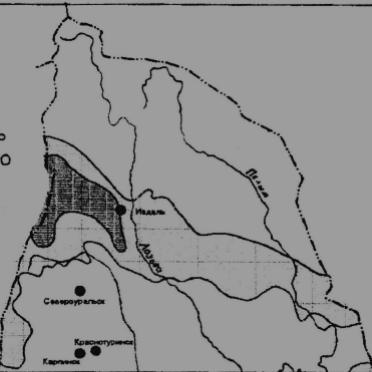


Северная ветвь  
Чернобыльского  
следа

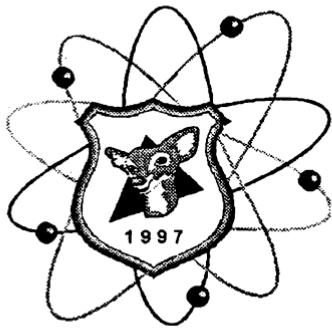


## РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УРАЛА И СИБИРИ

Научно-практическая конференция  
18-20 сентября 1997 г.  
г. Екатеринбург



Южная ветвь Чернобыльского следа



Администрация Свердловской области

\*\*\*\*\*

Мэрия г. Екатеринбурга

\*\*\*\*\*

Екатеринбургский Союз научных и  
инженерных организаций

\*\*\*\*\*

Институт экологии растений и животных УрО  
РАН

\*\*\*\*\*

Уральская государственная медицинская  
Академия

\*\*\*\*\*

Свердловский областной центр  
санэпиднадзора РФ

\*\*\*\*\*

Российская Академия естественных наук

\*\*\*\*\*

Свердловское региональное отделение  
Российской Экологической Академии

\*\*\*\*\*

Уральский экологический фонд

\*\*\*\*\*

Уральский Дом науки и техники

## Радиационная безопасность Урала и Сибири

Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
18-20 сентября 1997г, г. Екатеринбург

г. Екатеринбург  
1997

**Всероссийская научно-практическая конференция  
“Радиационная безопасность Урала и Сибири” приурочена к:**

**\*\*75-летию становления службы санитарно-эпидемиологического  
надзора в России,**

**\*\*40-летию образования в составе Свердловской областной  
санэпидстанции отдела радиационной гигиены,**

**\*\*75-летию со дня рождения известного врача, специалиста по  
радиационной гигиене - Трейгера Семёна Израилевича  
(03.02.1923-19.09.1991)**

## 1. Безопасность ядерной энергетики

### ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ЯЭУ: АНАЛИЗ РИСКА И РЕКОНФИГУРАЦИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Ефанов В.Н., Суяргулов Т.Р.,  
УГАТУ, г. Екатеринбург

В докладе исследуется проблема обеспечения безопасности ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Предлагаемые методы базируются на анализе риска и автоматической реконфигурации алгоритма управления при возникновении нарушений /1.2/.

Анализ причин возникновения и развития крупных аварий на АЭС "Тримайлайненд" (США), Сан-Лоран-дез-О (Франция), Чернобыль (СССР) позволил выявить следующую совокупность проблем, обуславливающих низкую эффективность прогнозирования и предупреждения опасных производственных ситуаций:

- недопустимо строить оценки степени вероятности катастрофы, опираясь на предыдущий опыт функционирования ЯЭУ, т.к. приходится иметь дело с редкими событиями и процессами, имеющими не эволюционный, а скачкообразный характер;

- оценка уровня промышленной безопасности осуществляется в условиях недeterminированности, неполноты и неопределенности исходной информации о возможности физического разрушения элементов аппаратуры управления, искажения данных, вызванного ионизирующим излучением и электромагнитными помехами, а также о комбинациях аварий с ошибками операторов;

- для политики в области технологических рисков характерно отсутствие системного подхода, что не позволяет точно определить цели управления и исключить на этой основе принципиальные ошибки в первый момент после начала кризиса, а также противостоять процессу дезинтеграции в ходе его развития.

Для устранения отмеченных недостатков предлагается методика оценки технологических рисков, комплексно учитывающая совокупность опасных и вредных производственных факторов, перечень возможных сбоев, неполадок, ошибок, которые могут возникнуть при экстремальных режимах работы, недостаточно грамотной эксплуатации, при ошибках в использовании исходных материалов. Помимо этого учитываются оценки категорий и возможной частоты возникновения каждой из выявленных опасных ситуаций, а также оценки вероятности расширения масштабов уязвимой зоны в случае аварии при неблагоприятном сочетании природно-климатических факторов.

На базе полученной комплексной оценки риска разрабатывается перечень мер, которые должны быть предприняты по избежанию аварий, своевременному обнаружению, по локализации и ликвидации их последствий. В качестве основного средства обеспечения безаварийного функционирования ЯЭУ при возникновении нарушений предлагается способ построения автоматизированной системы управления и принятия решений с алгоритмической избыточностью, которая заключается в специальной организации процесса управления с помощью многопроцессорных вычислительных устройств. Архитектура этих устройств позволяет осуществлять одновременное функционирование рабочих и контрольных программ, а также применять несколько вариантов программ, реализующих основной алгоритм управления, алгоритмы реконфигурации системы при возникновении нарушений и последующего возврата на основной алгоритм. Обсуждаются вопросы согласования исходных данных и состояний процесса управления в условиях дефицита достоверной информации о моментах возникновения отказов и о длительности процесса восстановления. С этой целью осуществляется исследование нечеткого ожидания вектора аварийно-опасных координат объекта управления с использованием дискретных ортогональных многочленов типа Хана с ортонормированной экспоненциальной метрикой.

---

## Литература

- I. Efano V.M., Krymsky V.G. Control Systems Fase Creation as Decision-Making Process Based on Livermore Risk Analysis Methodology and Interval Calculations Technique //Risk and Safety Assessments: where is balance? American Society of Mechanical Engineers Proceedings. New York: United engineering centre. 1995. PVP - Vol.296 (SERA Vol.3). P.135-146.
2. Efano V.M., Krymsky V.G. Risk-based Strategy for Design of Complex Dynamis Systems with Regard to Uncertain Factors Influence. Risk Analysis and Management in a Global Economy. Abstracts of Annual Meeting of the Society for Risk Analysis. Center of Technology Assessment in Baden-Wurtenberg, 1995.- p.330-331.

## АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ

Иванов Б.К.

НИЦ Уралоосфера, г.Екатеринбург

Стремительное развитие атомной энергетики связано с активной поддержкой этой программы военно-промышленным комплексом. К 1986 году АЭС уже производили около 10% мировой электроэнергии, некоторые страны (Франция) довели долю АЭС до 70%. Планы дальнейшего роста АЭС были прерваны Чернобыльской катастрофой.

Российские АЭС, как правило, всегда были значительно дешевле аналогичных объектов в развитых странах за счет практического смягчения, международных норм по безопасности, упрощения технологии обращения с радиоактивными отходами, уменьшения объема специального контроля и упрощения санитарно-гигиенических требований к проекту. Однако постепенное ужесточение международных норм по безопасности изменили требования национальных правил, что приводило к постоянному росту удельных капиталовложений АЭС. Стоимость установленного кВт на АЭС в начале 70-х годов составляла около 100 дол., в начале 90-х годов.уже 2500 дол. (блоки Южно-Украинской АЭС). Стоимость современной ТЭС (на угле) по данным УралТЭПа составляет 1145 руб/кВт в ценах 1991 года. Следовательно удельные капиталовложения сегодня в угольную ТЭС ожидаются около 2000 дол., а в АЭС соответственно - примерно 13000 дол / кВт. Получаемые цифры ожидаемой удельной стоимости АЭС должны насторожить экономистов и политиков России. Сегодня, однако, имеются заявления, что для головного блока БН-800 с еще не освоенным типом реактора на быстрых нейтронах стоимость установленного кВт составит меньше 1900 долларов. Мнение главного конструктора реактора БН-800 академика Митенкова несколько другое: "РБН обходится пока существенно дороже других типов ядерных реакторов. Это не удивительно, ибо по конструкции они сложнее, а используемое ими высокообогащенное топливо стоит относительно дорого." Следовательно, занижение оценки затрат используется специально для уменьшения сопротивления этому нерентабельному и экологически опасному проекту.

Эксплуатационные затраты - один из характернейших признаков энергоустановок, на АЭС значительно выше, чем на ТЭС. Вызвано это как увеличенным количеством оборудования, необходимостью радиационного контроля, выплатой персоналу и населению,30-ки зоны льгот, большим объемом постоянных дезактивационных работ, повышенными затратами на поддержание оборудования в безопасном состоянии при остановах и ремонтах. И, наконец, резервированием значительных средств на ликвидацию последствий от нештатных событий при ремонте и эксплуатации, а также существенными затратами на охрану АЭС. Перечисленные отличия увеличивают удельные эксплуатационные затраты в 50 - 100 раз по сравнению с угольными ТЭС. Эти затраты во все времена, в том числе и сегодня, незаметно покрывались из госбюджета через различные военные и полувоенные ведомства.

Не все так просто и с топливной составляющей стоимости электроэнергии на АЭС. Рассмотрение технологии производства и использования топлива АЭС показывает: 1) количество урановой руды, необходимое для работы АЭС, эквивалентное используемой на ТЭС одной тонны условного топлива рядового угля равняется 2-3 тоннам; 2) дешевым природным ураном является уран стоимостью 130 дол. за кг, при обогащении его ураном-235 стоимость увеличивается пропорционально обогащению и зависит от типа реактора. При эквивалентном электропроизводстве необходимо количество урана будет стоить в 15 - 30 раз дороже, чем угля; 3) изготовление ТВЭЛОв и ТВС из обогащенного урана практически увеличивает стоимость свежего топлива на 60%; 4) необходимая регенерация отработанного топлива, как минимум, удваивает его стоимость. Поэтому стоимость используемого уранового топлива будет выше эквивалентного количества угля в 40 - 100 раз. Трудно назвать широкое строительство АЭС разумным экономическим подходом.

Следующая известная проблема АЭС - это образование радиоактивных отходов. Стабилизация этих отходов для хранения может производиться только на срок не более 30 лет, и приводит к увеличению этих отходов в 2 - 3 раза, а также к необходимости затрат на их постоянный контроль и охрану. Перекладывание решения практических проблем радиоактивных отходов на будущие поколения - бессмысленно.

Чернобыльская авария обошлась человечеству дороже всех построенных АЭС. Прекращение ее влияния на человечество не ожидается. Ни одна из существующих АЭС не застрахована от подобных аварий, но и без таких аварий АЭС даже при выбросах и сбросах искусственных радиоактивных веществ в пределах ПДК приводят к их сорбции природными объектами с последующей миграцией по неизвестным путям и концентрациям в отдельных местах значительно выше ПДК. Но и на этом не кончаются бедствия от АЭС. Единожды построенная при огромных капитальных затратах, она практически не может быть уничтожена, и должна находиться в постоянном обслуживании и контроле, по крайней мере, весь обозримый исторический период.

Современная технология использования ядерного топлива позволяет теоретически сжигать его всего на 0,5-10% в зависимости от типа реактора, при этом часть полученной энергии теряется: с различными видами излучения до 10%; 2) при снятии остаточных тепловыделений при любых остановках реактора до 1%; 3) при охлаждении конструкционных материалов до 2-3%; 4) с повышенными расходами электроэнергии на собственные нужды до 7-8%; 5) с охлаждением отработанных топливных элементов при необходимой выдержке на АЭС в течение 2-х лет суммарные потери составляют около 2%. Таким образом, практически полезно используется менее 1% топлива без учета необходимых дальнейших энергозатрат на регенерацию топлива и хранения радиоактивных отходов. Для сравнения, коэффициент использования органического топлива превышает 90%, а коэффициент преобразования солнечной энергии в полезную уже сегодня доходит до 10%.

Сомнительная экономическая, экологическая и техническая необходимость широкого распространения современной технологии преобразования ядерной энергии в полезную требует поиска принципиально новых технологий. Технические требования к таким новым ядерным преобразовательным установкам должны включать: 1) абсолютную безопасность от глобальных катастроф; 2) принципиальную невозможность превышения установленного нормами безопасного уровня всех видов излучения; 3) безопасность полученных отходов, и возможность их несанкционированного использования. Пожалуй, таким требованиям в некоторой степени отвечают отдельные изотопные источники, которые и определяют энергетическую нишу разумного применения таких преобразователей.

Вынужденную ядерно-энергетическую паузу необходимо заполнить экологически чистым нетрадиционным для России энергоисточником-энергосбережением. Благо, что политические, социальные и экономические условия в России уже созрели. Россия сегодня на валовый национальный продукт потребляет первичных энергетических ресурсов в 30 раз больше развитых стран.

Настало время перехода к разумной заботе о каждом человеке и еще оставшейся природной среде.

## **АТОМНЫМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМ НА УРАЛЕ ИМЕЕТСЯ АЛЬТЕРНАТИВА**

Егоров В.М., Уткин В.И., Агеева И.В.

Комитет радиационной безопасности ЕС НИО, г.Екатеринбург

В настоящее время организациями РАО "ЕЭС России", Минатома РФ, Российской Академии наук разрабатывается "Схема развития ЕЭС России на период до 2010 года".

По результатам прогнозных оценок в 2010г. в Объединенной Энергосистеме Урала ожидается достижение уровня электропотребления 1990 года, для чего требуется установленная генерирующая мощность в размере 41 млн кВт, что соответствует установленной мощности электростанций в 1995-97 г-г. При реконструкции и расширении существующих тепловых электростанций ( ТЭС ), проекты которых находятся в стадии реализации, установленная мощность электростанций в ОЭС Урала составит более 47млн кВт и вполне достаточна для обеспечения надежного электроснабжения без дополнительного ввода атомных-энергоблоков.

Однако, в настоящее время Минатом РФ, не имея проработок на стадии технико-экономического обоснования расширения Белоярской АЭС и строительства Южно-Уральской АЭС, игнорируя мнение общественности в нарушение законодательства отстаивая узковедомственные интересы, ходатайствует перед органами государственной власти о вводе блоков БН-800 на указанных электростанциях в период до 2010 г.

Ориентация электроснабжения потребителей ОЭС Урала на основе ТЭС в период до 2010 г. по существу не имеет альтернативы:

1. Реализация проектов реконструкции и расширения ТЭС на основе общепризнанных мировых достижений путем внедрения ПГУ и совершенствования тепловых схем, а также наличие мощной топливной базы создают благоприятные условия дальнейшего развития и повышения эффективности ТЭС в зависимости от объема финансирования работ, что в свою очередь, определяется степенью платежеспособности потребителей электроэнергии. Последнее обстоятельство также влияет и на развитие АЭС.

2. Реализация проектов строительства АЭС с блоками БН-800 требует поиска технических решений по обеспечению безопасной эксплуатации реактора , которые пока не выявлены даже на мировом уровне странам с процветающей экономикой , крайне заинтересованным в развитии реакторов-размножителей в связи с отсутствием собственной топливной базы. Поэтому утверждение Минатома РФ об использовании БН-600 в качестве аналога для блоков БН-800 есть необоснованное упрощение проблемы.

3. Для выбора площадки размещения АЭС необходимо обосновать зону разрыва между АЭС и населенным пунктом (городом) на основании научных исследований, статистических наблюдений заadioактивными выбросами, проектных проработок, ибо действующие в настоящее время нормативы по зонам разрывов установлены волевым путем.

4. В условиях рыночной экономики оценка эффективности АЭС должна определяться по всему кругу затрат, в том числе по хранению, переработке радиоактивных отходов . по консервации отработанного оборудования, по проблемам, связанным с организацией и эксплуатацией зоны разрывов между АЭС и населенными пунктами (городами), по созданию целевого страхового фонда с целью ликвидации любых аварийных последствий.

Результаты укрупненного технико-экономического сравнения вариантов развития генерирующих мощностей, приведенные ниже в таблице, показывают эффективность ТЭС в сравнении с АЭС. Экономия средств . получаемая от электроснабжения на

базе ТЭС, позволяет реализовать программу энергосбережения, что в конечном итоге также повысит эффективность электроснабжения.

Таблица

Наименование показателей	Единицы измерения	Варианты реконструкции расширения ТЭС (данные УралТЭП)	Вариант строительства АЭС (по заявке Минатома РФ)		
			Всего	в том числе	
				Белоярская АЭС	Ю-Уральская АЭС
Установленная мощность	МВт	3200	3200	800	2400
Удельные капиталовложения в строительство электростанции	руб/кВт	440-684	1677	1102	1572
Капиталовложения в строительство с учетом замещающей мощности	млн.руб	1480-2290	4848	917	3931
Себестоимость электроэнергии	коп/кВт ч	1.49-2.18		2.52	3.3
Расчетные затраты	коп/кВт ч	1.96-2.57	4.65	3.7	4.97

Для того, чтобы убедиться, что приведенные данные не противоречат фактическим затратам, можно привести для сведения стоимость строительства одного блока ВВЭР-1000 Южно-украинской АЭС, введенной в эксплуатацию в период 1982-89 гг., которая составила 2-5 млрд- ам. долларов.

#### “НЕОПОЗНАННОЕ” АНОМАЛЬНОЕ ЯВЛЕНИЕ В РЕАКТОРЕ БН-600 (Итоги общественной экологической экспертизы)

Иванов Б.К.

Комитет радиационной безопасности ЕС НИО, г.Екатеринбург

Чернобыльская авария показала катастрофическое влияние АЭС на зону радиусом около 100 км, поэтому сегодня местные власти и общественность настороженно относятся к работе АЭС, а особенно к нештатным ситуациям, возникающим на них. Белоярская АЭС находится в 30 км от Екатеринбурга, в зону ее возможного влияния в случае аварии попадает более половины населения Свердловской области. Поэтому общественность по мере сил пытается отслеживать известные ей нештатные ситуации, возникающие на БАЭС. В “Областной газете” 18.05.94г. появилась статья о скрытой администрацией БАЭС от общественности такой ситуации, произошедшей 21.01.87г.. Комитет радиационной безопасности Екатеринбургского Союза НПО организовал Общественную экологическую экспертизу по изучению случая на БАЭС от 21.01.87г.. Несмотря на засекреченность материалов ведомственного расследования этой нештатной ситуации, комиссия собрала достаточно сведений, позволяющих ретроспективно реконструировать и проанализировать ситуацию.

Ниже кратко изложена восстановленная ситуация от 21.01.87г. на реакторе БН-600 БАЭС.

Энергоблок работал на полной мощности. в 14 часов резко поднялось давление в реакторе, регулирующий стержень за 5 минут вошел в активную зону на 90-95 мм, по-

высилась мощность реактора, повысились параметры перед турбиной, увеличилась электрическая мощность турбогенераторов. Далее давление в реакторе начало снижаться. По результатам анализа содержание водорода в газовой полости реактора через 4 часа было в 11000 раз больше, чем при нормальной работе. Понизилась концентрация Cs-137 в натрии. В установившемся режиме тепловая мощность реактора превысила начальную. По рекомендации научного руководителя мощность реактора была снижена до 86% от номинальной, далее параметры нормализовались.

Ведомственное расследование при участии Госатомнадзора определило ситуацию "ниже шкалы", как аномальное явление и "не существенное для безопасности АЭС". Причиной считается введение в контур влаги или другого водородсодержащего вещества. Все рассмотренные возможные источники ввода влаги были признаны как маловероятные. Однако был выполнен ряд мероприятий, уменьшающих попадание влаги в реактор. Здесь следует отметить, что введенная положительная реактивность 0.1  $\beta_{\text{эфф}}$  соответствует попаданию в активную зону не менее 200г водорода, хотя по расчетам БАЭС содержание водорода в активной зоне не превышало 1г и вывод об источнике водорода был сделан, исходя из оценки "1г в активной зоне". Окончательной причиной ввода значительной положительной реактивности был принят смысл теплоносителем неизвестных водородсодержащих веществ из накипеобразований.

Комиссия, рассмотрев доступные материалы, сделала заключение:

Событие 21.01.87г. характеризуется следующими основными признаками:

- фактически обнаружено, что за рассмотренную кампанию количество негерметичных тзвэлов значительно превышает допустимое для нормальной эксплуатации - это говорит о нарушении первого из двух барьеров безопасности, вызванном превышением допустимой температуры оболочек тзвэлов:

- имевший место положительный эффект реактивности оценивается в 0,1 $\beta_{\text{эфф}}$ :

- более высокие, чем обычно выбросы радионуклидов в окружающую среду, вызванные массовой разгерметизацией тзвэлов подтверждаются увеличением содержания Cs-137 в фуражном посеве трав в 1987г в зоне, расположенной в направлении ветров со стороны БАЭС (в рассматриваемый период в 6.5 раз по сравнению с 1986 годом глобальных чернобыльских выпадений).

Все эти признаки соответствуют 3 уровню событий по международной шкале INES и относят явление к категории аварий. Следует отметить, что серьезность аварии состоит не столько в проявленных последствиях, сколько в потенциальной опасности, которую возможно заключала в себе авария и в том, что до настоящего времени эта опасность и ее вероятность не могут быть оценены, т.к. не выстроена сколько-нибудь убедительная модель процесса. Для исследования кинетики образования водородсодержащих веществ и оценки их количества в баке реактора должен был быть сооружен специальный стенд в ФЭИ (г.Обнинск) в 1994 году. Исследования должны были быть закончены в 1996г., однако ввиду ограниченного финансирования даже не начинались.

Ведомственная комиссия по расследованию аварии занимала оценку уровня аварии, что приводит к снижению уровня безопасности реактора, снижению бдительности персонала и надзорных органов, а также ведомственных органов, ответственных за финансирование работ, обеспечивающих безопасность АЭС.

В соответствии с разделом 2.2. ПБЯ любое случайное воздействие на реактивность должно иметь отрицательный эффект, однако, даже на предполагаемом строительству реакторе БН-800 не исключаются эффекты реактивности не меньше нуля. Действующие же реакторы с "неопознанными" положительными эффектами реактивности должны быть остановлены до выявления природы и кинетики эффекта и его устранения. Настоящая работа реактора БН-600 без получения результатов исследования аварии является грубейшим нарушением существующих норм. Результаты проведенной экспертизы обсуждались среди ведущих технических специалистов БАЭС, которые разделяют опасность произошедшей аварии и проводят аналогию с европейским реактором на быстрых нейтронах "Суперфениксом" и японским "Мондзю", остановленными до изучения и устранения причин.

Комиссия обратила внимание ответственных лиц, общественности на недопустимость снижения требовательности к безопасности атомных объектов в связи с экономической, социальной и политической нестабильностью в обществе. Недопустимо также и то, что администрация БАЭС и Госатомнадзор не проинформировали своевременно общественность через средства массовой информации о произошедшей аварии. В ответ на статью в "Областной газете" официальные органы не выдвинули свою версию аварии, игнорировали представленную информацию, чем закономерно вызвали настороженную заинтересованность общественности.

В заключение хотелось бы призвать общественные организации и движения к необходимости реализации законодательного права по общественной экспертизе всех сфер деятельности государства, вступившего на путь демократического развития. Делая прозрачной финансовую, политическую и техническую деятельность властных структур, вы затрудняете чиновникам всех уровней злоупотребление дарованной им властью и помогаете поиску пути экологически устойчивого развития общества.

## **ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕЙТРОННОГО ПОТОКА РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК**

Акифьева Н.Н., Титов Г.П.  
УГГУ-УПИ, г. Екатеринбург

Устойчивость переходных процессов регулирования нейтронной мощности реакторных установок - один из главных вопросов теоретических исследований, доказывающих самозацищенность установки и, следовательно, безопасность ее промышленного применения.

В исследованиях должна быть доказана устойчивость отработки реакторной установки возмущений реактивности в следующих случаях:

- без автоматического регулятора (на эффектах саморегулирования);
- с автоматическим регулятором мощности, работающем в режиме регулирования-стабилизации плотности нейтронного потока;
- с автоматическим регулятором мощности, работающем в режиме регулирования по теплотехническим параметрам (если, конечно, такой режим предусмотрен для данной установки).

Возмущения, которые необходимо рассматривать в моделях системы регулирования (СР), зависят от типа реакторной установки и ее специфических эффектов реактивности.

Принципиальным свойством возмущения реактивности для устойчивости переходного процесса является причинная связь возмущения с изменением температур материалов активной зоны. По этому признаку все возмущения можно классифицировать следующим образом:

Тип а -возмущения, являющиеся обратными связями по температуре теплоносителя, то есть возмущения как следствия изменений удельного объема и температуры теплоносителя, произошедших по "нейдерным" причинам (например, по причине уменьшения расхода в каналах или ТВС).

Тип б - возмущения, причинно не связанные с изменением температур теплоносителя и материалов активной зоны.

Возмущения обоих типов отрабатываются на эффектах саморегулирования, а при выходе переходного процесса из зоны нечувствительности регулятора -автоматическим регулятором мощности реакторной установки (АРМ) (см.Рис.1).

Рассмотрим условия устойчивости переходных процессов при отработке возмущений реактивности обоих типов.

Однозначно сформулировать достаточное условие устойчивости можно только для случая отработки возмущения типа а) на эффектах саморегулирования (без работы

автоматического регулятора мощности-АРМ). Этим условием является отрицательность мощностного и температурного коэффициентов реактивности.

При отработке возмущения типа а) автоматическим регулятором устойчивость зависит не только от знака мощностного и температурного коэффициентов реактивности, но и от соотношения постоянных времени динамических процессов, включая процессы теплопередачи и постоянных времени непосредственно самого АРМ,

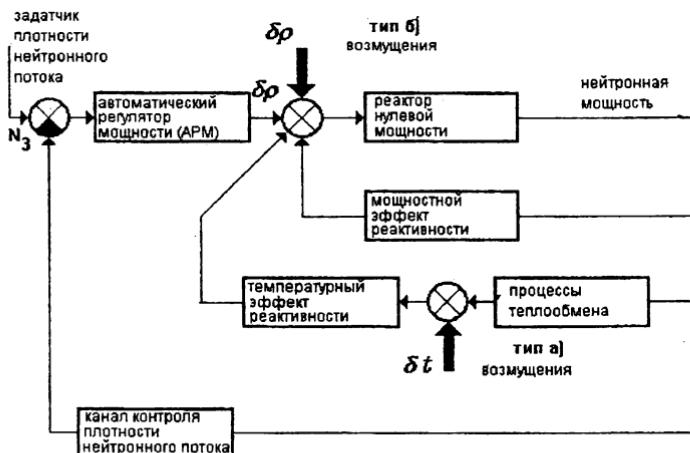


Рис.1. Структурная схема реактора с автоматическим регулятором мощности и возмущениями реактивности.

Для возмущений реактивности типа б), особенно имеющих положительный знак, имеются математически очевидные области неустойчивости как в случае саморегулирования, так и в случае с включенным автоматическим регулятором. Неустойчивость может иметь место даже при относительно небольших амплитудах (в сравнении со значением эффективной доли запаздывающих нейтронов). Возмущения реактивности, относящиеся к данной категории, почти удалось исключить на тепловых реакторах. *Установка, на которой они все же имеют место (и такие случаи отмечались в практике эксплуатации) - реактор на быстрых нейтронах с жидкокометаллическим теплоносителем. Это, во-первых, положительные возмущения при вводе в активную зону замедлителя, которым может являться водород, образующийся при взаимодействии натрия с водой, органическими жидкостями и т.д.; во-вторых, положительные возмущения при образовании пустот в теплоносителе, заполняемых газом (пустотный эффект реактивности).* Как видно, и в первом, и во втором случае причины событий могут быть не связаны с изменением температур активной зоны.

Авторы считают, что для доказательства самозашщщенности реакторной установки необходимо, но не достаточно отрицательности коэффициентов реактивности по температуре топлива и теплоносителя. Это условие должно дополняться анализом устойчивости переходных процессов при отработке возмущений, не являющихся обратными связями по температурам (тип б).

При положительном или даже близком к нулевому значению какого-либо эффекта типа б), анализ устойчивости необходим и при разработке структурной схемы регулирования мощности.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС И ХРАНИЛИЩ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ

Полевов Б.Д., Лещуков Н.Н.  
УГГГА, г.Екатеринбург

Использование горно-технических сооружений для размещения АЭС и хранения ядерных отходов является одним из наиболее приоритетных направлений обеспечения радиационной безопасности. В частности, преимущества сооружения подземных ядерных электростанций и подземных ядерных могильников подтверждаются комплексными исследованиями, выполненными в Российской Федерации и за рубежом, а также опытом проектирования и строительства подземных АЭС.

Помимо повышенной эксплуатационной безопасности, высокого уровня защищенности от "технологических взрывов" и рационального использования территорий, затраты на строительство подземных АЭС в определенных условиях могут оказаться на 14 - 17 % [ 1 ] ниже затрат на строительство наземных станций равной мощности, а подземные долговременные хранилища ядерных отходов вообще не имеют реальной альтернативы. Немаловажным являются также такие факторы как возможность размещения подземных АЭС вблизи или непосредственно под обслуживаемыми городскими и промышленными центрами, простота консервации станций после окончания срока ее службы.

Очевидные преимущества подземных сооружений для размещения опасных производств и хранения токсических веществ не привели к адекватному использованию подземного пространства, что в значительной степени определяется сложностью и долговременностью основных горнопроходческих работ. Для радикального изменения сложившейся ситуации необходим переход на нетрадиционные технические решения по размещению ядерных объектов в недрах и новые технологии их строительства.

При наличии монолитных, малотрешиноватых скальных или глинистых пород и соляных отложений, низких скоростей миграции подземных вод или "мертвых" зон со скоростями миграции 0.1-1.0 м/год, отсутствии тектонических движений в массиве горных пород для размещения АЭС и хранилищ их отходов рекомендуется использовать следующие горно-технические объекты и горностроительные технологии.

Для размещения ядерных электростанций:

- глубокие карьеры с подготовкой многослойного основания с надежной гидроизоляцией, возведением корпусов реакторов, монтажных залов, перекрытия-свода, обратной засыпкой стен и перекрытия станции с использованием гидроизолирующих материалов :

- камеры-колодцы диаметром до 120-130 м и высотой до 250 м на глубине не менее 100 м от поверхности, сооружаемые по технологии секционного взрывания глубокими заходками, разработанной в УГГГА.

Для размещения отходов ядерного производства:

- горные выработки закрывающихся шахт и рудников с обеспечением необходимой гидроизоляции хранилищ для хранения твердых отходов;
- горные выработки закрывающихся шахт и рудников на горизонтах глубже 1500-2000 м для хранилищ жидких отходов;
- подземные камеры в соляных и вечномерзлых породах, сооружаемые через скважины диаметром 2.5-4.0 м геотехнологическим способами;
- подземные комплексы на глубинах, превышающих 1500-2000 м, вскрываемые вертикальными стволами по технологии секционного взрывания или штолнями с использованием современных проходческих комплексов.

На всех указанных объектах должен быть организован многоцелевой мониторинг состояния сооружения и вмещающего массива горных пород, а также предусмотрено устройство каналов сбора и отвода подземных вод и возможных радиоактивных утечек .

## Литература

1 . Атомные станции - под землю / Приложение к журналу "Подземное пространство мира": Альманах научно-технической информации "Подземный вариант - проблемы устойчивости и резервы безопасности". 1994, вып. 1.- с.14.

## ПРОБЛЕМЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВСКРЫТИЯ ТВЭЛОВ ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА АЭС ДЛЯ ЕГО ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РЕГЕНЕРАЦИИ

Зеленкова Ю.О., Сапожников Б. Г.  
УГТУ-УПИ, г.Свердловск

Для регенерации отработавшего топлива АЭС необходимо отделить его от оболочки твэлов и других конструктивных элементов. При термическом вскрытии твэлов под действием высокотемпературного излучателя ( $2000^{\circ}\text{C}$ ) оболочка оплавляется и в виде капель вместе с освобожденным топливом направляется в охлаждающую ванну, в качестве которой целесообразно применять теплообменник, использующий принцип вибропикинга слоя. Дисперсным материалом, заполняющим аппарат, может служить охлажденная смесь топлива и затвердевших капель оболочки.

