

Е. К. Гаргер, Т. Д. Лев, Н. Н. Талерко, В. А. Кашпур, О. Г. Тищенко, В. Н. Пискун

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Киев

СЦЕНАРИЙ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В КОРОСТЕНЕ И КОРОСТЕНСКОМ РАЙОНЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Представлены материалы по обследованию радиоактивно загрязненной территории Коростенского района и г. Коростень для тестирования и верификации математических моделей атмосферного переноса и осаждения радиоактивных веществ в результате аварии на АЭС на региональном (регион, район) и локальном (город) уровнях. Исходная информация (картографическая и метеорологическая) представлена на современном уровне, с использованием данных модели прогноза погоды MM5 и средств геоинформационных систем. Проведенные полевые исследования, геопривязка радиоэкологической информации и трехмерная карта городского ландшафта позволит провести сравнительный анализ результатов верифицируемых расчетных моделей с данными измерений.

Ключевые слова: верификация, полевые обследования, цифровая картография, база данных.

Вступление

За годы после аварии на ЧАЭС в 1986 г. было проведено детальное изучение наиболее загрязненных территорий Украины, включая городские и сельские районы. Это было проведено с целью получения более полной информации о степени радиоэкологического загрязнения территорий и для проведения дезактивационных мероприятий в населенных пунктах по снижению дозовой нагрузки на население. Полученные данные приобрели статус уникальных и могут быть использованы для тестирования и верификации математических моделей по атмосферному переносу и прогнозированию радиационной ситуации в пространстве и во времени, в масштабе района и населенного пункта.

В случае Чернобыльской аварии поле радиоактивного загрязнения отдельных районов Украины, Белоруссии и России формировалось в основном за период с 26 апреля по 5 мая 1986 г. в зависимости от характера эмиссии радионуклидов, погодных и физико-географических условий. Сформировалось несколько «следов» радиоактивного загрязнения и среди них «юго-западный след», в который вошли наиболее загрязненные районы Киевской (Полесский) и Житомирской (Коростенский) областей. Город Коростень, как один из наиболее промышленных и густонаселенных районных центров Украины со статусом областного подчинения, оказался наиболее загрязненным городом в СССР вследствие этой аварии.

Для тестирования математических моделей по оценке и прогнозированию радиационной ситуации в результате аварии на АЭС как для сельских, так и для городских территорий авторами предложен сценарий с описанием данных измерений радиоактивного загрязнения объектов сельской и городской территорий Коростенского района и г. Коростень с использованием двух наборов метеорологической информации за период с 26 апреля по 5 мая 1986 г.: фактических данных метеостанций территории радиоактивного загрязнения Украины и Белоруссии и данных численного прогноза погоды, полученных по открытой модели США MM5 с использованием исходной информации реанализа NCEP¹.

Представленный сценарий, основанный на фактических данных, позволит оценить возможности современных математических моделей для описания мезомасштабного и локального процессов переноса и осаждения радиоактивных веществ в условиях сельской местности и городской застройки и наметить пути их совершенствования.

© Е. К. Гаргер, Т. Д. Лев, Н. Н. Талерко, В. А. Кашпур,
О. Г. Тищенко, В. Н. Пискун, 2011

¹ NCEP - National Center for Environmental Prediction (Национальный центр прогноза окружающей среды).

Цель сценария - Верифицировать математические мезомасштабные и локальные модели по данным фактических измерений радиоактивных выпадений ^{137}Cs на территории Коростенского района и г. Коростень в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г.

Задачами сценария являются:

- 1) расчет поля выпадений ^{137}Cs для городских (г. Коростень) и сельских территорий (Коростенский район) за период с 26 апреля по 6 мая 1986 г.;
- 2) оценка экспозиционной дозы на территории г. Коростень и в населенных пунктах Коростенского района на период 1990 - 1991 гг.;
- 3) оценка влияния городской застройки на формирование поля выпадений ^{137}Cs в г. Коростень.

Исследуемой территорией сценария моделирования и оценки атмосферного переноса и осаждения радиоактивных выпадений в результате аварии на ЧАЭС на уровне района является область площадью 90×170 км, расположенная на юго-западном следе радиоактивного загрязнения ^{137}Cs (координаты левого верхнего угла: долгота - $27,987^\circ$; широта - $51,454^\circ$). Внутри выбранной территории отдельно рассматривается Коростенский район и г. Коростень (рис.1).

