

**Т. Д. Лев, Б. С. Пристер, В. Д. Виноградская**

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

## **ПРЕВЕНТИВНАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КРИТИЧНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ**

С целью минимизации последствий радиационных аварий на сельскохозяйственных территориях разработана методология проведения превентивной радиоэкологической оценки территории на государственном и региональном уровнях с использованием бассейново-ландшафтного принципа районирования территории по природным экологическим характеристикам. Проведено геоинформационное картографирование тестовой территории с выделением наиболее критичных зон по формированию дозы на население вследствие аварийной ситуации на АЭС. Использование методологии позволит предотвратить дозу облучения населения путем оптимизации оценки радиационной ситуации и принятия решений о проведении защитных мероприятий.

*Ключевые слова:* радиоэкологическая критичность, районирование, бассейновый принцип, комплексный код, верификация.

### **Вступление**

Комплексный анализ радиоэкологических оценок последствий крупных радиационных аварий позволил выделить основные пути распространения и миграции радионуклидов в объектах окружающей среды [1]. Результаты исследований показали, что оценка последствий воздействия аварий на население и окружающую среду требует рассмотрения и учета характеристик местности: локальных географических особенностей региона, ландшафтной структуры местности, распределения населения по территории, структуры землепользования, водопользования и сельскохозяйственного производства.

В руководстве по безопасности № GSG-2 [2] при оценке выполнимости аварийного плана на конкретной АЭС и моделировании дозовых нагрузок на население при аварийных ситуациях рекомендуется рассмотрение и учет природных характеристик местности и структуры промышленности и сельского хозяйства в регионе. Но, как показали последние крупные аварии на АЭС Чернобыля и Фукусимы, оценку последствий радиационных аварий проводили, когда территория уже была загрязнена. Мониторинг объектов окружающей среды для выявления локальных особенностей загрязненной территории и выделения приоритетных районов для внедрения реабилитационных мероприятий занял много времени, что привело к несвоевременному получению результатов для принятия решений.

Для наиболее быстрого и оптимального управления процессами ликвидации последствий радиационных аварий необходимо превентивно, до аварии, провести анализ и радиоэкологическую оценку природно-географических особенностей территорий вокруг АЭС. Целью проведения превентивной радиоэкологической оценки территории по экологическим характеристикам местности является выявление критических особенностей территории для снижения их влияния на формирование дозы облучения населения до аварии на ядерных или радиационных объектах. Использование современных ГИС-технологий позволяет получать пространственно-временную картину формирования радиационной ситуации с учетом местных условий и эффективно управлять процессами ликвидации последствий аварий.

### **Методы исследования**

Методология проведения превентивной радиоэкологической оценки включает в себя: экологическое районирование исследуемой территории на основе ландшафтно-бассейнового принципа с использованием ГИС-технологий, превентивную интегральную оценку радиоэкологической критичности сельскохозяйственных территорий на государственном и региональном уровнях.

Радиоэкологическое районирование исследуемой территории было проведено на основе бассейново-ландшафтного принципа, определяющего бассейн как устойчивую геосистему, объединен-

© Т. Д. Лев, Б. С. Пристер, В. Д. Виноградская, 2016

ную системообразующими потоками вещества и выстроенными в четкой иерархии, определенной порядком водосборов внутри бассейна. Бассейн использовался в качестве первичной объективно существующей структурной единицы территории, в которой определялись тип элементарного ландшафта, тип почвы и тип землепользования. Роль элементарных ландшафтов в процессах миграции радионуклидов в объектах окружающей среды различна. Все разнообразие элементарных ландшафтов на земной поверхности по условиям миграции и аккумуляции веществ объединили в три группы: группа 1 - элювиальные, занимающие повышенные элементы рельефа; группа 2 - трансэлювиальные (транзитные), занимающие склоны водоразделов и возвышенностей; группа 3 - супераккумулятивные (аккумулятивные), расположенные на равнинных территориях, примыкающих к склонам, замкнутым водоемам или в поймах рек [3, 4]. Такое разделение элементарных ландшафтов по функциональности: вынос, транзит и накопление, осаждение и аккумуляция веществ, объединяется в одну геосистему - водосборный бассейн, представляющий определенную (достаточную) природную целостность и общность в структуре природно-экологического каркаса и организации ландшафтов.

Закономерности миграции радионуклидов определяются структурой рельефа, почвенного покрова и растительности. Выделенные три экологических фактора позволяют учесть влияние ландшафтно-геохимических условий местности на процессы осаждения на подстилающую поверхность и на растения, миграцию радионуклидов в системе «почва - растение» и формирование дозы облучения населения при поступлении радионуклидов в организм животных и человека.

Оценка радиоэкологической критичности выделенных бассейновых районов проводилась на основе экспертного анализа набора экологических факторов, влияющих на интенсивность процессов миграции радионуклидов из почвы в растения для разных пространственных масштабов. Использовался накопленный экспериментальный материал и исследовательский опыт реабилитации загрязненных территорий и ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы 1986 г.

