

**АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ
РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ****А. П. Кравец***Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев*

Рассмотрена эффективность существующих подходов к оценке “чернобыльских” доз и рисков стохастических эффектов у населения, проживающего на загрязненных территориях. Сделан вывод, что главная неопределенность в прогнозировании связана с возможностью изменения при пролонгированном действии облучения с низкой мощностью дозы радиочувствительности организмов как в сторону радиоадаптации, так и в сторону радиосенсибилизации.

За годы, прошедшие после Чернобыльской аварии, накоплен огромный фактический материал по изучению радиоэкологических, биологических и медицинских ее последствий. Научная общественность убедилась в том, что ни один из предварительных прогнозов не осуществился. Известны крайние точки зрения: в соответствии с прогнозом Гофмана [1] должны наблюдаться 300 тыс. дополнительных летальных исходов от злокачественных новообразований на поколение. По прогнозам Лаки [2] авария приведет лишь к гормезисным эффектам со снижением численности спонтанных раков на 20000 случаев. Что стало известно за эти годы и что предстоит изучить, чтобы улучшить наши знания в области радиационных последствий такого широкомасштабного радионуклидного загрязнения среды обитания человека?

Прогноз радиологических последствий радиационных аварий базируется на оценке и прогнозе доз внешнего и внутреннего облучения и риска (Гр^{-1}) стохастических эффектов – рака и наследственных заболеваний для данных условий формирования доз [3]. В связи с этим наша статья посвящена анализу эффективности используемых в настоящее время подходов к оценке последствий Чернобыльской аварии для населения загрязненных территорий.

Оценка „чернобыльских” доз для населения загрязненных регионов**Сравнительный анализ подходов к ретроспективному восстановлению
и прогнозированию доз**

Сложной и не всегда надежной оказалась реконструкция доз ликвидаторов. Не менее сложными являются оценки доз населения загрязненных регионов. В связи с тем, что долгоживущими радионуклидами загрязнены значительные территории, формирование “чернобыльских” доз – продолжительный процесс, который в значительной мере определяется сложным взаимодействием факторов, связанных с особенностями аварии, природными характеристиками загрязненной среды обитания человека и социальными факторами (рис. 1). Ухудшение экономической ситуации и социальные потрясения, которые затронули все страны бывшего Советского Союза, привели к тому, что уровень загрязнения продуктов питания для населения сел и большинства населения городов практически отражает экологическую ситуацию.

Для реконструкции, оценки и прогнозирования доз необходимо знать и учитывать мощность потоков поступления радионуклидов к человеку, значит, учитывать радиоэкологические характеристики среды обитания. В связи с загрязнением разнообразных по своим природным характеристикам территорий наиболее сложным и нетривиальным в научном отношении вопросом является оценка доз от внутреннего облучения населения.

В настоящее время существует два основных подхода к непрямой оценке доз внутреннего облучения, их реконструкции и прогнозированию: на основании мониторинга продуктов питания и учета радиоэкологических закономерностей поступления и миграции радионуклидов в пищевых цепочках с последующим поступлением к человеку.



Рис. 1. Схема взаимодействия факторов формирования дозовых нагрузок человека.

В странах бывшего Советского Союза официальной является методика, основанная на перерасчете рациона человека на „молочный” эквивалент и учете загрязнения молока.

Очевидны преимущества такого подхода. Во-первых, в силу биогеохимических особенностей цезия именно молоко становится одним из самых загрязненных продуктов питания и потенциально может определять до 30 - 70 % поступления $^{134+137}\text{Cs}$ [4] в организм с пищей. Во-вторых, качественно проводить мониторинг одного продукта легче, чем продуктов, составляющих полный рацион.

Вместе с положительным несомненным аспектом использования этой методики имеются многочисленные сложности в ее практическом использовании, которые и снижают точность ее оценок [5 - 7].

