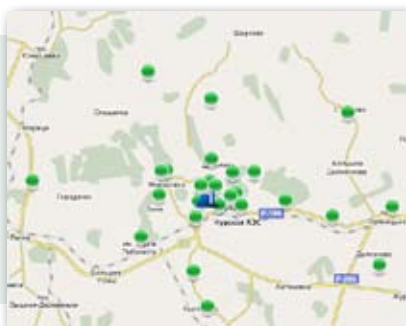


Рис. 2. Датчики на территории Курской АЭС



Рис. 3. График показаний датчика АТХ



Рис. 4. Информация о Курской АЭС



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕНТРЕ

Введение.....	3
Общие сведения.....	4
Задачи ТКЦ.....	5
Структура ТКЦ.....	6
Режимы функционирования.....	8
Нормативная база.....	9
Опыт экспертов.....	9

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТКЦ ИБРАЭ РАН

Банк моделей.....	11
Программные комплексы для анализа безопасности АЭС.....	13
Компьютерные системы оценки и моделирования распространения радионуклидов в атмосфере.....	16
Моделирование распространения примесей в условиях городской застройки.....	20
Нормирование радиационных рисков и уязвимость общества.....	22
Компьютерные системы оценки и моделирования миграции радионуклидов в водных системах.....	26
Компьютерные системы оценки и моделирования доз внутреннего и внешнего излучения.....	27
Методы искусственного интеллекта для анализа данных.....	28
Системы полномасштабной имитации последствий радиационных аварий.....	29
Базы и банки данных.....	31
Технический комплекс ТКЦ ИБРАЭ РАН.....	32

ТРЕНИНГ, УЧЕНИЯ.....34

СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Усовершенствование системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Мурманской области.....	41
Региональный кризисный центр (РКЦ).....	43
Ситуационный центр Правительства Мурманской области.....	44
Кризисный центр ГОУ ГОЧС и ПБ Мурманской области.....	44
Центр сбора и обработки информации МУГМС.....	45
Кризисный центр ФГУП «СевРао».....	46
Информационное и программное обеспечение кризисных центров.....	47
Развитие Мурманской территориальной АСКРО.....	48
Объектовые системы радиационного мониторинга. ФГУП СРЗ «Нерпа».....	49
Интеграция АСКРО Кольской АЭС.....	50
Передвижные радиационные лаборатории.....	50
Создание объектовых автоматизированных систем радиационного мониторинга на объектах, связанных с утилизацией АПЛ, обращением с ОЯТ и РАО.....	52
Подготовка персонала.....	55

ОБЩЕСТВЕННЫЙ САЙТ.....56

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

ИБРАЭ РАН поддерживает и развивает международные научно-технические связи со многими международными и национальными организациями различных стран. Одно из важных направлений международного сотрудничества ИБРАЭ, в котором активную роль играет ТКЦ, – аварийное реагирование на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором и повышение аварийной готовности предприятий и специалистов атомной отрасли. Эксперты ТКЦ принимают участие в международных проектах, выполняемых в рамках международных программ (по линии МАГАТЭ, МНЭПР, АМЕС, Чернобыльской франко-германской инициативы, ТАСИС и др.), а также в двусторонних проектах с Министерством энергетики и национальными лабораториями США, Комиссией по ядерному регулированию США, Комиссариатом по атомной энергии (CEA) и Институтом радиационной защиты и ядерной безопасности (IRSN) Франции, Обществом по безопасности реакторов и установок (GRS) Германии.

Особое место в сотрудничестве с Министерством энергетики США занимает проект по развитию Учебно-тренировочного центра аварийного реагирования Росатома в г. Санкт-Петербурге, осуществляемого в рамках Братиславских инициатив президентов США и РФ.

Специалисты ТКЦ ИБРАЭ РАН участвуют в работах по усовершенствованию региональных систем радиационного мониторинга и аварийного реагирования на Северо-Западе России, проводимых по многосторонней ядерно-экологической программе в Российской Федерации (МНЭПР) через Фонд поддержки природоохранного партнерства «Северное измерение» («Ядерное окно»), распорядителем которого

Более 15 лет ведутся совместные работы ИБРАЭ РАН и IRSN (ранее IPSN) в области радиоэкологии, организации совместных учений, информирования населения по вопросам риска. В настоящее время научные контакты между ИБРАЭ РАН и IRSN регулируются Соглашением о сотрудничестве в сфере обеспечения ядерной безопасности.

Сотрудничество между ИБРАЭ РАН и СЕА в области информирования населения, сравнения кодов для оценки последствий радиационных аварий и принятия решений строится на основе Рамочного соглашения о сотрудничестве в области безопасности ядерных реакторов гражданского назначения и управления рисками, обусловленными использованием атомной энергии.

Эксперты ТКЦ принимали участие в исследованиях радиоэкологических последствий Чернобыльской аварии в рамках Франко-германской инициативы.

является Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР). В рамках этой программы в 2008 году была создана уникальная система в Мурманской области, которая была высоко оценена экспертами миссии МАГАТЭ по оценке состояния аварийной готовности в Мурманской области. В 2009 году подписан контракт с ЕБРР и начаты работы по созданию аналогичной системы в Архангельской области. Система должна быть создана и сдана в эксплуатацию в конце 2011 года. В обоих проектах ТКЦ ИБРАЭ РАН призван осуществлять экспертную научную поддержку областных систем аварийного реагирования.





Учебно-тренировочный центр аварийного реагирования Росатома



Обсуждение проекта развития УТЦ МИПК с представителями МЭ США

Успешное долговременное сотрудничество сложилось с Министерством энергетики США. Работы ведутся в рамках подписанного в 2000 году Соглашения по вопросам координации аварийной готовности/действиям по реагированию по следующим направлениям:

- подготовка и проведение международных противоаварийных учений (Билибино-2002, «Арктика-2005» на ФГУП «Атомфлот», «Арктика-2008» на ОАО «ЦС «Звездочка»);
- разработка методологии по оценке риска на химически- и радиационно-опасных предприятиях (Проект по контролю за источниками опасности на предприятиях «Апатитоводоканал», ФГУП ГНЦ НИИАР, ФГУП «Звездочка», ФГУП «Атомфлот»);
- разработка и адаптирование к условиям конкретных предприятий программных комплексов (TRACЕ и «Нострадамус») для оценки последствий радиоактивных выбросов;
- создание и развитие Учебно-тренировочного центра на базе НОУ МИПК «Атомэнерго», повышение квалификации руководителей предприятий атомной отрасли в области аварийной готовности, внедрения систем экологического менеджмента на основе стандарта ИСО14001;
- разработка и внедрение переносных программно-технических комплексов для проведения радиационной разведки и передачи данных в кризисные центры в оперативном режиме;
- разработка тренажеров-симуляторов для тренинга специалистов радиационной разведки и служб радиационной безопасности предприятий в процессе учебной имитации реальных результатов измерений загрязнения окружающей среды;
- подготовка методологических, информационных материалов для информирования населения и прессы, подготовки информационных сообщений и тренинга специалистов пресс-центров радиационно-опасных предприятий, проведение учебных тренировок по взаимодействию с общественностью;
- техническое оснащение кризисных центров, оказывающих научно-экспертную поддержку национальным кризисным центрам (Росатома, МЧС);
- сбор и анализ информации, подготовка предложений по развитию системы радиационного мониторинга и аварийного реагирования в Дальневосточном регионе.