### Территория исследования

Исследуемая территория расположена на запад между Ровенской и Чернобыльской АЭС и пересекает Ровенскую, Житомирскую и Киевскую области, включая 30-километровую зону радиоактивного загрязнения вокруг ЧАЭС (рис. 1).

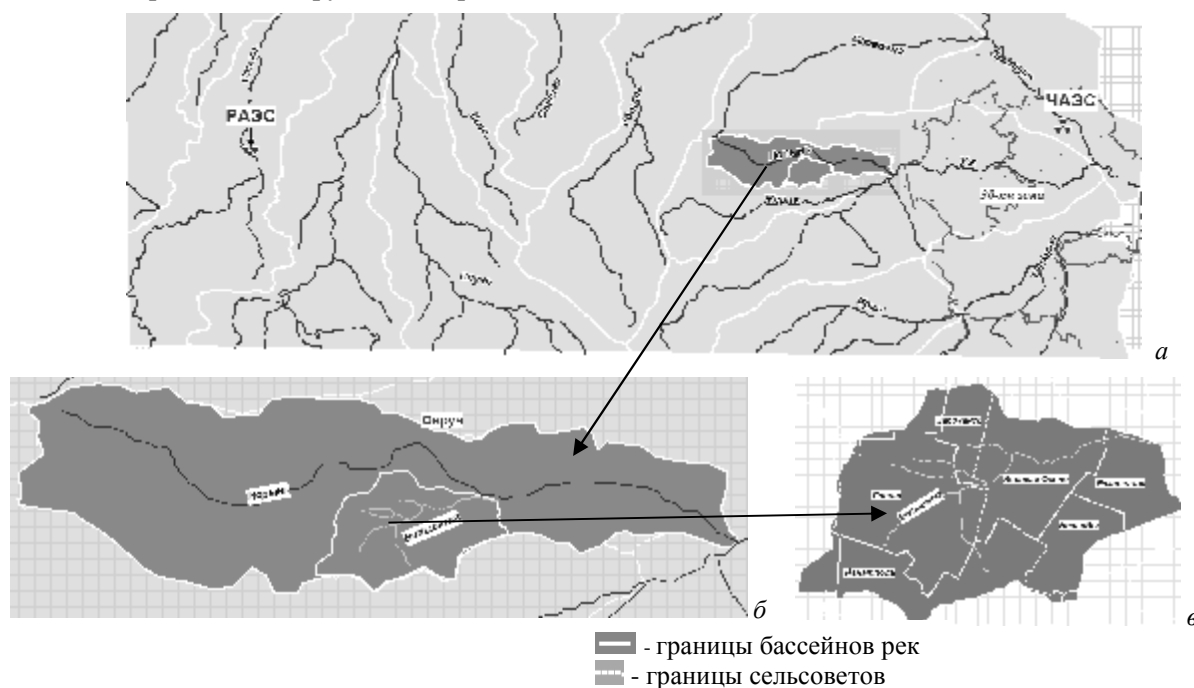


Рис. 1. Схема взаимосвязи между бассейнами на разных пространственных масштабах: а - государственный уровень (бассейн р. Припяти), б - региональный уровень (бассейн р. Норинь), в - локальный уровень (бассейн р. Вильшанка).

Это территория радиоактивного загрязнения, сформировавшегося в результате радиационной коммунальной аварии на ЧАЭС в 1986 г. (западный и юго-западный след). Территория неоднородна по своим природно-географическим свойствам и загрязнению почвы радионуклидами, что сказалось

на распределении радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции и дозовых нагрузок на население. Территория занимает 40,7 тыс. км<sup>2</sup> и включает 1,8 тыс. населенных пунктов.

Выделение и построение бассейнов основных рек исследуемой территории с использованием топографических карт разного масштаба позволяет их объединять на единой картографической основе в виде карт регулярных сеток. Связь между бассейнами на разных пространственных масштабах осуществляется с использованием унифицированных классификаторов, в которых код бассейна на локальном уровне включает код бассейна на региональном и государственном уровнях. На рис. 1 схематично представлена взаимосвязь между масштабами и бассейнами с использованием вложенных сеток для разных масштабов.

### Анализ данных и оценка критичности территории

Для проведения радиоэкологической оценки территории выбраны следующие экологические характеристики, обуславливающие радиоэкологические особенности территории - миграцию радионуклидов в системе "почва - растение" и формирование дозовой нагрузки на население:

особенности рельефа и гидрографическая сеть;

типы и агрохимические свойства почв;

структура природопользования и тип использования территорий: заповедная, лесохозяйственная, сельскохозяйственная, промышленно-урбанистическая;

демографические и социально-экономические особенности территории.

Использование разных пространственных масштабов позволяет детализировать и увеличивать число экологических факторов, участвующих в радиоэкологическом районировании территории.