Для расчета такого аппарата необходимо знать процессы переноса тепла от верхней границы слоя, куда под собственным весом падают продукты термического вскрытия оболочки твэлов, к охлаждающему дну аппарата. Для количественной характеристики этих процессов обычно используют эффективный коэффициент теплопроводности в вертикальном направлении ( $\lambda_{ver}$ ) и коэффициент теплопередачи от слоя к стенке, причем данные по последнему хорошо представлены в литературе.

Поэтому основное внимание было уделено экспериментальному изучению коэффициентов  $\lambda_{ver}$ . Опыты проводились на модельных материалах с размером частиц от 0,06 до 1,25мм. Установлено, что для всех материалов с ростом амплитуды вибрации  $A=1,2\text{-}1,6\text{мм}$  величина  $\lambda_{ver}$  порядка  $1000\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$ , а с изменением частоты вибрации от 30 до 60 Гц - проходит через максимум. В этих опытах высота слоя составляла 120-200мм. При меньшей высоте слоя градиент температуры в вертикальном направлении практически отсутствовал и  $\lambda_{ver}$  был больше  $1000 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$ .

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой интенсивности процессов переноса тепла, протекающих в аппарате с вибропикингом слоем, что позволяет рекомендовать его в качестве надежного теплообменника, обеспечивающего охлаждение продуктов термического вскрытия твэлов для их дальнейшей переработки - регенерации и локализации в малых объемах продуктов деления, что значительно упрощает захоронение.

## О ПРИМЕНЕНИИ ИМПАКТНЫХ ГАЗОВЫХ СТРУЙ РАЗНОЙ ФОРМЫ В СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Жилкин Б.П., Тюльпа В.В., Хазиев М.М., Ясников Г.П.  
УГТУ-УПИ, г.Екатеринбург

Обеспечению безопасности АЭС придается первостепенное значение, поскольку они представляют большую потенциальную опасность для людей и окружающей среды, особенно при различных отклонениях от нормальной работы в аварийных ситуациях.

На устройства обеспечения безопасности работы требуется до 30% общих затрат на сооружение АЭС , причем значительная часть этих затрат связана с отводом остаточного тепловыделения. В новых проектах АЭС реализуется концепция пассивного аварийного отвода . основанная на системе рассеяния остаточной теплоты от активной зоны с использованием естественной циркуляции и принудительного воздухоохлаждения. Следовательно, изыскание методов увеличения теплоотдачи в воздушных системах

охлаждения имеет большое значение для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации АЭС.

Одним из наиболее эффективных способов теплоотъема является обдув тела в виде импактных струй, то есть струй газа, ударяющихся по нормали в его поверхность. Однако в ряде случаев и такой уровень теплоотдачи еще не достаточен, и проблема усиления теплопереноса уже в импактных струях сохраняет свою актуальность.

Интенсификация теплоотдачи в импактных струях может быть достигнута путем создания пространственности течения в тех областях пограничного слоя на преграде, где оно отсутствует. В частности это может быть инициировано путем применения каналов - сопел, форма поперечного сечения которых не имеет осевой симметрии, например, треугольник. В таком случае во вторичной веерной струе, растекающейся по преграде, будет, возможно, возникать неравномерное по углу пояс давлений, приводящее к образованию сложных перетоков. Для проверки данной гипотезы сначала изучалось с помощью датчика роторного типа распределение давления газового потока по преграде. Эти опыты подтвердили существование сложного поля давлений, для которого определены его количественные характеристики.

Исследование теплоотдачи в одиночных импактных струях разной формы проводилось по методу регулярного режима. Изучалась теплоотдача для каналов длиной 35 и 90 мм с постоянным поперечным сечением следующей формы: круг, квадрат и равносторонний треугольник. Эквивалентный (гидравлический) диаметр сопел-каналов  $d$ , принимался равным 4 и 10 мм, соответственно. Воздух со среднерасходной скоростью  $w = 2 \div 90$  м/с поступал в этот канал из дутьевой камеры большого объема с трехсторонним подводом, что обеспечивало высокую равномерность начального течения. В качестве преграды использовались медные пластины-датчики с диаметром  $D = 35$  мм -100 мм и толщиной 7,7 мм. Расстояние от среза канала до пластины  $z$  составляло в относительных единицах  $z/d = 2 \div 12,5$ . Полученные данные по теплоотдаче обобщены в виде критериальных уравнений.

В итоге можно сформулировать следующие рекомендации для использования импактных газовых струй различной формы:

- для достижения наибольшей интенсивности теплообмена предпочтительными оказываются треугольные импактные струи,
- в области режимов, типичных для систем охлаждения в промышленных аппаратах (включая системы аварийного теплоотвода), своей наилучшей эффективностью выделяются струи, образованные каналом квадратного сечения. Результаты исследований могут быть использованы при разработке струйной системы воздушного теплообменника для охлаждения реактора типа БН-600 в аварийных режимах, а также при проектировании теплообменных аппаратов в линии очистки газов от радиоактивных примесей.

## ПРИМЕНЕНИЕ БОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Нечепуренко А.С., Поженский С.В., Самунь С.В.  
Опытный завод УНИХИМа, г. Екатеринбург

В результате работы атомных электростанций, реакторов атомных подводных лодок и других атомных или ядерных установок образуются отходы с радиоактивным фоном. Утилизация, хранение и переработка этих специфических техногенных отходов требуют применения специальных антirадиационных экранов, контейнеров и других аппаратов, способных пропитывать проникновению радиации в зону обслуживания.

Для этих целей используются материалы, способные поглощать тепловые нейтроны. Одним из такого рода материалов, имеющих широкую зону поглощения нейтронов является бор или его соединения.

УНИХИМом с ОПЫТНЫМ ЗАВОДОМ разработаны технологии и организовано производство бора аморфного и кристаллического, карбida бора и нитрида бора, боридов титана и хрома. Эти материалы используются в атомной энергетике для управления ядерными процессами и создания биологических экранов, защищающих человека от радиоактивного излучения, благодаря уникальным свойствам бора.

Особый интерес в последнее время проявлен к нитриду бора как материалу, имеющему широкую зону захвата тепловых нейтронов и обладающему стабильными свойствами на протяжении многих лет. Нитрид бора отличается от других борных соединений тем, что он пожаробезопасен и абсолютно неабразивен. Это преимущество делает его технологичным для производства на его основе контейнеров для захоронения радиоактивных отходов.

Для создания временных (аварийных) антирадиационных слоев на различных поверхностях нашими сотрудниками был разработан состав краски (покрытия) на основе нитрида бора (содержит бор и водород) с температурой эксплуатации до 600 °C на металлах и до 900°C на графите и керамике.

Данная нейтронопоглощающая краска может быть незаменима для устранения аварий на АЭС и других энергетических установках, утилизации радиоактивных отходов и создания многослойных контейнеров для перевозки отходов с радиоактивным фоном.

### **ПРИМЕНЕНИЕ БОРА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ АЭС**

А.С.Нечепуренко, С.В.Поженский, С.В.Самунь  
Опытный завод УНИХИМ

Для надежной и эффективной работы АЭС необходимо использование материалов, способных поглощать тепловые нейтроны, выделяемые топливом и отходами производства. Эксплуатация атомных реакторов, утилизация, хранение и переработка этих специфических отходов требуют применения специальных антирадиационных экранов, контейнеров и других аппаратов способных препятствовать проникновению радиации в зону обслуживания.

Для этих целей используются материалы, имеющие широкую зону захвата тепловых нейтронов. Одним из такого рода материалов является бор или его соединения и особенно бескислородные.

УНИХИМом с Опытным заводом разработаны технологии и организованы производства аморфного бора и кристаллического бора, карбida бора и нитрида бора, боридов титана и хрома. Эти материалы используются в атомной энергетике для управления ядерными процессами и создания биологических экранов, защищающих человека от радиоактивного излучения, благодаря уникальным свойствам бора.

**Физические свойства и относительная стоимость борных соединений**

Наименование продукта	Температура, С		Содержание бора, масс.%	Стоимость 1%Б, усл.ед
	плавления	начало окисл		
Бор аморфный	2200	600	94.0	0.74
Бор кристаллический	2200	650	97.0	1.13
Нитрид бора	(3000)	900	44.0	1.13
Карбид бора	2400	560	79.0	0.50
Диборид титана	2300	800	30.0	1.33
Диборид хрома	2100	850	29.0	1.31

В зависимости от условий эксплуатации нейтронопоглощающих материалов к ним предъявляются требования по стабильности свойств, тугоплавкости и температуре

начала окисления ( как бы первой стадии разрушения). Некоторые из этих свойств основных борных соединений приведены в таблице.

Особый интерес в последнее время проявлен к нитриду бора , как материалу, имеющему широкую зону захвата тепловых нейтронов и обладающему стабильными свойствами на протяжении многих лет. Нитрид бора отличается от других борных соединений тем, что он пожаробезопасен и абсолютно неабразивен. Это преимущество делает его очень " технологичным" для производства на его основе биологических экранов и особенно контейнеров для консервации радиоактивных отходов.

## **2. Вопросы радиоэкологии**

### **РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Заболотских В.А., Уткин В.Ю.  
ОблЦСЭН, КРБ ЕС-НИО, г.Екатеринбург

Радиационная обстановка в Свердловской области определяется следующими факторами:

- природным радиационным фоном, создаваемым естественными радионуклидами (ЕРН);

- техногенно измененным радиационным фоном, обусловленным возведением зданий на территориях с повышенным уровнем радонвыделения и использованием в строительстве, производственной деятельности и быту материалов, с повышенным содержанием ЕРН;

- деятельностью на территории региона предприятий ядерно-энергетического комплекса и атомной промышленности;

- наличием на территории региона пунктов временного захоронения радиоактивных материалов и пунктов захоронения радиоактивных отходов;

- последствиями радиоактивного загрязнения территории в результате радиационных аварий и деятельностью предприятий по обогащению и переработке минерального сырья с высоким содержанием ЕРН;

- глобальными выпадениями искусственных радионуклидов.

Кроме того, важнейшими источниками формирования дозы облучения населения по-прежнему остаются медицинские диагностические и лечебные рентгенодиагностические процедуры.

Радиационный фон в пределах Урала обусловлен геолого-геофизическими особенностями региона и определяется природными минералами и горными породами, содержащими в том или ином количестве ЕРН. Естественный радиационный фон характеризуется достаточно высокой мозаичностью и вариабельностью: на территории Свердловской области имеется более 1000 локальных скоплений урановой, ториевой и уран-ториевой минерализации, 350 источников с повышенным содержанием ЕРН.

В пределах Свердловской области возможно выделить семь экологорадиохимических зон с различными уровнями радиоопасности. Имеются радионосодержащие районы подземных вод, в которых концентрация радона в почвенном воздухе более 40000 Бк/л. В целом по Свердловской области среднегодовая объемная активность газообразного радона в воздухе жилых помещений более чем в два раза превышает среднемировое значение. Приблизительно в 5% обследованных зданий объемная активность радона превышает принятый в России норматив 400 Бк/м<sup>3</sup>. В связи с этим представляется целесообразным проведение работ по составлению на основе изучения геологического строения карт радонового риска в городах и поселках городского типа с целью прогнозирования радоновой опасности. В целом доза облучения населения Свердловской области от природного и техногенно измененного фона по оценкам Областного Центра Санэпиднадзора составляет около 70% суммарной дозы от всех источников ионизирующего излучения.

В настоящее время на территории области действует один энергоблок БН-600 электрической мощностью 600мвт ( Белоярская АЭС ). За все время работы этого блока не было зарегистрировано несанкционированных сбросов и выбросов радионуклидов в окружающую среду . Выбросы радионуклидов в атмосферу были на 1-2 порядка ниже допустимых за исключением цезия-137.

Основное влияние на радиационную обстановку в санитарно-защитной зоне БАЭС оказывают последствия эксплуатации 1-го и 2-го энергоблоков , которые проявились в надфоновом содержании радионуклидов в почвах и донных отложениях водоемов. Наиболее мощным аккумулятором радионуклидов оказалось Ольховское болото, в донных отложениях которого накоплены радионуклиды из промышленных стоков БАЭС . Неприятным последствием этого факта является вынос радионуклидов вытекающей из Ольховского болота рекой Ольховкой в р.Пышма и распространением радионуклидов по течению р.Пышма. При этом наблюдается перенос и переотложение радионуклидов в зонах фильтрации глубинных разломов, что приводит к аномальным надфоновым ( превышение в 12-33 раза ) содержаниям цезия-137 в илах р.Пышма. К сожалению динамика процессов переотложения до сих пор серьезно не изучается.

Уральским УГМС контролируется радиоактивное загрязнение поверхностных вод в районе Белоярского водохранилища и р.Пышма. Концентрация стронция-90 в Белоярском водохранилище не превышает 69 Бк/м<sup>3</sup> , что ниже допустимого уровня, но выше, чем в реках, принятых за фон ( Колва, Вишера ). В р.Пышма ниже впадения р.Ольховка наблюдается наибольшее содержание стронция-90 - до 151 Бк/м<sup>3</sup>. Концентрация цезия-137 в Белоярском водохранилище и р.Пышма достигает до 1200 Бк/м<sup>3</sup>, что также ниже допустимых уровней и незначительно выше, чем в реках принятых за фон.

В целом район БАЭС не имеет существенных отличий по радиоактивному загрязнению в среднем от Уральского региона. По оценке лаборатории внешней дозиметрии БАЭС, доля радиационного воздействия БАЭС на все население Свердловской области составляет 0.03% ( по коллективной дозе 3.3 чел.Зв против 12120 чел.Зв ).

На других предприятиях ядерно-энергетического цикла аномальных отклонений радиационного фона от среднеуральского не обнаружено.

Из нескольких пунктов захоронения и временного хранения радиоактивных материалов наибольшую тревогу вызывают склады монацитового концентрата в Краснотурьинском районе (бывший филиал комбината "Победа"), в которых содержатся на хранении более 80 тыс. тонн монацитового песка со средним содержанием окиси тория около 5%. Влияние объекта на окружающую среду идет как за счет внешнего гамма-излучения от складов, так и непрерывного генерирования складами огромного количества торона и, соответственно, продуктов его распада. МЭД гамма-излучения снижается до фоновых значений на расстоянии 250-300 метров от ограждения складской зоны. Повышенные объемные активности торона отмечаются на расстояниях до 20м от наружных стен складов, однако, вопрос о переносе и долгоживущих радиоактивных продуктов распада торона, например, свинца-212 (период полураспада 10.6 часа), висмута-212 (период полураспада 60 мин), которые непрерывно генерируются тороном, имеющим собственный период полураспада всего 54.5 секунды, до сих пор специально не рассматривался. Склады монацитового песка по своему техническому состоянию и эксплуатации имеют высокую потенциальную опасность. При чрезвычайно опасной. Для ликвидации данного очага радиационной опасности в настоящее время в Правительстве Свердловской области активно обсуждается вопрос о возможной переработке данного материала с целью извлечения из него тория и металлов редкоземельной группы, которые также содержатся в большом количестве в ториевом концентрате.

Радиационная обстановка на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), вызванного событиями в Челябинской области на ПО "МАЯК" в 1957г., в настоящее время определяется остаточным радиоактивным загрязнением по основному дозообразующему нуклиду - стронцию-90. Плотность загрязнения в целом характе-

ризуется высокой мозаичностью и достаточно большим разбросом значений концентрации стронция-90. Современные плотности загрязнения, обусловленные как физическим распадом нуклида, так и горизонтальным его переносом, составляют по большой площади от 0.8-1.0 КИ/км<sup>2</sup> до 1.6-2.9 КИ/км<sup>2</sup>. Однако имеются пятна с аномально высокими современными плотностями загрязнения от 5.1-5.3 КИ/км<sup>2</sup> до 6.9 КИ/км<sup>2</sup>.

Несмотря на то, что общее загрязнение территории ВУРСа не вызывает опасений, в отдельных точках этого района обстановка считается радиационно опасной и строго контролируется.

Удельная активность воды по стронцию на территории ВУРСа составляет от  $7 \times 10^{-3}$  Бк/л до  $3 \times 10^{-2}$  Бк/л, что на 1-2 порядка ниже допустимых концентраций. Тем не менее в рыбе всех пород, отловленной в озерах Сунгуль и Червяное, наблюдается превышение уровней содержания радиоактивных веществ, допускаемых в продуктах питания согласно правилам ВКУ-94, введенных по Свердловской области.

Дополнительная индивидуальная годовая эффективная доза облучения жителей населенных пунктов на территории ВУРСа за счет остаточного радиоактивного загрязнения местности и повышенного содержания стронция-90 в продуктах питания на предышает 0.1 мЗв. Однако эта доза в 2 раза выше, чем в среднем для территории области.

По результатам расчетов накопленные дозы для критических групп населения в 22 населенных пунктах превысили 70мЗв, поэтому 4 поселка были отселены. Всего на момент аварии численность жителей в этих поселках составляла 5600 человек. В целом в результате аварии 1957 года на ПО "МАЯК" в Свердловской области радиационному воздействию подверглось более 335000 человек, проживающих в 391 населенном пункте с начальной плотностью загрязнения, превышающей 0.1 КИ/км<sup>2</sup> по стронцию-90. Коллективная доза, обусловленная аварийной ситуацией, составила 6770 чел.-Зв.

Достаточно неблагополучная ситуация имеется в районе пос.Озерный-Костоусово, связанная, с одной стороны, с геологической ситуацией: поселок расположен на территории Мурзинско - Камышловской радио - геохимической зоны, которая характеризуется повышенными уровнями поступления радона в помещения и употреблением радионосодержащей воды, так и, с другой стороны, с техногенным загрязнением отходами предприятия по обогащению торийсодержащего сырья, работавшего здесь в 1949-1964гг. Использование торийсодержащих песков населением для хозяйственных целей привело к массовому загрязнению поселков Озерного и Костоусово. В отдельных точках поселков МЭД достигает 1200мкР/час. Для этой территории разработан и реализуется план рекультивации. Дезактивации к 1995году подверглось 16 жилых домов и 17 участков. Перезахоронено около 10000 м<sup>3</sup> грунта. Создан могильник, в котором захоронено около 120 КИ грунта, обогащенного торием и ураном. Разведаны источники питьевого водоснабжения с достаточным дебитом и более низким содержанием радона (до 800 Бк/л), чем в существующих до этого скважинах (до 6000 Бк/л).

Несмотря на проведенные работы и снижение дозовой нагрузки на население данного района, в целом радиационная нагрузка примерно в 1.5 раза превышает среднеобластную для домов сельского типа.

По оценкам ОблЦГСЭН, основной вклад в дозовую нагрузку населения области вносят:

- ЕРН в почве и стройматериалах, радон в воздухе жилых и производственных помещений, в воде - около 70% суммарной дозы (коллективная доза около 8500 чел.Зв );
- облучение от медицинских и рентгеновских процедур около 30% (коллективная доза составляет около 3200 чел.-Зв), хотя наблюдается незначительное уменьшение рентгеноскопических исследований, дающих основные дозовые нагрузки;

С учетом всех дозообразующих факторов (нагрузка по радону учтена только на 14 территориях) коллективная доза облучения населения по Свердловской области составила 12120 чел.Зв. Средняя годовая эффективная доза облучения на одного жителя области оценивается величиной в 2.8-3.2 мЗв (280-320 мбр). Однако усредненное ра-

дационное благополучие области в целом не гарантирует радиационного благополучия конкретных территорий, населенных пунктов и групп населения. Поэтому одной из основных задач на будущее становится не только регистрация радиационной обстановки, но и изучение процессов миграции радиоактивных выпадений, их переотложения. Это даст возможность заранее прогнозировать критические ситуации и принять во время необходимые меры.

Реализация областных программ комплексного изучения радиационной обстановки в области будет способствовать развитию единых представлений как у населения, так и у властных структур о степени опасности воздействия различных источников ионизирующего излучения и расстановке приоритетов при финансировании работ. Такой подход позволит не только существенно улучшить радиационную обстановку, но и избежать неоправданно высоких затрат на снижение облучения от малозначащих источников.

## РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

Лунев В.В.\*, Тестов Б.В.\*\*

\*Пермский областной центр госсанэпиднадзора, \*\*Естественнонаучный институт при ПГТУ, г.Пермь

Радиоэкологическая обстановка в Пермской области в целом типична для России. Особенностью можно считать лишь наличие трех районов в которых были проведены наземные и подземные ядерные взрывы.

Наземный групповой взрыв был проведен 23 марта 1971г. в Чердынском районе на севере области. На четвертые сутки после взрыва у траншеи мощность дозы по разным источникам составляла от 1 до 12 Р/час. В 1973 г. мощность дозы на гребне навала составляла до 10 мР/час, в 1993 г. до 3 мР/час, а в 1993 - до 1,5 мР/час. Средняя мощность дозы на гребне навала в 1993г. 200-300 мкР/час с максимумом до 1500 мкР/ч. Содержание радионуклидов в пробах почв и растительности представлено в таблице.

Таблица

Радионуклид	Концентрация, Бк / кг	
	в почве	в растениях
Цезий-137	до 11000	до 400
Стронций - 90	до 1000	до 430

В 1969г было произведено 2 подземных взрыва на Осинском нефтяном месторождении с целью интенсификации добычи нефти. В результате взрывов на глубине 53 и 76 м ниже продуктивного нефтяного пласта образовались полости, в дальнейшем заполненные водой. При бурении проколочных скважин произошел выброс радиоактивной воды, содержавшей по данным ВНИПИПромтехнологии стронция-90 до 40700 Бк/л, цезия-137 до 592000 Бк/л, трития до 5180000 Бк/л. В настоящее время мощность экспозиционной дозы на объектах не превышает 60 мкР/час достигая в отдельных точках 3000 мкР/час.

В 1981-87 годах на Гежском нефтяном месторождении недалеко от г.Красновишерска было проведено 5 подземных взрывов на глубине около 2 км. В настоящее время выхода радионуклидов на поверхность пока не обнаружено.

Следует отметить, что на нефтепромыслах наблюдается повышенное содержание ЕРН. Так в 1994г. на нефтепромыслах Шагирского и Павловского месторождения на юге Пермской области в отдельных пробах грунта выявлена активность ЕРН в среднем 2400 Бк/кг; мощность экспозиционной дозы около устья нефтесяджин зарегистрирована до 600 мкР/час.

Измерение радона в г.Перми, проведенные в 1994-96 годах, показали единичные превышения нормы (200 Бк/м<sup>3</sup>), достигающие в жилых домах до 400 Бк/м<sup>3</sup>. Наблюда-

лось превышение норматива (100 Бк/м<sup>3</sup>) в два раза и в строящихся зданиях . В подвальных помещениях регистрировалась активность до 12500 Бк/м<sup>3</sup>.

В городах Пермской области Соликамске и Березниках активность радона в помещениях не превышала 300 Бк/м<sup>3</sup>, и в среднем составила 30-40 Бк/м<sup>3</sup>. Это связано, по видимому, с небольшим содержанием радионуклидов уранового семейства в подстилающих породах. Так, в шахтах г. Соликамска активность радона оказалась на уровне 0-40 Бк/м<sup>3</sup>. В то же время высокая активность радона до 6500 Бк / м<sup>3</sup> была зафиксирована на рабочих местах Кунгурской пещеры в г.Кунгуре.

Однако в целом общая картина активности радона в жилых и производственных помещениях на основании проведенных к настоящему времени замеров, является вполне удовлетворительной.

Радиационный фон в Пермской области от внешнего гамма-излучения колеблется в пределах от 3 до 14 мкР/час.

Содержание ЕРН в строительных материалах находится в пределах установленных нормативов ( до 370 Бк/кг).

Отмечено значительное колебание концентрации цезия- 137 в грибах до 1000 Бк/кг (норма 600 Бк/кг).

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО СОЗДАНИЮ ГОСУДАРСТВЕННЫХ КАРТ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Баженов А.В., Василенко В.Н., Иваницкая М.В., Изюмов М.А., Исаева Л.Н.,  
Кямкин А.М., НазаровИ.М.,Успин А.А  
УрУГМС, ИГКЭ, г.Екатеринбург

В 1992-1995 гг в Уральском регионе в соответствии с Федеральной Программой проводились работы по реабилитации территорий и населения пострадавших вследствие деятельности ПО "Маяк". Программа закончила свое действие в 1995 г, в связи с чем была разработана и принята Правительством России Федеральная целевая программа на следующее пятилетие - 1996-2000 гг. В связи с недостаточным финансированием предыдущих программ и невыполнением раздела "Практических мероприятий", новой программой предусмотрено пролонгирование предыдущей программы на 2 года - 1996-1997гг. , в которой социальная защита пострадавшего населения осуществляется по критерию загрязненности территории основными дозообразующими радионуклидами. В 1998-2000 гг. социальная защита населения будет осуществляться по критерию накопленных доз облучения. В связи с этим, уже в 1995г начали проводиться работы по созданию Государственных карт радиоактивного загрязнения Уральского региона. Эта работа поможет установить истинные масштабы и уровни загрязнения территории. Это тем более важно, что исследования в поставарийный период проводились разными организациями и имеют существенные отличия ( до порядка величин).

В рамках настоящего доклада представлены материалы по работам, выполненным в 1991-1996 годах по ВУРСу и Карабаевскому следу для создания Государственных карт в границах Челябинской, Свердловской и Курганской областей. Основными задачами исследования являлись дополнение ранее полученных данных до кондиций удовлетворяющих требованиям составления карт в детальном масштабе 1:200 000 и создание опорной сети опробования с инструментальной привязкой точек исследования посредством использования аппаратуры спутниковой ориентации типа Scout Master.

Для создания карт проанализирован и включен весь исходный материал, представленный в ИГКЭ организациями, проводившими исследования радиоактивного загрязнения территории в 1991-1994 гг. Помимо этого предварительно проведены дополнительные исследования приборами "Сосна" и "Корад" по оценке загрязненных территорий трех областей по профилям, пересекающим радиоактивный след (ВУРС или "Карабай") вкрест его простириания. Шаг опробования по профилям изменяется в зави-

сности от изменчивости уровней плотности загрязнения от 200 м до 1 км, реже - до 1,5 км. Такое исследование позволило до отбора проб почвы выявить структуру следа: границы с выходом радионуклидов на фоновые значения, его центральную часть, детализировать пятнистость, уточнить уровни загрязнения, осложнения следа и его аномалии.

По ВУРСу опробование и отбор проб почвы проведен системой профилей на протяжении 250 км от начала границ промзоны до населенных пунктов Талица - Троицкий - Горбуновское в Свердловской области. В частности, по данным радиохимического анализа вновь выявлены участки в Камышловском районе с повышенными уровнями загрязнения до 0,8 КИ/км<sup>2</sup> по Sr-90 и наличие хорошо детектируемого стронциевого загрязнения до села Горбуновское. Проведена детализация участка и отбор проб по ВУРСу в направлении озера Тыгиш -г.Каменск-Уральский. По этим данным след приобретает пятнистую структуру с проявлением аномалий с уровнями загрязнения по стронцию-90 до 5 КИ/км<sup>2</sup> и выше. Западнее г. Челябинска выполнены контрольно-ревизионные работы на площади около 400 км<sup>2</sup> с целью уточнения уровней радиоактивного загрязнения.

По Карабаевскому следу проведены измерения загрязнения почв цезием-137 и опробование на северо-восточном и восточном направлениях от промзоны ПО "Маяк" до выхода в поле околоводных значений загрязнения в Курганской области. Проведено рекогносцировочное опробование территории Асановских болот с целью отработки методологии определения запасов радионуклидов для оценки объемов их поступления в речную систему.

С учетом анализа результатов опробования на местности в 1996 г отобрано около 1200 проб почвы. Исходя из объемов финансирования в настоящее время проанализировано более 500 проб на Sr-90 и Cs-137. По этим и ранее полученным данным на основе ГИС создана предварительная Государственная карта радиоактивного загрязнения Уральского региона стронцием-90 и цезием-137.

Собранный материал позволяет составить Государственные карты загрязненных территорий по всем радионуклидам в кондициях, отвечающим требованиям масштаба 1:200 000, а также возможность детализации ряда районов до масштаба 1:50000. Работы по аналитике радионуклидов и изготовление окончательного варианта карт целиком зависят от будущего финансирования "Государственной целевой комплексной программы".

#### **ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО БАНКА ДАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (на примере обследования горно-металлургических и нефтегазодобывающих производств)**

Талалай А.Г., Буров И.Б., Глушкова Т.А., Макаров А.Б., Локтионов О.Э., Жарников М.Ю.

Институт испытаний и сертификации минерального сырья при УГГГА, г.Екатеринбург

Процесс добычи, переработки и использования нефти связан с попутным извлечением на земную поверхность естественных радионуклидов (ЕН). К таким радионуклидам, в первую очередь, относится радий-226 (продукт распада природного урана-238), торий-232 и калий-40, а также радиоактивные газы радон-222 и радон-220 (торон).

Характер радиационной обстановки на объектах нефтепромысла зависит, в основном, от следующих факторов:

- \* от активности, или количественного содержания ЕН в нефти и пластовых водах;
- \* от химического состава пластовых вод и степени обводненности нефти, определяющих степень радиоактивности отложений на оборудовании;
- \* от образования труднорастворимых отложений на внутренних поверхностях трубопроводов, насосов, арматуры, резервуаров и пр.

В ходе технологических процессов на горных и металлургических предприятиях часть радионуклидов гамма-излучателей, содержащихся в рудах, горных породах, концентратах перераспределяется и мигрирует в шлаки, пыли и т.п., а затем с разубоживанием складируется на шламо- и шлакоотвалах производств. По величинам активности и изотопному составу естественных радионуклидов, попадающих в биосферу, их радиационное воздействие на людей и экосистему может создавать ситуации, при которых требуются меры противорадиационной защиты, включая обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами.

Институт испытаний отработал технологию радиоэкологического обследования на ряде объектов горно-металлургического (АО <Ярославский ГОК>, <ЧЭМК>, <Качканарский ГОК>) и нефтегазодобывающего профиля (АО <Нижневартовскнефтегаз>, <Сибнефть>, <Черногорнефть>), которая отражена в методических рекомендациях и методиках разработанных Институтом. Все НТД согласованы с органами Госстандарта РФ (ВНИИМ им. Д.И.Менделеева, г. С.-Петербург; ВНИИФТРИ, Московская область).

Технология создания банка данных опирается на наличие трех основополагающих моментов:

- 1) Информационной системы радиационного мониторинга объектов окружающей среды с применением современных компьютерных систем, включая такие как ARC/INFO, ER MAPPER 5.0 и др.;
- 2) Технологии радиоэкологического обследования с применением аккредитованной лабораторной базы и штатом квалифицированных специалистов;
- 3) Нормативной базы для осуществления информационной деятельности.

Институт испытаний приступил к созданию БД по результатам радиоэкологических обследований объектов Урала и Сибири.

## РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПЗРО СВЕРДЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО СПЕЦКОМБИНАТА "РАДОН"

Чемерис Н.В., Изюмов М. А  
Спецкомбинат "Радон", г. Екатеринбург

Свердловский государственный спецкомбинат (СГСК) "Радон" входит в централизованную систему территориальных спецкомбинатов "Радон", обеспечивающих весь комплекс работ по обращению с радиоактивными отходами низкой и средней активности согласно действующим радиационно-гиgienическим нормативам. За период деятельности спецкомбинатом "Радон" с 1964 года вывезено от предприятий, организаций и учреждений Свердловской, Пермской и Тюменской областей и захоронено на пункте захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) 4353 м<sup>3</sup> радиоактивных отходов и 62214 отработавших источников ионизирующего излучения общей суммарной активностью 145837 кюри. Поэтому понятен и правомерен интерес контрольно-надзорных органов и общественности к объекту, на котором сосредоточено такое количество радиоактивных отходов и его влиянию на окружающую среду.

