

Б. С. Пристер, С. В. Барбашев, В. Д. Виноградская, О. Г. Тищенко

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Лысогорская, 12, корп. 106, Киев, 03028, Украина

КОМПЛЕКСНОЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ В ЦЕЛЯХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ, МОНИТОРИНГА И АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ АЭС

Обоснована необходимость проведения комплексного радиоэкологического районирования территории для оптимизации радиационного мониторинга и принятия решений в случае аварий на АЭС. Изложены концептуальные положения и принципы, на которых базируется радиоэкологическое районирование. Основопологающим принят бассейново-ландшафтный принцип дифференциации территории. В качестве классификационных признаков районирования представлены экологические особенности территории, непосредственно влияющие на формирование радиационной ситуации вследствие выбросов радионуклидов, среди них водосборный бассейн, типы элементарных ландшафтов внутри него, тип почвы и агрохимические свойства почвы, тип природопользования и вид культур. Изложены основные критерии районирования территории по каждому из признаков. Описана необходимая входная информация и сформулированы требования к ее масштабу и разрешению на различных уровнях районирования. Для радиологической характеристики выделенных районов используются параметры кинетической модели поведения радионуклидов в системе «почва - растение», разработанной по данным радиационного мониторинга агросферы после аварии на ЧАЭС.

Ключевые слова: радиоэкологическое районирование, мониторинг, бассейново-ландшафтный принцип, радионуклиды, коэффициент перехода

Введение

Опыт ликвидации радиационных аварий показал, что доза облучения населения вследствие выбросов радионуклидов в окружающую среду обуславливается в основном внутренним облучением вследствие потребления загрязненной продукции [1, 2]. На поступление радионуклидов в пищевые цепи влияют плотность загрязнения и экологические особенности загрязненной территории. В отличие от плотности загрязнения территории, которая формируется после радиоактивного выброса, экологические особенности территории и их вклад в дозу облучения можно изучить до аварии. Для учета большого набора экологических условий, влияющих на формирование радиационной ситуации, а также их внутреннего разнообразия, необходимо провести комплексное радиоэкологическое районирование территории. Информация об экологических особенностях территории должна быть подготовлена превентивно, до аварии на ядерных или радиационных объектах, что обеспечит быстрое и эффективное реагирование на аварийную ситуацию.

Еще до аварии на ЧАЭС коллективом Одесского политехнического института под руководством профессора Б. С. Пристера были разработаны первые подходы к проблеме радиоэкологического районирования. Они были частично реализованы при формировании сети мониторинга агросферы после аварии на ЧАЭС [3]. На территории чернобыльского следа были выделены разноотдаленные от эпицентра аварии точки с одинаковыми названиями типа почв и близкими агрохимическими свойствами. Почвы были проработаны по четырем основным для территории Украинского Полесья и Лесостепи типам. Радиоэкологический мониторинг с использованием такого районирования позволил оценить радиационную ситуацию практически на всех загрязненных сельхозугодьях Украины и спланировать эффективное проведение контрмер с учетом почвенных свойств. По результатам мониторинга были установлены основные закономерности накопления радионуклидов растениями и их перехода в продукцию животноводства, построены модели этого процесса и оценены их параметры [4, 5].

Основные положения и принципы комплексного радиоэкологического районирования территории

Комплексное радиоэкологическое районирование территории направлено на научно – обоснованное выделение объектов с близкими экологическими особенностями, непосредственно влияющими на формирование дозы внутреннего облучения населения, и оптимизацию их внутреннего многообразия. Оно должно учитывать все пути миграции радионуклидов, которые ведут к их перераспределению в элементах окружающей среды.

© Б. С. Пристер, С. В. Барбашев, В. Д. Виноградская, О. Г. Тищенко, 2013

С целью получения современных и точных данных о рельефе и структуре землепользования в качестве входных данных для радиоэкологического районирования используются данные дистанционного зондирования Земли и мультиспектральные снимки. Выделенным районам присваиваются значения параметров численных моделей, с помощью которых можно прогнозировать загрязнение радионуклидами сельскохозяйственной продукции.

В основу комплексного радиоэкологического районирования положено три основных принципа. *Принцип объективности и комплексности* заключается в том, что радиоэкологическое районирование создается на основе уже объективно существующего общенаучного районирования: природно-географического, ландшафтного, типизации почв, структуры землепользования и т.д. Внутри выделенного объекта предполагается однородность потоков вещества и энергии. Принцип комплексности обеспечивается учетом набора признаков - экологических условий, которые влияют на формирование радиационной ситуации после выброса радионуклидов.

Осуществить переход между общегосударственным, региональным и локальным уровнями районирования для решения задачи локализации участка с вероятной радиоэкологической «критичностью», можно при использовании *принципа последовательных приближений*. На начальном этапе проводится оценка критичности на общегосударственном или региональном уровне и выделяются территории с наиболее вероятным превышением допустимых нормативов. На следующем региональном или локальном этапе сосредоточено внимание только на выделенных территориях, которые будут иметь площадь гораздо меньшую первоначальной. Заключительным этапом является наиболее подробный локальный уровень районирования (рис. 1).