Метод радиоэкологического районирования [3, 4, 6] основан на том, что выделенный район рассматривается как экологически однородная территория, определяемая типами элементарных ландшафтов, почв, подстилающей поверхности, землепользования и растительности, а значения плотности выпадений радионуклидов и других характеристик в его пределах допускают их усреднение. Такие элементы территории мы назвали пространственными "экологическими координатами": *бассейн – элементарный ландшафт - почва - землепользование*, которые определяют местоположение однородной растительной единицы на почве определенного типа элементарного ландшафта в единой структурной единице - бассейне соответствующего пространственного масштаба.

Для решения задачи районирования территории на основе бассейново-ландшафтного принципа был использован метод геоинформационного анализа и оценки исследуемой территории. Для разных пространственных масштабов были составлены требования к картографическим материалам [5], включающим базовые картографические слои и общий комплексный слой, объединяющий основные параметры для районирования и оценки территории (табл. 1).

Таблица 1. Составляющие базовой карты и требования к масштабам и атрибутивной информации на разных пространственных уровнях оценки

| Составляющие   | Источник информации   | Государственный уровень | Региональный уровень | Локальный уровень        |
|--|---|-------------------------|----------------------|--------------------------|
| Карта-грид в ГСК Пулково-42, км  |   | 2' 2                    | 0,5' 0,5             | 0,25' 0,25               |
| Карта высот местности, м   | Данные SRTM осредненные данные по ячейкам сеток                   | 600' 900                | 60' 90               | 60' 90                   |
| Бассейновые карты с основными реками   | Карты высот местности и гидрографической сети                     | М 1:3 500 000           | М 1:200 000          | М 1:100 000              |
| Карта улов склонов для регионального и локального уровней                          | Карта высот местности, построена средствами ГИС Surfer 8 и ArcGIS | -                       | М 1:100 000          | М 1:100 000              |
| Карта почв   | Почвенные карты   | М 1:3 500 000           | М 1: 200 000         | М 1:25 000<br>М 1:10 000 |
| Карты подстилающей поверхности, структуры землепользования с видами растительности | Топокарты   | М 1:200 000             | М 1:100 000          | М 1:25 000<br>М 1:10 000 |
|  | Космические снимки Landsat, м                                     | -                       | 30                   | 15                       |

Первым шагом при районировании территории является анализ исходного картографического материала. По картографическим параметрам - кодам бассейна, типа элементарного ландшафта, поч-

венной группы и подстилающей поверхности - была проведена группировка ячеек по комплексному коду, который позволил выделить однородные типологические объекты. Средствами ГИС вычислялась общая площадь бассейна и площади выделенных районов в рамках каждого объекта. Рассчитывался процент каждого объекта по отношению к площади бассейна.

С целью оптимизации "пятнистости" объектов на комплексной карте, что усложняет анализ территории, проведено укрупнение, группировка, сведение к минимуму характеристик объектов для описания типологических классов по характерным признакам.

Используемые экологические характеристики были проклассифицированы с оценкой веса каждого класса на всех пространственных уровнях. На государственном уровне по процентному содержанию агроландшафтов, торфяных почв на территории бассейна, по перепаду высот и плотности населения были построены классификаторы с экспертной оценкой классов для тестовой территории "РАЭС - ЧАЭС". Для регионального и локального уровней были введены дополнительные факторы: класс элементарного ландшафта, класс землепользования и класс растительности.

Оценка вклада каждой из выбранных экологических характеристик территории проводилась экспертно с использованием накопленных аналитических и экспериментальных материалов по оценке радиационной ситуации в постчернобыльский период на сельскохозяйственных территориях. Значения экологических характеристик в интегральный показатель для разных пространственных масштабов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Вклад ( $w$ ) экологических характеристик в интегральный показатель радиоэкологической критичности территории на разных пространственных уровнях

| Государственный уровень |         | Региональный уровень               |         | Локальный уровень                 |         |
|-------------------------|---------|------------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|
| Характеристика          | $w$ , % | Характеристика                     | $w$ , % | Характеристика                    | $w$ , % |
| Тип природопользования  | 42      | Тип элементарного ландшафта        | 40      | Тип элементарного ландшафта       | 38      |
| Тип почвы               | 33      | Тип почвы                          | 25      | Тип почвы                         | 24      |
| Тип рельефа             | 15      | Тип регионального землепользования | 25      | Тип землепользования + тип угодий | 24      |
| Плотность населения     | 10      | Плотность населения                | 10      | Вид растительности                | 14      |

Вклад каждого экологического фактора в интегральную оценку критичности выделенного типологического объекта оценивается по степени его влияния на формирование дозы облучения населения. Так, на государственном уровне максимальный вклад имеет тип природопользования (42 %), так как эта характеристика обуславливает в силу недостаточной детализации других данных на этом уровне оценки размещение критических с точки зрения формирования дозы облучения населения объектов. На региональном и локальном уровнях максимальный вклад 0,38 - 0,4 экспертно присвоено типу элементарного ландшафта. Это объясняется тем, что именно местоположение в бассейне водотока является базовой характеристикой выделенного объекта и определяет характерный для него тип почвы и тип землепользования. Значения вкладов типа почв и типа землепользования меньше 0,24 – 0,25 и равны между собой, так как значения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  влияют практически одинаково как различия между видами растительности, так и типами почвы.