ПЗРО СК "Радон" расположен в 6 км севернее пос. Садовый на территории, подчиненной г. В.Пышма Свердловской области. Комплексные исследования по оценке воздействия ПЗРО на окружающую среду были проведены в 1991 г. научными сотрудниками Мос НПО "Радон". При этом осуществлялся отбор проб различных экосистем и измерение ряда радиационных параметров в зоне строгого режима (ЗСР), санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и зоне наблюдения (ЗН). На основании проведенных исследований радиоэкологическая обстановка в районе ПЗРО оценена благополучной. Критерием радиационной безопасности объекта явилась статистическая проверка гипотезы распределения радионуклидов в экосистемах ЗСР, а также СЗЗ и ЗН. Значения радиационных параметров во всех зонах соответствуют одной генеральной совокупности.

Повторное комплексное обследование района ПЗРО проведено в 1997 г. с участием специалистов МосНПО "Радон" в связи с проведением работ по составлению радиоэкологического паспорта предприятия. Проект паспорта разработан МосНПО "Радон" и Всероссийским научно-исследовательским институтом неорганических материалов им. Бочвара, принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 11.04.96 N273.

Согласование и утверждение радиоэкологического паспорта СГСК "Радон" предусматривается в I квартале 1998 года.

Предварительные данные комплексного обследования района ПЗРО свидетельствуют об его удовлетворительной радиоэкологической обстановке. Лаборатория радиационного контроля СГСК "Радон" получила в апреле 1997 года сроком на 3 года аттестат аккредитации Госстандарта России на выполнение радиационных измерений согласно области аккредитации (вода, воздух, почва, древесина, строительные материалы, продукция пищевой промышленности, твердые строительные и промышленные отходы, объекты с поверхностным загрязнением, индивидуальная доза рентгеновского и гамма-излучений, активность цезия-137 в теле человека и др.).

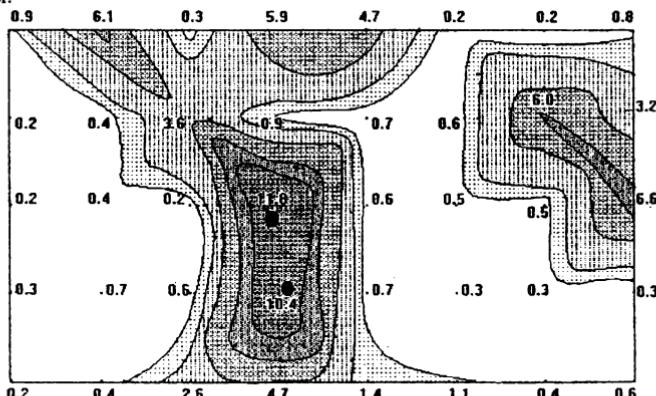
## РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА В РАЙОНЕ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

Уткин В.И.\*, Юрков А.К.\*, Николаев В.В.\* Новоселицкий В.М.\*\*

\*Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, \*\*Горный институт УрО РАН, г. Пермь

В 60-х годах в различных районах Пермской области были проведены подземные ядерные взрывы. Цель их была различна - это и попытки повышения нефтеотдачи нефтяных пластов на месторождениях нефти, и решение проблемы переброски стока северных рек на юг.

Последствия ядерных взрывов обычно рассматриваются в плане изучения радиоактивного загрязнения окружающей среды непосредственно продуктами взрыва или продуктами наведенной (вторичной) активности в окружающей среде. Как правило, исследуется загрязнение наиболее долгоживущими продуктами взрыва - цезием-137, стронцием-90 и кобальтом-60. Вместе с тем обычно не исследуются последствия мощных подземных взрывов непосредственно на геологическую среду как на среду обитания.



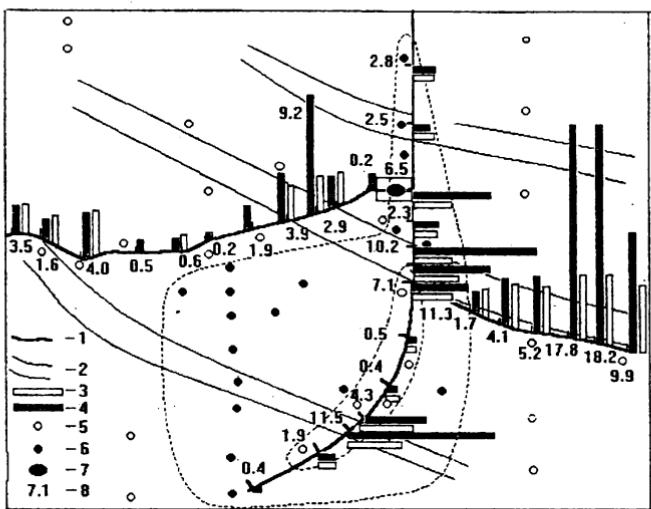


Рис.2. Результаты радиометрической съемки в районе ядерных взрывов: 1-профили отбора проб радона; 2-границы тектонических разломов; 3-результаты радоновой съемки 1960г.; 4-результаты радоновой съемки 1995г.; 5-гидрогеологические скважины с "чистой" водой ( радиоактивность воды менее 10 Бк/кг); 6-тоже, но радиоактивность воды более 10 Бк/кг; 7-расположение скважины с ядерным зарядом; 8-величина объемной концентрации радона в почве (кБк/м<sup>3</sup>).

Исследования, проведенные в Пермской области в районе г.Оса, на Осинском нефтяном месторождении, показали следующее. В районе непосредственного заложения ядерных зарядов (два заряда на глубине приблизительно 1000м ) ожидалось повышенное содержание цезия-137 и стронция-90, так как было известно, что произошел газовый выброс в процессе взрыва одного из зарядов. Однако поверхностная съемка не обнаружила существенного превышения гамма-фона в данном районе. Например, максимальные значения гамма-активности в пределах исследованного района не превышали 15 мкР/час.

Проведенная радоновая съемка исследуемого района вывела интересные особенности. Во-первых, по предыдущим измерениям район подземных взрывов характеризовался малой проницаемостью имеющихся геологических разломов и монолитностью основных блоков. Съемка показала, что в районе непосредственного взрыва наблюдается аномальная концентрация радона в почвенном воздухе, которая достигает 10000-12000 Бк/м<sup>3</sup>, что превышает фоновые значения концентраций в пределах массива в 50-100 раз. Во-вторых, резко возросла концентрация радона в почвенном воздухе в зонах разломов. В некоторых точках опробования концентрация радона достигает 17000 Бк/м<sup>3</sup>. Проницаемость всех разломов существенно повысилась и они четко выделяются по данным радоновой съемки.

Остаточная радиоактивность подземных вод увеличилась несущественно и в основном в стороне от точек взрыва, что, вероятно, связано как с процессами переноса радиоактивных продуктов взрыва подземными водами, так и процессами сорбции этих продуктов массивом горных пород. Кроме того, большинство радиоактивных продуктов взрывов распалось за прошедшие 30 лет после проведения подземных ядерных взрывов.

## **ВЛИЯНИЕ СТОКОВ р.ТЕЧА НА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ р.ИСЕТЬ**

Трапезников А.В., Чеботина М.Я., Юшков П.И., Трапезникова В.Н., Гусева В.П.  
ИЭРиЖ УрО РАН, г.Екатеринбург

Проведено радиоэкологическое обследование р.Исеть для оценки влияния на нее вод рек Теча и Миасс. Для этого в 1995г. в различных пунктах по рекам Иsetь, Теча, Миасс, Тобол были отобраны пробы воды, растений и донных отложений для определения содержания в них стронция-90 и цезия -137.

Установлено, что в указанной речной экосистеме основным депо радионуклидов является р.Теча, в частности, ее донные отложения. В настоящее время радионуклиды, содержащиеся в стоках р.Теча, вышли за ее пределы и загрязняют р.Иsetь. Вследствие преобладания в р.Иsetь песчаных грунтов, слабо поглощающих и удерживающих в себе как стронций-90, так и цезий-137, она не является существенным биогеохимическим барьером на пути транзитных радиоактивных стоков из р.Теча в нижележащие звенья Иртыш-Обской системы, к которой принадлежат исследуемые реки. Проведенная работа подтвердила высокую эффективность водных растений и иллистых донных отложений рек как биоиндикаторов радиоактивных загрязнений водных экосистем.

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Уткин В.И., Юрков А.К.  
Институт геофизики УрО РАН, г.Екатеринбург

Исследование поверхностных радиоактивных загрязнений, вызванных Чернобыльской катастрофой, показало, что распределение этих загрязнений крайне неравномерно и носит, так называемый, "мозаичный" характер. Обычно распространение и переотложение загрязнений среды связывается с метеоусловиями, морфологией поверхности земли, конфигурацией русла течения рек, скоростью водных потоков и т.д. При этом, как правило, игнорируются такие природные факторы среды как особенности геологического строения данного региона, геофизические поля и физические свойства верхней части разреза земной коры. В то же время анализ чернобыльских данных свидетельствовал о том, что в значительной мере их можно объяснить геологогеофизическими факторами, характеризующими состояние и строение верхней части земной коры. Поэтому интересно рассмотреть фактические данные по изучению распространения и переотложения радиоактивного загрязнения в водных потоках.

В результате сброса радиоактивных веществ они переходят в водоемы, поступают в реки, озера, болота, образуя поверхностный сток. Часть осадков просачивается в почвы и попадает в подземный сток. Причем скорость движения вод в приповерхностном слое существенно зависит от тектонической нарушенности верхней части земной коры и наличия разломных зон. Активную работу по переносу загрязнений производят текущие воды. Переносимые ими твердые частицы и обломки разрушенных горных пород, которые, как правило, адсорбируют загрязнения, постепенно оседают на дне ручьев, рек, озер, там, где обычно происходит резкое снижение скорости течения. Однако геофизические факторы могут и в этом случае повлиять на процессы переотложения радиоактивных осадков, что показывается на примере по изучению перераспределения радиоактивных отходов старых (канального типа) реакторов Белоярской атомной электростанции, которые эксплуатировались в течение 1964-1989 гг.

Радиоактивные элементы попадают в реку Пышму из Ольховского болота, где они аккумулировались в течение более 25 лет из сбросовых вод атомных реакторов. В настоящее время в Ольховском болоте по данным различных исследователей аккумулировано от 60 до 100 Кюри радиоактивных веществ различной природы. Река Оль-

ховка постоянно вымывает эти вещества и выносит их в р.Пышму. особенно во время весенних и осенних паводков. Изучение радиоактивности донных осадков по течению рек Ольховки и далее по р.Пышма показало, что наибольшая концентрация радиоактивных элементов наблюдается в нижнем течении р.Ольховка - более 30000 Бк / кг ( $8 \times 10^{-4}$  мг.-экв. Ra/kg), что превышает величину, нормированную для радиоактивных отходов в 8 раз. После впадения вод реки Ольховки в р.Пышма концентрация радиоактивных элементов в воде уменьшается практически на порядок, что сразу же отражается и на радиоактивности донных отложений. Ниже впадения р.Ольховка в р.Пышму концентрация радиоактивных элементов составляет около 2000 Бк/кг. Далее по течению р.Пышма концентрация радиоактивных элементов в донных отложениях неуклонно уменьшается до 60 Бк/кг, хотя и наблюдаются локальные аномалии с содержанием до 160 - 200 Бк/кг. При изучении радиоактивности донных осадков вниз по течению р.Пышма были обнаружены локальные участки с повышенным содержанием техногенных радиоактивных элементов, где концентрация радиоактивных осадков достигает, до 1650 Бк/кг (район пос.Глядены) и 620 Бк/кг (район д.Филатово), что в 33 и 12 раз больше фоновых значений, хотя и не превышает предельно допустимых концентраций, принятых для радиоактивных отходов. Результаты сопоставления полученных данных с данными геофизических исследований оказываются несколько неожиданными, но далеко не случайными. Оказалось, что наиболее значимые зоны переотложения радиоактивных осадков контролируются зонами тектонических нарушений. Выбор Ольховского болота, как аккумулятора радиоактивных отходов, с геолого-геофизической точки зрения явно неудачен, поскольку оно расположено в тектонически нарушенной зоне и поэтому представляет собой потенциальную опасность в связи с возможностью фильтрации радиоактивного загрязнения в подземные воды. Два других пункта повышенной концентрации донных пространственно приурочены к пересечению зон аномальной проводимости с руслом р.Пышма. Известно, что описанные зоны, как правило, являются зонами повышенной проницаемости и, соответственно, зонами повышенной фильтрации поверхностных и подземных вод. Гидрогеологические исследования показали: 1. В зоне расположения Ольховского болота имеется небольшой подпор глубинных вод из тектонического разлома и, соответственно, наблюдается дополнительное вымывание в бассейн р.Пышма радиоактивных осадков; 2. В точках "Глядены" и "Филатово", наоборот, наблюдается приток поверхностных вод в зону глубинного разлома. Это приводит к фильтрации вод и накоплению радиоактивного загрязнения в этих зонах.

Приведенный пример показывает, что знание геолого-геофизических особенностей промышленных районов позволяет давать прогнозную оценку возможных зон загрязнений при возникновении катастрофических событий, а также локальных зон отложений и переотложений осадков, в которых может наблюдаться повышенная концентрация вредных веществ, приводящих к нарушению нормальных экологических условий жизни для населения или даже к возникновению если не катастрофических, то критических ситуаций.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОСБОРА РЕК

Набережнева Е.П., Гапонцев В.Л., Борухович А.С.  
УГППУ, г.Екатеринбург

Построена численно - аналитическая физико-химическая модель миграции растворимой примеси в области водосбора реки, учитывающая сезонные изменения условий миграции. Модель имеет феноменологический характер. В ней учтены (в виде меняющихся граничных условий) процессы захвата примеси ловушками, представляющими собой неровности почвы водосбора, а также вымывание примеси из ловушек в

период весенних паводков. Процесс захвата примеси почвенным слоем описывается как эффективная адсорбция, а процесс миграции ее в грунте (в глубине почвы) как эффективная диффузия. Учтено, что граничные условия для диффузии вглубь грунта ловушек воды и в пойме реки одинаковы в период весенних паводков и различны в летне - осенний период.

Коэффициенты диффузии для грунтов различного состава лежат в пределах от  $4 \cdot 10^{-6}$  до  $7 \cdot 10^{-8}$  г·см<sup>4</sup>/с.

Исследованы пробы грунта, взятые из поймы рек, подвергшихся радиационному загрязнению : реки Теча (Урал), Припять и Уж (Украина). Проанализирован состав радионуклидов и изменение активности по глубине залегания слоя. Получено, что распределение примеси по глубине грунта поймы реки носит немонотонный характер из-за сезонной вариации граничных условий.

Получено, что рост концентрации примеси в воде реки в период весенних паводков спадает обратно пропорционально корню квадратному из времени от начала паводка, отсчитываемому от момента выпадения примеси в область водосбора. Недостающие параметры модели могут быть определены из наблюдений за динамикой примеси в паводковых водах в течение 2 - 3-х последовательных паводков.

Модель позволяет делать долгосрочные прогнозы и выработать рекомендации по реабилитации загрязненных районов.

#### **БОЛОТНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ИНДИКАТОР РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ**

Нифонтова М.Г., **Маковский В.И.**  
ИЭРиЖ УрО РАН, ИЛ УрО РАН, г. Екатеринбург

Обследованы одиннадцать болотных экосистем (Рис.1.) Каменского района (Свердловская обл.), территории которого расположена в зоне влияния предприятий ядерного цикла и была загрязнена в результате радиоактивных выпадений 1957 г. и 1967-1970 гг.

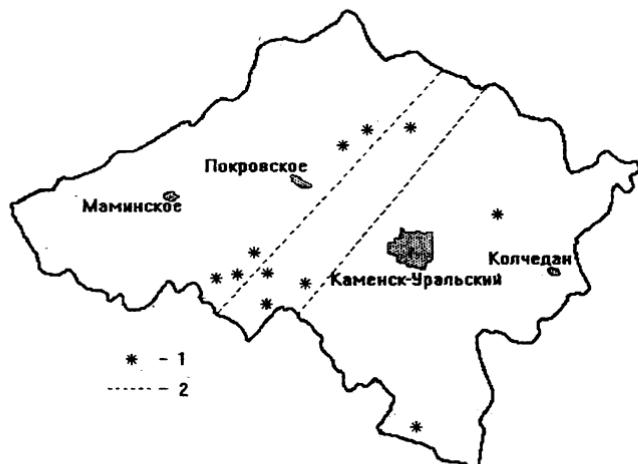


Рис.1. Схема расположения обследованных болотных экосистем Каменского района. Условные обозначения: 1- объекты исследований; 2- зона центральной части ВУРСа.

Результаты комплексных физико-химических и геоботанических исследований показали, что торфяные болота района, как правило, приурочены к супфазионным западинам, котловинам, пологим водораздельным понижениям и поймам рек. Болота небольшие по площади, лишь отдельные объекты имеют размеры более 200 га. Практически все болота евтрофного (низинного) типа, но встречаются и бессторфяные, сильно обводненные коккарно-осоковые. Выявлено преобладание торфов нейтральной и слабощелочной реакции, высокой зольности и средней степени разложения.

Измерение удельной активности стронция-90 и цезия-137 в торфах (на полную глубину торфяной залежи) позволило установить значительную неоднородность радиоактивного загрязнения болот. Уровни содержания радионуклидов в торфяной залежи определяются как физико-химическими свойствами торфов, так и территориальным расположением болот. Максимальная концентрация стронция-90 и цезия-137 наблюдается в болотных экосистемах, находящихся в зоне центральной оси Восточно-Уральского радиоактивного следа либо на ее границах. Минимальное количество радионуклидов отмечено в торфах болот, расположенных на северо-западных площадях района. Установлено повышенное содержание цезия-137 в торфах болотных экосистем северо-восточных и южных участков территории.

Основное количество радионуклидов сосредоточено в поверхностном (0-20-сантиметровом) слое торфяной залежи. Распределение стронция-90 по глубине торфяно-болотных почв более равномерное, чем цезия-137, который накапливается преимущественно в поверхностных слоях, либо в придонном водоупорном грунте.

Показано, что радиоактивные выпадения не оказали какого-либо отрицательного влияния на функционально-структурную организацию болотных экосистем, а также на структуру и видовой состав растительного покрова болот.

Таким образом, способность торфов к повышененному концентрированию и длительному сохранению радионуклидов в торфяных массивах позволяет, спустя 20-40 лет после первичных радиоактивных выпадений, оценивать уровни загрязнения территорий. На основании полученных данных обсуждается возможность использования торфяной залежи болотных экосистем в целях длительного радиоэкологического мониторинга.

## СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ И ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЗОНЫ ВУРС КАМЕНСКОГО РАЙОНА

\* Санникова Н.С., \* Санников С.Н., \*\* Нифонтова М.Г., \*\* Петрова И.В.  
\*ИЛ УрО РАН, \*\*ИЭРИЖ УрО РАН, г. Екатеринбург

Леса зоны ВУРС Свердловской области занимают около 1/3 ее площади, но как и в других регионах, являются основным фактором общего радиоэкологического баланса местного ландшафта и радиационной защиты населения. Между тем, в Свердловской области, в отличие от областей Чернобыльской зоны европейской части России и зоны ВУРС Челябинской области степень и особенности радиоактивного загрязнения почв и различных фракций растительности лесов почти не изучены.

В связи с вышеизложенным нами была проведена работа по радиационному обследованию лесов зоны ВУРС Каменско-Уральского лесхоза, загрязнения их почв, а также древесной и недревесной растительности. Подразделение обследованной территории лесфонда проведено в соответствии с установленными уровнями их радиационного загрязнения основным дозообразующим радионуклидом (стронцием-90) и с "Руководством по радиационному обследованию лесного фонда в зоне ВУРС" (М., 1994) на 3 зоны с плотностью загрязнения почвы: 1 - свыше 3 Ки / км<sup>2</sup>; 2 - 0,5-3 Ки/км<sup>2</sup>; 3 - 0,15-0,5 Ки/км<sup>2</sup>.

Удельное содержание стронция-90 в подстилке лесов, обследованной зоны ВУРС довольно закономерно возрастает от зоны 3 с плотностью загрязнения (199-573 Бк / кг)

к зоне 2 (174-711 Бк / кг) и зоне 1 (897-841.5 Бк / кг). Соответствующие параметры загрязнения по цезию-137 составляют: 3- 299-571 ; 2- 356-699 и 1 -499-1659 Бк / кг.

Удельная радиоактивность подстилок, как правило, в 2-4 раза выше, чем листья березы и осины и в десятки раз выше, чем хвои сосны. Это означает чрезвычайно высокую опасность вторичного радиационного загрязнения в случае возникновения и развития низовых пожаров, особенно в лесах 2 и 1 зон плотности загрязнения почв стронцием-90. По данным новейших исследований (Dusha-Gudym, 1994), в зонах с плотностью загрязнения почв цезием-137 до 5-15 КИ/км<sup>2</sup> концентрация радионуклидов в золе и недожоге (продукты неполного пиролиза) составляет  $\text{п} \cdot 10^{-7}$  КИ/кг. Таким образом, в лесах на всей площади гарей возникают открытые источники ионизирующего излучения, которые по уровню загрязнения радионуклидами намного превышают предельно допустимые уровни. Особенно опасны действующие пожары, так как дыхание в атмосфере с высокой концентрацией радионуклидов в газодымовой эмиссии сопровождается высокими дозами инкорпорированной радиации.

Оценка уровней удельной активности радионуклидов в лесной травянистой растительности, а также в моховом покрове лесов в зоне ВУРС весьма важна с точки зрения возможности ее использования для выпаса скота и сенозаготовок. Судя по данным 17 пробных площадей, удельная активность стронция-90 в травах, преобладающих в покрове березовых лесов (злаки, разнотравье) увеличивается с 76-332 Бк / кг в зоне 3 плотности загрязнения почв до 196-428 Бк / кг в зоне 2 и до 421-2730 Бк / кг в зоне 1. Соответствующие цифры по цезию-137 равны 32-169, 116-191 и 125-1720 Бк/кг. По нашим данным, как по фракциям древесной растительности, так и в травянистых растениях накопление цезия- 137 обычно в несколько раз меньше, чем стронция-90, хотя в соотношении содержания этих радионуклидов в почве наблюдается обратная картина.

В травяном покрове соснового леса при высокой плотности загрязнения почвы и подстилки стронцием-90 (3,46 КИ / км<sup>2</sup> и 897 Бк / кг, соответственно) удельная активность этого радиоизотопа составила 420,5 Бк / кг, а цезия- 137 - 124,6 Бк/кг. Однако, это почти не отразилось на накоплении обоих радионуклидов в хвое деревьев, которая содержит всего 17,6 Бк / кг стронция-90 и 9,8 Бк / кг цезия- 137 .

#### КОНЦЕНТРАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ (Sr-90 и Cs-137) В НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ КАМЕНСКОГО РАЙОНА (ЗОНА ВУРС)

Коробейников В.П.  
ИЭРиЖ УрО РАН , г.Екатеринбург

Проведено изучение наиболее характерных сообществ Каменского района, расположенных в зоне радиоактивного следа и вне его (луга, болота, залежи, травянистый покров лесных сообществ).

Выявлен видовой состав, запасы надземной фитомассы, содержание некоторых радиоактивных элементов в компонентах растительного покрова изученных сообществ.

Отбор проб для определения запасов фитомассы и концентрации радиоактивных элементов проводили по общепринятой методике (метод "конверта"), для чего в каждом из выбранных сообществ закладывали пробную площадь ( $10 \times 10$  м), в углах и центре которой с учетных площадок ( $0,5 \text{ м}^2$ ) срезали надземную биомассу и собирали отмершие части (некромассу). Растительный материал высушивали до воздушно-сухого состояния, взвешивали и составляли среднюю пробу из 5 для каждого компонента для определения содержания Cs-137 и Sr-90. Анализы проведены в ИЭРЖ УрО РАН, Нифонтовой М.Г..

Установлено, что концентрация радионуклидов (Бк / кг сухого веса) в фитомассе лесных сообществ, расположенных в зоне радиоактивного следа, в большинстве случаев значительно превышает эти показатели в контроле. Так, в биомассе травянистого яруса березово-осинового леса близ оз. Тыгиш концентрация Cs-137 была в 15 раз, а Sr-

90 почты в 50 раз выше этих показателей в аналогичных сообществах в контроле. Значительно меньшая разница в концентрации радионуклидов отмечена для травянистых сообществ. По концентрации Cs-137 в биомассе эти сообщества располагаются в следующий ряд (по мере увеличения показателя) - залежи, луга, болота, по содержанию Sr-90 - луга, болота, залежи. Почти во всех сообществах в зоне радиоактивного следа концентрация радионуклидов в некромассе выше, по сравнению с биомассой, в некоторых случаях более, чем в 2 раза.

Особенно четко разница между контрольными и опытными участками видна по показателям, связывающим концентрацию радионуклидов в единице веса растительного материала с запасами фитомассы на единицу площади. Среди лесных сообществ по содержанию Sr-90 и Cs-137 в биомассе стоят березово-осиновые леса, среди травянистых - болотные экосистемы и залежи.

#### Выводы

1. Установлено, что по концентрации и содержанию радионуклидов (Sr-90, Cs-137) в надземной фитомассе, сообщества, расположенные в зоне радиоактивного следа значительно отличаются от сходных сообществ в контроле. Наибольшие показатели отмечены в лесных экосистемах, в некоторых случаях превышающие контрольные в 50 раз (травянистый ярус березово-осиновых лесов). В травянистых экосистемах (луга, болота, залежи) эти показатели в 2 раза ниже.

2. Отмечено, что в сообществах, расположенных в зоне радиоактивного следа, концентрация радионуклидов примерно в 2 раза выше, чем в биомассе.

3. Полученные данные о содержании радионуклидов в растительности зоны ВУРС необходимо учитывать при хозяйственном использовании изученных экосистем (заготовка сена, выпас скота и т.д.) с целью предотвращения нежелательных последствий для здоровья населения.

### ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Никонова Н.Н., Фамелис Т.В., Шурова Е.А.  
ИЭРиЖ УрО РАН, г. Екатеринбург

Экологическим потенциалом природной среды является растительный покров, составляющий структурно-функциональную новую наземных экосистем. Свердловская область отличается большим флористическим, ценотическим и ландшафтным разнообразием. Горные тунды и редколесья составляют 0,83% от общей площади; леса - 66,71% (в том числе северотаежные - 9,29%, среднетаежные - 29,62%, южнотаежные - 22,25%, подтаежные и предлесостепенные - 5,55%); лесостепь - 0,09%; болота - 12%. 20,37% территории области занято пашнями, урбанизированными территориями, торфоразработками и пр. Произрастающие сосудистые растения составляет 1364 вида.

Историческая глубина освоения растительного покрова определяется тремя столетиями и это имеет соответствующее экологическое значение, в частности, наблюдаются негативные изменения в структуре растительного покрова (уменьшение площади коренных сообществ, ухудшение видового состава естественной растительности, уменьшение процента лесистости и продуктивности сообществ и т.д.). В настоящее время деятельность человека рассматривается как ботанико-географический фактор, т.к. она часто перекрывает действие естественных факторов.

В Институте экологии растений и животных УрО РАН разрабатываются принципы и методы экологического картографирования, позволяющие точно и достоверно дать информацию о динамических тенденциях природных и антропогенных процессов. Фитозоологическая карта Свердловской области в масштабе 1:1500000, опубликованная в 1995 г. при финансовой поддержке Областного экологического фонда, отражает интегральную оценку степени трансформации зонально-подзональных категорий растительности.

тельного покрова и показывает возможные пределы эксплуатации природно-территориальных комплексов. Наличие такой карты и новейшей монографической сводки "Определитель сосудистых растений Среднего Урала" (1994) позволили произвести более глубокий анализ и оценку состояния растительного покрова по уровню экологической напряженности. Растительный покров области анализировался с учетом сохранности естественной растительности:

- а) растительность относительно хорошо сохранилась (коренные и близкие к ним сообщества);
- б) в растительных сообществах произошла смена доминантов основных ярусов (производные леса, мелколесья, луга);
- в) естественная растительность не сохранилась (пашни, урбанизированные территории, торфоразработка и пр.).

Оценка состояния растительного покрова произведена с помощью индексов, в результате ранжирования которых определена степень антропогенной трансформации сообществ и уровни деградации природно-территориальных комплексов (ПТК).

Сопоставление индексов и видового разнообразия в ПТК дает основание для объективной характеристики экологической напряженности в области. Выделены четыре зоны, соответствующие классам качества природной среды: норма, риск, кризис, бедствие.

Зона нормальной экологической ситуации (индекс трансформации - до 0,7, деградация - до 30%, видовое разнообразие: в горах - 809, в предгорьях - 615, на равнине - 457-505) объединяет Конжаковский, Верхнепельмский, Оусский, Ивдельский, Сосьвинско-Туринский, Пельмско-Тавдинский ПТК.

Зона риска (индекс трансформации - до 1,5, деградация - до 502, количество видов - 629-677) - Качканарский и Нижне-Тагильский ПТК.

Зона кризиса (индекс трансформации - до 5,0, деградация - до 702, видовое разнообразие: в предгорьях - 817-940, на равнине - 618) - Сарацинско-Ачитский. Белоярский, Ницинский, Чусовской ПТК.

Зона бедствия (индекс трансформации - до 10, деградация - до 90% и более, видовое разнообразие - 828-905) - Припышминский и Красноуфимский ПТК.

Таким образом, анализ современного состояния растительного покрова отражает качество природной среды, позволяет выработать стратегию рационального природопользования и дает возможность прогнозировать развитие экологической обстановки на территории области.

## О БОТАНИЧЕСКОМ ФАКТОРЕ РЕАБИЛИТАЦИИ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Возжеников Г.С., Александрова Ж.Н., Белишев Ю.В., Возжеников Е.Г.  
УГГГА, г. Екатеринбург

Приближенная теория реабилитации радиоактивно-загрязненных почв дает следующую формулу для расчета времени уменьшения удельной активности  $i$ -го радионуклида от начального  $[a_{oi}]$  до заданного  $[a_i(t)]$  уровня с учетом ботанического фактора

$$t \approx -\frac{\tau_i}{1+R} \ln \frac{a_i(t)}{a_{oi}} \quad (1)$$

где:  $\tau_i$  - средняя продолжительность жизни  $i$ -го радионуклида,

$R$  - фактор ботанической реабилитации.

Из формулы (1) видно, что с возрастанием фактора реабилитации, включающего несколько параметров, сроки обезвреживания загрязненных площадей уменьшаются и наоборот.

Несмотря на очевидную целесообразность культивирования растений гипераккумуляторов радиоактивности, для сокращения сроков дезактивации на площадях загрязнения полезно выращивание и рядовых (по фактору перехода радионуклидов) культур. Важна лишь систематическая эвакуация растительности вместе с аккумулированной в зеленой массе радиоактивной компонентой.

На рис.1 приведены результаты радиоэкологических измерений, выполненных геофизиками УГГГА летом 1996 года на одном из локальных участков Восточно-Уральского радиоактивного следа. Для измерений была выбрана ограниченная лесом и пашней поляна, на которой в течение длительного времени (включая промежуток после 1957 года) велась заготовка сена. Предполагалось обнаружить контраст в аппаратулярных параметрах по  $\beta$ -лучам в пунктах наблюдений, расположенных на покосе и в пограничном с ним лесном участке, где скашивание травы не производилось.