Территория Коростенского района расположена в северной части Житомирского Полесья и представляет собой залесенную и заболоченную аккумулятивную равнину. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 147 до 225 м. Почвы преобладают дерново-подзолистые, суглинистые и супесчаные, а также торфяно-болотные. Климат района умеренно-континентальный. Уровень грунтовых вод около 1-2 м. Равномерная роза ветров. Сухой, ветреный весенний сезон.

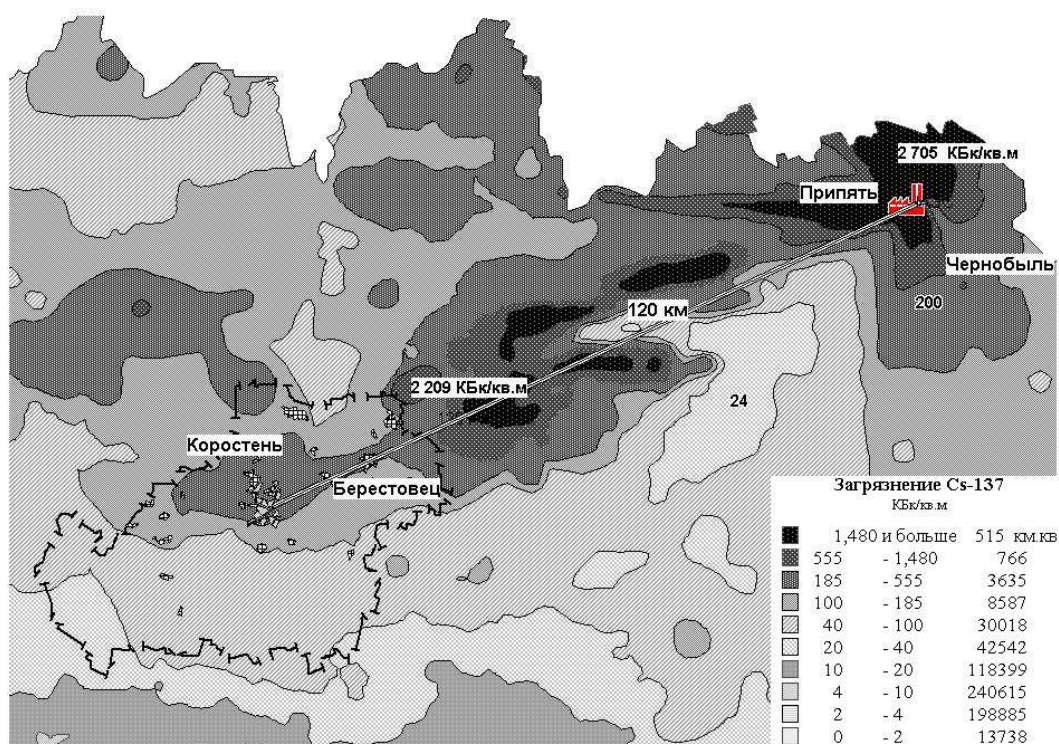


Рис. 1. Расположение Коростенского района и г. Коростень на юго-западном следе Чернобыльских выпадений ^{137}Cs .

Город Коростень находится на севере Украины, входит в состав Житомирской области, является одним из трех городов областного подчинения. По данным переписи населения 2002 г., в г. Коростень проживает 66,7 тыс. жителей, в том числе до 18 лет - 16,7 тыс. (по состоянию на 1986 г. в городе проживало 73000 жителей, в том числе 14,2 тыс. детей). Площадь территории города 3385,1 га.

Коростень раскинулся на берегах живописной р. Уж (приток р. Припять, бассейн р. Днепр, не судоходная) и небольшой р. Кремно и с северо-запада на юго-восток пересекается полотном железной дороги. Структурно город разбивается на пять частей: центральную и южную части с достаточно однородной застройкой, северо-восточный и северо-западный жилые массивы разделяются территорией аэродрома. Промышленные предприятия сосредоточены в основном на окраинах: в северной, северо-западной и северо-восточной частях города. Общее количество общественных зданий и личных подворий составляет около 8,500 тыс.

Методика и объемы работ по обследованию г. Коростень и Коростенского района

Аэрогамма-спектрометрическая съемка радиоактивно загрязненных территорий Украины, проведенная Госкомгидрометом в 1988 г., показала, что большая часть Житомирской области подверглась радиоактивному загрязнению. При этом в зону с плотностью от 5 до 15 Ки/км² попал г. Коростень, загрязнение которого обусловлено первичным осаждением радиоактивного аэрозоля, выброшенного из аварийного блока, а также вторичными эффектами (ветровой подъем и перенос, концентрация в местах водостоков и т.п.), приводящими к перераспределению первичного загрязнения. В соответствии с «Программой уточнения радиационной обстановки» после аварии на ЧАЭС было проведено обследование г. Коростень (1989 - 1990 гг.) и 25 населенных пунктов Коростенского района (1993 г.). Обследование г. Коростень проводилось по следующей схеме:

- 1) проводился пробоотбор по отдельным местам загрязнения - вдоль железной дороги, на огородах, в источниках водоснабжения и в приземном слое воздуха;
- 2) отбирались пробы почвы по территории города по координатной сетке (шаг сетки - 360 м).