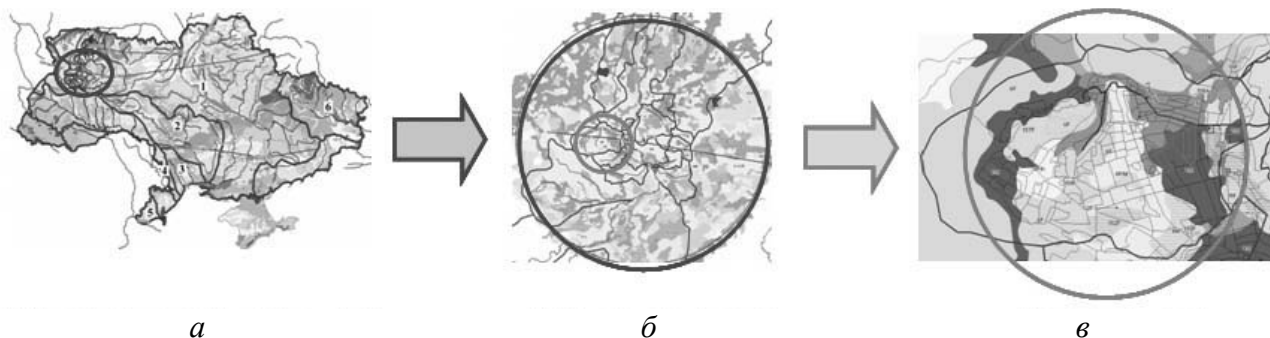


Рис. 1. Схема перехода между различными уровнями радиоэкологического районирования: *а* – общегосударственный ($> 1000 \text{ км}^2$); *б* – региональный ($100 - 1000 \text{ км}^2$); *в* – локальный ($< 100 \text{ км}^2$).

Ключевым для решения задач предотвращения дозы облучения населения в случае аварийных ситуаций на АЭС является *принцип системности и целостности* - бассейново-ландшафтный принцип районирования территории. Он заключается в выделении бассейнов поверхностного стока, ограниченных линией водораздела и имеющих внутреннюю ландшафтную структуру, в пределах которых происходят миграция, аккумуляция и вынос радионуклидов за его пределы. При районировании территории на основе бассейнового принципа территория расчленяется на водосборы разных порядков. Каждый из таких водосборов рассматривается как самостоятельная природная система, в рамках которой выделяются ее составные элементы - водосборы низшего порядка. Теоретическая и практическая значимость такого подхода заключается в том, что при решении конкретных хозяйственных задач и проведения контрмер в случае аварий на АЭС, учитывается баланс потоков вещества и энергии в пределах конкретного водосбора с различными элементами хозяйствования.

Классификационные признаки радиоэкологического районирования и шаг их деления

В основу выделения таксономических единиц комплексного радиоэкологического районирования положены экологические особенности территории, которые непосредственно влияют на формирование радиационной ситуации вследствие выброса радионуклидов. Классификационными признаками для радиоэкологического районирования выбраны: бассейн водотока, тип элементарных ландшафтов, тип почвы, тип природопользования или растительный покров, радиоэкологические признаки.

Бассейн водотока. В качестве базового признака радиоэкологического районирования выбран бассейн водотока. Основными критериями для оценки радиационной ситуации по этому признаку являются как качественные - принадлежность бассейна к гидрологической зоне, определение порядков водотока и притока, так и количественные характеристики – длина водотока, площадь во-

досборного бассейна и др. Все водосборные бассейны Украины лежат в пяти гидрологических зонах. Бассейны каждой из этих зон характеризуются значительными различиями экологических особенностей, влияющих на формирование радиационной ситуации. Водосборные бассейны зоны чрезмерной влажности, в которой расположена западная часть природно-географической зоны Украинского Полесья, имеют умеренную плотность расчленения речной сетью, малые перепады высот в пределах бассейна, широкие и неглубокие заболоченные поймы, много озер и стариц. Вследствие этого для таких бассейнов характерно наличие небольших площадей под пашней на бедных дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава и больших территорий с луговой и пастбищной растительностью на «критических» пойменных дерновых оглеенных и органических торфяно-болотных почвах. В этой зоне размещены Ривненская АЭС и зона отчуждения ЧАЭС.

В зоне достаточной влажности (Лесостепь Украины) размещены бассейны рек с умеренной разветвленностью речной сети, средними уклонами основного водотока, широкими и глубокими долинами, в которых даже возможно пересыхание рек в летний период. Почвы в бассейнах рек этой зоны, как и структура ведения хозяйства, значительно отличаются от зоны чрезмерной влажности. Здесь преобладают богатые минерализованные серые лесные почвы и черноземы, а в структуре землепользования больше представлены зерновые и сеянные кормовые культуры. В зоне достаточной влажности размещена Хмельницкая АЭС.

Влияние различий экологических условий зон чрезмерной и достаточной влажности на формирование радиационной ситуации отмечено на двух следах (западном и южном) после аварии на ЧАЭС. Даже на сегодняшний день через 27 лет после аварии в ≈ 30 населенных пунктах, размещенных в зоне чрезмерной влажности Полесья, содержание ^{137}Cs в молоке превышает допустимые уровни. В то время как на территориях зоны достаточной влажности с такой же плотностью загрязнения почвы не отмечалось превышения уровней загрязнения сельскохозяйственной продукции уже через несколько лет после аварии.