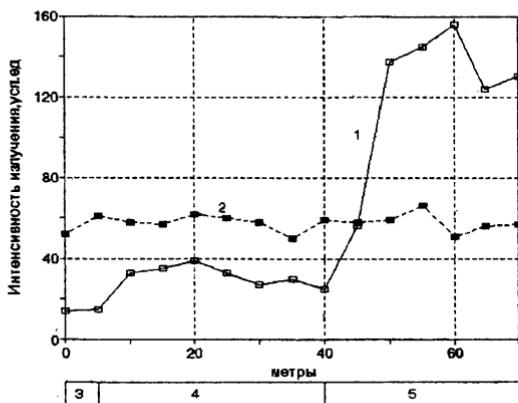


Рис.1. Распределение  $\beta$ - и  $\gamma$ -активности по одному из профилей локального участка ВУРСа. Условные обозначения: 1-  $\beta$ -излучение; 2- $\gamma$ -излучение; 3-пашня, 4-сено/покос, 5-лес.

В результате выполненных полевых измерений выяснилось, что аппаратулярные параметры по (3 -лучам в точках наблюдений, расположенных на площади систематического скашивания травы и в прилегающем лесу заметно (в 2-3 раза) отличаются между собой, в то время как по  $\gamma$ -лучам контраста не обнаружено. Материалы полевых измерений использованы для количественной оценки так называемого "фактора ботанической реабилитации", сведения о котором заметно упрощают прогноз по срокам дезактивации локальных участков ВУРСа. Отсутствие контраста в аппаратулярных параметрах по  $\gamma$ -лучам в точках наблюдений, расположенных по разные стороны контакта "покос - лесное неудобье" объясняется стронциевой природой Восточно-Уральского радиоактивного следа.

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В пос.ОЗЕРНЫЙ

Трапезников А.В., Позолотина В.Н., Юшков П.И., Гусева В.П., Сергеев А.М.  
Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург

С 1949 по 1964 гг. в поселке Озерный, расположенном в излучине небольшого правого притока р. Режа, функционировала фабрика по переработке и обогащению тория как сырья для атомной промышленности. После закрытия производства завод

был перепрофилирован в радиотехнический. Остатки сырья, а также оборудование фабрики были захоронены в трех могильниках на окраинах поселка. Но на территории поселка остались очаги радиоактивного загрязнения. Монацитовый песок бесконтрольно использовался жителями в частном строительстве, при отсыпке дорог, кроме того происходил естественный ветровой перенос песка. Впервые открытые официальные сведения о радиоактивном загрязнении п. Озерного появились в 1989 г.

Цель нашего исследования - выявить очаги загрязнения в поселке и на близлежащих территориях с помощью пешеходной гамма-съемки; определить уровни содержания Th-232 в компонентах водных и наземных экосистем; оценить эффективность проведенных рекультивационных работ.

Загрязненная территория обследовалась нами несколько раз до начала рекультивации в 1990 г. и после нее в 1994-1995 гг. В процессе работы использовали переносные радиометры двух типов: СРП-68-01 и ДРГ-01Т. При первом обследовании наибольшие уровни гамма-фона были обнаружены в районе расположения фабрики, ныне "могильник № 1". На участке, ограниченном с одной стороны водоемом, а с другой стороны - лесом, мощность дозы гамма-излучения составляла 1000-3000 мкР/ч. В 1994 г.: территория этого могильника была обвалована мощным слоем скального грунта и щебня. В результате этих работ гамма-фон на участке снизился до 10-18 мкР/ч и только в нескольких местах зафиксирована мощность дозы 30-200 мкР/ч.

В районе могильников № 2 и 3, расположенных на северо-восточной окраине поселка, мощность дозы гамма-излучения в 1990 и в 1994 гг. не превышала 10-15 мкР/ч. Тем не менее в ходе рекультивационных работ эти могильники были засыпаны дополнительно скальным грунтом и щебнем. Эти действия имели отрицательные последствия. Во-первых, на могильниках уже начались процессы естественной рекультивации, местами возраст деревьев достигал 10 лет. Растительный покров исключал распыление грунта на поселок, после его засыпки процессы пыления усилились и эстетически пейзажное окружение поселка ухудшилось. Кроме того, при засыпке могильника № 2 было перекрыто почти полностью русло реки, и водный поток устремился под насыпь, создав опасность вымыивания захороненных радионуклидов. Гамма-фон на берегу реки ниже по течению составлял 50-100 мкР/ч. Пешеходная гамма-съемка на улицах поселка не выявила превышений мощности дозы свыше 10-15 мкР/ч. В жилых домах, обследованных нами, уровень гамма-фона составлял от 15 до 26 мкР/ч.

В 1994-1995 гг. радиохимическими методами определяли содержание Th-232 в почвах лесного участка, расположенного к юго-западу от могильника № 1. Концентрации в 0-10 см слое почвы составили 24-30 кБк/кг, что превышает верхний порог (7,4 кБк/кг) допустимого содержания для альфа-излучателей в 3-4 раза (ОСП-72/87).

Пробы донных отложений отбирали в пруду и на отмелях реки, огибающей поселок с трех сторон. Концентрация Th-232 в донных отложениях пруда находилась в пределах 20-125 кБк/кг, т.е. была в 3-17 раза выше допустимой нормы для альфа-излучателей (ОСП-72/87). В грунтах реки вблизи могильника № 1 концентрация Th-232 достигала 165 кБк/кг. Столь высокие уровни содержания тория позволяют отнести речные грунты к разряду твердых радиоактивных отходов.

Таким образом, проведенное исследование показало, что после проведенной рекультивации радиоэкологическая обстановка в п.Озерной улучшилась, однако нельзя считать ее полностью соответствующей нормам радиационной безопасности.

## **НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ И КОНТРОЛЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ РАДИОНУКЛИДЫ.**

Бетенеков Н.Д., Воронина А. В., Недобух Т.А.  
УГГУ-УПИ, г. Екатеринбург

Загрязнение вод ряда территорий России долгоживущими естественными и искусственными радионуклидами происходит в результате техногенной деятельности человека и природных геохимических процессов. Это делает необходимым разработ-

ку мер по защите населения: проведение массового обследования источников питьевого водоснабжения с целью контроля за содержанием естественных и искусственных радионуклидов, создание фильтров индивидуального (ФИН) и коллективного (ФКЛ) пользования для дезактивации питьевой воды.

В настоящее время разрабатывается нормативно-правовая база по контролю качества питьевой воды. Однако до сих пор не существует единого мнения, какие показатели качества воды следует нормировать, и нет стандартизованных методик анализа воды, особенно ее радионуклидного состава. Кроме того эта проблема не является полностью решенной даже на международном уровне (в системе ASTM и ИСО).

Среди огромного количества фильтров для очистки питьевой воды, представленных сегодня на товарном рынке, отсутствуют фильтры, способные производить очистку от комплекса радионуклидов. В лучшем случае в рекламных проспектах некоторых ФИП заявлено на способность очищать воду от искусственных радионуклидов, однако показатели качества воды после очистки с использованием таких фильтров не выдерживают критики.

Решение поставленных задач облегчается применением селективных тонкослойных неорганических сорбентов (ТНС), позволяющих осуществить экспрессное концентрирование следовых количеств радионуклидов из питьевой воды в целях ее анализа и очистки. Перспективность ТНС на основе нетканых фильтрующих материалов (полистилентерефталата, глубинных мембран отечественного и зарубежного производства) и клиноптилолита для очистки питьевой воды связана со спецификой материала носителя: химической и термической устойчивостью, механической прочностью, ненабухаемостью, отсутствием токсичных примесей, а также способностью улучшать такие показатели качества воды, как мутность, цветность, содержание ионов марганца и железа. ТНС, полученные нанесением пленок труднорастворимых неорганических соединений на нетканые материалы, мембранные превосходят по сорбционно-кинетическим характеристикам другие типы неорганических сорбентов в силу уменьшения вклада внутренней диффузии сорбента, позволяют извлекать искусственные и естественные радионуклиды в истинно-растворенной форме, а также в форме взвесей и коллоидов. В таблице приведены коэффициенты распределения искусственных и естественных радионуклидов для ТНС в единицах см на г металла-пленкообразователя (ЖКФ-МП, МД-МП) и на г сорбента (ТГ-Кл, ТФ-Кл).

Марка сорбента	Коэффициенты распределения, см <sup>3</sup> /г			
	Цезий	Стронций	Уран	Торий
ЖКФ-МП	4·10 <sup>6</sup>	----	----	----
МД-ИП	----	1·10 <sup>5</sup>	----	----
ТГ-Кл	1.3 · 10 <sup>4</sup>	3.5 · 10 <sup>3</sup>	3.5 · 10 <sup>3</sup>	3.7 · 10 <sup>3</sup>
ТФ-Кл	----	4.7 · 10 <sup>3</sup>	4.5 · 10 <sup>3</sup>	----

Предложены методики анализа природных вод (в т.ч. питьевой) с использованием тонкослойных неорганических сорбентов на стадии концентрирования и очистки от примесей и для получения образцов для радиометрических и спектрометрических измерений с целью определения удельной активности и изотопного состава. Разработанные методики радиохимического анализа с использованием гранулированных ТНС и ТНС на плоских носителях позволяют снизить время и расход реагентов на проведение анализа в десятки раз, при этом существенно повышаются такие показатели анализа как чувствительность и избирательность.

На основе ТНС изготовлены опытные образцы ФИП для дезактивации питьевой воды. В докладе также приводятся данные сравнительных испытаний ФИП, изготовленных различными производителями.

## ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗАКТИВАЦИИ РАДИАЦИОННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СОРБЕНТОВ

Никифоров А.Ф., Смирнова М.В., Еремина Л.Н., Исаев С.А., Старкова Н.В.  
УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург

Изучен процесс распределения радионуклидов цезия, стронция, кобальта, цинка и церия между твердой и жидкой фазами. В качестве твердой фазы исследовано применение природных и искусственных сорбентов: модифицированных алломосиликатов, кремнистых пород, активированных углей, ионообменных смол, сферогранулированных неорганических сорбентов типа "Термоксид", активизированного гидролизного лигнина и т.д.

Установлено, что среди исследуемых сорбентов особенно перспективно применение сферогранулированных неорганических сорбентов типа "Термоксид" и порошкообразного активизированного гидролизного лигнина. Сорбенты типа "Термоксид" обладают повышенной механической прочностью, температурной и радиационной устойчивостью, селективны по отношению к радиоактивным цезию и частично стронцию.

Применение в качестве сорбента порошкообразного активизированного гидролизного лигнина позволяет выделить из водных сред все исследуемые радионуклиды. Наиболее селективен порошкообразный активизированный гидролизный лигнин по отношению к радионуклидам цинка и кобальта.

Разработаны технологии очистки природных и сточных вод различных категорий от радионуклидов с применением гранулированных и порошкообразных сорбентов. Предложены нетрадиционные способы регенерации и утилизации отработанных сорбентов.

### *3. Радиационный мониторинг*

#### СИСТЕМА ОПТИМИЗИРОВАННОГО РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА МАЛЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Пискунов Л.И., Башко С.Н., Гурвич В.Б., Лемяев М.Ф., Заболотских В.А.  
ГЦСЭН, КРБ ЕС НИО, г. Екатеринбург

Предлагаемая схема представляет один из вариантов оптимизированного радиационного мониторинга (OPM) применительно к оценке дозы облучения населения. В ней за факторы приняты: население территории (фактор *A*), виды облучения (фактор *B*), распределение дозы по группам населения (фактор *C*) - дети 1-7 лет ( $N_1$ ), подростки от 8 до 18 лет ( $N_2$ ), мужчины ( $N_3$ ), женщины ( $N_4$ ).

Анализ дозовых нагрузок проводился путем математического планирования измерений внешнего излучения и концентрации дозообразующего нуклида в приземном воздухе, в пище и воде по схемам латинских квадратов и кубов. Выгода заключается в том, что вместо полного перебора осуществляется лишь четвертая часть наблюдений, составленная посредством рандомизации. В теории показано, что такая выборка является репрезентативной и, кроме того, позволяет на строго математической основе выполнять объективный анализ исходных данных.

Схема оптимизированного мониторинга является многовариантной и универсальной, тем более, что в качестве модели расчета доз приняты условия и нормативы, изложенные в НРБ-96. Все это предусмотрено в алгоритме расчетов и программе статистического анализа. Для наглядности рассмотрим гипотетический случай оценки дозы облучения населения от атмосферных выпадений цезия-137 в четырех городах, расположенных в одном регионе, с населением 50-60 тысяч человек. Первичные измере-

ния составлены из двух повторностей. Итоговые расчеты, аномальные выделены, обобщены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1  
Пример формирования данных мониторинга дозы облучения населения от атмосферных выпадений цезия-137

Города и население, тыс.чел.	Эквивалентная и эффективная, индивидуальные и коллективные дозы облучения, мкЗв/год; чел·мЗв/год				Расчетные дозы	
	Внешнее облучение	Облучение с пищей	Облучение с водой	Облучение через органы дыхания	$\sum A_i N_i$ , чел·мЗв/год	$\sum (\sum A_i N_i / \sum N_i)$ мкЗв/год
1. 50.0	$6.8 \pm 1.8$	$6.4 \pm 1.6$	$11.1 \pm 6.2$	$3.9 \pm 0.4$	325	28.2
2. 58.2	$14.2 \pm 0.6$	$6.8 \pm 0.6$	$8.0 \pm 2.3$	$4.4 \pm 0.8$	440	33.4
3. 53.9	$7.8 \pm 2.2$	$12.4 \pm 0.6$	$6.7 \pm 0.1$	$3.0 \pm 0.4$	407	29.9
4. 54.8	$26.2 \pm 3.0$	$15.8 \pm 6.0$	$22.2 \pm 8.4$	$17.6 \pm 4.7$	1073	81.8
$\sum B_j N_j$	469	644	667	482	2264	
$\Sigma B_j N_j / \sum N_j$	13.8	10.3	11.7	7.6		

Таблица 2  
Доза облучения по группам населения  $C_k$  (производная матрица)

Группы населения	Эквивалентная и эффективная, индивидуальные и коллективные дозы облучения, мкЗв/год; чел·мЗв/год				Расчетные дозы	
	Внешнее облучение	Облучение с пищей	Облучение с водой	Облучение через органы дыхания	$\sum C_k N_k$ , чел·мЗв/год	$\sum (\sum C_k N_k / \sum N_k)$ мкЗв/год
$C_1$	$14.2 \pm 0.6$	$12.4 \pm 0.6$	$11.1 \pm 6.2$	$17.6 \pm 4.7$	763	55.3
$C_2$	$26.2 \pm 3.0$	$6.4 \pm 1.6$	$8.0 \pm 2.3$	$3.0 \pm 0.4$	513	43.6
$C_3$	$7.8 \pm 2.2$	$6.8 \pm 0.6$	$22.2 \pm 8.4$	$3.9 \pm 0.4$	524	40.7
$C_4$	$6.8 \pm 1.8$	$15.8 \pm 6.0$	$6.7 \pm 0.1$	$4.4 \pm 0.8$	464	33.7
$\sum B_j N_j$	469	644	667	482	2264	
$\Sigma B_j N_j / \sum N_j$	13.8	10.3	11.7	7.6		

Таблица 3  
Статистическая оценка значимости доз облучения населения

Факторы	Значимость критериев			Статистика Диксона			Взаимодействие $F=0.19$		
	$F_2/F_{0.05}$	$t_2/t_{0.05}$	$G_2/G_{0.05}$	$D_1/D_{0.05}$	$D_2/D_{0.05}$	$D_3/D_{0.05}$	$FA$	$FB$	$FC$
$A$	4.26	1.96	0.51	1.18	0.97	1.00	0		
$B$	0.8	0.47	0.59	0.34	0.52	0.54		0	
$C$	0.52	0.77	0.06	0.71	0.84	0.69			0

В результате дисперсионного анализа, сравнения средних показателей и оценки неоднородности дисперсий (соответственно по  $F$ - ,  $t$ - и  $G$ -критерию Кохрена при уровне значимости 0.05), отмечается аномальный город (фактор  $A$ ), что подтверждается также статистикой Диксона как значимо выделяющийся объект (Таблица 3). Неод-

нородности по видам облучения (фактор *B*) и группам населения (фактор *C*) не обнаруживаются, так как экспериментальные значения критериев не превышают их теоретические уровни. Итоговые данные позволяют принять решение в части профилактических мер по снижению техногенного облучения населения.

## ВЛИЯНИЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ НА ТЕРРИТОРИЮ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Чурсин А.В., Евстигнеев А.В.

Уральская геофизическая экспедиция, г.Екатеринбург

Последствия Чернобыльской аварии (1986г) выразились в поверхностном загрязнении цезием- 137 значительных площадей ряда субъектов Российской Федерации, в том числе и Свердловской области.

Две восточные ветви Чернобыльского следа: одна шириной около 60 км (более 0,1 Ки/кв.км) проходит через территорию Свердловской области (Красноуфимск, Первоуральск, Екатеринбург, Богданович, Камышлов) и вторая на севере, менее интенсивная по широте г.Ивдель.

Выполненные в 1991г ПО "Аэрогеология" при техническом руководстве Гидромета РФ позволили установить примерные границы этого следа и региональный уровень техногенного загрязнения цезием- 137 в масштабе 1:1000000 и, частично, в масштабе 1:200000. Уровень регионального загрязнения цезием- 137 оценивается от 0,2 до более 0,5 Ки / кв.км.

Проведенные в 1992г Аэрогеофизической партией Уралгеолкома более детальные аэрогамма-спектрометрические исследования масштаба 1:25000 западнее Екатеринбурга выявили значительное количество поверхностного техногенного загрязнения цезием-137, в пределах которых (в 3 км западнее ст.Исеть и юго-западнее г.Билимбай) отмечается плотность загрязнения цезием-137 выше 1 Ки/кв.км, что на основании нормативов закона "О статусе территорий, загрязненных в результате Чернобыльской и других радиационных аварий" представляет угрозу для населения этих районов и г.Екатеринбурга .

Таблица 1

Параметры загрязнения	Кыштымская авария		Чернобыльская авария	
	Полигоны техногенных радионуклидов цезия-137			
	Куяш	Бердениш	Вздремово	Иевлево
Активность поверхностного загрязнения цезием-137, Ки/км <sup>2</sup>	0.49	1.52	1.49	2.32
Запасы цезия-137	1.27	2.70	0.77	2.57
Коэффициент перехода к запасам	2.75	1.77	1.57	1.53
Средние значения коэффициента перехода	2.26		1.55	

Коэффициент перехода от активности поверхностного загрязнения цезия-137 к его запасам зависит от заглубления техногенных радионуклидов и составляет для Чернобыльской аварии примерно 1.55 . В таблице 1 приведены коэффициенты для Кыштымской и Чернобыльской аварий.

По запасам цезия-137 западные районы Свердловской области (Красноуфимский, Нижне-Сергинский, Ачитский, Артинский, г.Первоуральск и г.Екатеринбург ) приближаются к северным районам Челябинской области в пределах Восточно-Уральского радиоактивного следа.

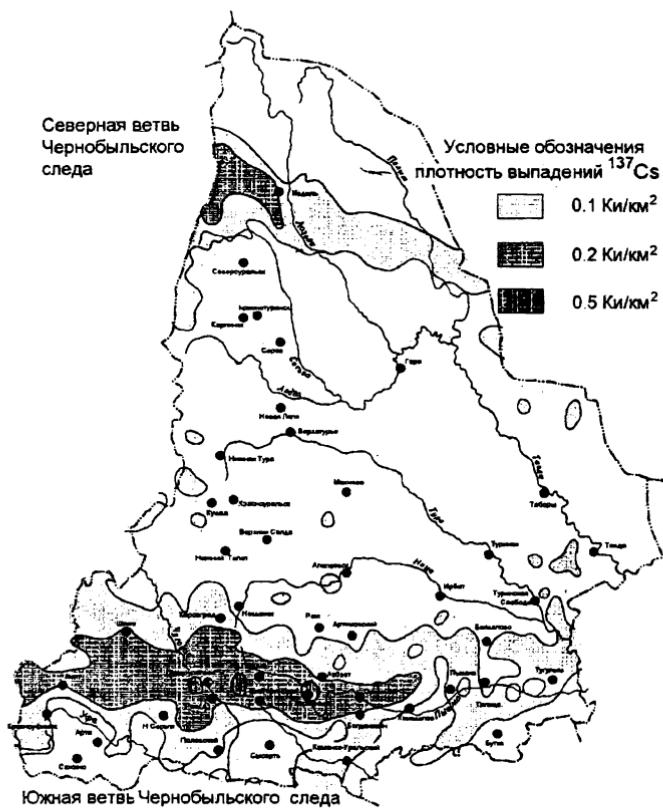


Рис.1. Чернобыльский след от тропосферных выпадений цезия-137 в первой декаде мая 1986г. на территории Свердловской области.

Таблица 2

Города с численностью более 50 тыс. чел	Уровень запасов Ки/кв.км	Доза внешнего облучения	
		индивидуальная, мкЗв/год	коллективная, чел·Зв/год
г.Екатеринбург	0.4	20	24
г.Нижний Тагил	0.1	6	2.4
г.Первоуральск	0.6	36	7.2
Западные районы Свердловской области	0.7	42	
Локальные участки техногенного загрязнения	1.0	6	

Материалы по аэрометрической съемке г.Екатеринбурга (1987г.).  
к сожалению, не обрабатывались по цезию-137. Выборочный просмотр первичных ма-

териалов, принадлежащих ГПП, показал, что запасы цезия-137 превышали 0,3-0,6 Кг/кв.км.

Предварительная оценка внешнего облучения населения ряда районов Свердловской области приведена в таблице 2. Следует отметить, что внутреннее облучение (продукты, грибы, ягоды) более чем в 2 раза превышает внешнее облучение, приведенное в таблице 2.

Дозы от техногенного загрязнения цезием-137 усиливаются за счет локальных повышенных содержаний естественных радионуклидов на Урале, особенно урана, что может создать повышенную концентрацию радона в атмосферном воздухе жилых помещений.

### ДОЗА ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ЕКАТЕРИНБУРГА ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО СЛЕДА

Пискунов Л.И., Заболотских В.А., Башко С.Н.  
ГЦСЭН, КРБ ЕС НИО, г.Екатеринбург

В соответствии с Нормами радиационной безопасности (НРБ-96, с. 13), радиоактивное загрязнение признается фактом, если техногенные радионуклиды приводят к облучению населения в индивидуальной дозе более 10 мкЗв/год или к коллективной дозе 1 чел.-Зв/год. В связи с этим представляет практическое значение воздействие продуктов чернобыльской аварии на Среднем Урале.

В первых числах мая 1986 года радиоактивное облако достигло Свердловской области, причем движение циклона с запада на восток отчетливо прослежено по ежедневным сводкам погоды (по газете "Известия"). В результате вымывания радиоактивности снежными осадками наземная мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МЭД) в Екатеринбурге в среднем с 8,6 мкР/ч увеличилась до 60, а в отдельных случаях до 80 мкР/ч. После распада короткоживущих радионуклидов, в основном, радиационная обстановка в городе стабилизировалась, и к 1994 - 1996 гг. МЭД составила в среднем  $10,4 \pm 0,1$  мкР/ч. Пренебрегая вкладом атмосферных выпадений цезия-137, от других источников (Белоярская АЭС, ПО "Маяк" и др.), была определена индивидуальная и коллективная доза внешнего облучения населения Екатеринбурга (1,3 млн. чел.) от Чернобыльского следа. Расчеты дозы были выполнены способом оптимизированного радиационного мониторинга (ОРМ) по схеме латинских квадратов 3 х 3.

Ежедневные измерения МЭД проводились утром на девяти опорных точках районных центров санэпиднадзора и радиологической лаборатории ветеринарной службы посредством радиометров СРП-68, поверенных в органах метрологии по образцовому источнику. Рядовые измерения усреднялись помесячно, затем ежеквартально, и в таком виде как повторности вводились в матрицы для расчетов по программе ОРМ. В качестве факторов принимались зоны города (Север, Центр и Юг), годы (1994, 1995, 1996) и неоднородность, обозначенные соответственно символами A, B и C (табл. 1, производная матрица по фактору C не приводится).

Таблица 1

Доза внешнего техногенного облучения населения Екатеринбурга в 1994 - 1996 гг.

Зоны Города	Средняя эквивалентная доза, мкЗв / год			$A_i \pm m_i$
	1994	1995	1996	
Север	$44 \pm 2$	$32 \pm 1$	$29 \pm 1$	$35 \pm 1$
Центр	$29 \pm 0$	$26 \pm 0$	$29 \pm 1$	$28 \pm 0$
Юг	$29 \pm 1$	$32 \pm 1$	$33 \pm 1$	$31 \pm 0$
$B_j \pm m_j$	$34 \pm 1$	$30 \pm 0$	$30 \pm 1$	$31 \pm 0$

Расчет индивидуальной дозы за счет чернобыльского следа выполнялся, исходя из соотношения  $H_t = \Phi + H_a + H_v$ , где  $H_t$  - измеренная суммарная МЭД в  $t$ -м году,  $\Phi$  и  $H_v$  - соответственно мощность дозы от фона до 1986 г. и мощность дозы от выпадений после 1986 г. от других источников, причем  $\Phi = 8,6 \text{ мкР/ч}$ , а  $H_v \approx 0$ , как условились выше. Полагая  $H_t / \Phi = H_\phi$ , путем несложных преобразований получаем формулу для расчета дозы облучения  $H_a = (H_\phi - 1)\Phi$ , имея в виду, что  $1 \text{ мкР/ч} = 0,01 \text{ мкЗв/ч}$ , а  $K = 0,2$  - коэффициент, учитывающий время пребывания населения вне помещений.

Оценка различий путем дисперсионного анализа (по  $F$ -критерию), сравнение средних показателей по уровням факторов - выявление высоков и неоднородности дисперсий соответственно по  $t$ -,  $r$ - и  $G$ -критериям показало картину общей однородности надфоновой дозы облучения населения Екатеринбурга от чернобыльского следа. Исключение составили единичный высок (так как  $r_3 / r_{0.05} = 1$  по фактору  $C$ ) и неоднородность в дисперсиях  $G_3 / G_{0.05} = 1,09 > 1$  (табл. 2).

Таблица 2

Результаты статистического анализа исходных данных табл. 1

Факторы		Значимость критерии по факторам			
Символ	Название	$F_3 / F_{0.05}$	$t_3 / t_{0.05}$	$r_3 / r_{0.05}$	$G_3 / G_{0.05}$
A	Зоны города	0.31	0.52	0.91	0.99
B	Годы	0.12	0.27	0.97	0.76
C	Неоднородность	0.21	0.34	1.00	1.09

Означения  $F_3$  и  $F_{0.05}$ ,  $t_3$  и  $t_{0.05}$ ,  $r_3$  и  $r_{0.05}$ ,  $G_3$  и  $G_{0.05}$  - соответственно экспериментальные и теоретические (при уровне значимости 0,05) показатели соответствующих критериев.

Из приведенных данных следует, что радиоактивное загрязнение территории г. Екатеринбурга за счет техногенных радионуклидов в результате Чернобыльской аварии обуславливает годовую индивидуальную дозу внешнего облучения отдельных лиц из населения города выше  $10 \text{ мкЗв}$  и годовую коллективную дозу населения г. Екатеринбурга выше 1 чел-Зв (критерий отнесения радиоактивного загрязнения к регламентируемому НРБ-96) в 2,6 - 4,4 раза и 34 - 52 раза, соответственно.

Почти весь вклад в дозу связан с цезием-137. Анализ результатов вертолетной гамма-съемки и последующей наземной детализации показал, что наибольшему загрязнению подвергались участки территории возле водосточных труб зданий.

Вклад дополнительного облучения населения г. Екатеринбурга за счет Чернобыльской аварии должен учитываться при оценке радиационной обстановки на территории города и оценке ее медицинских последствий.

#### ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

М.И. Чубирко, Ю.И.Степкин, Л.М.Ищенко, А.А.Акиньшина  
ГЦСЭН, г. Воронеж

Специфика мониторинга малых доз ионизирующего излучения определяется стохастическим и беспороговым характером эффектов их проявления. Основным регулятивным принципом при организации мониторинга в указанной области доз служит принцип оптимизации, минимизирующий риск возникновения стохастических эффектов с учетом экономических и социальных факторов. Предел риска, определяющий потенциально возможное облучение от всех возможных источников и минимальный уровень риска, ниже которого им можно пренебречь, регламентируются НРБ-96.

Основными источниками облучения населения Воронежской области являются:

\*природные источники: космическое излучение, излучение почв и стройматериалов; \*искусственные источники: медицинские, техногенные, глобальные загрязнения в результате производства и испытания ядерного оружия. Радиоактивное загрязнение вследствие аварии на ЧАЭС, выбросы Нововоронежской АЭС.

Оптимизация мониторинга доз ионизирующих излучений, осуществляемого в Воронежской области, достигается путем регулирования объемов, многофакторности и точности исследований с учетом уровня ожидаемых доз. Так, в частности, кратность доставки проб пищевых продуктов на исследование в радиологическое отделение ЦГСЭН из районов, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, выше, чем из других районов области.

Центр госсанэпиднадзора осуществляет контроль за содержанием цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах, дикорастущих растениях, питьевой воде, воде водоемов. Ежегодно анализируется около 2-х тысяч проб. Удельное содержание цезия-137 и стронция-90 в исследуемых пробах на 2-3 порядка ниже нормативных значений согласно ВДУ-93. Следовательно, увеличение количества исследований нецелесообразно.

Центром осуществляется радиационный контроль за видимыми в эксплуатацию общественными и жилыми зданиями. Так, в 1996 году были проведены 2794 замера гамма-фона и 234 замера концентрации радона в воздухе помещений. Полученные результаты не превышают нормативных значений согласно НРБ-96, что позволяет сохранять выборочный характер контроля.

В 1996 году центром было исследовано 350 проб стройматериалов 14-и наименований. Все они, за редким исключением, отнесены к первому классу с использованием без ограничений (с удельной эффективной активностью от 23.5 до 320.0 Бк / кг).

Радиоактивное загрязнение территории Воронежской области в результате аварии на ЧАЭС отличается сильной неравномерностью. При этом плотность загрязнения почвы цезием-137 колеблется в пределах 0.2-3.0 КИ/км<sup>2</sup>. Этими особенностями обусловлен характер проводимого на загрязненных территориях мониторинга доз излучения..

Для оценки доз, получаемых населением от этого источника, проводились дополнительные исследования продуктов питания, дикорастущих растений, почвы, выборочное обследование населения на спектрометре импульсов человека с целью определения содержания радионуклидов в организме, использовалась термолюминесцентная дозиметрия для оценки доз внешнего облучения. Во всех населенных пунктах среднегодовая эффективная доза дополнительного "чернобыльского" облучения не превысила значения в 1 мЗв, поэтому в дальнейшем в этих населенных пунктах будет проводиться выборочный радиационный контроль.

Наиболее опасным по суммарному эффекту является воздействие на человека природных источников ионизирующего излучения. Поэтому предполагается усиление радиационного контроля за ними.

#### Выводы:

1. Таким образом, специфика мониторинга доз ионизирующего излучения в Воронежской области определяется тем фактором, что риск, обусловленный всеми источниками ионизирующего излучения не превышает предела риска согласно НРБ-96.

2. Несмотря на низкие уровни получаемых результатов, в области существует такой потенциально опасный источник радиоактивного загрязнения, как Нововоронежская АЭС и ряд таких локальных природных источников ионизирующего излучений как Павловский ГОК, Семилукское месторождение, Россшанский комбинат по производству удобрений.