Оценка степени критичности выделенного однородного (типологического) объекта проводится с использованием комплексного интегрального показателя  $I$  [9], представляющего собой сумму вкладов экологических характеристик с учетом весового коэффициента класса внутри каждой характеристики:

$$I = \sum_{i=1}^4 w_i x_i^j \quad (1)$$

где  $I$  – интегральный показатель,  $w_i$  – вклад  $i$ -й экологической характеристики, при этом сумма всех вкладов равна 1,  $x_i^j$  – значение весового коэффициента  $j$ -го класса  $i$ -й экологической характеристики.

Расчет весовых коэффициентов проводится на основе системы весовых коэффициентов Фишберна – это ранжировка классов в порядке критичности, где первый по радиоэкологической критичности класс будет иметь максимальный вес

$$x_i^j = \frac{j}{1+2+\dots+j} \quad (2)$$

где  $j$  – количество классов в выбранных характеристиках; вес следующего класса будет иметь тот же знаменатель, но в числителе будет стоять  $j - 1$ .

Схема радиоэкологической оценки критичности территории по природным экологическим характеристикам представлена на рис. 2. Пошагово проводится обработка, подготовка и классификация параметров с последующей оценкой весовых вкладов в общий интегральный показатель критичности.

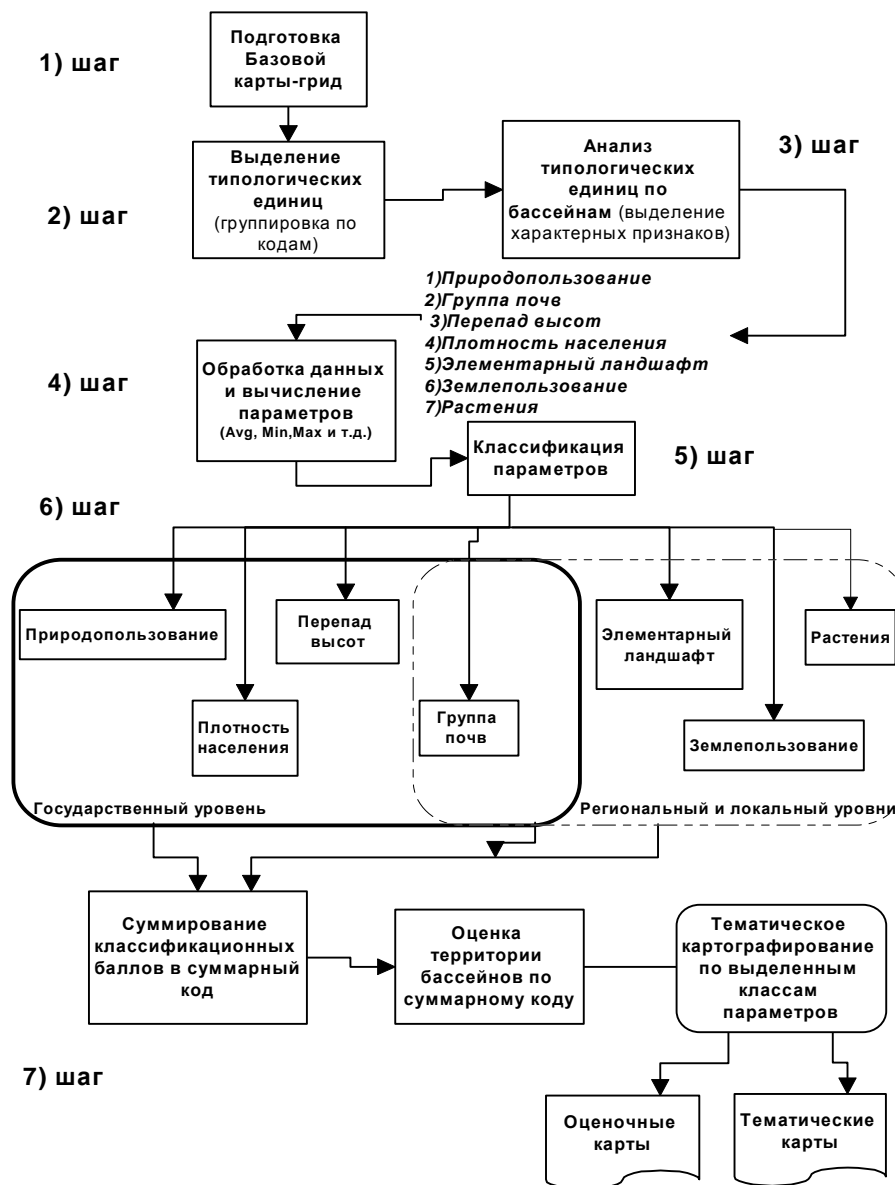


Рис. 2. Схема радиоэкологической оценки критичности территории по природным характеристикам.