Известно, что уровень загрязнения продуктов животноводства, и в наибольшей степени молока, определяется не раз в год, во время сбора урожая, а изменяется на протяжении всего года. Кроме обычных радиоэкологических факторов, которые определяют загрязнение сельскохозяйственной продукции, на колебания степени загрязнения влияют вид содержания коров (пастбищное или стойловое), время перевода на пастбище, вид растительности, стадия ее развития, частота и время укуса и многое другое. Отметим, что все эти факторы проявляются в разной степени в зависимости от уровней продуктивности посевов или полуприродных ценозов.

В зарубежных публикациях отмечается как наиболее типичная одномодальная зависимость загрязнения молока в течение года с максимумом, который соответствует концу весны - началу лета [8].

В соответствии с обобщениями данных региональных радиологических лабораторий, проведенных Э. К. Гаргером и Т. Д. Лев с соавторами, на загрязненных территориях Украины наблюдается, по крайней мере, три типа сезонной динамики [9] загрязнения молока. Первый

тип динамики – достаточно гладкий, без значительных изменений загрязнения наблюдается для некоторых районов Житомирской области и Вольни. Второй – бимодальный (максимальные уровни соответствуют 7 та 10 мес) – наблюдается в Черниговской области, а третий – одномодалный с резким повышением с 5 до 10 мес – в Ровенской области. Существуют данные о трехмодальной кривой загрязнения молока для некоторых регионов Житомирской области с низким уровнем продуктивности пастбищ. Для загрязненных территорий с различными типами почв существует широкая вариабельность усредненных коэффициентов перехода радионуклидов “почва - молоко”; в зависимости от типов почв этот показатель колеблется в пределах 1 - 1,5 порядков, от 0,05 - 0,21 для чернозема до 4,3 - 4,5 для торфяно-болотных почв.

Таким образом, методика, основанная на использовании молочного эквивалента рациона и базирующаяся на отборе один раз в год 10 проб молока на населенный пункт, содержит в себе мощный источник неопределенности. Очевидно, что этот подход нуждается в пересмотре, основанном на анализе радиоэкологической информации и выявлении реальных дозообразующих факторов в поставарийных условиях Украины.

В настоящее время существуют и широко используются две группы экологических дозовых моделей.

Количественный анализ формирования потока радионуклидного загрязнения „агроценоз - человек” и оценка возможных доз, им обусловленных, проведены в ряде современных экологических дозовых моделей [10 - 13]. Их использование эффективно для соответствующих оценок в остром периоде радиоактивных выпадений и меньше приспособлено для оценок и прогноза в условиях долговременной восстановительной стадии, когда значительную роль в развитии радиационной ситуации начинают играть исходные природные характеристики сельскохозяйственных угодий и местные социальные особенности.

В связи с этим была предложена экологическая модель оценки радиологических последствий (ЭМОРП) загрязнения агроценозов. Работа была проведена по инициативе Национальной комиссии радиационной защиты населения Украины и финансировалась Министерством Украины по защите населения от последствий аварии на Чернобыльской АЭС (Минчернобыль Украины). Она разработана для стационарной восстановительной стадии поставарийного периода и адаптирована к природным условиям нашей страны [10 - 12].

ЭМОРП учитывает разнообразие типов почв Украинского Полесья и природные действующие факторы, которые обуславливают перенос радионуклидов в агроценозах и постепенную очистку продуктов питания. Проведенные оценки учитывают темпы самоочистки почв разных типов, трансформацию биодоступности радионуклидов и прогноз общих тенденций долгосрочных изменений коэффициентов перехода „почва - растение”. Расчеты проведены для шести основных типов почв Украинского Полесья: дерново-подзолистой супесчаной, дерново-подзолистой легко- и среднесуглинистой, дерново-подзолистой средне- и сильносуглинистой, серой лесной, чернозема и торфяно-болотистой.