3. Поэтому усиливается внимание к 30-километровой зоне вокруг НВАЭС и природным источникам ионизирующего излучения. Ввиду полученных результатов по оценке доз в населенных пунктах, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, объем мониторинга в них будет сокращен.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Башко С.Н., Пермикина З.А., Пискунов Л.И., Сидоров Н.Г., Топоркова И.В.,  
Тошев В.В.  
РЛВН и Агрохимслужба Свердловской области, г. Екатеринбург

Способ оптимизированного радиационного мониторинга (ОРМ) целесообразно применять не только с момента планирования наблюдений, но и на этапе анализа исходных данных и принятия решений. Такая работа проделана в Свердловской области по многолетним материалам мониторинга техногенных радионуклидов в пахотном слое почвы в зоне наблюдения Белоярской АЭС и в объектах сельскохозяйственного производства на территории региона.

Факторы  $A$ ,  $B$  и  $C$  выразили соответственно в виде зон области (Северо-Восточная, Южная и зона наблюдения БАЭС), объектов мониторинга (пастбищная трава, сено, молоко) и оценки однородности надфонаового цезия-137 (табл.1). В качестве фоновых приняты показатели за 1983-1985гг. на контрольном участке (КУ) Филькино, расположенном на севере области. Если до 1986г. концентрация цезия-137 по отношению к КУ по всей области оказалась выше всего на 20-40%, то в 1986г. содержание надфонаового цезия-137 увеличилось в 19-68 раз. Соответственно по зонам и объектам мониторинга отношения экспериментального значения  $F$ -критерия ( $F_3$ ) к теоретическому при уровне значимости 0.05 ( $F_{0.05}$ ) увеличились в 15 и более раз, а по зоне наблюдения БАЭС до весьма внушительной неоднородности. Вероятнее всего в данном случае произошло наложение тропосферных и локальных выпадений цезия-137.

Таблица 1

Среднее содержание цезия-137 в объектах мониторинга и результаты многофакторного дисперсионного анализа данных до и после аварии на ЧАЭС (фрагмент ОРМ)

Зоны Свердловской области	1983-1985гг.			1896г.		
	Цезий-137 отн.ед.	$F_3 / F_{0.05}$		Цезий-137 отн.ед.	$F_3 / F_{0.05}$	
		$A$	$B$		$A$	$B$
Северо-Восточная	1.20	0.20	0.13	18.6	15	37
Южная	1.21	0.85	0.21	31.8	77	151
Зона наблюдения БАЭС	1.41	0.05	0.09	68.3	242	312

Таблица 2

Чернобыльский цезий-137 в объектах сельского хозяйства в зоне наблюдения Белоярской АЭС (фрагмент ОРМ)

Участки мониторинга	Год	Содержание цезия-137 в отн.ед. по отношению к КУ Филькино			$A_i \pm m_i$
		Пастбищная трава	Сено	Молоко	
Крутых	1986	114	47	11	$57 \pm 30$
	1987	38	303	9	$117 \pm 93$
Мезенское	1986	43	18	46	$36 \pm 9$
	1987	26	7	4	$12 \pm 7$
Логиново	1986	32	281	23	$112 \pm 85$
	1987	20	48	15	$27 \pm 10$
$B_j \pm m_j$	1986	$63 \pm 26$	$116 \pm 83$	$27 \pm 10$	$68 \pm 28$
	1987	$20 \pm 5$	$119 \pm 93$	$9 \pm 3$	$52 \pm 32$

В зоне наблюдения БАЭС регламентом радиационного контроля охвачен ряд

совохозов, в том числе Мезенский, Логиновский и Баженовский с молочной фермой в деревне Крутиха. Сено, заготовленное для этой фермы в 1987г. с посевных полей к во стоку-юго-востоку от БАЭС (на расстояниях 8-10 км), оказалось аномально загрязненным - более чем в 300 раз по сравнению с фоном на КУ. Этот факт привел к аномалии в среднем по всем объектам мониторинга (аномальные показатели таблицы 2 выделены). В 1986г. сено с аномальным содержанием цезия-137 зафиксировано в Логиновском совхозе, что связано с южной полосой чернобыльского следа.

Оптимизированный мониторинг даже в ретроспективном плане приводит к получению дополнительной информации о радиационной обстановке. Последняя, очевидно, сохраняется длительное время в новых, порой неожиданных, проявлениях. В любом случае остается шанс ущемления стоимости мониторинга за счет планирования оптимальных выборок наблюдений при их достаточной презентативности и с факторным анализом по схеме латинских квадратов. В основе ОРМ заложены квадраты различной размерности, что является существенным достоинством этого метода.

## **КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Булаев О.Ф., Москалев В.А., Шашов В.В.

НИИ интроскопии Томского политехнического университета, г. Томск

В связи с проблемой появления опасности необратимых изменений в биосфере Земли важное значение приобретают разработка и создания эффективных средств аналитического контроля за состоянием окружающей среды, технологическими процессами в промышленности и энергетике, качеством создаваемых изделий и их экологической безопасностью. Задача заключается в разработке новых методов анализа веществ, материалов, технических выбросов, засоряющих воздух, почву, воду; мониторинге объектов природной среды; опирающихся на последние достижения различных областей науки, таких как ядерная физика, информатика, аналитическая химия и т.д.

Среди существующих методов элементного анализа, способных решить данную задачу, в силу присущей им высокой чувствительности, универсальности, экспрессности и высокой степени автоматизации ядерно-физические методы занимают особое место. Одним из наиболее чувствительных методов является радиоактивационный анализ, при котором для идентификации и количественного определения элементов используется регистрация радиоактивного излучения ядер, возбужденных в процессе индуцированных ядерных превращений. Высокая чувствительность ( $10^{-4}$ - $10^{-6}$  %), селективность и отсутствие загрязнений окружающей среды со стороны анализа делают этот метод особенно привлекательным для определения ничтожно малых следов примесей. Применение мощных ускорителей заряженных частиц, снабженных гамма-спектрометрами высокой разрешающей силы, позволяет использовать радиоактивационный анализ для экспрессного контроля состояния окружающей среды и технологических процессов. Обработка результатов измерений с помощью средств вычислительной техники представляет возможность создания полностью автоматизированных систем для выполнения радиоактивационного анализа.

В НИИ интроскопии ТПУ разработана комплексная автоматизированная система мониторинга окружающей среды на базе сильноточного бетатрона на 30 МэВ, используемого в качестве источника активирующего излучения. В состав комплекта кроме бетатрона входят нейтронный конвертор, пневмотранспортное устройство и измерительная аппаратура в составе детектора и анализатора импульсов и программного обеспечения для накопления и обработки спектров и выдачи результатов анализа. Комплекс позволяет производить анализ материалов, включающих практически все элементы периодической таблицы Менделеева, с чувствительностью до ( $10^{-4}$ - $10^{-6}$  %) за время от 1 до 10 минут.

## РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ОТВОДЕ УЧАСТКОВ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРИЕМКЕ ЗДАНИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Манаков Н. А.\* Ермошин П. И.\*\*

\*Новосибирская инспекция Госатомнадзора России,

\*\*Новосибирский спецкомбинат "Радон", г.Новосибирск

В докладе представлены материалы по организации радиационного контроля в Новосибирской области, используемым методикам и аппаратуре, принятым критериям оценки, представлены результаты измерений отдельных объектов.

1. Отвод под строительство. Цель радиационного контроля при отводе под строительство - оценка категории потенциальной радоноопасности участка застройки, определение необходимости противорадоновой защиты и исходных данных к ее проектированию.

1.1. Гамма-съемка - первичная оценка радиационных факторов с целью выявления участков техногенного загрязнения и природных радиационных аномалий, в том числе и при приемке зданий в эксплуатацию.

1.2. Экскаляция радона-222 с поверхности грунтов.

1.2.1. Расчет экскаляции проводится по результатам измерения активности почвенного радона трековыми детекторами, располагаемыми в шпурах на различной глубине, по аттестованной методике НИИ радиационной гигиены ГСЭН с использованием справочных коэффициентов диффузии для различных пород.

Дополнительно применяются методы расчета, позволяющие определить величины экскаляции ( $Q=4\alpha \cdot L \cdot \lambda$ ), без использования справочного значения коэффициента диффузии, вносящего погрешность в измерение до 100 %. По значениям активности радона на различных глубинах определяются: длина диффузии ( $L$ ) и активность в равновесном слое грунта ( $A_{\infty}$ ). Метод позволяет оценить вклад диффузационной и конвективной составляющих потока активности радона и оценить степень однородности грунта (проницаемость и удельная активность радона-222) в зависимости от глубины погружения датчиков.

1.2.2. Расчет экскаляции по скорости накопления радона под колпаком. Рассмотрена возможность определения активности почвенного радона по значению равновесной активности под колпаком для характерных глубин.

1.3. Объемная активность почвенного радона - рассмотрены факторы, влияющие на представительность результатов измерений. Вопрос измерения торона.

1.4. Приведены утвержденные в регионе категории потенциальной радоноопасности. Приведены критерии установления категорий по степени их значимости, оценена сходимость различных критериев, рассмотрены типы применяемой защиты и защитные свойства стройматериалов.

2. Контрольные изыскания. Рассмотрен вопрос о необходимости ведения промежуточного радиационного контроля (после отвода под строительство и до приемки в эксплуатацию).

3. Приемка в эксплуатацию. Цель радиационного контроля - получение максимальной величины среднегодовой ЭРОА изотопов радона и соотнесение ее с допустимым значением. Рассмотрены условия и порядок проведения измерений.

3.1. Массовые измерения радона проводятся методом улавливания аэрозолей ДПР радона и торона на фильтры. Применяемая аппаратура позволяет провести большое количество измерений ЭРОА (время отбора и счета проб от 3 до 15-мин.) и вычислить величину эффективной кратности воздухообмена. Это позволяет, в свою очередь, оценивать коэффициенты равновесия, значения экскаляции в объем воздуха и пересчитывать для модельных ситуаций значения ЭРОА от соответствующих реальным кратностям воздухообмена на время измерения к ЭРОА для проектной (или максимально низкой) кратности воздухообмена. Измерения кратности воздухообмена, кроме того,

позволяют оценить степень герметичности помещения, т. е. корректность проведенных измерений мгновенной активности для оценки среднегодовых величин.

3.2. В 10 % точек измеряются мгновенные значения объемной активности радона (усреднение в течение 1 ч), что позволяет получить значения коэффициента равновесия с использованием измеренных величин ЭРОА аэрозольным методом или с применением камеры "Томсона-Вильсона".

3.3. В основу окончательных выводов по активности радона в воздухе принимаются значения объемной активности радона, полученные с помощью интегральных трековых детекторов. Проведен анализ сходимости результатов измерений для различной аппаратуры.

Среднегодовая ЭРОА определяется с учетом погрешности измерения и значений величин временных и сезонных вариаций активности изотопов. Коэффициенты вариации приведены для характерных времен пробоотбора измерительной аппаратуры.

## **ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ УЧАСТКОВ РФЯЦ-ВНИИТФ**

Файзрахманов Ф.Ф., Сидоров А.И., Субботин Л.А., Обухов Р.Л., Лашко В.И.,  
Сапожников В.П., Гуркало А.С., Байтурин Р.Р.  
РФЯЦ-ВНИИТФ, г. Снежинск

Растущий общественный интерес к проблемам радиационной безопасности и потребность в дальнейшей эксплуатации ядерных энергетических установок и применения источников ионизирующего излучения в промышленности и медицине, требуют оценки возможных биологических последствий хронического воздействия малых доз ионизирующих излучений. Для выявления этих эффектов необходимы статистически достоверные данные об уровне облучения и состоянии здоровья, полученные при длительном наблюдении за большими контингентами персонала и населения.

За время деятельности РФЯЦ-ВНИИТФ накоплен большой объем фактического материала о радиационной обстановке на промышленных площадках, в зданиях, на участках и на рабочих местах, где проводятся работы с радиоактивными материалами.

Для оценки дозовых нагрузок выбран персонал, работающий на исследовательских ядерных реакторах, радиохимическом и сборочном комплексах с численностью около 300 человек, имеющих стаж работы от полугода до 43 лет. Выбранный персонал подвержен воздействию на рабочих местах рентгеновского- и гамма-излучений, бета-частиц и нейтронов.

Эффективные индивидуальные дозы внешнего облучения оценены за все время производственной деятельности на основе данных, измеренных с помощью накапливающих индивидуальных дозиметров типа ИФКУ, ДК-02, ИКС-А, ТДК-01Ц с учетом рекомендаций МКРЗ 1990г.

Оценка показывает, что эффективные дозы выбранного персонала изменяются от 0.05 до 27.6 сЗв. Величина полученной дозы коррелирует со стажем работы персонала. Средняя эффективная доза на всю выборку составляет 3.7 сЗв, коллективная доза 11.7 чел.Зв, при этом около 92% дозовой нагрузки приходится на 47% персонала.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОЗИМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ТЛД-К ДЛЯ МОНИТОРИНГА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК В КУЗБАССЕ**

Алукер Н. Л., Алукер Э.Д., Еременко А. Н., Попов В. Л.  
Кемеровский государственный университет, Институт химии углеродных материалов СО РАН.  
г. Кемерово

В работе рассматривается концепция массового дозиметрического мониторинга с привлечением метода термолюминесцентной индивидуальной дозиметрии и разрабо-

танных авторами термолюминесцентных детекторов ТЛД-К. Приведены результаты исследований, проведенных в 1995-1996 годах в Кемеровской области.

Основными источниками экологической напряженности Кузбасса являются химическая, металлургическая и горнодобывающая промышленность. Угледобывающая и металлургическая промышленность являются, как правило, одними из наиболее значимых источников техногенно усиленного природного радиационного фона.

Проблема утилизации огромных количеств отходов угледобычи и углепереработки остро и закономерно ставит в Кузбассе вопрос об использовании этих отходов в качестве местного дешевого сырья для стройматериалов.

В качестве основного критерия воздействия радиации на человека в НРБ применяется предел годовой эквивалентной дозы. Вместе с тем, дозовые нагрузки на население в подавляющем числе исследований до сих пор либо косвенно оцениваются, либо вовсе не приводятся, что в первую очередь связано с недостатком средств измерения индивидуальных дозовых нагрузок не только для населения, но даже и для профессионалов, работающих с искусственными ИИИ.

Отличительными особенностями предлагаемого нами подхода к мониторингу является ориентация на активное вовлечение населения в процесс накопления и верификации дозиметрической информации. Возможность реализации обсуждаемого подхода в значительной мере, если не в основном, предопределется наличием дешевых, широкодоступных и эффективных термолюминесцентных дозиметров, на базе детекторов (ТЛДК), разработанных в Кемеровском Госуниверситете, которые в силу своих дозиметрических характеристик являются предпочтительными именно для решения задач массового мониторинга.

Индивидуальные дозиметры были распространены среди населения области через лиц, взявшись на себя обязанность раздачи и сбора дозиметров среди жителей своего поселка или района, заинтересованных в выяснении радиационной обстановки в своем жилище и получении информации о получаемых дозовых нагрузках. Доверенному лицу выдавалась также специальная анкета, в которой содержался набор вопросов, ответы на которые позволяли проследить за судьбой каждого дозиметра. Среднее время, на которое выдавались дозиметры, - 2-3 месяца. По результатам обследования 2000 локальных объектов и ИДК по области обращают на себя внимание следующие обстоятельства.

1. Не наблюдается значительных различий дозовых нагрузок основной части населения в обследуемых населенных пунктах (10 населенных пунктов).

2. Результаты мониторинга по населенным пунктам и по области в целом удовлетворительно описываются нормальным распределением с существенной особенностью, которую мы обсудим в следующем пункте.

3. Во всех обследованных населенных пунктах и по области в целом (что статистически гораздо более достоверно) наблюдаются высокодозовые выбросы, не описываемые нормальным распределением, отклонения от нормального распределения не симметричны, т.е. наблюдаются только высокодозовые выбросы.

В пределах  $\langle D \rangle + 3\sigma$  в случае нормального распределения должно лежать не менее 99,8 % результатов. Для нашего случая это означает, что доля дозиметров с показаниями  $D > 4,2 \text{ мЗв}$  не должна превышать 0,2 % от общего количества. Однако, экспериментальные данные показывают, что  $D > 5 \text{ мЗв}$  зарегистрировано в 5 % случаев, а  $D > 20 \text{ мЗв}$  - в 2,5 % случаев.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что обнаруженные высокодозовые выбросы представляют собой аномалии, которые могут представлять опасность для здоровья людей.

Задачей, на наш взгляд, является не только продолжение мониторинга с целью выявления таких аномалий (обследована пока ничтожная доля территории и населения области), но и выяснение природы обнаруженных аномалий.

Обнаруженные сезонные и другие закономерности предполагают существенный вклад в дозовые нагрузки времени пребывания в помещениях. Подчеркнем, что в дан-

ной работе мы приводим результаты обследования жилых и социальных объектов, а не промышленных предприятий.

Учитывая положение как Кузбасса, так и Урала как регионов с развитой промышленностью и высокой вероятностью проявления техногенно усиленного природного радиационного фона в формировании дозовых нагрузок населения, считаем целесообразным приступить к разработке региональных нормативов в области радиационной безопасности, наличие таких нормативов регламентировано НРБ-96.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА**

Кортов В.С., Никифоров С.В., Горелова Б.А., Мильман И.И.  
УГГУ-УПИ, г.Екатеринбург

В Уральском государственном техническом университете совместно с Уральским электромеханическим заводом разработана автоматизированная термoluminesцентная дозиметрическая система "Сапфир-001" для радиационного мониторинга. Она предназначена для измерения эквивалентной дозы гамма-, рентгеновского и бета-излучений.

Система "Сапфир" представляет собой автоматизированную измерительную систему, включающую в себя:

- комплект блоков детектирования (дозиметров), служащих для измерения эквивалентной дозы рентгеновского, гамма- и бета-излучений,
- устройство загрузочное термoluminesцентное, работающее совместно с персональным компьютером типа IBM PC.

В качестве детекторов ионизирующего излучения в системе "Сапфир" используются разработанные в УГГУ высокочувствительные детекторы ТЛД-500К на основе нестехиометрического оксида алюминия. Динамический диапазон чувствительности детекторов составляет восемь порядков, что позволяет решать задачи как дозиметрии малых доз при радиационном мониторинге окружающей среды, так и индивидуальной и аварийной дозиметрии. Особенностью системы является то, что входящие в состав дозиметра четыре термoluminesцентных детектора расположены в единой ТЛД-карте, что повышает удобство в обращении с ними и улучшает качество измерений.

В приборе реализован линейный режим нагрева детекторов. Скорость нагрева варьируется и подбрана так, чтобы оптимизировать чувствительность системы и время измерения. Доза облучения определяется по числу импульсов, зафиксированных счетным узлом системы в течение заданного интервала времени. Информация о величине эквивалентной дозы выводится на экран дисплея ЭВМ в звертках и автоматически записывается в дисковый файл для хранения и последующего занесения в базу данных.

По своим метрологическим характеристикам система "Сапфир-001" удовлетворяет всем основным требованиям, предъявляемым к приборам для индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) и мониторинга окружающей среды (ГОСТ Р МЭК 1066-99). Результаты международных сравнительных испытаний, организованных в 1996 г. лабораторией контроля окружающей среды Департамента Энергии США, показали, что система "Сапфир-001" соответствует критериям, рекомендуемым Американским Национальным Институтом Стандартов для термoluminesцентной дозиметрии окружающей среды (ANSI-N545).

Дозиметрическая система "Сапфир-001" имеет следующие основные характеристики:

- диапазон измерения эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучений 0.010 - 200 мЗв;
- диапазон измерения эквивалентной дозы бета-излучения радионуклида Sr-90 / Y-90 от 0.10 до 500 мЗв;
- диапазон энергий рентгеновского и гамма-излучений 0.015 - 3.0 МэВ;

- потеря запасенной информации за 1 год хранения дозиметра не более 5%;
- время снятия показаний: одного детектора - не более 45 с,
- одного дозиметра - не более 3 мин.

Недавно полученные результаты испытаний показывают принципиальную возможность регистрации тепловых нейтронов с помощью дозиметрической системы "Сапфир". В основу метода положено преобразование нейтронного излучения в гамма-излучение, возникающее при захвате нейтрона ядрами кадмия.

Система "Сапфир-001" может применяться для ИДК персонала, работающего с ионизирующим излучением; населения, проживающего на загрязненных территориях, а также для радиационного мониторинга окружающей среды. Она предлагается для использования на атомных станциях, предприятиях атомной промышленности, в радиологических центрах и центрах санэпиднадзора, а также в других организациях здравоохранения.

В 1996 году система зарегистрирована в Государственном реестре средств измерений и допущена к применению в Российской Федерации. В период с мая по октябрь 1996 г. система успешно прошла опытную эксплуатацию на Белоярской АЭС, где была использована для ИДК персонала, занятого на ремонтных и эксплуатационных работах. В настоящее время на базе дозиметрической системы "Сапфир-001" организована система ИДК персонала УГТУ-УПИ.

### ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ *Ra-D* (*Pb-210*) В ЕКАТЕРИНБУРГЕ В 1993-1996гг.

Сидоров Н.Г., Пермикина З.А., Башко С.,Н.  
РЛВН, г.Екатеринбург

Известно, что изменение содержания долгоживущих ЕРН, в том числе *Pb-210* (период полураспада 22.3 года), в окружающей среде и, следовательно, в продуктах питания, нарушает их равновесие в организме человека, что вызывает нежелательные последствия. Поэтому важно изучение динамики выпадений, например *Pb-210*, как продукта распада радона-222, в крупных населенных пунктах.

В Екатеринбурге в 1993-1996гг. плотность выпадений *Pb-210* составляла в среднем  $1.9 \times 10^{-3}$  КИ/км<sup>2</sup> в год (модуль размаха 1.2-2.5). Известно (А.А.Искра, В.Г.Бахуров, 1981), что среднее ежегодное выпадение *Pb-210* составляет ( $\mu \cdot 10^{-3}$  КИ / км<sup>2</sup> в год) в Англии (Харуэлл)- 1.7; России (Москва, С.-Петербург, Ростов-на-Дону)-в среднем 2.8; США - 0.8; ФРГ - от 2.0 до 4.6; Франции - 2.4; Швеции-1.7. В нашем случае оценка выпадений *Pb-210* в окружающей среде была выполнена способом ОРМ по схеме латинского квадрата 4 x 4 (таблица I). В качестве фонового уровня была принята средняя плотность выпадений *Pb-210* в 1995г., равная  $0.05 \cdot 10^{-3}$  КИ / км<sup>2</sup> в месяц.

Таблица I

Характеристика атмосферных выпадений *Pb-210* в Екатеринбурге

Годы наблюдений	Плотность выпадений <i>Pb-210</i> , отн.ед к 1995г.				$A_i \pm m_i$
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	
1993	$0.7 \pm 0.1$	$0.7 \pm 0.2$	$2.6 \pm 0.5$	$1.0 \pm 0.3$	$1.3 \pm 0.4$
1994	$0.9 \pm 0.2$	$2.6 \pm 0.8$	$2.2 \pm 0.1$	$2.1 \pm 0.3$	$2.0 \pm 0.4$
1995	$1.6 \pm 0.2$	$0.8 \pm 0.6$	$0.6 \pm 0.3$	$1.4 \pm 0.4$	$1.1 \pm 0.2$
1996	$0.5 \pm 0.1$	$1.3 \pm 0.4$	$2.0 \pm 0.5$	$0.4 \pm 0.2$	$1.0 \pm 0.4$
$B_i \pm m_j$	$0.9 \pm 0.2$	$1.4 \pm 0.4$	$1.8 \pm 0.4$	$1.2 \pm 0.4$	$1.3 \pm 0.2$

Средние значения факторов *A* и *B* свидетельствуют: 1994г. выделяется наибольшим показателем; второй и особенно третий кварталы отличаются максимум-

мами. Последнее, вероятнее всего, связано с пылевой концентрацией выпадений в весенне-летний период. Значимость наибольших показателей проверяли путем дисперсионного анализа по  $F$ -критерию, сравнения средних значений по  $t$ -критерию, оценки выскакивающих значений по  $t$ -критерию Смирнова-Граббса и однородность по  $G$ -критерию Кохрена (таблица 2)

Величины  $F_3$  и  $F_{0.05}$ ,  $t_3$  и  $t_{0.05}$ ,  $r_3$  и  $r_{0.05}$ ,  $G_3$  и  $G_{0.05}$  - экспериментальные и теоретические (при уровне значимости 0.05) показатели критериев, соответственно. Причем, если первые превышают вторые, то отношение одноименных критериев больше единицы означает статистически значимую неоднородность (аномалию). Подобная аномалия характерна по  $F$ -критерию для всех факторов (матрица по фактору  $C$  не приводится), что выделено показателями в таблице 2. В целом средние показатели характеризуют одну выборку, так как различия в дисперсиях отсутствуют ( $G_3 / G_{0.05} < 1$ ), а между собой практически не различаются ( $t_3 / t_{0.05} < 1$ ). Случай, когда  $r_3 / r_{0.05} = 1$ , свидетельствует о том, что средний показатель за 3 квартал близок к аномальному высокому. Тот факт, что по фактору  $C$   $F_3 / F_{0.05} = 2.24 > 1$ , подтверждает вариабельность плотности выпадений в течение этих четырех лет.

Таблица 2

Статистическая значимость плотности выпадений  $Pb-210$  (к табл.1)

Факторы		Значимость критериев по факторам			
Название	Символ	$F_3 / F_{0.05}$	$t_3 / t_{0.05}$	$r_3 / r_{0.05}$	$G_3 / G_{0.05}$
Годы	<i>A</i>	1.81	0.71	1.00	0.36
Кварталы	<i>B</i>	1.40	0.75	0.90	0.49
Неоднородность	<i>C</i>	2.24	0.86	0.63	0.81

Проведенное исследование показывает, что плотность выпадений  $Pb-210$  в Екатеринбурге варьирует в рамках природных явлений, причем в некоторые годы (в данном случае в 1994 г.) возможны отклонения в сторону увеличения выпадений в 2-2.5 раза. Причины подобных отклонений без специальных исследований установить затруднительно, однако можно предположить о их возможной связи с метеорологическими факторами. Другое следствие обусловлено с миграцией  $Pb-210$  по пищевым цепочкам, в связи с чем целесообразно проводить мониторинг за поступлением  $Pb-210$  в организм человека, в особенности в городах, подверженных воздействию радионуклида.

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ПОДВАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ВЕНТИЛЯЦИИ

Юркова И.А.

Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург

Как известно, основное поступление радона в жилые и производственные помещения осуществляется из почвы и, если здания построены в зоне проницаемого глубинного разлома, могут возникнуть нестандартные ситуации, связанные с подкачкой радона из зоны глубинного разлома за счет вентиляции.

При проведении плановых рекогносцировочных исследований содержания радона в воздухе подвалов и первых этажей был обнаружен промышленный объект с максимальной концентрацией радона в рабочем помещении, около 6000 Бк/м<sup>3</sup> при выклю-

ченной вентиляции. Объект был оборудован стандартной приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей необходимую кратность воздухообмена по соответствующим нормам. Однако и при работающей вентиляции концентрация радона снижалась только до 4000 Бк / м<sup>3</sup>. Обнаруженная высокая концентрация радона поставила задачу выявления источника поступления его и поиска путей снижения концентрации до уровня ПДК (400 Бк / м<sup>3</sup>).

Специальными исследованиями было установлено, что через восточную часть объекта проходит зона тектонического нарушения. В монолитном бетоне восточной стены подвала имеется большое количество трещин, образование которых связано с подвижками блоков горных пород вдоль тектонического нарушения. Указанные подвижки могли быть инициированы прокладкой туннеля метрополитена. Существовавшая вентиляция затягивала насыщенный радоном почвенный воздух из трещинно-порового пространства зоны тектонического нарушения.

Изменение системы вентиляции на приточную снизило концентрацию радона до 800 Бк/м<sup>3</sup> при работающей вентиляции. Но после выключения ее, концентрация радона в считанные часы возрастила до 4000-5000 Бк/м<sup>3</sup>.

Анализ изменения концентрации радона в зависимости от схемы вентиляции и времени ее работы позволило установить следующую картину поведения радона.

При нагнетании воздуха приточной вентиляцией, воздух, через систему трещин, закачивался в поровое пространство зоны тектонического нарушения, создавая избыток порового давления. Закаченный в поровое пространство воздух насыщался радоном и после выключения вентиляции под действием перепада давления начинал выходить в подвальное помещение, увеличивая в нем концентрацию радона практически до исходного уровня.

В результате проведенных экспериментов по выявлению оптимальных параметров вентиляции была предложена следующая схема. Вентиляция была выполнена в форме приточно-вытяжной с локальным забором воздуха из помещений вдоль восточной стены подвала ( где была обнаружена связь помещения с тектоническим разломом) и выбросом его по изолированным рукавам в атмосферу. Проведенные контрольные замеры показали снижение концентрации радона до 200-400 Бк/м<sup>3</sup> в течение суток. При отсутствии вентиляции накопление радона до концентрации 2000 Бк/м<sup>3</sup> в помещении происходило в течении нескольких дней.

Таким образом, для успешной борьбы с радоном в помещениях, необходимо разрабатывать приточно-вытяжную систему вентиляции с учетом местных источников поступления радона.

## КОНТРОЛЬНО-КАЛИБРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО (КОМПЛЕКТ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ) ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В ВОЗДУХЕ

Юркова И.А., Малыгина Т.М.

Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург

Актуальность проблемы бытового радона и его ДПР, его роль в формировании суммарной дозы облучения привела к интенсивным разработкам как аппаратуры, так и средств метрологического обеспечения измерений. Большинство проведенных измерений ( в г. Выборге в 1990г., г. Екатеринбурге в 1995г.) показали, что различные приборы, в том числе зарубежных фирм, даже при наличии сертификатов, дают разницу в показаниях иногда до 1000%.

С физической точки зрения это вполне объяснимо, поскольку на процесс измерения сказываются не только трудноучитываемые факторы (влажность, температура) в самом аппаратурном тракте, но и условия отбора проб. Поэтому при на-

личии любых сертификатов, все-таки определяющим является совпадение результатов при измерении эталонов.

Для метрологического обеспечения измерений бытового радона в Институте геофизики УрО РАН разработан комплект стандартных образцов радона в диапазоне концентраций от 100 до 2000 Бк/м<sup>3</sup>, т.е. в диапазоне ПДК для жилых и производственных помещений. Рабочим веществом, генерирующим радон, является монофракция гранитного порошка из Шарташского гранитного массива. Герметичный стальной корпус с узлом отбора воздуха из эталона и системой компенсации давления позволяет переводить эталон в измерительную камеру вакуумным методом без каких-либо потерь. Концентрация образца позволяет также проводить эталонировку трековых детекторов.

Весь комплект состоит из трех эталонов с концентрацией 72±8 Бк/м<sup>3</sup>, 520±50 Бк/м<sup>3</sup> и 2100±190 Бк/м<sup>3</sup>. Аттестация стандартных образцов выполнена на основе сравнительных измерений эталонным прибором жидких радиевый эталонов и разработанных стандартных образцов радона при соответствующем статическом наборе количества замеров. Метрологическая аттестация стандартных образцов включала в себя изучение влияния изменения физических условий окружающей среды. В частности, была изучена зависимость концентрации радона в стандартном образце от температуры и от размера зерен гранитного порошка. Температурная зависимость оказалась весьма существенной в полном соответствии с изменением коэффициента диффузии от температуры. Это обстоятельство накладывает температурные ограничения в ± 20° С для того, чтобы не выйти за пределы аттестационной погрешности. Зависимость концентрации радона от размера зерен оказалась экстремальной в исследуемом диапазоне. Минимум приходится на фракцию 1-2 мм. Наиболее вероятной причиной этого является потеря части урановых минералов при дроблении и отмыке.

Экспериментально была проверена возможность тиражирования стандартных образцов весовым методом. Оценки результатов сравнительных измерений по критериям Фишера и Стьюдента показали идентичность аттестованных стандартных образцов и изготовленных весовым способом.