После проведения экспертной оценки и присвоения баллов каждому параметру был рассчитан суммарный комплексный балл критичности по бассейнам рек на разных масштабах (рис. 3 и рис. 4). Полученные характеристики отображены на тематических картах в виде классов критичности

На рис. 3 представлена оценка степени критичности агроландшафта на государственном уровне и на региональном - в бассейне р. Норынь, рассчитанная по бассейнам притоков р. Норынь. Средства ГИС позволяют рассчитать площади критичных районов, малокритичных и не критичных районов с локализацией их на карте и с указанием населенных пунктов выбранных территорий.

На локальном уровне в интегральный показатель добавлены следующие показатели: тип почвы, тип землепользования с типом угодий, вид растительности. По указанным показателям с учетом весового вклада каждого параметра был рассчитан суммарный комплексный балл, по которому была проведена классификация территории бассейна р. Вильшанка на локальном уровне. На рис. 4 представлена тематическая классификационная карта с выделенными критическими территориями в рам-

ках каждого сельского совета. Надо отметить, что самыми критичными сочетаниями объектов являются лесная, лугово-болотная растительность и природные травы на торфяных почвах, где комплексный бал меняется от 0,8 для леса до 1,35 для агроландшафта.

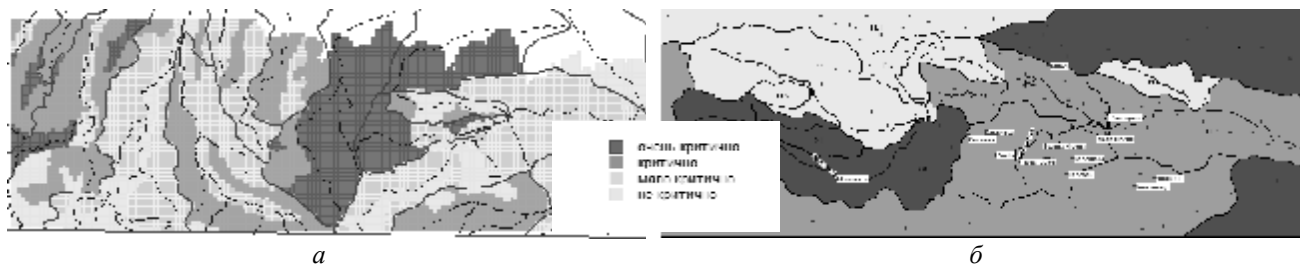


Рис. 3. Оценка территории по суммарному комплексному балу критичности с учетом весового вклада параметров для разных уровней: а – государственного, б - регионального.

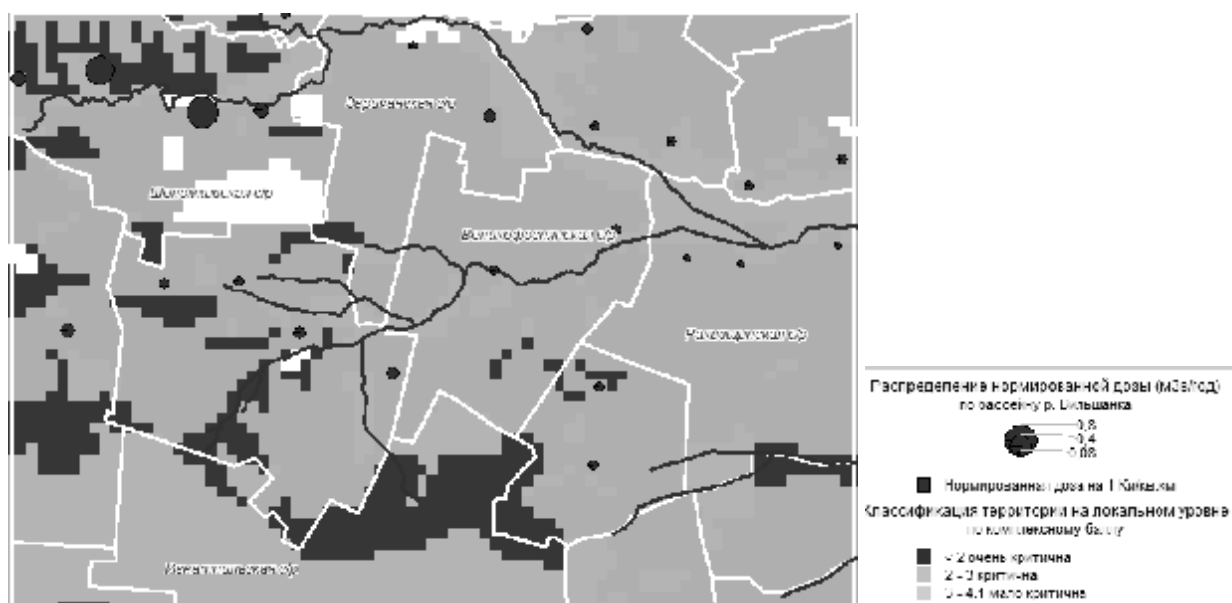


Рис. 4. Оценка степени критичности территории локального уровня (бассейн р. Вильшанка) с выделенными зонами критичности и данными контроля паспортной дозы по населенным пунктам за 1997 г.