Еще две украинские АЭС – Южно-Украинская и Запорожская – размещены в гидрологической зоне недостаточной влажности. Гидрологические, почвенные и другие особенности этой зоны способствуют формированию более благоприятной радиационной ситуации в случае одинакового сценария выброса радионуклидов с Южно-Украинской и Запорожской, чем с Хмельницкой и Ривненской АЭС.

Опыт ликвидации последствий аварии на ЧАЭС показал также необходимость учета порядка притока водотока. Сток радионуклидов из водосборного бассейна р. Припять (западный след) и далее их миграция по Днепру обусловили значительное загрязнение радионуклидами орошаемой воды и, вследствие этого, орошаемой продукции на юге Украины, отдаленной от эпицентра аварии на 600 км.

Тип элементарного ландшафта. Следующим признаком для радиоэкологического районирования выбрана структура водосборного бассейна по типам элементарных ландшафтов, которые определяют характеристики, непосредственно влияющие на формирование дозовых нагрузок на население: тип почвы, тип природопользования или растительный покров. Для комплексного радиоэкологического районирования территории используется геохимическая классификация элементарных ландшафтов М. А. Глазковской [7] (рис. 2). Использование именно такой классификации ландшафтов объясняется тем, что она учитывает в большей степени особенности миграции элементов в ландшафтах, чем особенности их морфологии при традиционной классификации земель.

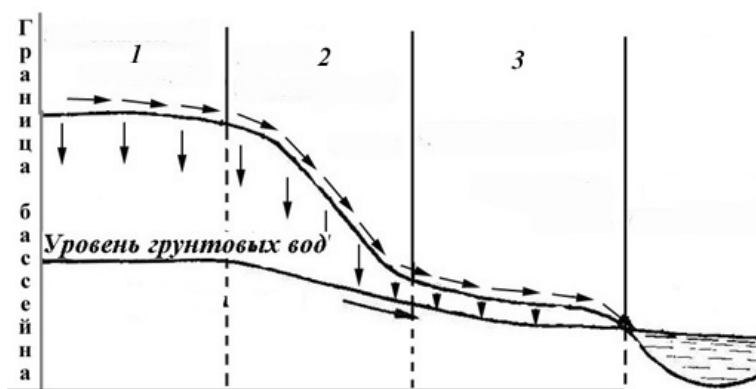


Рис. 2. Схема элементарных ландшафтов в водосборном бассейне:
1 – элювиальный; 2 – трансэлювиальный; 3 – суперэлювиальный.

Так, элювиальные ландшафты-водоразделы, как правило, представлены сухими почвами легкого механического состава под пахотными угодьями с наименьшим загрязнением растительности в бассейне. На трансэлювиальных ландшафтах - склоновых участках бассейна - размещены пахотные угодья на более минерализованных и обогащенных питательными веществами почвах. В поймах рек – супераквальных ландшафтах, как правило, размещены луга и пастбища на переувлажненных, часто огненных, луговых и органических торфяно-болотных почвах, которые являются наиболее «критическими» в бассейне по радиологическим параметрам. Кроме этого, для выделенных элементарных ландшафтов внутри водосборного бассейна характерны различные миграционные процессы: вынос радионуклидов для элювиальных ландшафтов, транзит для трансэлювиальных и аккумуляция для супераквальных.

Разбиение водосборного бассейна по типам элементарных ландшафтов дает возможность очень быстро и качественно оценить «критичность» местоположений ландшафтов в бассейне после выброса радионуклидов, выделить приоритеты для проведения радиационного мониторинга и оптимизировать пробоотбор.

Тип почвы и его агрохимические свойства. Комплексное радиозэкологическое районирование предполагает присвоение территории средних оценок радиозэкологических параметров, а для этого необходимо знание типа почв или их агрохимических свойств. Учет всего многообразия почвенных типов и разностей Украины, представленных в картографических материалах разного масштаба, очень трудоемкий и длительный процесс. Поэтому необходимо свести его к выделению основных групп, что даст возможность быстро и надежно оценить радиационную ситуацию для принятия решений. Для общегосударственного уровня районирования территории Украины используются мелкомасштабные почвенные карты менее $M1 : 1\,000\,000$. Все типы почв на этих картах, согласно основным закономерностям поведения радионуклидов в почве сгруппированы в 12 групп, которые согласуются с современной системой классификации почв ФАО/WRB [9]. На рис. 3 представлена карта «Почвы Украины» $M1 : 1\,430\,000$ (М. И. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко) до и после анализа и систематизации информации о почвенном покрове территории.