### СЦИНТИЛЯЦИОННЫЕ ДОЗИМЕТРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ ДОЗ ОТ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ

Хайкович И.М., Соколов А.К.

Всероссийский НИИ разведочной геофизики им. Логачева, г. С-Петербург.

В настоящее время для сравнения воздействия гамма-излучения на живую природу используют единицу мощности экспозиционной дозы (МЭД) микрорентген в час(мкР/час), которая пропорциональна энергии, поглощенной единицей объема сухого воздуха в единицу времени. Если обозначить через  $\mu_a(E)$  линейный коэффициент поглощения энергии гамма-квантов ( $E$ ) в воздухе, то значение МЭД будет выглядеть следующим образом:

$$P = \int \mu_a(E) N(E) dE. \quad (1)$$

где  $N(E)$  - спектр излучения. Для получения достоверных результатов измерений МЭД необходимо, очевидно, потребовать, чтобы эффективность детектора гамма-квантов в режиме интегрального счета была пропорциональна  $\mu_a(E) E$ . На практике для измере-

ния МЭД используют в основном детекторы на основе газоразрядных счетчиков со стальным катодом типа СИ (СТС).

Из сравнения кривых 1 и 2 (см.Рис.1), которые иллюстрируют зависимость  $\mu$  а ( $E/E$ ) от эффективности регистрации газоразрядных счетчиков от энергии гамма-квантов  $E$ , видно, что такого типа детекторы в состоянии обеспечить измерение МЭД с погрешностью до 30% в интервале энергий от 100кэВ до 3 МэВ, если детектор предварительно откалиброван источником с энергией порядка 1 МэВ. При этом можно заранее сказать, что для гамма-квантов с энергиями менее 1 МэВ результаты измерений будут несколько занижены, а для энергий более 1 МэВ завышены.

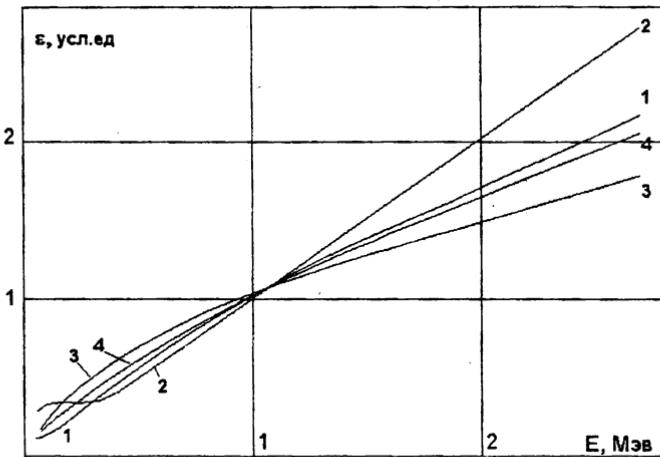


Рис.1. Спектральные эффективности детекторов гамма-излучения. Условные обозначения: 1,2 - газоразрядные счетчики со стальным катодом; 3,4 - сцинтилляционные детекторы.

Однако эти детекторы обладают рядом недостатков, которые ограничивают их применение для организации мониторинга, где требуется измерять малые дозы. Основным недостатком являются низкая эффективность регистрации и значительное влияние космической составляющей в фоновом счете. Из графиков 3 и 4 (см.Рис.1) следует, что для дозиметрии малых доз более пригодны детекторы на основе сцинтилляционных монокристаллов больших размеров. При этом детектор размера 40x50мм в "токовом режиме" в состоянии обеспечить измерение дозы гамма-излучения с энергиами от 200 кэВ до 3 МэВ с погрешностью не более 15%. Для повышения точности таких дозиметров ВИРГ-Рудгрофизик предложен сцинтилляционный дозиметр с амплитудным дискриминатором импульсов ("Свидетельство РФ на полезную модель № 031060, Г01Т 1/20, 1996). Результаты калибровки такого дозиметра (размер кристалла NaJ(Tl) 63x250) источником Cs-137, выполненные в НПО "ВНИИМ им.Менделеева", приведены в таблице.

Измеренный этим блоком фон в помещении составил 10.8мкР/час, а его собственный фон, измеренный в свинцовой защите составил - 0.51 мкР/час. Параллельные измерения прибором ДРГ-01Т дали для помещения -16 мкР/час и для фона прибора - 5.5 мкР/час, соответственно, то есть оба прибора дают практически одинаковые значения превышения МЭД над фоном ( 10.3 и 10.5 мкР/час), но прибор ВИРГа практически на порядок менее чувствителен к космическому излучению. Разброс последователь-

ных отсчетов в этом же помещении составил для прибора ДРГ-01Т от 10 до 19 мкР/час, для нашего дозиметра от 10.5 до 11.3 мкР/час. Измерения нашим дозиметром гамма-излучения источника Со-60 (1170 и 1330 кэВ) с эталонным значением МЭД 325 мкР/час дали значение 280 мкР/час, что меньше эталонного на 14% и согласуется с теоретическими соображениями.

Эталонное значение МЭД, мкР/час	Отсчет по прибору над фоном, мкР/час	Эталонное значение МЭД, мкР/час	Отсчет по прибору над фоном, мкР/час
28.1	29.4	699	701
40.7	42.0	1130	1158
68.9	64.8	2020	2057
114.1	112.7	3180	3184
249	241	4600	4523
391	387		

Разработанный сцинтилляционный дозиметр обладает всеми качествами, необходимыми для организации мониторинга гамма-излучения малых доз. Он имеет высокую чувствительность, что обеспечивает хорошую стабильность показаний, и практически нечувствителен к космическому излучению.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЕВОГО РАДИОМЕТРА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ДЛЯ РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ

Барышев Л.В., Корытко Л.А.  
СНИИП-АВТОМАТИКА, г.Москва

В докладе описывается разработанный авторами носимый радиометр спектрометрический для измерения спектра гамма-излучения с числом уровней квантования равным 256. Прибор является интеллектуальным портативным 256-канальным анализатором с выносным сцинтилляционным блоком детектирования (кристалл NaI(П) размером 25x25 или 40x40 мм).

Программное обеспечение прибора позволяет осуществлять работу в режиме анализатора (набор спектра с его визуализацией на графическом дисплее, калибровку по энергии, установку границ энергетических окон и т.д.), а так же решать ряд аналитических задач, из которых можно выделить следующие:

- определение степени обогащения урана;
- определение плотности отложений урана;
- идентификация радиоизотопов путем сопоставления измеренного спектра со спектрами радиоизотопов, хранящимися в библиотеке спектров прибора;
- вычисление мощности экспозиционной дозы .

Последнее производится путем воссоздания истинного спектра регистрируемого гамма-излучения из аппаратурного.

Связь между аппаратурным спектром  $N(V)$  и истинным спектром  $F(E)$  описывается известным интегральным уравнением Фредгольма I-го рода:

$$N(V) = \int F(E) G(E, V) dE,$$

где  $G(E, V)$  - вероятность того, что излучение с энергией  $E$  создаст сигнал, с регистрируемой величиной  $V$ .

Для решения этого уравнения регистрируемый энергетический диапазон (3 МэВ) разбивается на 32 окна и на основе априорной информации об эффективности регистрации, фотоэффективности и энергетическом разрешении определяется матрица  $G(E, V)$ , после чего производится решение системы уравнений для определения истинного спектра  $F(E)$ . Естественно, решение такой системы уравнений точными методами будет крайне неустойчиво из-за большой погрешности в задании матрицы  $G(E, V)$  и статистического разброса матрицы  $N$ , поэтому решение системы уравнений производится

с применением метода регуляризации Тихонова, ограничивающего разброс решений и обеспечивающего монотонную сходимость результата к истинному значению по мере повышения точности. После определения истинного спектра  $F(E)$  прибор вычисляет мощность экспозиционной дозы на основе известных массовых коэффициентов поглощения. Погрешность вычисления экспозиционной дозы не превышает 30%.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СПЕКТРОВ

Игумнов С.А.\*, Семенов В.С.\*\*, Фефелов В.А.\*\*\*

\*УГГГА, \*\*ОблЦГСЭН, \*\*\*ГГП "Зеленогорскгеология", г. Екатеринбург

Введение мер по ограничению облучения населения обусловило необходимость в проведении лабораторных анализов с использованием гамма-спектрометрии. В большинстве лабораторий такие анализы выполняются на многоканальных сцинтилляционных спектрометрах, сочлененных с персональными компьютерами, а для управления спектрометрами и обработки спектров применяются специализированные программы. Точность получаемых результатов зависит как от аппаратуры, так и от алгоритма обработки, заложенного в программу.

Нами проведено сопоставление эффективности обработки спектров некоторыми из них: широко распространенными программами "Прогресс" и "ЛСРМ", разработанными во ВНИИФТРИ, а также программой "СПЕКТР-НК", разработанной на кафедре прикладной геофизики УГГГА и используемой в ряде уральских лабораторий.

Спектры контрольных образцов, содержащих Ra-226, Th-232, K-40 и Cs-137, периодически регистрировались в течение первого полугодия 1997 г. на аппаратурно-программном комплексе "Прогресс" по стандартной методике в лаборатории радиационного контроля ветеринарного надзора и обрабатывались резидентной программой. Затем те же самые спектры были обработаны программой "ЛСРМ" в ОблЦГСН и "СПЕКТР-МНК" в Испытательном центре УГГГА. Средние значения по 10-12 измерениям каждого образца и средние квадратические отклонения единичных измерений, полученные при обработке спектров испытуемыми программами, приведены в таблице 1.

Можно видеть, что воспроизводимость результатов у программ "ЛСРМ" и "Прогресс" примерно одинакова, тогда как "СПЕКТР-МНК" обеспечивает в 2-5 раз более высокую точность. Особенно ярко это проявляется при высоких активностях, где основной причиной погрешности является аппаратурная нестабильность, влияние которой устраняется алгоритмом, заложенным в "СПЕКТР-МНК".

Таблица 1

	Проба	КП1			КП2			КП3		
		Прогр	ЛСРМ	МНК	Прогр	ЛСРМ	МНК	Прогр	ЛСРМ	МНК
Ra	Среднее	96	101	-	107	251	283	277	807	834
	Ср.кв.откл	8.3	8.2	6.2	21	15	4.5	41	74	9.8
Th	Среднее	62	77	76	169	225	201	401	491	470
	Ср.кв.откл	3.9	5.6	2.0	4.6	17	2.0	13	34	5.0
K	Среднее	333	367	362	1002	1203	1084	1929	2477	2368
	Ср.кв.откл	44	27	19	69	85	32	178	174	40
Cs	Среднее	27	38	35	116	143	122	253	280	260
	Ср.кв.откл	6.8	4.6	2.5	13	18	2.9	34	20	3.4

Некоторое расхождение средних значений при обработке программой "Прогресс" с другими связано с использованием образцовых мер ВНИИФТРИ, тогда как в остальных случаях использовались образцовые меры ВНИИМ.

## **НИЗКОФОНОВАЯ КАМЕРА С ВЫСОКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ РЕГИСТРАЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МАЛЫХ УРОВНЕЙ РАДИОАКТИВНОСТЕЙ**

Рыбаков Е.Н.  
ИГФ УрО РАН, г. Екатеринбург

Необходимость создания камер с низким фоном собственного излучения обусловлена решением ряда как геологических, так и экологических задач.

Во-первых, содержание урана, тория, калия в горных породах несет информацию о типе горных пород, условиях их образования и последующего изменения. Для многих горных пород наблюдаются генетические или парагенетические связи с радиоактивными элементами, что позволяет по сведениям о типе радиоактивности пород решать такие геологические задачи как литологическое расчленение горных пород, геологическое картирование, прослеживание тектонических нарушений, поиски и разведка многих полезных ископаемых. Кроме того, радиогенное тепло, являясь основным источником внутренней энергии Земли, генерируется в процессе распада естественных радиоактивных элементов в земной коре. Поэтому необходимо иметь данные о содержании урана, тория и калия для понимания процессов генерации и переноса тепла в верхней части земной коры.

Во-вторых, имеется еще одна не менее важная область использования низкофоновой камеры, а именно, использование в работе за сохранение радиационной чистоты окружающей среды, так как рост запасов ядерного сырья, развитие реакторной техники и атомных энергетических установок, испытание ядерного оружия, использование радиоактивных изотопов в технике и т.д. ведет к медленному, но неуклонному возрастанию "естественного фона" на Земле. Техногенные причины вызывают неуклонный рост радиоактивности почв, вод, атмосферы и биосфера. В настоящее время это увеличение общего уровня радиоактивности в целом находится в пределах погрешности измерений большинства стандартных приборов и может быть отмечено только при переопределении и локальном накоплении радиоактивных выпадений. Поэтому роль низкофоновых исследований возрастает, так как эти работы могут дать не только опережающую информацию, но на основании этих исследований возможно оценить и прогнозировать дальнейшее развитие событий, связанных с радиоактивным загрязнением среды.

Конструкция камеры низкого фона, разработанной в Институте геофизики УрО РАН, имеет в основе те же принципы построения основных функциональных узлов, что и гамма-спектрометры, имеющие защиту от внешнего излучения. Однако, при создании камеры использовались специальные приемы и устройства, обеспечивающие высокую степень защиты.

С целью получения высокой эффективности регистрации гамма-излучения в низкофоновой камере используются сцинтилляционные детекторы NaI(Tl) размером 150x100 мм. Для снижения собственного фона сцинтилляционных датчиков используются фотоумножители, выполненные из натриевого (безкалиевого) стекла (ФЭУ-52, ФЭУ-49).

Внешний экран многослойный. Внешняя часть выполнена из 100 мм железных пластин, имеющих исключительно малую собственную гамма-радиоактивность. Внутренний экран представляет собой выкладку из свинцовых блоков и свинцовые кольца общей толщиной около 150 мм, выполненных из специального спектрально чистого свинца, с ничтожным содержанием урана и тория.

Для ослабления характеристического излучения свинца и конструкционных материалов сцинтилляционный датчик окружен кадмиево-médным экраном с толщиной каждого слоя около 1мм.

Указанные приемы и материалы позволили снизить собственный фон камеры до 1.25-1.5 мкР/час. Тем не менее основной помехой является излучение калия-40, который заносится с пылью в измерительный блок спектрометра

Максимальный размер исследуемой пробы может иметь диаметр до 100мм при высоте до 50 мм.

Регистрация спектров производится автоматическим анализатором, обработка измерений осуществляется с помощью ЭВМ. При энергетической калибровке спектрометра используются стандартные образцы гамма-излучения.

Камерой низкого фона определялись содержания урана, тория, калия в образцах горных пород, с весьма низкими их содержаниями. Это позволяет решать ряд нестандартных задач геологии и геохимии. Кроме того, при радиоэкологических исследованиях возможно изучение генезиса некоторых радиоактивных загрязнений. Например, в образцах ила, отобранных по течению реки Пышма, были обнаружены избыточные, с точки зрения геологии, содержания тория по отношению к урану и калию. По течению р.Пышма не существует формаций, несущих выявленные отношения естественных радиоактивных элементов. Значит торий должен быть техногенного происхождения, а единственным предприятием, сбрасывающим ториевые отходы в р.Пышма, является В.Пышминский завод редких металлов и ториевый след этих сбросов протянулся до Белоярского водохранилища. При изучении динамики ториевого отношения можно прогнозировать возможное загрязнение бассейна р.Пышма торием.

## МОБИЛЬНОЕ РТУ ДЛЯ ДЕЗАКТИВАЦИИ С ЗАМКНУТЫМ ВОЗДУШНЫМ ЦИКЛОМ

Шастин А. Г., УГТУ-УПИ, г.Екатеринбург

Замкнутые производственные циклы хорошо известны как производственные процессы , позволяющие значительно сократить вредное влияние на окружающую среду. Такие циклы обычно используются в стационарных установках (производствах ).

В настоящем докладе рассмотрено использование замкнутого воздушного цикла в мобильном робототехническом устройстве ( МРТУ ) для дезактивации загрязненных поверхностей полов , стен и т.п.

Принципиальная схема устройства представлена на рис. 1.

Иглофреза 1 , расположенная в кожухе , снабженном уплотнениями срезает тонкий слой бетонного покрытия ( краски , мрамора и т.п. ). Толщина срезаемого слоя может регулироваться от сотых долей до 1-1,5 мм в зависимости от глубины проникновения радиоактивных загрязнений . Образующаяся пыль вместе с воздухом с помощью вакуумного насоса прогоняется через пылевой фильтр 2 и аэрозольный фильтр 3. Очищенный от пыли и аэрозолей воздух не выбрасывается в атмосферу , а направляется вновь в полость кожуха иглофрезы .

Поскольку фильтры не обеспечивают стопроцентной очистки воздуха от радиоактивных аэрозолей , использование замкнутого воздушного фильтра при сухой дезактивации поверхностей позволяет сократить в 3-4 раза выход вредных веществ в атмосферу по сравнению с открытым циклом .

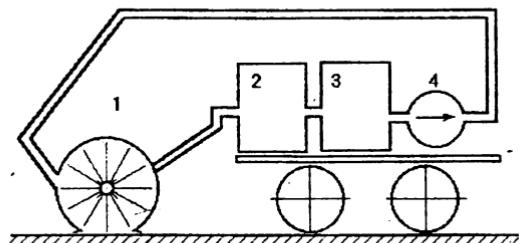


Рис. 1 . Мобильное РТУ для дезактивации с замкнутым воздушным контуром . Условные обозначения: 1-иглофреза; 2- пылевой фильтр; 3- аэрозольный фильтр; 4- воздушный насос.

Устройство монтируется на самодвижущейся тележке с приводом от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания . Управление работой МРТУ производится дистанционно по кабелю длиной 150 м . Для этой цели МРТУ снабжено телекамерой и кабелеукладчиком .

Опытный образец МРТУ использовался при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС .

#### Техническая характеристика

1. Ширина полосы dezактивируемой поверхности	750мм
за один проход для полов и тротуаров.....	1890 мм
2. Высота dezактивируемой полосы для стен .....	5-3 0 м/мин
3 . Скорость перемещения .....	2х0,6х 1,42
4. Габаритные размеры(м).....	250кг
5. Масса.....	

### О ВЛИЯНИИ ПОВЫШЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ НА ГРОЗОВУЮ АКТИВНОСТЬ

Горбатенко В.П., Дульзон А.А., Решетко М.В., Ершова Т.Е.  
НИИ высоких напряжений при ТПУ, г. Томск

Грозовой активности свойственно наличие в многолетних рядах наблюдений циклическостей и трендов. Климатологи различных континентов, исследуя асинхронность трендов грозовой активности, пытаются объяснить ее либо естественными флюктуациями, либо ошибками наблюдений, либо влиянием человеческой деятельности на процессы, протекающие в атмосфере.

Тренды повышения и спада грозовой активности на большинстве метеостанций различных регионов достаточно хорошо согласуются с вариациями макромасштабной циркуляции атмосферы, но при анализе метеорологических рядов грозовой активности на территориях Сибири, Казахстана, Германии и др. отмечены и противоположные тренды грозовой активности на близлежащих метеостанциях, имеющих одинаковое физико-географическое положение. Причем далеко не всегда есть основания усомниться в качестве наблюдений, либо констатировать наличие изменений условий наблюдений, и тогда приходится искать совершенно другие причины, такие как антропогенное влияние на электрические процессы, протекающие в атмосфере.

Есть основание предполагать, что разновидностью такого влияния может быть повышенная радиоактивность местности как природного, так и антропогенного происхождения. Так, например, в Швеции в 1986г. проведены исследования, подтверждающие влияние радиоактивного следа Чернобыльской аварии на территориальное распределение грозовой активности (1), а авторы (2) утверждают, что увеличение грозовой деятельности наблюдается в местах с повышенным эманированием радиоактивных газов (радон, торон, актинон).

Испытания ядерного оружия, проводившиеся до 1963г. в атмосфере, повлекли за собой существенные глобальные изменения радиационного фона, кроме того, несомненно, существует воздействие на окружающую среду подземных ядерных взрывов, хотя и менее масштабное.

В настоящей работе предложен анализ метеорологических рядов визуальных наблюдений над грозами 20 метеостанций Западной Сибири и Казахстана. Все метеостанции имеют ряды наблюдений не менее 50 лет и расположены на различных расстояниях от Семипалатинского полигона.

Установлено, что 10 метеостанций фиксируют постепенное уменьшение грозовой активности (максимум наблюдался в 60 г.), 6 метеостанций отмечают постепенное увеличение значений числа дней с грозой и суммарной продолжительности гроз (причем 3

из них находятся в непосредственной близости от полигона ядерных испытаний), на 4 метеостанциях значения грозовой активности меняются в пределах статистической ошибки наблюдений. Увеличение суммарной продолжительности гроз за грозовой сезон происходит как за счет возрастания числа случаев грозы в 1,5-2 раза по отношению к 40-м годам текущего столетия, так и за счет увеличения продолжительности гроз. Значимая, с вероятностью не менее 95%, корреляционная зависимость характеристик грозовой активности (особенно продолжительности гроз) с характеристиками ядерных испытаний установлена для метеостанций, расположенных в юго-восточном и юго-западном направлениях от полигона испытаний, что соответствует преобладающим направлениям воздушных потоков у земли и на высоте.

Кроме искусственного загрязнения атмосферы радиоактивными продуктами, причинами территориальных вариаций радиоактивности могут быть источники естественной радиации, к которым можно отнести месторождения радиоактивных и некоторых других полезных ископаемых, горные породы, содержащие естественные радиоактивные элементы в повышенных количествах, природные воды, в том числе в нефте- добывающих районах Западной Сибири с высоким содержанием урана и продуктов его распада (радий, радон) и др.

Метеостанциями Гидромета наблюдения за радиоактивными выпадениями ведутся с 1954г, хотя доступны для исследований лишь данные последних лет. В Томской области и близ нее такие наблюдения проводятся на 18 станциях, дополнительно определяется среднегодовое содержание цезия-137 в верхнем 5-сантиметровом слое почвы. Корреляционный анализ распределения содержания цезия в почвах за период 1990-1993гг. и характеристики грозовой активности обнаружил наличие значимой корреляционной связи только с числом дней с грозой.

В результате вышеизложенного можно сделать вывод о существовании влияния источников естественной и искусственной радиоактивности на грозовую деятельность.

#### Литература

1. Israelsson S. Effekts of radioactive fallout on lightning frequency. 1988 Proceedings Int-ConfAero. Electricity, Uppsala, 1988, p.416-417.
2. Anderson B., Markson R., Fairall C., Willett J. Aircraft investigation of electric charge flux over land and sea.// 1988 Proceedings Int.ConfAtm. Electricity, Uppsala, 1988, p.782-787.

### **3. Медико-биологические исследования**

**ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ КЛЕТОК КРОВИ У ЖИТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ РАДИАЦИОННЫХ СБРОСОВ ПРОИЗВОДСТВ ЯДЕРНОГО ЦИКЛА УРАЛА И СИБИРИ**

Ильинских Н.Н., Ильинских Е.Н., Иванчук И.И., Ильинских И.Н.  
Томский медико-биологический центр "Экоген", г.Томск

Длительное радиационное загрязнение территории наблюдается в зоне влияния атомных производств, расположенных на реке Теча (Челябинская область), реке Томь (Томская область) и реке Енисей (Красноярский край).

Проведенное нами обследование местного населения, проживающего в 30-километровой зоне влияния производств ядерного цикла, свидетельствуют о том, что практически невозможно, используя физические методы, говорить о дозах облучения местного населения, поскольку большинство выбрасываемых радионуклидов являются относительно короткоживущими и быстро распадаются. В то же время они, в случае попадания в организм человека, несомненно нанесли определенный ущерб здоровью и тем самым приняли участие в дозообразовании. В данной ситуации комитетами НКАДР регламентировано использовать методы биодозиметрии.

В настоящий момент времени известно 4 метода биодозиметрии, которые в достаточной мере апробированы и используются в мировой практике для установления так называемых эффективных эквивалентных доз облучения (ЭЭДО): 1) анализ нестабильных и стабильных хромосомных aberrаций; 2) микроядерный анализ клеток крови с использованием цитоколазина В; 3) метод ЭПР-спектрометрии эмали зубов; 4) гликофериновый тест.

В настоящей работе представлены данные сравнительного анализа цитогенетических изменений у жителей ряда населенных пунктов, расположенных в бассейне р.Енисей, и поселков, расположенных на берегах р.Томь (пос. Самусь - Томская область) и р. Течь (пос. Муслюмово - Челябинская область) в зоне активных сбросов производств ядерного цикла. В работе проведен забор крови и цитогенетический анализ у 26 жителей пос. Стрелка, 42 - пос.Предивинска , 52 - г. Енисейск и 26 -г. Кызыл (Республика Тыва) - контроль , 74 - пос. Самусь (Томская область - зона влияния Сибирского химического комбината), 38 - пос. Муслюмово (Челябинская область - зона влияния НПО "Маяк"). У каждого обследованного человека анализировали не менее 10000 клеток крови (микроядерный тест). В ряде случаев проведен анализ эксцизионной ДНК репарации ядроодержащих клеток крови общепринятыми стандартными методами.

#### **ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ КРОВИ ДОМОВОЙ МЫШИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТОЦКОГО ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА**

Тарахтий Э . А .  
ИЭРЖ УрО РАН. г.Екатеринбург

Система крови объединяет работу многих физиологических систем организма, прямо или опосредованно реагирует на действие многих факторов и может косвенно отражать влияние среды обитания, в частности мышевидных грызунов, рекомендованных в качестве тест-объекта для оценки радиоэкологической "вредности" территорий [Материй, 1989 ].

При малых дозах облучения основой патологии считают повреждение плюрипотентных гемопоэтических клеток, в результате чего развивается нестабильность пролиферации в отдельных ростках кроветворения, ведущей к функциональной неполноцен-

ности клеток крови, что проявляется в развитии инфекции, отдаленных новообразованиях. Зарегистрирован прирост онкозаболеваний высоко радиочувствительной лимфоидной и кроветворной системы населения в зоне Тоцкого ядерного взрыва [ М.Боев и др., 1996]. С целью оценки состояния системы крови мышевидных грызунов, постоянно и тесно контактирующих с факторами среды обитания, исследован ряд показателей периферической крови и кроветворных органов домовых мышей, отловленных в зоне влияния ядерных взрывов на Тоцком полигоне. Контрольными служили мыши, отловленные с территорий, не подвергшихся воздействию. Наряду со стандартными показателями (число лейкоцитов, эритроцитов, ретикулоцитов, гемоглобин, гематокрит) изучен ряд индексов эритроцитов крови (диаметр , средний объем, толщина, сферичность, содержание гемоглобина в эритроците), а также общее количество ядерных клеток в селезенке и костном мозге бедренной кости. В группе опытных мышей установлено более низкое содержание гемоглобина в эритроците (77 от контроля), увеличение среднего диаметра эритроцитов ( $7,3 \pm 0,1$  мкм против  $5,4 \pm 0,2$  в контроле), а также изменение соотношения их размеров. Так, основная доля ( 52% ) эритроцитов контрольных мышей имеет диаметр 4,7-5,4 мкм, в опытной группе их доля не велика (4,6 %). 42 % эритроцитов имеют диаметр 6,8-7,5 мкм, 30% эритроцитов против 2% в контроле с диаметром более 8 мкм. Наряду с увеличением диаметра эритроцитов отмечена меньшая их толщина(46% от контрольных величин), более высокий показатель сферичности (5,9 против 1,2 в контроле), что, согласно [Н.В.Васильев и др., 1992], улучшает эластические свойства эритроцитов, которые можно считать компенсаторной реакцией клетки на малое содержание гемоглобина в ней. Количество же эритроцитов, гемоглобина в крови не меняется, что можно связать с более высокой функциональной активностью селезенки (масса и клеточность относительно контроля выше в 1,4 и 1,5 раза, соответственно ) и в меньшей степени костного мозга (в 1.1 выше), что согласуется с показателем гематокрита (54 % против 51 % ). Не найдено различий между контрольной и опытной группами в количестве лейкоцитов. В формуле же крови найдены изменения в соотношении отдельных типов клеток, характерных при инфекционных процессах, изменениях реактивности организма.

На основании результатов исследования и данных литературы, указывающей на то, что размер эритроцитов и содержание гемоглобина в нем генетически детерминировано [И.А.Быкова, 1991], а тенденция эритропозза в сторону макробластического кроветворения имеет место при длительном действии ионизирующих излучений на организм [Е.Ю.Гольдберг, 1963] и в костном мозге мышей повышена частота структурных и числовых хромосомных нарушений, отмечены маркеры радиационного поражения [Э.А.Гилева и др., 1996]. используемые нестандартные показатели могут служить индикаторами изменений в системе крови.

Таким образом, изучение нестандартных показателей крови в сочетании с клеточностью кроветворных органов позволило обнаружить "скрытые" изменения в системе крови, которые не выявляются обычно принятыми лабораторными методами. Выявленные изменения можно считать результатом влияния факторов среды обитания мышей. Эти показатели использованы для оценки здоровья населения территорий, зараженных радионуклидами [А.Ф.Цыб и др., 1996].

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 98-04-48013)

## ОЦЕНКА ОТДАЛЕННЫХ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТОЦКОГО ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ГРЫЗУНОВ

Васильев А.Г., Васильева И.А.

Институт экологии растений и животных УрО РАН. г.Екатеринбург

В 1954 году на Тоцком полигоне в Оренбургской области после ядерного взрыва образовался радиоактивный след. протянувшийся на северо-восток региона. Целью

данной работы является попытка выявить отдаленные эколого-генетические последствия испытаний ядерного оружия на Тоцком полигоне на основе изучения популяций модельных видов млекопитающих, рассматривая их в качестве экотоксикологической модели для прогнозирования будущего состояния популяции человека в Оренбургской области.

Материалы по виду-радиофору - рыжей полевке (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) собраны в районах, расположенных по осевой части Тоцкого радиоактивного следа и за его пределами (июль-август, 1994-1997 гг.). Выборки рыжей полевки получены из четырех популяций: 1 - контрольной (окр. дер. Нижнекристалка); 2 - тоцкой (окр. с. Тоцкое); 3 - кинзельской (окр. дер. Кинзелька); 4 - старобогдановской (окр. села Пушкинское). Сборы материала проводились в сходных пойменных лесных биотопах, расположенных в понижениях рельефа местности, где, как правило, потенциальное накопление радионуклидов наиболее существенно (Криволуцкий и др., 1988). Всего в 1994-1997 гг. отработано более 2000 ловушко-суток и отловлено 383 экз. рыжей полевки. Фенетический анализ проведен на группе сеголеток рыжей полевки по 53 вариациям неметрических признаков черепа, представляющим собой мелкие и крупные морфогенетические аберрации и уродства в строении черепа и зубной системы с использованием хорошо известных методов анализа неметрических признаков скелета (Betty, 1963; 1986; Sjovold, 1977; Hartman, 1980; Palmer, Strobeck, 1986; Hart et al., 1995). Анализ ценотических и популяционно-экологических признаком мелких млекопитающих в изученных участках Оренбургской области, характеризующих общее обилие, кривые доминирования, соотношение видов разных трофических уровней, возрастную и размерную структуру популяций, а также репродуктивную активность косвенно указывает на то, что для сообществ мелких млекопитающих и популяций индикаторного вида из импактных участков характерны черты, присущие сообществам и популяциям мелких млекопитающих, обитающим в экстремальных неблагоприятных условиях существования. Изучение морфологических и феногенетических нарушений индивидуального развития в популяциях индикаторного модельного вида в угрожаемых районах Оренбургской области выявило необычно высокую для южноуральских популяций рыжей полевки концентрацию крупных аберраций в структуре черепа и зубной системы, имеющих явно выраженную мутационную природу.