Эта модель, будучи достаточно сложной “внутри”, использует при параметризации уравнений практически все известные в радиоэкологии количественные данные, а также современные биокинетические модели поведения в организме человека основных дозообразующих радионуклидов. На „выходе” же она позволяет получить простые зависимости годовых или накопленных за жизнь доз в зависимости от уровня загрязнения региона и типов почв агроценозов, с которых идет получение сельскохозяйственной продукции [14 - 16].

Отметим ограничения модели и расчетов, проведенных с ее использованием. Оценки проведены для шести основных типов почв загрязненных регионов, в то время как почвенных разностей для этих регионов отмечено 42. Это определилось тем, что в настоящее время отсутствует достаточно детализированная радиоэкологическая информация о загрязнении сельскохозяйственной продукции для такой высокой точности дифференциации почв.

Далее проведенные с использованием ЭМОП оценки используют усредненные значения коэффициентов перехода „почва - сельскохозяйственная продукция”. Вместе с тем известно о существовании широкой сортовой и функциональной вариабельности коэффициентов перехода в пределах одного типа почв. Можно рассчитать влияние этой особенности показателя на накопление доз, связанных с получением продуктов питания с агроценозов определенного типа почв с использованием минимальных и максимальных значений коэффициентов перехода (рис. 2 и 3).

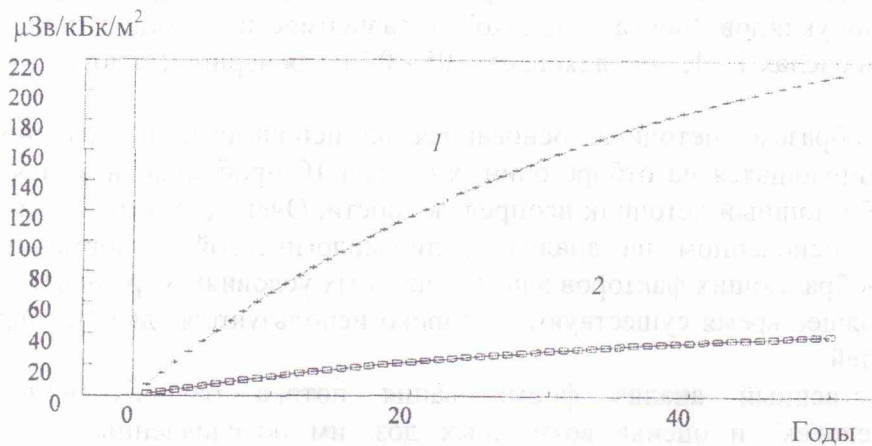


Рис. 2. Оценка дозовой „цены” генетической и функциональной вариабельности коэффициентов перехода ^{137}Cs „почва - растение” и далее по трофическим цепочкам при условии формирования рациона на дерново-подзолистых почвах: 1 и 2 - максимальные и минимальные значения коэффициентов перехода „почва - растение”.

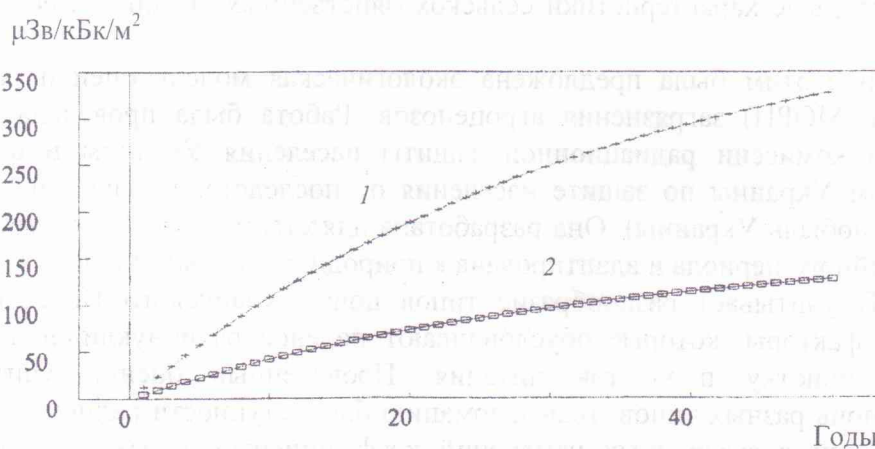


Рис. 3. Оценка дозовой „цены” генетической и функциональной вариабельности коэффициентов перехода ^{137}Cs „почва - растение” и далее по трофическим цепочкам при условии формирования рациона на торфяно-болотистых почвах: 1 и 2 - максимальные и минимальные значения коэффициентов перехода „почва - растение”.