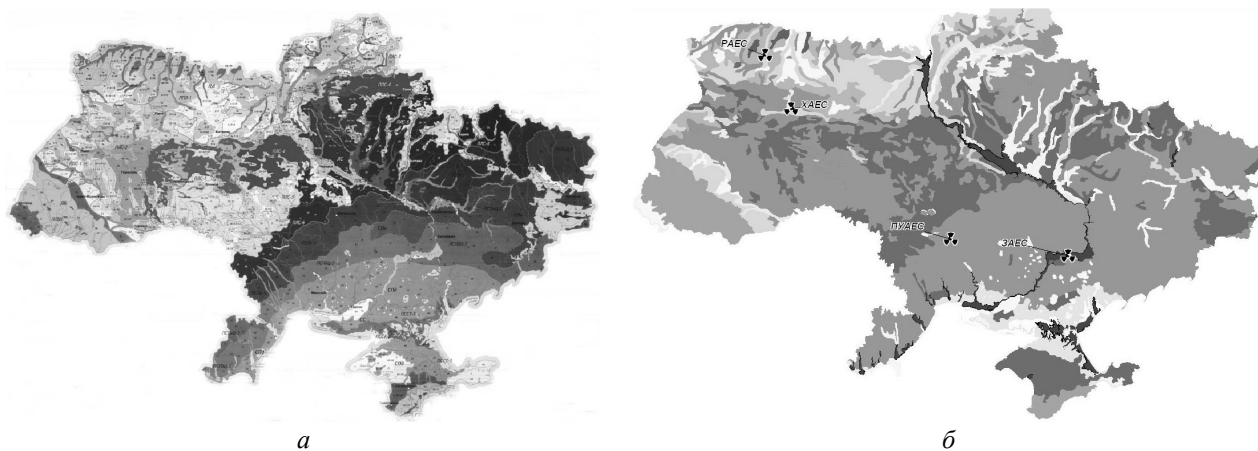


Рис. 3. Почвенная карта «Почвы Украины» $M1 : 1\,430\,000$ до (а) и после (б) группировки по основным радиозэкологическим особенностям.

На региональном уровне районирования территории необходимо использовать более подробную, чем для общегосударственного, почвенную карту $M1 : 200\,000$ (НИЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского»; Г. С. Гринь, Р. Б. Вернандер, Г. А. Андрущенко). Она содержит 198 почвенных разностей, которые можно сгруппировать в почвенные группы согласно закономерностям поведения радионуклидов в почве и в системе «почва – растение». Так, в 30-километровой зоне Ривненской АЭС (РАЭС) около 50 почвенных разностей сгруппированы в четыре группы почв: дерново-подзолистые, дерновые, аллювиальные луговые и торфяно-болотные (рис. 4).

На локальном уровне районирования, на котором непосредственно планируются и проводятся агротехнические контрмеры, помимо качественного описания типов почвы по почвенной карте больше $M1 : 25\,000$, целесообразно использовать количественную характеристику. Такой характеристикой может быть комплексная оценка свойств почвы S_{ef} (рис. 5, а) [8], значения которой используются при прогнозировании загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной продукции.

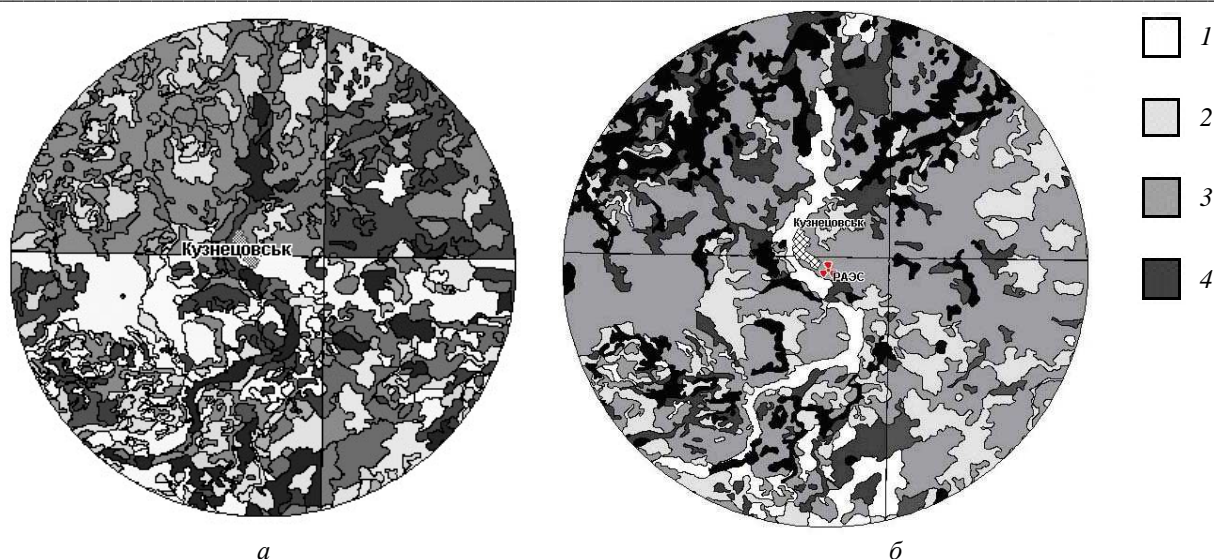


Рис. 4. Почвенный покров 30-километровой зоны влияния РАЭС: *а* – по почвенной карте М1:200 000; *б* - типизированный по радиологическим признакам: 1 – аллювиальная луговая, 2 – дерновая, 3 - дерново-подзолистая, 4 - торфяно- болотная.