В тоцкой популяции, первой испытавшей на себе прямое воздействие атомного взрыва, обнаружены типичные аберрации в строении неба, маркирующие замедление процесса остеогенеза, которые характерны и для популяций близкого вида-радиофора - красной полевки в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа в Свердловской области (Vasilyev, Vasil'yeva, 1994, 1995; Vasil'ev et al., 1996). Выявлено нарастание частоты этого типа аберраций в тоцкой популяции от 1982 к 1996-1997 гг. Существенно более высокий показатель феногенетической уникальности импактных популяций (кинзельская, старобогдановская) по сравнению с контрольной, а также резкое снижение показателя фенетического разнообразия в обеих опытных популяциях при одновременном увеличении доли редких фенов, указывают на связь этих явлений с исходным мутагенным воздействием испытаний ядерного оружия на Тоцком полигоне и дальнейшим радиоактивным загрязнением территории.

Полученные данные о наличии сильного феногенетического сдвига в кинзельской импактной популяции по сравнению с контрольной (окрестности дер. Кристалка) и значительно меньший сдвиг в тоцкой согласуются с достоверно большим содержанием бета-активных веществ в зольных остатках костно-мышечной ткани в кинзельской популяции по сравнению с контрольной и тоцкой и позволяют заключить, что последствия самого ядерного взрыва при отсутствии последующего сильного радиоактивного загрязнения местности в меньшей степени сказываются на процессах индивидуального развития последующих поколений млекопитающих, чем при хроническом воздействии слабых доз радиации. В итоге проведенного в 1994-1997 годах предварительного исследования можно заключить, что на популяционном уровне в угрожаемых районах Оренбургской области (Красногвардейском и Тоцком) обнаружены признаки отдаленных

геногенетических последствий, косвенно указывающие на связь с ядерным взрывом на Тотком полигоне.

Работа выполнена при поддержке Международного фонда Дж. и К. Макартуров GA 96-41191A-FSU, частичной поддержке грантов РФФИ 96-04-48082, 97-04-48082 и ГНТП "Биоразнообразие".

## ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСОСУДОВ КОСТНОГО МОЗГА КРЫСЫ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

Климин В.Г., Кузьмин А.И., Фурса Т.О., Легранд С.Н., Юшков Б.Г.  
УГМА, г.Екатеринбург

Реакции кроветворной ткани при действии на организм ионизирующей радиации достаточно широко описаны в научной литературе. Однако, изменения со стороны микроциркуляторного русла костного мозга после облучения до сих пор мало исследованы.

Эксперименты выполнены на 27 белых беспородных крысах массой 100-200 г. Животных подвергали однократному гамма-облучению в дозах 4,5 Гр и 9,0 Гр на установке ИГУР-1. Костный мозг изучали в окрашенных гематоксилиновым красителем центральной части бедренной кости крысы толщиной 3-5 мкм на 2-е и 4-е сутки после воздействия. Морфометрическую оценку проводили в проксимальном и дистальном эпифизах и диафизе бедренной кости по методу Г.Г.Автандилова. Плотность клеток и количество синусоид определяли в единице площади - 34,57 кв.мкм. Толщину стенки и величину просвета сосудов измеряли окуляр-микрометром. Результаты обрабатывались с помощью электронных таблиц по программе «Quattro - PRO».

Морфометрические показатели костного мозга свидетельствуют, что наряду с гипоплазией миелоидных элементов (общая клеточность костного мозга и плотность миелоидных клеток значительно уменьшаются) отмечаются значительные сдвиги в состоянии гемопоэзиндуцирующего микроокружения (ГИМ). Так, доля сосудов возрастает во всех исследуемых участках костного мозга и на 2-е сутки и не зависит от дозы облучения. Процентное содержание сосудов на 2-е сутки возрастает до  $33,97 \pm 3,65\%$  при облучении 4,5 Гр и до  $28,67 \pm 3,65\%$  при облучении 9,0 Гр, при  $7,90 \pm 2,02\%$  у интактных животных ( $p < 0,01$ ), в проксимальном эпифизе, до  $31,41 \pm 6,54\%$  при 4,5 Гр и до  $36,24 \pm 4,07\%$  при 9,0 Гр ( $7,22 \pm 0,94\%$  у интактных животных),  $p < 0,01$  в области дистального эпифиза и до  $54,47 \pm 3,88\%$  при 4,5 Гр и  $43,04 \pm 3,88\%$  при 9,0 Гр ( $12,54 \pm 3,77\%$  у интактных животных),  $p < 0,01$  в диафизе. На 4-е сутки доля сосудов продолжает нарастать в проксимальном эпифизе и практически не изменяется в диафизе и дистальном эпифизе при 9,0 Гр, в то время как, при 4,5 Гр незначительно снижается во всех исследуемых участках, оставаясь при этом существенно выше исходных значений.

Среднее число синусоидов в единице площади костномозговой ткани также растет. При облучении 4,5 Гр и на 2-е сутки происходит увеличение их числа во всех исследуемых участках, особенно выраженное в области проксимального эпифиза (с  $1,84 \pm 0,10$  в контроле до  $5,34 \pm 0,10$ ,  $p < 0,01$ ) и диафиза (с  $2,44 \pm 0,12$  в контроле до  $5,34 \pm 0,13$ ,  $p < 0,01$ ). На 4-е сутки отмечается некоторое снижение числа синусоидов за исключением области дистального эпифиза, где число синусоидов на 2-е и 4-е сутки практически не изменяется. При 9,0 Гр на 2-е сутки после облучения количество синусоидов во всех участках костного мозга бедренной кости увеличивается в среднем в 2 раза по сравнению с исходными показателями и сохраняется на этом уровне на 4-е сутки. Изменение просвета микрососудов костного мозга имеет дозозависимый характер и отличается в разных участках бедренной кости. Так, при облучении 4,5 Гр на 2-е сутки происходит увеличение просвета сосудов, особенно выраженное в области дистального эпифиза (с  $13,13 \pm 1,44$  нм в исходе до  $22,86 \pm 2,87$  нм), а при облучении летальной дозой (9,0 Гр) - в области проксимального эпифиза (с  $11,90 \pm 1,25$  нм до  $21,09 \pm 2,36$  нм) и диафиза (с  $11,62 \pm 1,15$  нм до  $27,36 \pm 3,36$  нм). На 4-е сутки после воздействия летальной дозой про-

свет сосудов продолжает увеличиваться во всех изучаемых участках костного мозга, в то время, как при облучении 4,5 Гр этот показатель либо не изменяется (проксимальный эпифиз), либо снижается и приближается к исходным значениям (диафиз, дистальный эпифиз). Увеличение просвета сосудов при облучении летальной дозой радиации сопровождается незначительным уменьшением толщины сосудистой стенки.

В основе описанных явлений лежит, возможно, активация резервных синусоидов ткани костного мозга и, как следствие, усиление его кровоснабжения в процессе регенерации, а также паретическая вазодилатация, связанная с повреждением нервных окончаний и сосудистой стенки.

## **СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЛЕЗЕНКИ КРЫСЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ**

Климин В.Г., Кузьмин А.И., Фурса Т.О., Зерчанинова Е.И., Легранд С.Н., Юшков Б.Г.

УГМА, г. Екатеринбург

При изучении механизмов реакций системы крови на действие ионизирующей радиации центральное место отводится нарушениям лимфопоэза и состоянию лимфоидных органов. Однако, многие аспекты радиочувствительности лимфоидной ткани до сих пор не расшифрованы.

Эксперименты выполнены на 60 белых бесплодных крысах массой 100-200 г. Животных подвергали однократному гамма-облучению на установке ИГУР-1 в дозах 4,5 Гр и 9,0 Гр. Определяли массу и общую клеточность селезенки. Морфометрическую оценку осуществляли на 2-е и 4-е сутки после облучения в окрашенных гематоксилиновым зонном срезах толщиной 3-5 мкм центральной части органа, а величину лимфоидных фолликулов определяли окуляр-микрометром. Результаты обрабатывались с помощью электронных таблиц по программе «Quattro Pro».

Установлено, что на 2-е сутки после воздействия существенно снижается масса селезенки ( $918,16 \pm 67,37$  мг в исходе до  $345,29 \pm 8,13$  мг,  $p < 0,01$  при 4,5 Гр и  $318,33 \pm 48,99$  мг,  $p < 0,01$  при 9,0 Гр). Она продолжает падать и на 4-е сутки до  $227,25 \pm 20,91$  мг,  $p < 0,01$ ) при летальном облучении, в то время, как в первом случае показатель несколько возрастает, хотя и не достигает исходных величин. Клеточность селезенки снижается в среднем в 6-7 раз на вторые сутки после облучения обеими дозами, но продолжает уменьшаться на 4-е сутки только при облучении летальной дозой.

Изменение плотности клеток в лимфоидных фолликулах происходит независимо от величины дозы радиации. На 2-е сутки она составляет  $53,63 \pm 0,42$  на ед. площади при облучении 4,5 Гр и  $55,63 \pm 0,55$  при облучении 9,0 Гр по сравнению с исходным значением  $97,52 \pm 0,56$ ,  $p < 0,01$ . На 4-е сутки отмечается некоторое увеличение показателей (до  $70,77 \pm 0,55$ ,  $p < 0,01$  при облучении 4,5 Гр и  $70,60 \pm 0,32$ ,  $p < 0,01$  при облучении 9,0 Гр). Изменение размеров лимфоидных фолликулов также имеет дозозависимый эффект. При облучении 4,5 Гр на 4-е сутки их диаметр достоверно снижается на 30 % от исхода, а при летальном облучении в 2 раза.

Общее содержание клеток в красной пульпе селезенки уменьшается. Однако, если плотность эритроцитов достоверно возрастает на вторые сутки независимо от дозы облучения и снижается лишь к 4-м суткам после воздействия, то число лейкоцитов при облучении обеими дозами уменьшается на вторые сутки и достоверно возрастает на 4-е сутки после воздействия.

Полученные данные свидетельствуют, что структурные изменения в селезенке крысы при облучении зависят от дозы воздействия.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ОБЛЕПИХИ И СТИМУЛЯТОРОВ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СОСТОЯНИЯ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ У ЛЮДЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ПОСЕЛКАХ, ПОПАВШИХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ НА СИБИРСКОМ ХИМИЧЕСКОМ КОМБИНАТЕ (ТОМСК-7)

Ильинских Н.Н., Ильин С.Ю., Ильинских Е.Н., Ильинских И.Н.  
Томский медико-биологический центр «Экоген», г. Томск

Имеются многочисленные данные, позволяющие сделать вывод, что некоторые лекарственные препараты могут существенно снизить в организме человека и экспериментальных животных число клеток с цитогенетическими нарушениями. Наиболее хорошо изучены в этом отношении производные тиазолидина и пиримидиновых азотистых оснований - пентоксил и лейкоген (Н.Н. Ильинских и др., 1986).

Данные препараты являются неспецифическими стимуляторами лейко- и эритро-пoэза, обладают иммунопотенцирующим действием, предупреждают развитие лейкопении при радиационных поражениях человека, существенно стимулируют фагоцитоз и антителогенез, восстанавливают детоксикационную функцию печени, обладают выраженной способностью усиливать репаративные процессы в клетках организма. Наши исследования в зоне Семипалатинского полигона позволяют сказать, что использование в пищу продуктов из облепихи оказывает радиозащитное действие и снижает в организме число цитогенетически измененных клеток.

В связи с изложенным целью настоящей работы явилось изучение способности пентоксила и лейкогена, а также вытяжек из плодов облепихи влиять на уровень цитогенетически измененных клеток в организме жителей поселков, попавших под воздействие СХК и имеющих выраженные цитогенетические изменения в крови.

«Лечению» лейкогеном, пентоксилом и вытяжками из плодов облепихи подверглись 64 школьника, 8 учителей, а также 36 рабочих судостроительного завода пос. Самусь, расположенному в 12 км от СХК. Взрослые получали по 1 таблетке 3 раза в день, дети (возраст 10-14 лет) по 0,5 таблетки препарата (лейкоген - 1 табл. - 0,02 г., а пентоксил - 0,2 г.). Продолжительность «лечения» у детей составила 3 дня, а у взрослых 2 недели. У всех обследуемых анализировали уровень клеток с микроядрами до и после «лечения», кроме того у рабочих завода проведен стандартный иммунологический анализ до приема препаратов и после завершения курса «лечения». Четверо рабочих судостроительного завода прошли курс траволечения в стационаре Института курортологии (г. Томск) и у них также в процессе лечения проводился анализ числа клеток с цитогенетическими нарушениями (микроядерный тест). Все полученные данные обрабатывали статистически по Стьюденту.

Согласно полученным данным можно заключить, что оба препарата способны эффективно снижать уровень эритроцитов с микроядрами в крови взрослого человека в 3 - 4 раза. Анализ уровня Т-лимфоцитов с микроядрами также показывает, что и в данном случае у пациентов наблюдается достоверное снижение числа цитогенетически измененных клеток. Если до «лечения» пентоксилом число Т-лимфоцитов с микроядрами составило  $(1,97 \pm 0,32)\%$ , то после лечения -  $(0,71 \pm 0,06)\%$  ( $P < 0,05$ ). Установлено, что пентоксил вызывает существенное улучшение иммунологического статуса у лиц, имеющих повышенное число Т-лимфоцитов с микроядрами, при этом наблюдается достоверная корреляционная зависимость, чем выше уровень Т-лимфоцитов у обследованного донора, тем меньше у него клеток, имеющих микроядро. В то же время показано, что прием пентоксила не изменяет такие показатели иммунного статуса как уровень иммуноглобулина A ( $1,9 \pm 0,07$  и  $2,7 \pm 0,6$ ), иммуноглобулина M ( $3,1 \pm 0,5$  и  $2,1 \pm 0,4$ ), иммуноглобулина G ( $13,6 \pm 0,5$  и  $12,3 \pm 0,4$ ).

Кратковременное лечение пентоксилом и лейкогеном школьников младших классов показало, что антимутагенная эффективность этих препаратов проявляется и в этом случае. Особенно существенным было снижение числа клеток с микроядрами в случае использования лейкогена. Лечение сборами трав с сопутствующими физиотерапевтическими процедурами 4 жительниц пос. Самусь (рабочие судостроительного завода) существенных изменений в уровне Т-лимфоцитов и эритроцитов с микроядрами не вызывало. При лечении использованы следующие процедуры: аппликации торфа на область суставов ног и печени, ЛФК, массаж суставов ног и кистей, кислородный коктейль с седативными травами, хвойные ванны. Тем не менее проведенное лечение существенно улучшило состояние пациентов, госпитализированных в клиники Института курортологии по поводу хронического холецистита и гастрита. Кроме того из объективных показателей зарегистрировано, что лечение вызвало достоверное улучшение иммунологического статуса пациентов.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют, что:

1. Пентоксил и лейкоген способны вызвать снижение в крови пациентов - житель пос. Самусь числа клеток с микроядрами.
2. Эффективность пентоксила и лейкогена как потенциально антимутагенных препаратов проявляется уже через 3 дня ежедневного трехкратного применения этих лекарств.
3. Антимутагенной эффективности комплексного лечения сборами трав не наблюдалось.
4. Вытяжки из облепихи оказывали антимутагенное действие в случаях резко повышенного уровня цитогенетически измененных клеток в организме обследуемого пациента.

#### **ЗАВИСИМОСТЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ К ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕПАРАТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.**

Ларионов Л.П., Щеголев А.А., Бреднева Н.Д., Чемезов С.А., Ветошкин В.Г., Башкирова И.Б.

УГМА. г. Екатеринбург

Развитие промышленного и сельскохозяйственного производства без учета рекреационных возможностей биосферы приводит к появлению очагов нарушения экологического равновесия и к развитию неуправляемой деградации природы, т.е. возникновению экологических катастроф.

Примером такого развития событий оказались последствия радиационного воздействия от аварии АЭС. Однако до настоящего времени остается дискуссионным вопрос о размерах доз облучения, которые отрицательно влияют на уровень здоровья человека в ближайшие и отдаленные сроки после воздействия радиации. С целью оценки изменений спектральной характеристики хроноструктуры при воздействии повреждающего фактора нами выполнено исследование на половозрелых крысах в весенний сезон года.

Забор экспериментального материала производили на 5-е, 10-е и 15-е сутки после однократного воздействия гамма-лучами дозой 5 Гр. В данной работе изучались структура циркадных и инфрадианных биоритмов (показатели костномозгового кроветворения, периферической крови, содержание малонового альдегида в мембранных ядер клеток костного мозга, содержание в плазме крови сахара, в эритроцитах глюкозо-бифосfat, холестерин, натрий, калий, кальций, реальная температура).

Предварительно перед облучением вводились препараты растительного (фитокрепчиаги, родиолья розовой, душицы, боярышника, хвои пихты сибирской, а также углекислотные экстракты этих видов растений) и животного (Биолан) проис-

хождения. Препараты вводились в желудок через зонд, их экстракты - внутрибрюшинно, а Биолан - интраназально.

При статистической обработке полученных данных у всех интактных крыс по всем исследуемым препаратам в контроле выявлен преобладающий циркадный ритм, имевший наибольшую амплитуду; у облученных животных - или элиминация циркадного ритма, или уменьшение его вклада в общий ритм.

Следовательно ионизирующая радиация приводит к снижению доли циркадного ритма в спектре осцилляций и увеличению доли ультрадианных компонентов, а при исследовании температуры и доли инфрадианных ритмов; к снижению амплитуды циркадных ритмов. Однако мезоры в зависимости от исследуемого показателя изменяются незначительно. При этом архитектоника ритмов меняется, о чем свидетельствуют сдвиги внутренних и внешних акрофаз.

Мезор холестерина в сыворотке крови резко снизился у облученных животных на 5-е сутки в сравнении с интактными (с 1,92 до 1,17 ммоль/л); мезор глюкозы возрос (с 5,39-5,21 до 5,81-5,59 ммоль/л) соответственно через 5 и 15 суток после облучения; мезор глюкозо-6-фосфата оставался неизменным.

При изучении костномозгового кроветворения у крыс показано, что при применении Биолана снижение количества колониеобразующих единиц ядроцитов менее выражено, чем в контрольной группе. При этом, следует отметить, что отмечается выраженное снижение содержания малонового альдегида в мембранных ядрах клеток костного мозга животных в группе получавших Биолан после облучения, что служит свидетельством в пользу роли антирадикального механизма радиопротекторного действия Биолана.

Полученные данные в экспериментальных условиях свидетельствуют о том, что воздействие ионизирующего излучения дестабилизацию и десинхронизацию оптимальной эндогенной структуры временной организации функционального состояния на фоне появления и усиления ультрадианных компонентов, а значит и переход живой системы на энергетически иррациональный режим функционирования.

Значительное снижение уровня холестерина в сыворотке крови после внешнего облучения и повышение уровня сахара свидетельствует о прямом повреждении гепатоцитов облученных крыс (усиливается процесс расщепления гликогена и ослабляется синтез холестерина).

С целью оценки восстановления биологических ритмов при использовании препаратов растительного и животного происхождения были применены вышеуказанные фитопрепараты и Биолан.

Как показали результаты исследований все испытуемые препараты оказывали профилактическое действие влияния ионизирующей радиации на структуру ритмов биологических компонентов. Особенно в этом плане активно действовали препараты чаги, родиолы розовой, Биолан и углекислотный экстракт хвои пихты сибирской.

Это заключение находит свое подтверждение еще и в весовом показателе экспериментальных животных. Так у крыс, неполучавших препараты на фоне радиационного облучения, масса тела к 15-м суткам составила 130+3,54 г, а у получавших препараты - 171,23+8,23 г (у контрольной группы животных 156,23+9,21 г).

Эти сравнивательные показатели свидетельствуют о том, что как для животных так и особенно для человека необходим особый подбор фармакологических веществ и их доз, так как у облученного организма существенно изменяется чувствительность к лекарственным веществам. Из этого следует, что схемы применения препаратов для необлученных людей не являются оптимальными для лиц, подвергшихся облучению или радионуклидному заражению. Для них требуется отработка своих схем. Однако уже сегодня лицам, проживающим в зонах радиационного загрязнения, показаны профилактические дозы адаптогенов растительного и животного происхождения для повышения резистентности и стимуляции reparативных процессов организма.

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОМАТИЧЕСКОГО МУТАЦИОННОГО И РЕКОМБИНАЦИОННОГО ТЕСТА ПРИ ПОИСКЕ РАДИОПРОТЕКТОРОВ

Захаренко Л.П., Захаров И.К.  
ИЦиГ СО РАН, г.Новосибирск

Тест соматических мозаиков на клетках крыла *Drosophila melanogaster* широко используется для оценки на мутагенность химических веществ и физических факторов. Возможности приложения этого теста для поиска радиопротекторов оцениваются в данной работе. На известном протекторе (этанол) было показано, что радиопротекторные свойства проявляются только при использовании линии мух *ftr<sup>3</sup>* с низкой активностью цитохрома P450. В случае высокой активности системы детоксикации (линия *ftr<sup>3 improved</sup>*) этанол не проявляет радиопротекторных свойств, вероятно вследствие того, что успевает раньше метаболизоваться. Частота спонтанного мутирования в соматических тканях не изменяется при добавлении этанола в корм (10% от состава корма на день откладки яиц), но зависит от направления скрещивания и генотипа.

## МЕДИЦИНСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.П. Ястребов, М.Ф. Лемяев, В.И. Шилко, Г.Я. Липатов  
Уральская государственная медицинская академия

В Свердловской области как известно, повышенному радиационному воздействию подверглись более 335 тыс. чел., проживающих в 392 населенных пунктах, расположенных на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа, загрязненный до уровня 0,1 и более ки/кв. по стронцию-90.

В ходе реализации "Государственной программы Российской Федерации по радиационной реабилитации Уральского региона и мерам по оказанию помощи пострадавшему населению в период до 1995 г." было проведено изучение состояния здоровья населения проживающего на территории ВУРСа Свердловской области.

Общая смертность изучалась по свидетельствам о смерти за десятилетие периоды, начиная с 1947г. Установлено, что в опытных районах смертность была выше по сравнению с контрольным районом, причем в Каменском районе она выше (более загрязненный район), чем в Камышловском. Особенно показательна разница в молодом возрасте, включая детей. При последующем уменьшении смертности во все изучаемые периоды она оставалась выше по сравнению с контрольным районом.

Структура смертности типична. Наиболее высок удельный вес смертности от сердечно-сосудистой патологии. Однако темп роста в исследованных районах выше, чем в контроле. Смертность от злокачественных новообразований в исследованных районах также оказалась выше. Более выраженная заболеваемость злокачественными новообразованиями и соответственно смертность наблюдается в первые 10-15 лет после аварии, включая и детей. В дальнейшем она нарастает у населения в более старшем возрасте, но остается на более высших уровнях в Камышловском районе и особенно в Каменском.

В структуре заболеваемости взрослого населения преобладает патология сердечно-сосудистой системы, представленная ИБС и стенокардией - 17,2%, гипертоническими болезнями - 36,1%. Второй по значимости - патология гепато-билиарной системы в виде хронического холецистита - 37,3% и хронического панкреатита - 12,4%. Отмечена высокая частота поражений опорно-двигательного аппарата. Получены убедительные данные о влиянии радиации на развитие онкологических заболеваний у жителей ВУРСа.

Была изучена заболеваемость и физическое развитие детей дошкольного возраста, проживающих на территории ВУРСа в г.Каменск-Уральском. Анализ показал, что общей особенностью является высокий уровень заболеваемости. Общей неблагоприятной тенденцией является увеличение с возрастом доли лиц со сниженными величинами ЖЕЛ,

силы мышц кисти и др. В то же время в показателях здоровья детей опытной и контрольной групп есть и различия. На первом году жизни в опытной группе ниже заболеваемость и выше соматометрические показатели физического развития. Однако в 3-4 года чаще болеют дети опытной группы.

При клиническом обследовании у значительной группы детей выявлен астенический синдром и вегето-сосудистая дистония, у 33% имеет место ночной энурез. Большая группа имела сочетанную патологию - гипертрофию лимфоидной ткани, хронические энтероколиты, заболевания дыхательной системы.

Проведенные исследования выявили изменения в крови, снижение адаптационных возможностей детского организма, некоторое снижение умственной работоспособности.

Проведено исследование состояния здоровья и состава грудного молока 350 женщин, проживающих в зоне ВУРСа. Контрольными в данном исследовании послужили города Екатеринбург и Первоуральск Свердловской области. В целом по трем исследованным территориям уровень белка в молоке женщины выше, чем в других районах России. Уровень липидов в молоке женщин г.Каменск-Уральского был наиболее низким ( $29,33 \pm 1,66$  г/л). Это - дефицит в молоке кальция, фосфора, меди, железа, и напротив, избыточное содержание хрома, марганца, свинца, алюминия.

По Каменскому району и г.Каменск-Уральскому району для нескольких групп детей было организовано санаторное лечение в санаториях Красноярского края, Подмосковья, Чехии. Ретроспективное прижизненное изучение здоровья населения, проживающего на территории ВУРСа Свердловской области, свидетельствует о значимости радиоактивного фактора для возникновения разноплановой патологии. Полученные данные позволяют рекомендовать разработку специальных реабилитационных мероприятий для населения пострадавшего от ионизирующих излучений.

Решение медицинских проблем в известной мере зависит и от подготовки медицинских кадров. В Уральской медицинской академии на ряде теоретических, гигиенических и клинических кафедрах студенты изучают этиологию, патогенез, клинику и лечение лучевых поражений. На кафедре гигиены и экологии студенты получают знания по вопросам экологии и радиационной гигиены.

На кафедрах и в лабораториях ЦНИЛ проводятся научные исследования, связанные с особенностями действия радиации на организмы, разработки способов лечения.

## АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ У ПОТОМКОВ ЖИТЕЛЕЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

Насыбуллина Г.М., Попова Л.Л.  
УГМА, г. Екатеринбург

Изучение отдаленных последствий облучения населения в результате радиационной аварии является важной эпидемиологической задачей. В системе показателей здоровья населения в зависимости от качества окружающей среды всё большее внимание уделяется исследованию состояний на грани нормы и патологии, предшествующих клиническим формам заболеваний. Показатели кардиодинамики рассматриваются как ранние, прогностически надежные критерии не только функционального состояния сердечно-сосудистой системы, но и как диагностические признаки уровня адаптации к условиям внешней среды.

Задача исследования заключалась в оценке адаптационных возможностей по показателям регуляции сердечного ритма у детей дошкольного возраста, предки которых проживали в наиболее загрязненной части Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа) в первые пять лет после его формирования: пос. Ленинский г.Каменск-Уральского и населенные пункты с близкими или более высокими уровнями загрязнения. На основе сведений о месте проживания предков 1-го и 2-го поколений были сформированы 2 опытные и 2 контрольные группы по принципу «копия-пара» с выравниванием по полу, возрасту и дошкольному учреждению. В состав первой опытной группы вошли дети, имевшие двух и более предков, которые проживали в зоне ВУРСа. В состав второй - дети, у которых повышенную лучевую экспозицию имели предки по

линии матери. В первой контрольной группе предки детей не проживали в зоне ВУРСа, во второй контрольной группе - не было таких предков по линии матери, а по линии отца их количество выравнивалось по отношению к наблюдениям опытной группы. Всего в первую группу исследования вошло 78 человек, во вторую - 104 человека. Оценка регуляции сердечного ритма выполнена на основе кардиоинтервалографии методами вариационной пульсометрии, статистического, автокорреляционного и спектрального анализа.

Среднегрупповые показатели сердечного ритма в исследуемых группах сопоставимы с имеющимися в литературе немногочисленными данными, полученными в условиях дошкольных учреждений, а также с результатами эпидемиологического исследования 552 детей 4-7 лет г.Каменска-Уральского.

В первой исследуемой группе статистически значимые различия обнаружены по двум показателям: в опытной группе ниже средние значения автокорреляционной функции на первом сдвиге и вегетативного показателя ритма. Во второй опытной группе по сравнению с контролем ниже индекс централизации ( $p<0,05$ ). По остальным показателям различия в опытной и контрольной группах носят характер тенденций, но в обоих случаях хорошо согласующихся между собой. Тем не менее при проведении многофакторного анализа с использованием методов распознавания образов были получены решающие правила, обеспечивающие хорошее дискриминирование наблюдений опытных и контрольных групп (100% правильной классификации на экзамене): в первой паре групп для этого было достаточно 13 из 22 анализируемых признаков, во второй паре групп - 10 признаков. Для опытных групп характерны несколько более низкий уровень функционирования сердечно-сосудистой системы, большая степень влияния парасимпатической нервной системы и меньшая зависимость от центральных уровней управления.

Таким образом, на исследуемом объеме наблюдений не было выявлено неблагоприятного влияния повышенной лучевой экспозиции предков 1-го и 2-го поколений как по общему их количеству, так и по линии матери, на состояние срочной адаптации по показателям регуляции сердечного ритма у их потомков.

## **ВЛИЯНИЕ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ УЧАСТНИКОВ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ**

Подгаева В.А., Боярский А.П., Шулев П.Л.  
УГМА. г.Екатеринбург

Состояние здоровья лиц, подвергшихся воздействию факторов Чернобыльской катастрофы в результате ликвидации ее последствий, во многом зависит от условий их проживания на постоянном месте жительства.

С целью изучения влияния экологических, социально-гигиенических и других факторов на формирование здоровья участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) с помощью специально разработанной анкеты проведено социологическое исследование в группе ликвидаторов - мужчин жителей Свердловской области, сформированной методом случайной выборки.

Результаты анкетирования свидетельствуют, что ухудшение здоровья в постварийный период отмечается у значительной доли ликвидаторов - 85.3%. На отсутствие изменений в состоянии здоровья указывают лишь 5.9% участников ликвидации последствий аварии. Затруднились ответить соответственно 8.8%. Среди лиц, участвовавших в ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, оценивают собственное здоровье в настоящее время как "удовлетворительное" - 52.9%, "неудовлетворительное" - 47.1%.

Исследование роли отдельных факторов в формировании здоровья показало, что состояние здоровья участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС зависит от возраста ( $\chi^2 = 15.6$  при  $p < 0.05$ ). С возрастом снижается удельный вес лиц с удовлетворительным состоянием здоровья.

продолжительное время (до 30 дней) удовлетворительное состояние здоровья отмечалось в 64,3% случаев. В то же время только 50% ликвидаторов со сроками пребывания в районе аварии на ЧАЭС 30-60 дней и свыше 60 дней характеризовали свое состояние как "удовлетворительное".

Из числа социально-гигиенических факторов на формирование здоровья оказывают влияние экологическое состояние места жительства, тип организации (предприятия), в котором работают ликвидаторы, число профессиональных вредных факторов, действующих на производстве, жилищно-бытовые условия, организация и качество питания, уровень физической активности, психологический микроклимат в семье и на работе, а также своевременность обращения к врачу по поводу заболевания.

Таким образом, в формировании здоровья лиц, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации в результате ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции, немаловажная роль принадлежит нерадиационным влияниям внешней среды, экологическим и социально-гигиеническим факторам, что важно учитывать при разработке системы мероприятий по реабилитации и оздоровлению данной категории лиц.

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ В КОНТИНГЕНТАХ ЛИЦ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Кузьмин Ю.Ф., Талалаева Г.В., Налетова Т.М.

Областная больница N 2 - Региональный центр радиационной медицины, г. Екатеринбург

По данным ВОЗ до 80% всех болезней сегодня являются следствием экологического неблагополучия. На фоне хронического экологического стресса специалисты отмечают изменение реактивности больных, трансформацию ведущих симптомов и характера течения ряда заболеваний, обнаруживают необходимость применения специальных методов диагностики и лечения адаптационных нарушений.

Для техногенно насыщенного промышленного Урала, имеющего предприятия атомной энергетики, вопросы экологической медицины как нельзя более актуальны и практически значимы. В данном сообщении этот тезис расшифровывается на примере лиц, пострадавших от воздействия малых доз радиации и наблюдающихся в Областной больнице N 2.