Как показывают расчеты, за счет вариабельности коэффициентов перехода на дерново-подзолистой почве агроценозов диапазон ожидаемых доз может колебаться в 5,5 раз, для серых лесных почв этот диапазон составляет 3,2 раза, для чернозема – 5 раз, для торфяно-болотистых почв – 3,4 раза.

Существенным ограничением проведенных расчетов является и то, что в них не учтено широкое использование в питании населения продукции природных ценозов (грибы, ягоды), рыбы из пресноводных водоемов, имеющей очень высокие коэффициенты накопления. В связи с плохой экономической ситуацией население все больше включает в свой рацион эти продукты.

Таким образом, проведенные оценки также требуют своего дальнейшего развития и уточнения при постоянном взаимодействии с натурными радиозэкологическими оценками и

учете социальных особенностей регионов, которые в первую очередь отражаются на питании населения. Структура предложенной модели позволяет проведение такого рода уточнений, так как учитывает возможное варьирование структуры рациона.

Оценка доз для населения как гетерогенной популяции

Население загрязненных территорий является примером гетерогенной популяции, отдельные индивидуумы которой различаются возрастом, наследственностью и функциональным состоянием. Комплексная и всесторонняя оценка сложности этой проблемы и ее экологических последствий – дело будущих биологических и медицинских исследований, но учет некоторых ее аспектов необходим и возможен уже сегодня.

Известно, что наибольшая радиочувствительность характерна для индивидуумов детского и юношеского возрастов. Установлено, что биокинетическое поведение радионуклида, как и стабильных изотопов, эффективность их усвоения при поступлении с пищей, топология депонирования в организме, относительная скорость выведения зависят от возраста индивидуума, его функционального состояния и обеспеченности биогенными минеральными элементами.

Эти факты отражены в серии последних Рекомендаций МКРЗ и многочисленных научных публикациях [17, 18]. Также установлено различие индивидуумов разных возрастов по радиочувствительности при внешнем и внутреннем облучении [17, 18].

В связи с различным биокинетическим поведением радионуклидов для людей разного возраста рассчитаны и различные возрастозависимые дозовые коэффициенты (Зв/Бк), которые, как известно, имеют смысл эффективной эквивалентной дозы за жизнь, которая формируется при поступлении в организм 1 Бк активности определенного радионуклида. Если рассчитать с учетом возрастозависимого рациона референтную годовую дозу для людей разных возрастных групп, то этот показатель будет различным [14, 16].

Известно, что в соответствии с законодательством Украины территория считается радионуклидно загрязненной, если плотность выпадений цезия на почву равняется $37 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$, а паспортная среднегодовая доза (для взрослых) выше $0,1 \text{ мЗв/год}$. При этом дополнительная „чернобыльская” доза за жизнь не должна превышать 7 сЗв .

В связи с упомянутой регламентацией рассчитаем дозу, ожидаемую за жизнь, в зависимости от возраста индивидуума, в котором он находился на момент аварии, при референтном уровне загрязнения агроценозов с дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой (рис. 4 и 5).

Сложный вид полученных зависимостей отражает взаимодействие комплекса радиобиологических и радиоэкологических факторов: специфику рациона определенных возрастов, дозовые коэффициенты разных возрастных групп, а также процессы распада и „старения” радионуклидов и самоочищение почв, ведущее к постепенному очищению продуктов питания.