Уточнение и детализация экологических параметров на локальном уровне позволяет локализовать критические участки (природные травы) для выпаса животных и своевременно ввести защитные меры для снижения радиоактивного загрязнения продукции и дозовой нагрузки на население в случае аварии и построить оперативный мониторинг загрязненной территории и контроль качества продукции.

Результатом использования методологии комплексного радиоэкологического районирования [6, 7] тестовой территории является выделенная критическая территория, которая по своим природным и экологическим характеристикам формирует наиболее опасную радиоэкологическую ситуацию - повышенную дозовую нагрузку на население.

### Верификация радиоэкологической оценки территории по данным общедозиметрической паспортизации населенных пунктов

Для верификации и проверки полученных результатов были использованы данные дозовой паспортизации для Ровенской, Житомирской и Киевской областей за 1997 г. [8]. Данные включают средние по населенным пунктам уровни загрязнения почвы, молока и дозовой нагрузки на население.

На государственном уровне обобщение и сравнение данных проводилось в рамках радиоактивно загрязненных областей Украины, при этом проводилась интеграция и осреднение данных по дозе облучения населения. Результаты анализа показали, что значения доз облучения населения расположенных на большом удалении от ЧАЭС Волынской и Ровенской областей превышают значения доз для жителей Житомирской и Киевской областей, менее удаленных от эпицентра аварии. Анализ средневзвешенной дозы по типам почв и пронормированной на плотность загрязнения почвы (рис. 5)

показал, что неоднородность почвенного покрова и его миграционных характеристик может изменить радиационную ситуацию на загрязненных территориях и не зависеть от плотности выпадений радионуклидов. В Волынской и Ровенской областях при снижении уровней загрязнения почвы и удалении от источника загрязнения дозовые нагрузки на население увеличивались вследствие повышенных уровней загрязнения продукции в основном за счет потребления молока и картофеля как основных дозообразующих продуктов.

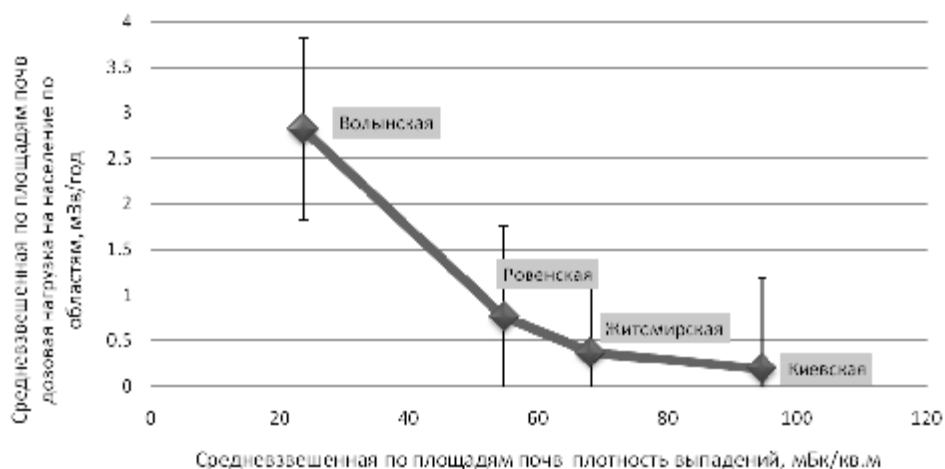


Рис. 5. Анализ изменения средневзвешенной дозы по площадям основных типов почв и плотности выпадений <sup>137</sup>Cs по областям.

Использование радиэкологического районирования на государственном уровне с выделением критических районов по поймам рек и лесных территорий с преобладанием пастбищных районов позволило бы оптимизировать как проведение радиэкологического мониторинга, так и применение реабилитационных мероприятий на загрязненных территориях.