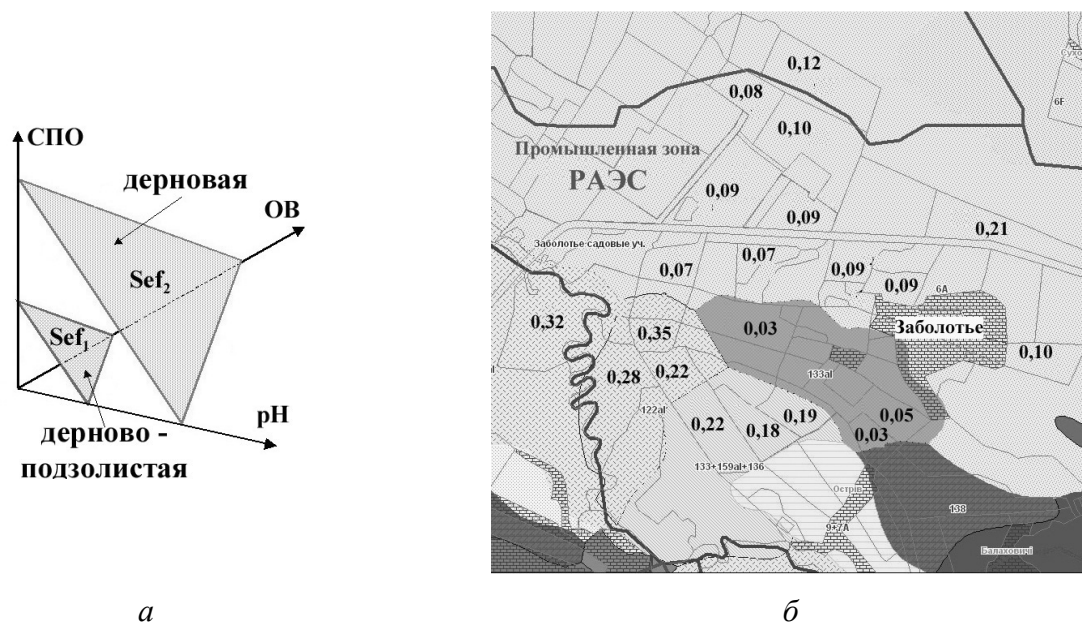


Рис. 5. Графическое представление комплексной оценки свойств почвы Sef (*а*) и ее значения для сельскохозяйственных угодий Заболотьевского сельского совета (10-километровая зона влияния РАЭС) (*б*).

Комплексная оценка свойств почвы Sef рассчитывается по основным агрохимическим показателям: рН, содержание гумуса, сумма поглощенных оснований (СПО). Такие агрохимические свойства почвы выбраны по двум основным причинам: непосредственно влияют на сорбцию радионуклидов в почвеннопоглощающем комплексе, обязательно представлены в паспортах сельских советов, других атрибутивных источниках.

Тип природопользования и вид растительности. Еще одним параметром территории, необходимым для учета при оценке радиационной ситуации, является тип природопользования или вид растительности. Аналогично группировке типов почв и, исходя из возможности получения необходимой для оценки радиационной ситуации информации и требований к ее подробности на различных уровнях радиоэкологического районирования, типы природопользования сгруппированы на общегосударственном уровне в четыре, региональном в шесть и локальном в 18 групп (табл. 1).

Для различных уровней районирования используются разные источники информации о типах природопользования. Так, на общегосударственном и региональном уровнях районирования возможно использование топографических карт М1 : 100 000 и более и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с разрешением 100 и 30 м соответственно, а на локальном будет рационально ис-

пользовать данные ДЗЗ с разрешением 15 м и выше с заполнением атрибутивной информацией о структуре землепользования органов местной власти.

Таблица 1. Группы типов природопользования для районирования территории по признаку «Тип природопользования»

Пространственный уровень районирования	№ группы	Шаг данных
Общегосударственный	1	луга и пастбища
	2	пашня
	3	лес
	4	другие, включая гидро- и транспортную сеть, промышленные объекты, земли под населенными пунктами и др.
Региональный	1	луга и пастбища
	2	участки под овощными и кормовыми культурами
	3	приусадебные участки в пределах населенного пункта
	4	пашня
	5	лес
	6	другие
Локальный	1	луга и пастбища: естественные травы
	2 - 7	участки под овощными и кормовыми культурами: томаты, огурец, капуста, лук, картофель, свекла
	8 - 9	приусадебные участки в пределах населенного пункта: зелень (салат, укроп и т.д.), овощные культуры
	10 - 16	пашня: сеянные злаковые травы, клевер, люцерна, кукуруза, озимая пшеница, рожь, ячмень
	17	лес
	18	другие

Комплексные радиэкологические характеристики. Выделенным по комплексу признаков районам присваиваются значения коэффициентов перехода ТФ радионуклидов из почвы в растения. Эти параметры были получены в ходе проведения многолетнего (1986 – 20012 гг.) радиэкологического мониторинга агросферы после аварии на ЧАЭС. Анализ динамики ТФ позволил разработать кинетическую модель поведения радионуклидов в системе «почва - растение» [4] (рис. 6). Параметры модели могут быть использованы на всех уровнях районирования, так как существуют значения параметров для дискретных классификационных названий типов почв и с учетом комплекса агрохимических свойств почвы для локального уровня районирования. Эти параметры представлены в более ранних работах авторов [4, 5].