Как следует из приведенных оценок, существует реальная опасность того, что при потреблении местных продуктов питания, лица, которые были на момент аварии в детском возрасте, получают за жизнь дозы внутреннего облучения, превышающие регламентированные.

Опыт радиационных аварий прошлого и сложная динамическая структура проявления отдельных патологий в пострadiационном периоде при остром облучении свидетельствуют о существовании недостаточно выясненных механизмов и факторов формирования радиационных стохастических эффектов. Одним из таких факторов может быть различный возраст индивидуума, в котором он подвергся одномоментному облучению, и (или) различный возраст начала хронического облучения и накопления дозы.

По-видимому, принципы нормирования должны учитывать реальную гетерогенность популяций по радиочувствительности и быть ориентированными на наиболее чувствительную часть населения.

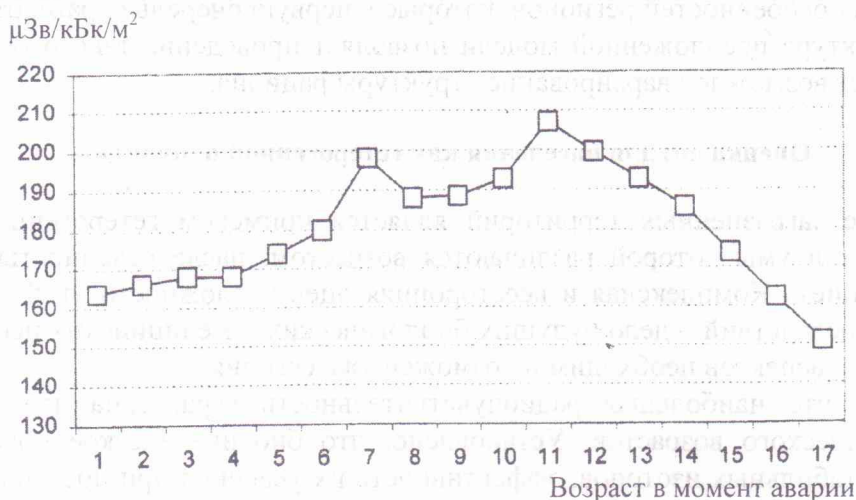


Рис. 4. Распределение ожидаемой референтной дозы от инкорпорированного ^{137}Cs в зависимости от возраста человека на момент аварии. Формирование рациона на дерново-подзолистых почвах.

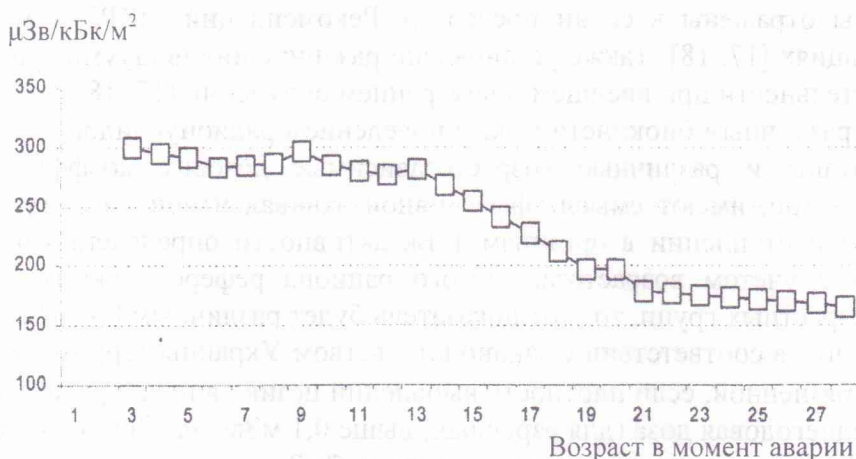


Рис. 5. Распределение ожидаемой референтной дозы от инкорпорированного ^{90}Sr в зависимости от возраста человека на момент аварии. Формирование рациона на дерново-подзолистых почвах.