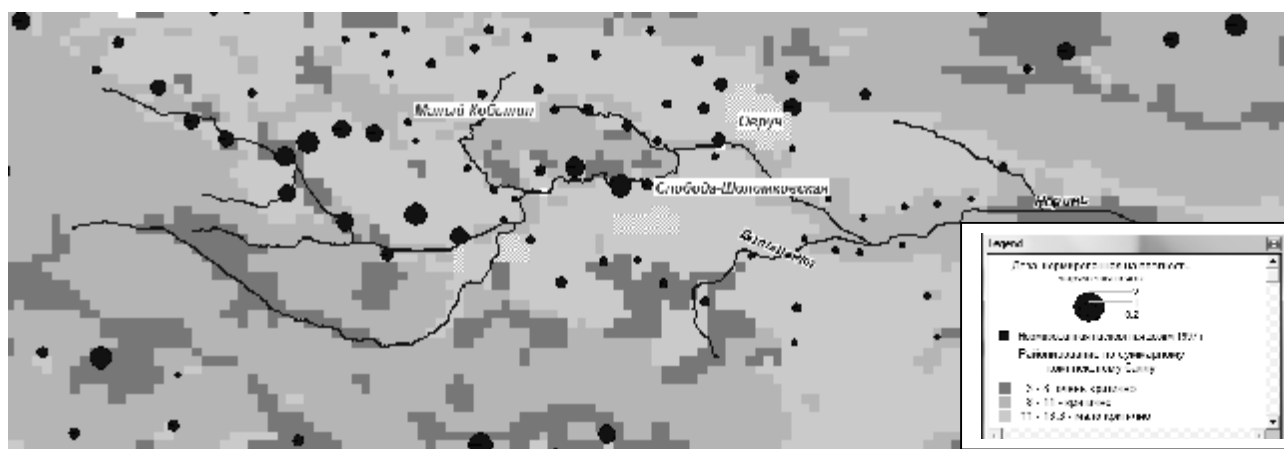


Рис. 6. Распределение нормированной на плотность выпадений среднегодовой дозы за 1997 г. по зонам критичности. Региональный уровень.

Анализ данных превентивной оценки территории и фактических данных мониторинга пост-чернобыльского периода на региональном уровне (бассейн р. Норынь) подтверждает выводы, сделанные на государственном уровне. На рис. 6 представлено распределение пронормированной на плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs среднегодовой паспортной дозы по зонам критичности бассейна р. Норынь на региональном уровне. Как видим, наиболее высокие значения нормированной дозы в населенных пунктах сети контроля локализуются на потенциально критических территориях. Карта оценки критичности территорий на локальном и региональном уровнях соответственно (см. рис. 3 и рис. 4) позволяет оптимизировать сеть контроля и мониторинга продукции - расширить контроль на критические районы и уменьшить контроль наиболее безопасных районов.

Величина среднегодовой паспортной дозы, осредненной по грациям потенциальной критичности отражает распределение суммарного комплексного балла по территории. Чем критичнее зона районирования, тем выше дозовая нагрузка на население (рис. 6).

Анализ данных на локальном уровне (бассейн р. Вильшанка, охватывающий несколько сельских советов) показывает (см. рис. 4):

практически все пункты контроля дозы располагаются в малокритичной зоне, за исключением 1-2 пунктов, расположенных на лесной территории;

сеть контроля дозы с привлечением материалов превентивной радиоэкологической оценки территории бассейнов может быть оптимизирована.

### Выводы

Разработана методология превентивной радиоэкологической оценки территории, которая позволяет провести оценку территории по экологическим и радиоэкологическим факторам и выделить наиболее критичные территории, формирующие опасные уровни дозовой нагрузки на население при аварийных ситуациях на АЭС. На основе бассейново-ландшафтных принципов и анализа особенностей территории с использованием карт рельефа, бассейнов, подстилающей поверхности, землепользования проводится выбор природных факторов, определяющих экологические характеристики территории. Для оценки радиоэкологических свойств территории бассейнов рассматриваются типы почв для каждого бассейна, объединенные в группы по миграционным характеристикам радионуклидов в системе «почва - растение». Оценка степени критичности территории проводится с использованием комплексного интегрального показателя, представляющего собой сумму экологических и радиоэкологических факторов, экспертно оцененных с использованием балльной оценки и веса каждого фактора. Интегральный показатель, как сумма взвешенных экологических параметров, рассчитывается для выделенных типологических объектов (однотипные почвы в рамках каждого бассейна) бассейновой карты государственного, регионального и локального уровней. В итоге получаем тематические карты с оценкой степени критичности территории и таблицы сочетания наиболее критичных объектов с рассчитанным комплексным баллом для трех пространственных масштабов.

Таким образом, превентивная оценка радиоэкологических особенностей территории с использованием базовых топографических и тематических (бассейновая, ландшафтная, ситуационная) карт и экологических моделей позволяет выделять критические районы формирования дозовых нагрузок на население до аварии. Результатом превентивной оценки территории будет значительное снижение материальных и трудовых ресурсов, экономия времени при проведении радиационного мониторинга и принятия управленческих решений, направленных на снижение дозы облучения населения в случае аварии на ядерных объектах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Prister Boris S., Barjakhtar Victor G., Pereplyatnikova L.V. et al.* Experimental Substantiation and Parameterization of the Model Describing  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  Behavior in a Soil-Plant System // *Environ. Sci. & Pollut. Res. Special Issue 1*. - 2003. - P.126 - 136.
2. *Общее руководство по безопасности № GSG-2.* Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации. – 2011. – 96 с.
3. *Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС // Методические рекомендации по проведению комплексного (радиоэкологического, химического) мониторинга почв и ландшафтов в окрестностях АЭС /* Под ред. К. П. Махонько. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - С. 239 - 249.
4. *Глазовская М.А.* Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. – Смоленск: Ойкумена, 2002. - 145 с.
5. *Лев Т.Д., Тищенко О.Г., Пискун В.Г.* Информационно-аналитическое и картографическое обеспечения систем аварийного реагирования АЭС // *Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля*. - 2011. - Вип. 16. - С. 17 – 26.
6. *Пристер Б.С., Барбашев С.В., Виноградская В.Д., Тищенко О.Г.* Комплексное радиоэкологическое районирование территории в целях усовершенствования систем контроля, мониторинга и аварийного реагирования в зонах влияния АЭС // *Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля*. - 2013. - Вип. 21. - С. 74 – 82.
7. *Пристер Б.С., Гаргер Е.К., Талерко Н.Н. и др.* Радиоэкологическое районирование и модель территории для целей мониторинга агросферы после тяжелой аварии на АЭС // *Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля*. - 2015. - Вип. 25. - С. 54 – 65.
8. *Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии.* Сб. 6. – К., 1997. - 103 с.
9. [<http://matmetody.pf/author/pichugin/>]