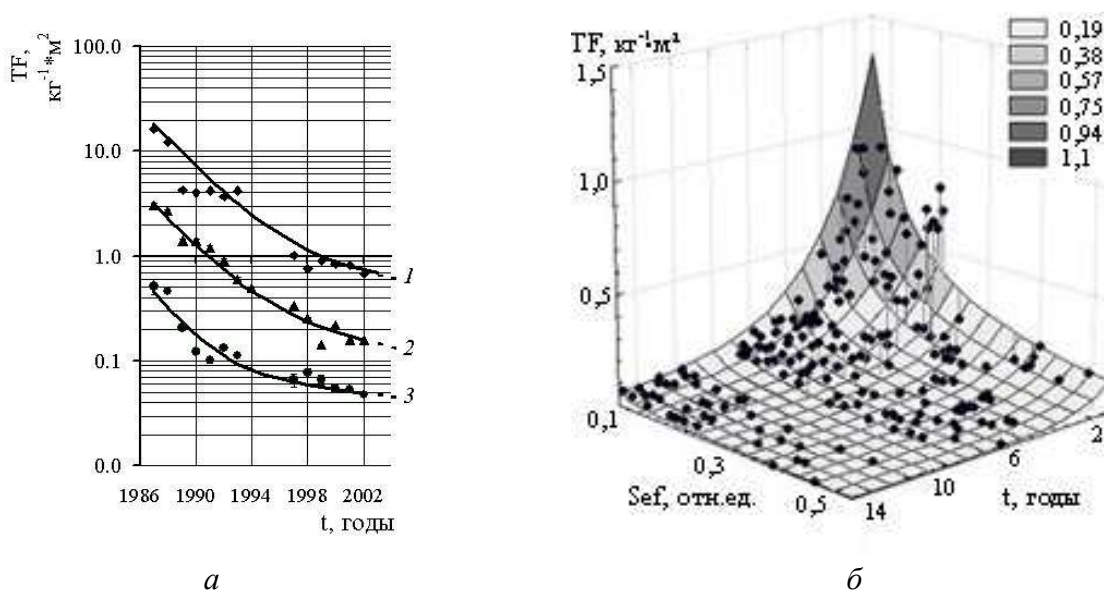


Рис. 6. Динамика ТФ ^{137}Cs : а - на дерново-подзолистой почве в сено природных трав (1), сено сеянных трав (2), зерно озимой пшеницы (3); б - в картофель для почв с различными значениями Sef.

На общегосударственном и региональном уровнях районирования территории используются дискретные параметры кинетической модели поведения радионуклидов в системе «почва - растение». В табл. 2 представлен пример различий в значениях TF для двух типов почв и различных видов природопользования, характерных для западного радиоактивного следа после аварии на ЧАЭС.

Различия коэффициентов перехода для различных типов почв и типов землепользования, в данном случае ≈ 200 раз, дает возможность выделить «критические» с радиологической точки зрения районы и в случае аварии в первую очередь проводить мониторинг и контрмеры на этих территориях.

На локальном уровне радиозоологического районирования территории используются параметры кинетической модели поведения радионуклидов в системе «почва - растение», которая учитывает комплекс агрохимических свойств почвы S_{ef} .

Таблица 2. Значения коэффициентов перехода ^{137}Cs на момент выпадений, $\text{кг}^{-1}\cdot\text{м}^2$

Тип природопользования и вид культуры	Тип почвы	
	Торфяно-болотная	Дерново-подзолистая
Луга и пастбища	60 - 190	10 - 20
Огороды <i>овощи, клубни, корнеплоды</i>	20 - 40	10 - 20
Пашня <i>зерновые</i>	5 - 10	1 - 5

Заключительная схема радиозоологического районирования территории

Выделение объектов с близкими экологическими особенностями, непосредственно влияющими на формирование дозы внутреннего облучения населения, и оптимизация их внутреннего многообразия позволили получить заключительную схему радиозоологического районирования территории. Пример такой схемы представлен на рис. 7.