Радиационные риски стохастических эффектов в условиях продолжительного облучения с низкой интенсивностью

В настоящее время, как известно, надежно установлены радиационные риски отрицательных последствий только для острого облучения в большой дозе (> 1 Гр). В результате развития атомной энергетики и радиационных аварий прошлого столетия возник интерес к проблеме малых доз ($< 0,5$ Гр). Интенсивно изучается вопрос о том, является ли действие малых доз более или менее эффективным по сравнению с большими дозами. Эта проблема равнозначна оценке „выпуклой”, „вогнутой” или более сложной зависимости радиационных рисков от дозы облучения. Вопрос широко исследуется на различных экспериментальных объектах и моделях, а также при наблюдениях за различными представителями биоты *in situ*.

Мы осуществляли прогноз онкологических заболеваний с использованием как линейной, так и „выпуклой” моделей Корбляйна - Петке, которая предложена для условий Баварии с повышенным радиационным фоном [19]. Верификация прогноза по современным данным показала, что справедливы оценки, соответствующие линейной модели НКАДАР ООН [16]. Вместе с тем нет никаких оснований предполагать, что соответствующая тенденция сохранится и в будущем, поскольку адекватность модели экстраполяции рисков в данном конкретном случае – это проблема эффективности облучения не только в области малых доз, но и с малой мощностью дозы.

Действительно, проблема малых доз имеет два существенно разных аспекта, связанных как с уровнем доз, так и со временем их формирования. Первый затрагивает различия радиочувствительности организмов в разных интервалах доз. Именно этот вопрос и исследуется в кратковременных лабораторных экспериментах с использованием мощности дозы от 20 - 170 сГр/мин и выше [21]. Сущность второго - оценки кумулятивных эффектов пролонгированного действия облучения с низкой мощностью, которое может привести к постепенному изменению радиочувствительности во всем диапазоне доз, иными словами, как к радиосенсибилизации, так и радиоадаптации организма.

Известны разнообразные данные токсикологии и радиологии, подтверждающие то, что результат облучения или воздействия токсиканта существенно различается от соотношения "мощность дозы - продолжительность действия". Так, согласно эпидемиологическим данным риск рака легких у рабочих урановых рудников выше, чем при остром облучении [7]. Повышенный риск рака у населения Баварии связывают с близким залеганием гранита как материнской породы и более высоким природным радиационным фоном [15]. Украинские эпидемиологические данные свидетельствуют о повышении выхода стабильных и нестабильных хромосомных аберраций в соматических клетках, а также о повышении общей заболеваемости населения в районах, загрязненных в результате Чернобыльской аварии, и районах Днепропетровской области, где происходит добыча и переработка урановой руды.

В исследованиях репарации ДНК при хроническом низкоинтенсивном действии мутагенных факторов показано угнетение этого процесса, степень которого определяется как природой мутагенного фактора (химический мутаген, редко- и плотноионизирующее излучение), так и продолжительностью воздействия [21].

Эти факты находятся в соответствии с законом Селье о развитии адаптивного синдрома, последней фазой которого может быть истощение организма [22].

С другой стороны, известно, что организмы обладают способностью к восстановлению повреждений, адаптации к длительно действующим низкоинтенсивным факторам. Широко используется фракционирование облучения, что приводит к снижению повреждения. Этот эффект объясняют индукцией или усилением репарации. Наряду с данными о проявлении ряда неблагоприятных эффектов имеются факты и о том, что на загрязненных территориях наблюдаются эффекты физиологической и генетической радиоадаптации [23]. Таким образом, пролонгированное облучение с низкой интенсивностью может привести к постепенной модификации радиочувствительности во всем диапазоне доз, обусловить как повышение радиоадаптированности некоторых особей, так и радиосенсибилизацию. Процесс изменения радиочувствительности является длительным, может состоять из нескольких фаз и менять знак в процессе своего развития [24].