Т. Д. Лев, Б. С. Прістер, В. Д. Виноградська

*Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Лисогірська, 12, корп. 106, Київ, 03028, Україна***ПРЕВЕНТИВНА ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА РАДІОЕКОЛОГІЧНОЇ КРИТИЧНОСТІ СІЛЬСЬКОГОС-ПОДАРСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ**

З метою мінімізації наслідків радіаційних аварій на сільськогосподарських територіях розроблено методологію проведення превентивної радіоекологічної оцінки території на державному та регіональному рівнях із використанням басейново-ландшафтного принципу районування території за природними екологічними характеристиками. Проведено геоінформаційне картографування тестової території з виділенням найбільш критичних зон по формуванню дози на населення внаслідок аварійної ситуації на АЕС. Використання методології дозволить запобігти дозі опромінення населення шляхом оптимізації оцінки радіаційної ситуації та прийняття рішень про проведення захисних заходів.

*Ключові слова:* радіоекологічна критичність, районування, басейновий принцип, комплексний код, верифікація.

T. D. Lev, B. S. Prister, V. D. Vynogradska

*Institute for Problems of NPP safety of the NAS of Ukraine, Lysogirska, str., 12, building 106, Kyiv, 03028, Ukraine***PREVENTIVE INTEGRAL ESTIMATES OF AGRICULTURAL AREAS RADIOECOLOGICAL CRITICALITY FOR EFFECTIVE MANAGEMENT THE PROCESSES OF RADIATION ACCIDENT CONSEQUENCES LIQUIDATION**

The methodology of preventive radioecological area assessment was developed for purposes to minimize the consequences of radiation accidents in the agricultural areas at national and regional levels with using basin - landscape zoning principle of environmental characteristics. A geoinformation mapping of the test area was carried out with the release of the most critical areas for the formation of a dose to the population due to an emergency at the NPP. Using the methodology will to prevent public exposure dose by optimizing the evaluation of the radiation situation and the making decisions to hold the protective measures.

*Keywords:* radioecological criticality, zoning, basin - landscape principle, complex cod, verification.

## REFERENCES

1. Prister Boris S., Barjakhtar Victor G., Perepelyatnikova L.V. et al. Experimental Substantiation and Parameterization of the Model Describing  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  Behavior in a Soil-Plant System // Environ. Sci. & Pollut. Res. Special Issue 1. - 2003. - P.126 - 136.
2. General Safety Standards GSG-2. Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. - Series No. GSG-2. - 2011. - 96 p. (Rus)
3. Guide to the organization of environment state controls in areas location of NPP // Methodological recommendations for conducting complex (radioecology, chemical) soil and landscape monitoring in location NPP/ Ed. by K. P. Mahonko. - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1990. - P. 239 - 249. (Rus)
4. Glazovskaja M.A. Geochemical basics of natural landscapes research typology and methodology. – Smolensk: Ojkumena, 2002. - 145 p. (Rus)
5. Lev T.D., Tishchenko O.G., Piskun V.N. Information-analytical and mapping ensure of NPP emergency response systems // Problemy bezpeky atomnyh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyly). - 2011. - Iss. 16. - P. 17 – 26. (Rus)
6. Prister B. S., Barbashev S. V., Vinogradskaja V. D., Tishchenko O. G. Complex radioecological zoning for purpose of improvement control, monitoring and emergency response On the areas of NPP influence // Problemy bezpeky atomnyh electrostantsiy i Chornobylya (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyly). – 2013. – Iss. 21. – P. 74–81. (Rus)
7. Prister B.S., Garger E.K., Talerko N.N. et al. Radioecological zoning of territory and territory model for monitoring of aerosphere after heavy accident at the NPP // Problemy bezpeky atomnyh electrostantsiy i Chornobylya. (Problems of Nuclear Power Plants' Safety and of Chornobyly). - 2015. - Iss. 25. - P. 54 – 65. (Rus)
8. Dosimetry certification of settlements of Ukraine exposed to radioactive contamination after the Chernobyl accident. Vol. 6 – Kyiv, 1997. – 103 p. (Rus)
9. [http://matmetody.rf/author/pichugin/]

Надійшла 17.03.2016  
Received 17.03.2016