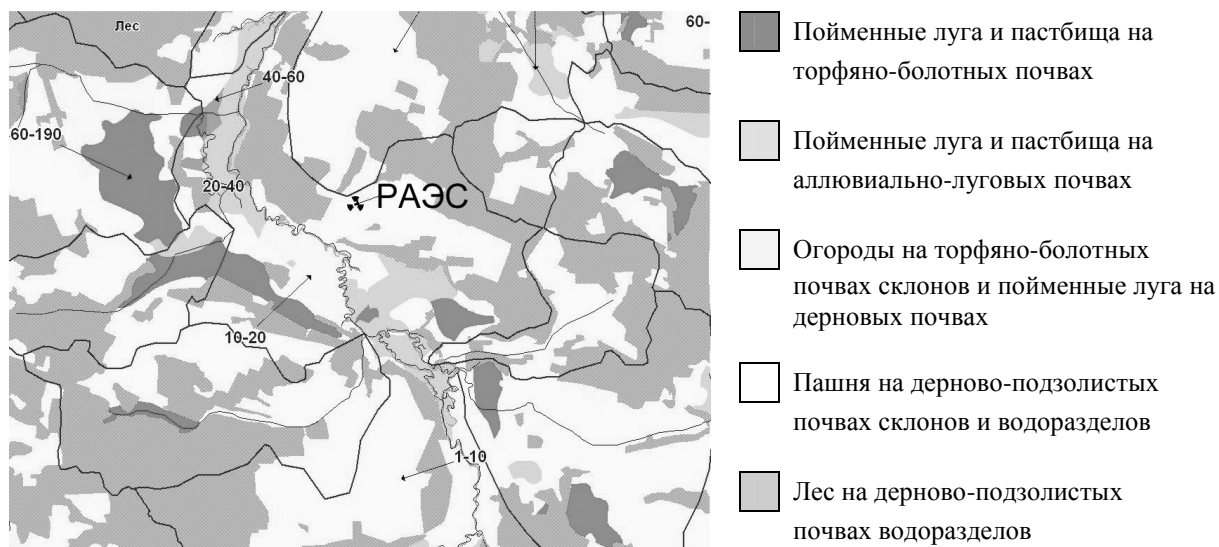


Рис. 7. Районированная по значениям TF ^{137}Cs в сельскохозяйственные культуры территория 10-километровой зоны РАЭС, включающая бассейны рек Горбах, Песчанка, Ров, Стубла.

В 10-километровой зоне РАЭС выделено пять основных районов согласно районированию по классификационным названиям типов почвы и укрупненным до четырех групп типов природопользования. Радиологическая критичность выделенных районов отличается до 200 раз на таком небольшом участке территории при равной плотности загрязнения. В случае наложения радиоактивного следа от РАЭС с градиентом плотности загрязнения почвы радиационная ситуация будет усугубляться. Обусловлено это тем, что «критические» районы - пойменные луга и пастбища на торфяно-болотных почвах - лежат в ближней зоне следа.

Анализ территории при помощи ее превентивного радиозоологического районирования дает возможность оптимизировать аварийный мониторинг и значительно ускорить принятие решения о проведении контрмер на загрязненных территориях.

Организация информационного пространства для радиоэкологического районирования территории

Для создания цифровых картографических слоев для комплексного радиоэкологического районирования территории установлены источники входной информации. К ним относятся: данные дистанционного зондирования Земли SRTM, мультиспектральные снимки: Lansat 7, слои топографической карты, включающие гидрографию, типы почв, растительный покров, населенные пункты, карты структуры землепользования и паспорта агрохимического обследования почв, данные радиационного мониторинга и экспедиционных обследований с применением технологий GPS, статистические данные. В зависимости от пространственного уровня районирования территории сформулированы требования к разрешению данных ДЗЗ, масштабам картографического материала. Разработан алгоритм создания карт радиоэкологического районирования территории.

В алгоритме изложены все процедуры поэтапной подготовки необходимых для районирования цифровых картографических слоев с атрибутивной информацией.

Выводы

Комплексное радиоэкологическое районирование территории позволяет на момент выброса радионуклидов знать потенциально опасные («критические») элементы территории и акцентировать внимание именно на них, что значительно оптимизирует аварийное реагирование.

Присвоение выделенным в результате радиоэкологического районирования объектам значений коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в растения позволяет:

- оперативно по данным о характеристиках выброса радионуклидов производить расчет загрязнения сельскохозяйственной продукции и на его основании оценивать дозу облучения населения;
- использовать расчетные данные для целей аварийного мониторинга;
- прогнозировать изменение радиационной ситуации во времени.

Использование для районирования ДЗЗ позволяет в режиме реального времени заполнять существующие материалы современной атрибутивной информацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Концепція* ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях і їх комплексної реабілітації на період 2000 – 2010 рр. / Під ред. Б. С. Пристера. – К.: Світ, 2000. – 48 с.
2. *Пристер Б.С.* Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины // Исследования ЦПЭР. - К., 1999. - № 20. - 103 с.
3. *Радіоекологічні* наслідки. Динаміка радіоактивного забруднення наземних екосистем і ефективність захисних заходів / Під ред. акад. Б. С. Пристера // Національна доповідь України «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього». – К.: Изд. КИМ, 2011. – С. 39 – 98.
4. *Prister B.S., Baryakhtar V.G., Vynogradskaja V.D. etc.* Experimental Substantiation and Parameterization of the Model Describing ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr Behavior in a Soil-Plant System // Env. Science and Pollution Research. - 2003. - Special Issue No 1. - P. 126 – 136.
5. *Пристер Б.С., Виноградская В.Д.* Кинетическая модель поведения ¹³⁷Cs в системе «почва - растение», учитывающая агрохимические свойства почвы // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2011. – Вып. 16. – С. 151 – 161.
6. *Пристер Б.С., Алексахин Р.М., Бебешко В.Г. и др.* Чернобыльская катастрофа: Эффективность мер защиты населения, опыт международного сотрудничества // Под ред. акад. УААН Б. С. Пристера. – К.: ЦТИ «Энергетика и электрификация», 2007. – 100 с.
7. *Глазовская М.А.* О геохимических принципах классификации природных ландшафтов // Геохимия степей и пустынь. – М.: Географгиз, 1962.
8. *Пристер Б.С., Бизольд Г., Девиль-Кавелин Ж.* Способ комплексной оценки свойств почвы для прогнозирования накопления радионуклидов растениями // Рад. биология. Радиоэкология. – 2003. – Т. 43. - № 6. – С. 39 – 42.
9. *Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А.* Класифікація ґрунтів України. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.