В целом при современном уровне наших знаний вопрос о результатах пролонгированного действия низкоинтенсивного облучения на организмы остается открытым, а значит, отсутствуют уверенность в надежности прогнозирования с использованием линейной экстраполяционной модели рисков.

Не исключено, что риск стохастических эффектов может быть значительно выше при действии хронического облучения и значение этого показателя может изменяться с продолжительностью действия этого фактора на популяцию.

Таким образом, неопределенности в оценке и прогнозировании последствий Чернобыльской аварии связаны как со значительными трудностями ретроспективного восстановления и прогнозирования доз, так и с отсутствием знаний о поведении человеческого организма в условиях пролонгированного облучения с мощностью дозы, которая незначительно превышает фоновую.

Формирование "чернобыльских" доз для населения находится в непосредственной зависимости от радиоэкологических характеристик среды обитания, особенностей миграции радионуклидов в природных средах и мощностей путей их поступления к человеку. Уточнение доз – общая проблема радиоэкологов и дозиметристов.

Продолжительное облучение с низкой мощностью дозы может привести к изменению радиочувствительности организмов как в сторону радиосенсибилизации, так и в сторону адаптации, а значит, формально, к изменению коэффициентов риска. В этом случае динамика проявления различных форм рака и наследственных заболеваний в значительной степени будет изменена [25].

Считаем, что уменьшение неопределенности в данном вопросе может быть достигнуто в первую очередь путем экспериментального исследования разнообразных модельных систем. Важнейшие данные по этому вопросу могут быть получены также на основании широких эпидемиологических исследований населения зон влияния предприятий ядерного цикла, а также регионов, пострадавших от предшествующих радиационных аварий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гофман И.И. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущего поколений. - Минск: Вышэйш. шк., 1999. - 90 с.
2. Luskay T.D. // Radiation hormesis. Boca Raton. - USA: CRS Press, 1991.
3. Радиация. Дозы, эффекты, риск. - М: Мир, 1988. - 78 с.
4. Марей А.Н., Бархударов Р.М., Новикова Н.Я. Глобальные выпадения ^{137}Cs и человек. - М.: Атомиздат, 1974. - 167 с.
5. Лихтарев И.А., Ковган Л.Н. Общая структура Чернобыльского источника и дозы облучения населения Украины // Международный журнал радиационной медицины. - 1999. - Т. 1, № 1. - С. 29 - 34.
6. Методика-97. Инструктивно-методические указания «Реконструкция и прогноз доз облучения населения, проживающего на территориях Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС». - Киев, 1997. - 34 с.
7. Likhtarev I.A., Kovgan L.N., Vavilov S.E. et.al. Internal exposure from food contaminated after the Chernobyl accident // Health Physics. - 1996. - Vol. 70, No. 3. - P. 298 - 310.
8. Garner N. A mathematical analysis of the transfer of fission products to cow's milk // Health Physics. - 1967. - Vol. 13, No. 1. - P. 205 - 212.
9. Комплексний аналіз радіаційної ситуації та оптимізація використання сільгоспугідь радіоактивно забруднених територій (на матеріалах регіональних радіологічних підрозділів): (Заключний звіт про науково-дослідну роботу). (Договір № 14/60Н-99). - 2002. - 109 с.
10. Abbott M.L., Rood A.S. Comida: a radionuclide food chain model for acute fallout deposition // Health Physics. - 1994. - Vol 66, No. 1. - P. 17 - 29.
11. Kirchner T.B., Whicker F.W., Anspaugh L.R. et. al Estimating Internal Dose due to Ingestion of Radionuclides from Nevada Test Site Fallout // Health Phys. - 1996. - Vol. 71, No. 4. - P. 487 - 502.
12. Koch J. A dynamic models for radioactivity transfer through the human food chain // Health Physics. - 1986. - Vol. 50, No. 1. - P. 721 - 737.
13. Muller H. ECOSYS-87. A dynamic model for assessing radiological consequences of nuclear accidents // Health Physics. - 1993. - Vol. 64, No. 3. - P. 232 - 252.
14. Кравець О.П., Гродзинський Д.М. Екологічний прогноз розвитку радіаційної ситуації в Україні та формування доз людини від внутрішнього опромінення // Гігієна населених міст. - Київ: Наук. думка, 2000. - С. 70 - 87.
15. Кравець О.П., Гродзинський Д.М., Павленко Ю.А. Радіоекологічні оцінки радіаційних наслідків використання забруднених агроценозів // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних дослід. - 2001. - № 3(5). - С. 141 - 152.
16. Kravets A.P. Grodzinsky. D.M. Influence of ecological diversity of polluted agrocenocese on level and dynamic in internal doses from ^{137}Cs and ^{90}Sr formation // International Journal of radiation medicine. - 2001. - Vol. 3, No. 1 - 2. - P. 153 - 161.
17. International Commission on Radiological Protection. Recommendation of ICRP. - Oxford: Pergamon Press; ICRP Publication 60, 1990. - 280 p.
18. International Commission on Radiological Protection. Age-dependent dose to member of the Public from Intake Radionuclides. - Oxford: Pergamon Press; ICRP Pulication 56, Part 1. 1990. - 268 p.
19. Korblein A. Cancer mortality and background level of radiation in Bavaria // Low doses: Materials of permanent functioning seminar. - Minsk, 2001. - P. 198.