Общепризнанно, что глобальные техногенные катастрофы и промышленные выбросы вовлекают в сферу своего влияния громадные контингенты непрофессионалов. В Областной больнице N 2-Региональном центре радиационной медицины организовано 3-этапное специализированное наблюдение (клиническое мониторирование) нескольких категорий лиц, подвергшихся радиационному воздействию в экстремальных психо-экологических условиях. Это ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЛПА), жители территории Восточно-Уральского радиационного следа (ВУРСа), ветераны подразделений особого риска, а также их потомки.

Опыт работы ОБ N 2 свидетельствует о том, что указанные лица характеризуются существенными медико-демографическими и психо-физиологическими изменениями. В докладе подробно рассматривается "психологический портрет" ликвидатора, обсуждается выявленное сходство структуры заболеваемости выше перечисленных групп наблюдения между собой, обращается внимание на отсутствие у них дозозависимых радиационных эффектов и на высокую распространенность психо-соматических заболеваний и дезадаптационных нарушений. Клиническое сопоставление нескольких групп наблюдения с различным по продолжительности радиационным анамнезом, а именно жителей ВУРСа с 40-летним катамнезом, ЛПА с 10-летним и их потомков 1-го и 2-го поколений, позволяет высказать мысль о стабильности выявляемых психо-соматических нарушений у лиц, подвергшихся психо-экологическому стрессу и с полной определенностью доказывает необходимость трансформации системы здравоохранения.

нения техногенно загрязненных территорий с учетом принципов экологической медицины.

В Областной больнице № 2 сделаны первые шаги в этом направлении: перепрофилированы в психо-соматические 2 стационарных терапевтических отделения, на базе поликлиники создан Центр лечения атеросклероза. Подробнее организационно-методические аспекты данной работы представлены в устном сообщении.

#### *4. Радиоэкологическое образование*

##### **ОСНОВЫ РАДИОХИМИИ И РАДИОЭКОЛОГИИ КАК “НЕВОСТРЕБОВАННАЯ” ТЕМА УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ УРАЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ**

Егоров Ю.В., УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург

Радиоэкологический фактор - природный и техногенный - является постоянно обсуждаемой в средствах массовой информации причиной снижения качества жизни человека. Тем не менее на общественное мнение и мнение государственных структур частота и острота обращений к теме реальной и, в особенности, потенциальной опасности не оказывает существенного влияния. Тормозящей причиной усвоения подобной информации является недостаточная просвещенность населения в области прикладной экологии, в том числе радиоэкологии, что было отмечено на совещании ученых США в 1995 г., созванном по инициативе Гленна Сиборга.

“Взволнованный голос улицы”, рассуждения и решения экологически озабоченных, но задетых радиофобией людей, не могут быть основой формирования не только планов развития ядерной энергетики, но и даже источником рецептов элементарной бытовой радиационной гигиены. В условиях, когда “мода на физику” прошла, трудно настроить гуманитарно мыслящее и потребительски ориентированное поколение на конструктивное понимание любых технологий, которые невозможно сделать абсолютно безопасными, а только экологически возможными в рамках концепции приемлемого риска.

Проблема радиационной безопасности в русле инженерного и естественнонаучного образования, разумеется, не является домinantной в задаче экологизации мировоззрения. Например, вклад химического вреда вследствие техногенного рассеяния, скажем, только фурана может оказаться преобладающим в ближайшей перспективе именно потому, что практически отсутствуют экономически доступные средства его обнаружения в подсистемах биосферы. Тем не менее включение комплексной темы “Радиоактивность и смежные проблемы”, а не только “Радиационная безопасность”, в учебные планы естественнонаучных и технических специальностей может сыграть положительную роль в расширении экологического кругозора и в формировании гражданского общества, способного вести конструктивные диалоги с просвещенным правительством. Вот доводы в пользу сказанного: 1) учение о радиоактивности может быть преподано в системной и междисциплинарной форме, так как оно захватывает разделы физики, химии, биологии, экологии, медицины, гигиены, метрологии, энергетики, ряда наук о Земле и Космосе, социальной психологии и т.п.; 2) радиоактивность - вездесущее явление, имеющее место быть безотносительно к любым техническим стратегиям; полностью его “победить” невозможно, но можно, постигнув его закономерности, научиться с ним сосуществовать, то есть находить оптимальные решения в рамках концепции приемлемого риска, которая требует дальнейшей разработки в связи с неоднозначными идеями радиационного горизонта: этот подход имеет высокую дидактическую эффективность, так как помимо положительного знания о явлении формируется системный интегральный взгляд на взаимоотношение человека и окружающей его среды.

Кроме того радиационный фактор является наиболее мистифицированным

и трудно понимаемым без предоставления населению некоторого "ликбеза". Тексты "брошюрного" просвещения подчас заполнены научными ляпусами: советуются способы "очистки" организма от "радиации" (?), удаления трития, а заодно и дейтерия из питьевой воды замораживанием, сорбционного удаления радиостронция из питьевой воды, игнорирующего факт присутствия в ней солей жесткости и т. п. Подобные советы, оставаясь безвредными, совершенно бессмыслины физико-химически и физиологически, что не способствует выстраиванию картины взаимоотношений человека с его средой в условиях усложняющихся техногенных связей.

Университеты Москвы, Санкт-Петербурга и Нижнего Новгорода давно включили изучение основ радиохимии и радиоэкологии как обязательные предметы в программы химических факультетов. Но ни один университет Урала, Сибири и Дальнего Востока этого шага еще не сделал, что является абсурдом современной образовательной стратегии (речь идет не о специальной подготовке, как на ФТФ УГГУ - УПИ, а об общеобразовательном курсе).

Тревожная и неопределенная судьба атомной подотрасли России в связи с намеченным уничтожением части ядерного оружия с его утилизацией, опасности, связанные с возможным ослаблением контроля над этим процессом, должны, наконец, вынудить руководство образовательных учреждений последовать примеру указанных передовых вузов. Радиологическое просвещение не может осуществляться "по мере спроса" или "социального заказа", подобно услугам, предоставляемым в области юридического или экономического образования: по крайней мере для Урала оно должно стать непременной частью всех региональных образовательных проектов.

## КОНЦЕПЦИЯ ПОДГОТОВКИ РАДИОЭКОЛОГОВ НА БАЗЕ ОБЩЕГО БИОФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.

Холостова З.Г., Фишов В.В., Лопатин В.Н.  
Красноярский государственный университет, г.Красноярск

В отношении радиационной опасности в настоящее время, даже среди специалистов, занимающихся проблемами радиоэкологии, просматриваются две тенденции: первая характерна для профессионалов, имеющих непосредственное отношение к ядерным технологиям, и заключается в "чрезмерно спокойном" отношении к радиационной опасности; вторая - для остальной массы как специалистов, так и дилетантов. Она спровоцирована, в основном, Чернобыльской аварией и основывается на современных данных об отсутствии "пороговой дозы облучения". Значительной части представителей этой второй группы присущ "антидерный экстремизм". При этом ими почти подсознательно игнорируются аргументы об экологической и экономической целесообразности развития ядерной энергетики и, главное, о естественном характере радиационной опасности, являющейся неотъемлемым условием человеческого существования.

Спокойная оценка радиоэкологической обстановки и перспектив развития ядерной энергетики требует учета большого количества самых различных факторов: источников как естественной, так и техногенной эмиссии радионуклидов; процессов миграции, фиксации и элиминации их в окружающей среде; особенностей различных ядерных технологий; характера и механизмов воздействия радиации на живые объекты; учета влияния других ксенобиотических факторов, присутствующих в современной окружающей среде и т.д. Иными словами оценка радиоэкологической опасности всегда должна решаться как сложная, многофакторная научная задача. Решение таких задач предполагает у специалиста наличия фундаментального образования в области физики, химии, биологии, математики и специальных знаний по общей и радиационной биофизике, геохимии, технологиям ядерного цикла, радиодозиметрии и т.д.

До настоящего времени специалисты, занимающиеся оценкой радиоэкологической обстановки, выходили из физиков-ядерщиков или из других областей знаний: геологии, биологии, медицины и т.п.

В 1994 году на кафедре биофизики физического факультета Красноярского государственного университета, существующей уже более 25-ти лет, была разработана концепция подготовки специалистов по радиоэкологии на базе общего биофизического образования. Необходимость подготовки таких специалистов в крае, имеющем ядерные технологии, стоит довольно остро. Идея подготовки радиоэкологов былаложена в 1995 году на конференции "Радиационная безопасность России" (Санкт-Петербург) и получила поддержку и одобрение специалистов. В том же 1995 году по заказу краевой администрации начата подготовка радиоэкологов на кафедре биофизики.

Специализация в области радиоэкологии согласно разработанному учебному плану осуществляется в течение двух лет. К формированию учебного плана и программ специальных курсов, а затем и к процессу обучения, были привлечены ведущие специалисты природоохранных и санитарных служб края, региональной инспекции госатомнадзора, Горно-химического комбината (г.Железногорск). Института биофизики СО РАН. Базой специальной подготовки по ядерным технологиям и радиодозиметрии послужил ГХК, где студенты слушали спецкурсы, проходили практику и выполняли курсовые и дипломные работы.

В 1997 году первые пять студентов-радиоэкологов получили дипломы. Все дипломные работы выпускников получили высокую оценку руководителей и рецензентов. Анализ тематики работ показал верность выбранной концепции подготовки радиоэкологов и их способность решать самые различные экспериментальные и теоретические задачи.

Наиболее высокие отзывы получила работа по оценке общих доз облучения жителей радиационно-благополучных районов и обоснованию дифференциальной методики измерения доз, получаемых от эмиссии радона. Не меньший интерес вызвала работа по распространению и зонированию газопылевых выбросов ГХК, в которой использовались новые методики таких расчетов, что позволило обосновать местоположение контрольных станций.

Была представлена работа по совершенствованию методики нейтронно-активационного анализа определения элементного состава природных вод.

Новые важные результаты были получены и в дипломной работе, посвященной формированию искусственного биохимического магнетитового барьера распространению радионуклидов и тяжелых металлов.

Все выпускники распределены на предприятия и в организации, где выполнялись дипломные работы и их деятельность будет связана с продолжением начатых исследований.

Таким образом, можно констатировать - концепция подготовки радиоэкологов создана и успешно реализуется, что, впрочем, не отрицает ее дальнейшего усовершенствования, уже на базе специальности "биофизика", открытие которой предполагается в Красноярском ГУ.

## **АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ**

Выжанов Э.А., Огорелков А.В., Ратников Е.Ф., Щеклеин С.Е.  
УГГУ-УПИ, г.Екатеринбург

В настоящее время и в обозримом будущем при решении проблем природопользования приходится исходить из признания невозможности полного предотвращения влияния человека на природную среду даже при условии совершенствования производства.

Сегодня основой нормирования воздействий на окружающую среду являются санитарно-гигиенические нормы, приоритет которых - в защите прежде всего жизни человека в обеспечении его личной безопасности. Однако воздействие на биосферу различных антропогенных факторов неизбежно уже в силу чрезвычайных материальных затрат, необходимых для обеспечения полной экологической чистоты существующих производств.

В связи с этим обстоятельством в ряду основных производств современности выделяется атомная энергетика . Ряд известных преимуществ, а также требующая срочно-го разрешения проблема создания экологически чистого источника привели к ее интенсивному развитию . Однако имевшие место инциденты подорвали доверие к этому величайшему достижению человечества.

Предлагаемый курс лекций «Атомная энергетика и экология» является следствием оценки авторами следующих обстоятельств : повышенного интереса общества к этой проблеме , недостаточной объективностью средств массовой информации , убежденностью авторов в высоком практическом значении безопасного использования ядерных источников энергии. Исходя из отмеченных обстоятельств, в курсе лекций рассматриваются следующие темы : «Человек - общество - природа» , «Энергетика и уровень нарушений экологических условий на Земле» , «Источники загрязнения и пути уменьшения их негативного воздействия на биосферу» , «Атомная энергетика и экология» , «Законодательство об охране окружающей среды» , «Экономические аспекты экологической проблемы» , «Международное сотрудничество по экологическим проблемам ».

Для обеспечения процесса обучения представлен обширный дидактический материал на различных носителях . В совокупности учебный комплект обеспечит более углубленное представление учащихся о существующих экологических проблемах человечества, государства ( России ), региона ( Свердловской области ).

Особо следует отметить следующие особенности предлагаемого курса.

\*\* В качестве основы изложения материала достаточно подробно рассматриваются проблемы , обусловленные энергетическими потребностями общества, которые являются главным звеном в производстве и потреблении материальных благ .

\*\* В ключевой теме курса представлен материал, дающий полное представление о современном состоянии атомной энергетики и проблемах ее развития после Чернобыльской аварии ; приводятся аргументы противников и сторонников дальнейшего развития отрасли . Особое внимание уделяется вопросам радиационной и экологической безопасности АЭС , проблемам захоронения радиоактивных отходов, рассматриваются экологические аспекты снятия АЭС с эксплуатации , топливноэнергетический комплекс атомной энергетики .

\*\* Достаточно внимания удалено проблеме необходимости изменения стратегии развития общества и способу ее реализации . Осознание обществом неразрывного единства с природой; ответственности за судьбу будущих поколений землян явилось причиной переоценки культурных ценностей, что привело к появлению тенденции изменения глобальных масштабов - переходу от опережающего возможности роста потребностей к их осознанному регулированию, способному обеспечить длительное устойчивое развитие цивилизации .

Реализация этой стратегии - в управлении природопользованием , при котором решающим является экологический фактор - адаптационные возможности окружающей среды .

## ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ВОПРОСАМ РАДИОЭКОЛОГИИ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Талалай А.Г.

Институт испытаний и сертификации минерального сырья при УГГГА:  
г. Екатеринбург

Качество продукции является самым важным для выживания и процветания любой уважающей себя фирмы. Ведь фирмы в условиях рынка могут успешно существовать лишь в том случае, если они способны длительный срок и с соответствующей прибылью продавать свою качественную и безопасную для людей продукцию. Обеспечение качества продукции по радиационному фактору устанавливают исходя из специфики

производства, технологического оборудования и его надежности, вероятности возможных аварий.

Кроме контроля за качеством продукции по радиационному фактору существует и наиболее важная задача по защите настоящего и будущего поколения людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения. Для обеспечения качества продукции на предприятиях нужно иметь квалифицированных специалистов, способных вести эту работу на уровне международных требований. Когда речь идет о работе с источниками ионизирующего излучения, то необходимо иметь в виду, что в проведению подобных работ допускаются не просто специалисты с высшим образованием, но и в обязательном порядке прошедшие специальную подготовку и стажировку.

При Уральской государственной горно-геологической академии, организован Институт испытаний и сертификации минерального сырья, который проводит совместно с комитетом по радиационной безопасности ЕС НИО, УГТУ-УПИ и ООО <ИНГЭС> подготовку специалистов.

Мы стремимся комплектовать группы специалистов однородных отраслей промышленности.

Занятия проводятся высококвалифицированными специалистами, в том числе прошедшими специальную подготовку в органах Госстандарта РФ и Госатомнадзора РФ. Занятия проводятся на базе аккредитованной лаборатории радиационного контроля (Аттестат № 4211-94 от 20.12.95. Вр. разрешение № 01-18/01(2)-1214 от 20.09.95). Обучение ведется по программам, согласованным с Государственным комитетом по охране окружающей среды Свердловской области (Лицензия В 205404). После обучения слушателям, успешно прошедшим курс и сдавшим экзамены, выдается сертификат и удостоверение о повышении квалификации Российского образца. Каждый слушатель получает курс лекций и необходимый пакет НТД.

Мы надеемся, что наличие подготовленных специалистов по вопросам радиоэкологии и радиационной безопасности поможет успешнее решать возникающие вопросы как с отечественными, так и с зарубежными предприятиями и фирмами.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ АККРЕДИТАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СГСК "РАДОН"**

Чемерис Н.Б., Бочаров В.Г.  
СГСК "Радон", г.Екатеринбург

### **1. Причины необходимости аккредитации ЛРК.**

В соответствии с законами РФ "О защите прав потребителя", "О сертификации продукции и услуг", "Об обеспечении единства измерений", требованиями международной конференции по аккредитации испытательных и измерительных лабораторий (ИЛАК), руководство ИСО/МЭК, стандартов ЕН и других документов "Системы сертификации ГОСТ Р" 1 марта 1993 года Госстандартом России было введено Положение "Критерии и порядок аккредитации ЛРК".

В соответствии с этим "Положением":

- испытания продукции по радиационному признаку должны выполняться уполномоченными на то ЛРК, достоверность результатов измерений которых, подтверждена комплексной метрологической аттестацией, осуществляющей компетентными органами;

- делегирование ЛРК полномочий в проведении испытаний продукции осуществляется путем их: аккредитации, т.е. официального признания технической компетенции и правомочий ЛРК выполнять конкретные измерения в соответствующей области;

- аккредитация ЛРК проводится в Государственной системе обеспечения единства измерений (ГСИ) и удостоверяется аттестатом, зарегистрированным в Государственном реестре средств измерений;

- аккредитация ЛРК является основанием для получения лицензии Госатомнадзора или Госсанэпиднадзора России на выполнение измерений, связанных с обеспечением радиационной безопасности.

## 2. Процедура аккредитации ЛРК.

ЛРК СГСК "Радон" проходила аккредитацию в Центре метрологии ионизирующих излучений (ЦМИИ) ГЦ "ВНИИФТРИ" Госстандарта России..

Всеми организационными вопросами по процедуре аккредитации ЛРК в ЦМИИ ГП "ВНИИФТРИ" занимается НПП "ДОЗА" и конкретно сис Л.В.Чубарова. Процедура аккредитации ЛРК проходила в несколько этапов.

### 1 этап - организационный.

Состоял из предварительных переговоров с НПП "ДОЗА", оформлением заявки на аккредитацию ЛРК и изучение содержания присланных в дальнейшем из НПП "ДОЗА" перечня необходимой документации и ГОСТов "Системы сертификации ГОСТ Р".

### 2 этап - собирательно-оформительский.

На этом этапе были составлены и соответствующим образом оформлены:

- область аккредитации ЛРК (перечень работ, на выполнение которых предполагалось аккредитовать ЛРК);

- паспорт ЛРК ,его составление, предваряла длительная работа по сбору и комплектации нормативной и методической документации на пробоотбор, изготовление счетных образцов, проведение измерений;

- положение о ЛРК;

- руководство по качеству испытаний ЛРК.

### 3 этап - экспертный.

Все составленные на 2-ом этапе документы были отправлены в НПП "ДОЗА" на экспертизу. Вместе с документами была отправлена проба с результатами анализа на аппаратуре ЛРК для проведения заверочных работ.

На этом этапе начальник ЛРК приглашался в НПП "ДОЗА" после проведения экспертизы документации и заверочных работ по пробе для доработки документации и разрешения высветившихся на этом этапе проблем с аппаратурным обеспечением ЛРК. Необходимые доработки в документации были сделаны, аппаратурные проблемы руководством СГСК "Радон" были решены еще на 3-ем этапе аккредитации - был приобретен гамма-бета-спектрометрический комплекс с программным обеспечением "Прогресс".

### 4-ый этап - заключительный.

На этом этапе было получено свидетельство на гамма-бета-спектрометрический комплекс и выдан "Аттестат аккредитации, лаборатории радиационного контроля" СГСК "Радон", зарегистрированный в государственном реестре под № 41192-97.

## 3. Результаты аккредитации.

Идея аккредитации ЛРК, начавшаяся реализовываться с 1993 года, явилась естественным развитием системы метрологического обеспечения измерений ионизирующих излучений с большим акцентом на радиационный контроль. При аккредитации в комплексе решаются все вопросы обеспечения единства измерений. Этому, в значительной мере, способствовало создание отечественными производителями альфа-бета-гамма-спектрометрических комплексов с программным обеспечением, не уступающих лучшим зарубежным аналогам и позволяющим решать весьма сложные вопросы радиационного контроля.

В настоящее время пройти аккредитацию ЛРК без такой аппаратуры невозможно, с другой стороны, такое аппаратурное оснащение ЛРК без выхода на уровень официальных заключений не имеет смысла.

## СОДЕРЖАНИЕ

Безопасность атомной энергетики	Стр
<b>Ефанов В.Н., Суяргулов Т.Р.</b> -Проблемы безопасности ядерных энергетических установок : анализ риска и реконфигурация алгоритмов управления.	3
<b>Иванов Б.К.</b> - Атомная энергетика - экономические и социальные факторы	4
<b>Егоров В.М., Уткин В.И., Агеева И.В.</b> - Атомным электростанциям на Урале имеется альтернатива.	6
<b>Иванов Б.К.</b> - Белоярская АЭС. Неопознанное аномальное явление ( Итоги общественной экологической экспертизы).	7
<b>Акифьева Н.Н., Типов Г.П.</b> - Об устойчивости переходных процессов регулирования нейтронного потока реакторных установок.	9
<b>Половов Б.Д., Лешуков Н.Н.</b> - Использование горно-технических сооружений для размещения АЭС и хранилищ ядерных отходов.	11
<b>Зеленкова Ю.О., Сапожников Б.Г.</b> - Проблемы термодинамического вскрытия тзвэлов отработавшего топлива АЭС для его последующей регенерации.	12
<b>Жилкин Б.П., Тюльпа В.В., Хазиев М.М., Ясников Г.П.</b> - О применении импактных газовых струй разной формы в системах охлаждения ядерных энергоустановок.	12
<b>Нечепуренко А.С., Поженский С.В., Самунь С.В.</b> - Применение боросодержащих материалов для консервации радиоактивных отходов.	13
<b>Нечепуренко А.С., Поженский С.В., Самунь С.В.</b> - Применение бора и его соединений для обеспечения радиационной безопасности работы АЭС.	14
<b>Вопросы радиоэкологии</b>	
<b>Заболотских В.А., Уткин В.И.</b> - Радиационная обстановка в Свердловской области.	14
<b>Лунев В.В., Тестов Б.В.</b> - Радиоэкологическая ситуация в Пермской области.	18
<b>Баженов А.В., Василенко В.Н., Иванцкая М.В., Изюмов М.А., Исаева Л.Н., Устин А.А., Кямкин А.М., Назаров И.М.</b> - Предварительные результаты по созданию Государственных карт радиоактивного загрязнения Уральского региона.	19
<b>Талалай А.Г., Глушкова Т.А., Буров И.Б., Макаров А.Б., Локтионов О.Э., Жарников М.Ю.</b> - Технология создания информационного банка данных по результатам радиоэкологического мониторинга объектов окружающей среды ( на примере обследования горно-металлургических и нефтегазодобывающих производств).	20
<b>Чемерис Н.В., Изюмов М.А.</b> - Радиоэкологическая обстановка в районе размещения ПЗРО Свердловского Государственного Спецкомбината "Радон".	21
<b>Уткин В.И., Юрков А.К., Николаев В.В.</b> - Радиометрическая съемка в районе подземных ядерных взрывов (Пермская область).	22
<b>Трапезников А.В., Чеботина М.Я., Юшков П.И., Трапезникова В.Н., Гусева В.П.</b> -Влияние стоков р.Течи на радиоэкологическое состояние р.Исеть:	24
<b>Уткин В.И., Юрков А.К.</b> - Особенности распространения и переотложения радиоактивного загрязнения в водной среде.	24
<b>Набережнова Е.П., Гапонцев В.Л., Борухович А.С.</b> - Математический мониторинг радиоактивного загрязнения водосбора рек.	25
<b>Нифонтова М.Г., Маковский В.И.</b> - Болотные системы как индикатор радиоактивного загрязнения среды.	26
<b>Санникова Н.С., Санников С.Н., Нифонтова М.Г., Петрова И.В.</b> - Содержание радионуклидов в лесной подстилке и травянистой растительности в лесных экосистемах зоны ВУРС Каменского района.	27
<b>Коробейникова В.П.</b> -Концентрация и содержание радионуклидов ( $Sr-90$ и $Cs-137$ ) в некоторых растительных сообществах Каменского района (зона ВУРС).	28

<b>Никонова Н.Н., Фамелис Т.В., Шурова Е.А.</b> - Оценка современного состояния растительного покрова Свердловской области и прогнозирование качества природной среды.	29
<b>Возжеников Г.С., Александрова Ж.Н., Бельшиев Ю.В., Возжеников Е.Г.</b> - О ботаническом факторе реабилитации радиоактивно-загрязненных площадей.	30
<b>Трапезников А.В., Позолотина В.Н., Юшков П.И., Гусева В.П., Сергеев А.М.</b> - Оценка эффективности рекультивации радиоактивных отходов в районе пос.Озерный.	31
<b>Бетенеков Н.Д., Воронина А.В., Недобух Т.А.</b> - Некоторые проблемы очистки и контроля питьевой воды, содержащей радионуклиды.	32
<b>Никифоров А.Ф., Смирнова М.В., Еремина Л.Н., Исаев С.А. Старкова Н.В.</b> - Технология дезактивации радиационно загрязненных водных систем с применением природных и искусственных стимулов.	34
<b>Радиометрический мониторинг</b>	
<b>Пискунов Л.И., Башко С.Н., Гурвич В.Б., Лемяев М.Ф., Заболотских В.А.</b> - Система оптимизированного радиационного мониторинга малых доз облучения населения.	34
<b>Чурсин А.В., Евстигнеев А.В.</b> - Влияние Чернобыльской аварии на территории Свердловской области.	36
<b>Пискунов Л.И., Заболотских В.А., Башко С.Н.</b> - Дозы внешнего облучения населения Екатеринбурга от Чернобыльского следа.	38
<b>Чубирко М.И., Степкин Ю.И., Ищенко Л.М., Акиньшина А.А.</b> - Особенности мониторинга малых доз ионизирующего излучения в Воронежской области.	39
<b>Башко С.Н., Пермикина З.А., Пискунов Л.И., Сидоров Н.Г., Топоркова И.В., Тощев В.В.</b> - Оптимизация радиационного мониторинга объектов аграрного производства.	41
<b>Булаев О.Ф., Москалев В.А., Шайлов В.В.</b> - Комплексная автоматизированная система мониторинга природной среды.	42
<b>Манаков Н.А., Ермошин П.И.</b> - Радиационный контроль при отводе участков под строительство и при приемке зданий в эксплуатацию в Новосибирской области.	43
<b>Файзрахманов Ф.Ф., Сидоров А.И., Субботин Л.А., Обухов Р.Л., Лашко В.Й., Сапожников В.П., Гуркало А.С., Байдуриш Р.Р.</b> - Дозовые нагрузки внешнего облучения персонала опасных участков РФЯЦ-ВЕИИТФ.	44
<b>Алукер Н.Л., Алукер Э.Д., Еременко А.Н., Попов В.Л.</b> - Применение индивидуальных дозиметров на основе ТЛД-К для мониторинга дозовых нагрузок в Кузбассе.	44
<b>Кортов В.С., Никифоров С.В., Горелова Е.А., Мильман И.И.</b> - Автоматизированная термolumинесцентная дозиметрическая система для радиационного мониторинга ("Сапфир-001").	46
<b>Сидоров Н.Г., Пермикина З.А., Башко С.Н.</b> - Особенности атмосферных выпадений Ra-D (Pb-210) в Екатеринбурге в 1993-1995гг.	47
<b>Юркова И.А.</b> - Особенности изменения концентрации радона в воздухе подвальных помещений в зависимости от типа вентиляции.	48
<b>Юркова И.А., Малышева Т.М.</b> - Контрольно-калибровочное устройство (комплект стандартных образцов) для оценки содержания радона в воздухе.	49
<b>Хайкович И.М., Соколов А.К.</b> - Сцинтилляционные дозиметры для измерения малых доз от естественных радионуклидов.	50
<b>Барышев Л.В., Корытко Л.А.</b> - Применение полевого радиометра спектрометрического для расчета мощности дозы.	52
<b>Изумнов С.А., Семенов В.С., Фефелов В.А.</b> - Экспериментальная проверка эффективности программ обработки сцинтилляционных спектров.	53
<b>Рыбаков Е.Н.</b> - Низкофоновая камера с высокой эффективностью регистрации для изучения малых радиоактивностей.	54

<b>Шастин А.Г.-</b> Мобильное радиотехническое устройство для дезактивации с замкнутым воздушным циклом.	55
<b>Горбатенко В.П., Дульzon А.А., Решетко М.В., Ершова Т.В.-</b> О влиянии повышенной радиоактивности на грозовую активность.	56
<b>Медико-биологические исследования</b>	
<b>Ильинских Н.Н., Ильинских Е.Н., Иванчук И.И., Ильинских И.Н.-</b> Цитогенетическая нестабильность клеток крови у жителей некоторых населенных пунктов, расположенных на берегах рек Енисей, Томь и Течь, в зоне радиационных сбросов производств ядерного цикла Сибири и Урала.	58
<b>Тарахтий Э.А.-</b> Показатели системы крови домовой мыши в зоне влияния Тоцкого ядерного взрыва.	59
<b>Васильев А.Г., Васильева И.А. -</b> Оценка отдаленных эколого-генетических последствий Тоцкого ядерного взрыва на примере модельных популяций грызунов.	61
<b>Климин В.Г., Кузьмин А.И., Фурса Т.О., Легранд С.Н., Юшков Б.Г. -</b> Изменение микрососудов костного мозга крысы при облучении.	62
<b>Климин В.Г., Кузьмин А.И., Фурса Т.О., Зерчанинова Е.И., Легранд С.Н., Юшков Б.Г. -</b> Структурные изменения селезенки крысы при действии на организм ионизирующей радиации.	63
<b>Ильинских Н.Н., Ильинских Е.Н., Ильин С.Ю., Ильинских И.Н.-</b> Использование препаратов из облепихи и стимуляторов неспецифической резистентности для коррекция состояния цитогенетического неблагополучия у людей, проживающих в поселках, попавших под воздействие радиационной аварии на Сибирском химическом комбинате (Томск-7).	64
<b>Ларионов Л.П., Щеголев А.А., Бреднева Н.Д., Чемезов С.А., Ветошкин В.Г., Башкирова И.Б. -</b> Зависимость чувствительности организма экспериментальных животных к ионизирующему излучению при воздействии препаратов растительного и животного происхождения.	66
<b>Захаренко Л.П., Захаров И.К..-</b> Особенности использования соматического мутационного и рекомбинационного тестов при поиске радиопротекторов.	66
<b>Ястребов А.П., Лемяев М.Ф., Шилко В.И., Липатов Г.Я. , -</b> Медицинские проблемы радиационной безопасности	67
<b>Насыбуллина Г.М., Попова Л.Л. -</b> Адаптационные возможности у потомков жителей зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа.	68
<b>Подгаева В.А., Боярский А.П., Шулев П.Л. -</b> Влияние медико-социальных факторов на здоровье участников ликвидации последствий на Чернобыльской атомной электростанции.	69
<b>Кузьмин Ю.Ф., Талалаева Г.В., Налетова Т.М.-</b> Проблемы экологической медицины в контингентах лиц, подвергшихся радиационному воздействию.	70
<b>Проблемы радиоэкологического образования</b>	
<b>Егоров Ю.В.-</b> Основы радиохимии и радиоэкологии как "невостребованная" тема учебных программ уральских университетов.	71
<b>Холостова З.Г., Фишов В.В., Лопатин В.Н.-</b> Концепция подготовки радиоэкологов на базе общего биофизического образования.	72
<b>Выжанов Э.А., Огорелков А.В., Ратников Е.Ф., Щеклеин С.Е.-</b> Атомная энергетика и экология.	73
<b>Талалай А.Г.-</b> Подготовка специалистов по вопросам радиоэкологии и радиационной безопасности.	74
<b>Чемерис Н.В., Бочаров В.Г.-</b> Опыт проведения и результаты аккредитации лаборатории радиационного контроля (ЛРК) Свердловского Государственного специализированного комбината "Радон".	75