Б. С. Пристер, С. В. Барбашов, В. Д. Виноградська, О. Г. Тіщенко

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Лисогірська, 12, корп. 106, Київ, 03028, Україна

КОМПЛЕКСНЕ РАДІОЕКОЛОГІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ З МЕТОЮ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ, МОНІТОРИНГУ ТА АВАРІЙНОГО РЕАГУВАННЯ В ЗОНАХ ВПЛИВУ АЕС

Обґрунтовано необхідність проведення комплексного радіоекологічного районування території для оптимізації радіаційного моніторингу та прийняття рішень у разі аварій на АЕС. Викладено концептуальні поло-

ження та принципи, на яких базується радіоекологічне районування. Базовим прийнято басейново-ландшафтний принцип диференціації території. В якості класифікаційних ознак районування представлено екологічні особливості території, що безпосередньо впливають на формування радіаційної ситуації внаслідок викидів радіонуклідів, серед них водозбірний басейн, типи елементарних ландшафтів усередині нього, тип ґрунту та агрохімічні властивості ґрунту, тип природокористування та вид культур. Викладено основні критерії районування території по кожній з ознак. Описано необхідну вхідну інформацію і сформульовано вимоги до її масштабів і вимог на різних рівнях районування. Для радіологічної характеристики виділених районів використовуються параметри кінетичної моделі поведінки радіонуклідів у системі «ґрунт - рослина», розробленої за даними радіаційного моніторингу агросфери після аварії на ЧАЕС.

Ключові слова: радіоекологічне районування, моніторинг, басейново-ландшафтний принцип, радіонукліди, коефіцієнт переходу.

B. S. Prister, S. V. Barbashev, V. D. Vinogradskaja, O. G. Tishchenko

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants NAS of Ukraine, Lysogirska str., 12, building 106,
Kyiv, 03028, Ukraine*

COMPLEX RADIOECOLOGICAL ZONING FOR PURPOSE OF IMPROVEMENT CONTROL, MONITORING AND EMERGENCY RESPONSE ON THE AREAS OF NPP INFLUENCE

Substantiated necessity of conducting a complex radiological zoning for optimization of radiation monitoring and decision making in case of nuclear accidents. Presented conceptual provisions and principles that based the radioecological zoning. Accepted the primary principle zoning – basin-landscape principle of differentiation territory. As zoning classifications features are presented the environmental features of the territory, which directly influence on the formation of the radiation situation following releases of radionuclides. Among them: the catchment basin, the types of elementary landscapes within it, the type of soil and agro-chemical soil properties, natural-use type and the cultures type. Presented the basic criteria for zoning on each of the features. Described the necessary input information and formulate the requirements for its scale and resolution for different levels of zoning. For the radiological characteristics of the selected areas settings are used the parameters of kinetic model of radionuclides behavior in system "soil - plant", developed according to the radiation monitoring agrosphere after the ChNPP accident.

Keywords: radioecological zoning, monitoring, basin-landscape principle, radionuclides, transfer factor.

REFERENCES

1. *The concept of agricultural production in contaminated areas and their complete rehabilitation for the period 2000 - 2010 y* // Ed. B. S. Prister – Kyiv: Svit, 2000. – 48 p. (Ukr)
2. *Prister B.S. The consequences of the Chernobyl accident for agriculture in Ukraine* // Issledovanija CPER. - K., 1999. - № 20. - 103 p. (Rus)
3. *Radiological consequences. Dynamics of radioactive contamination of terrestrial ecosystems and the effectiveness of countermeasures* / Ed. B. S. Prister // National Report of Ukraine «Twenty-five years of the Chernobyl catastrophe. Safety for the future». – Kyiv: Publ. KIM, 2011. – P. 39 – 98. (Ukr)
4. *Prister B.S., Baryakhtar V.G., Vynogradskaja V.D. et al. Experimental Substantiation and Parameterization of the Model Describing ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr Behavior in a Soil-Plant System* // Env. Science and Pollution Research. - 2003. - Special Issue No 1. - P. 126 – 136.
5. *Prister B.S., Vynogradskaja V.D. Kinetic model of ¹³⁷Cs behavior in the system "soil - plant", which takes into account agro-chemical properties of the soil* // Problemy bezpeky atomnyh elektrostantsiy i Chornobylya. (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyl). – 2011. – Iss. 16. – P. 151 – 161. (Rus)
6. *Prister B.S., Aleksahin R.M., Bebesheko V.G. et al. he Chernobyl catastrophe: Effectiveness of population protection measures, with international cooperation* // Ed. academician UAAS B. S. Prister. – Kyiv: CsTI «Energetika & elektrifikatsija», 2007. – 100 p. (Rus)
7. *Glazovskaja M.A. About geochemical principles of classification of natural landscapes* // In book “Geochemistry of the steppes and deserts”. – Moskva: Geografis, 1962. – 187 p. (Rus)
8. *Prister B.S., Bizold G., Devil-Kavelin Zh. Way to a comprehensive assessment of soil properties to predict the radionuclide accumulation by plants* // Rad. biologija. Radioekologija. – 2003. – T. 43. - № 6. – P. 39 – 42. (Rus)
9. *Polupan M.I., Solovej V.B., Velichko V.A. Classification of soils in Ukraine.* – Kyiv: Agrarna nauka, 2005. – 300 p. (Ukr)

Надійшла 20.02.2013

Received 20.02.2013