20. *Kravets A. P.* Difficult questions of assessment and forecast of dose and radiological risk for inhabitants of the Ukrainian Polesya // International Conference on Cancer Risk Assessment. (Athens, 22 - 24 Aug. 2003). - Athens, 2003 - P. 49 - 54.
21. *Семов А.Б., Птицина С.Н., Семова Н.Ю.* Особенности репарации ДНК при хроническом воздействии мутагенных факторов // Рад. биол. Радиоэкология. - 1997. - Т. 37, № 4. - С. 565 - 568.
22. *Гераськин С.А., Севанькаев А.В.* Универсальный характер закономерностей индукции цитогенетических повреждений низкодозовым облучением и проблема оценки генетического риска // Там же. - 1999. - Т. 39, № 1. - С. 35 - 41.
23. *Новосельцев В.Н.* Теория управления и биосистемы. Анализ сохранительных свойств. - М.: Наука, 1978. - 319 с.
24. *Шевченко В.А., Печуренков В.Л., Абрамов В.И.* Радиационная генетика природных популяций. Генетические последствия Кыштымской аварии. - М.: Наука, 1992. - 221 с.
25. *Лежачий Э.* Элементы общей теории адаптации. - Вильнюс: Мокслас, 1986. - 272 с.
26. *Кейрим-Маркус И.Б.* Особенности лучевого канцерогенеза у человека при малых дозах и малой мощности дозы // Рад. биол. Радиоэкология. - 1998. - Т. 38, № 5. - С. 672 - 681.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РАДІОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

О. П. Кравець

Розглянуто ефективність існуючих підходів до оцінки та прогнозування "чорнобильських" доз і ризиків стохастичних ефектів. Зроблено висновок, що головна невизначеність у прогнозуванні пов'язана з можливістю зміни при пролонгованій дії опромінення низької потужності радіочутливості організмів як у бік радіоадаптації, так і в бік радіосенсибілізації.

ANALYSIS OF APPROACHES FOR ASSESSMENTS AND FORECAST OF THE RADIOLOGICAL CHERNOBYL ACCIDENT CONSEQUENCES

A. P. Kravets

Analysis of the approaches for assessments and forecast Chernobyl accident consequences had been developed. It is demonstrated that the main uncertainty of assessments and forecast are connected with the possibility of induction gradual modification of sensitivity with protracted exposure. It could lead to organism's sensitisation as well as to organism's radioadaptation.

Поступила в редакцію 22.07.04,
после доработки – 06.10.04.