В Коростенском районе было обследовано 3445 подворий. Проводились измерения МЭД в 6 - 8 характерных точках – у входа во двор, жилые помещения, под водостоками, на крышах жилых домов, у калитки, в центре двора, на огороде на высоте 1 м и на поверхности земли. На рис. 2 представлены примеры схем отбора проб.

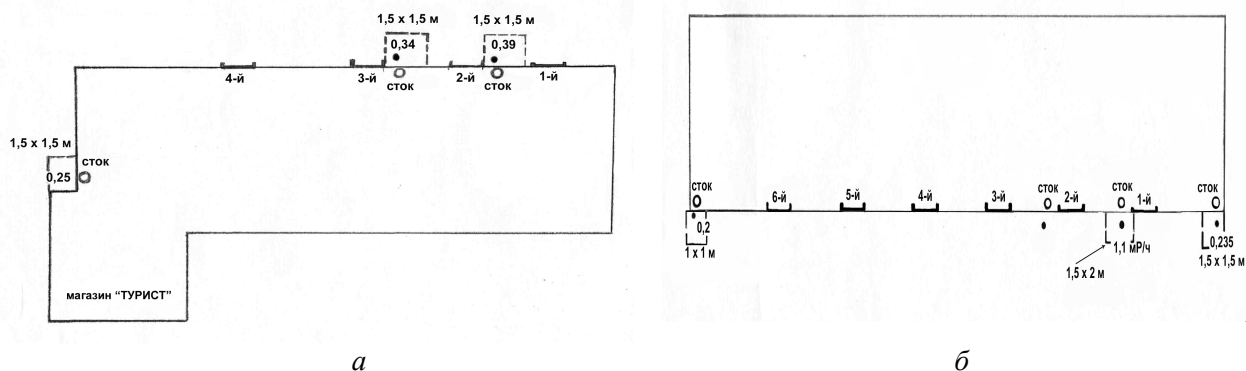


Рис. 2. Примеры схем обследований: а - общественных учреждений; б - подворий.

При подворном обследовании проводились измерения бета-активности на крышах жилых домов и хозяйственных строений, рабочей одежде и обуви, в доме (диван, кресло, ковер и т.п.).

Для 25 населенных пунктов Коростенского района определялась плотность загрязнения территории путем отбора 250 проб из расчета 10 проб на каждый населенный пункт; в 125 пробах определялась концентрация ⁹⁰Sr. Места отбора проб располагались равномерно в пределах населенного пункта. В местах отбора проб измерялась мощность дозы на высоте 0,03 - 0,04 м и 1 м над поверхностью почвы. Все данные полевых исследований были помещены в базу данных с привязкой к местности.

Используемые приборы

Гамма-съемка населенных пунктов и подворное обследование проводились с использованием следующих приборов:

дозиметры ДРГ-01Т (измерение МЭД), «Припять», КРБ-1, СРП-068-01 (госпроверка в Белоцерковском ЦСМ);

для проведения гамма-спектрометрического анализа проб почвы использовались:

гамма-спектрометр на базе полупроводникового детектора серии GMX-30190 и многоканального буфера «919 SPECTRUM MASTER» фирмы «Ortec»(США);

гамма-спектрометр со сцинтилляционным детектором и анализатором АИ-1024;

гамма-спектрометр с ППД и анализатором импульсов АИ-4096,

гамма-спектрометр с ППД и анализатором импульсов NUC -8000.

Отбор проб проводился цилиндрическим пробоотборником с постоянной площадью пробоотбора на глубину до 20 см. Для отбора проб воздуха использовалось воздухофильтрующее устройство «Тайфун» с производительностью 4000 м³ воздуха в час. Спектрометры откалиброваны по эталонам, изготовленным Госстандартом СССР. Концентрация ⁹⁰Sr в почве и воде определялась по стандартным радиохимическим методикам.

Входные данные

Для реализации сценария верификации математических моделей по данным измерений радиоактивных загрязнений в г. Коростень и Коростенском районе в результате аварии на ЧАЭС в качестве входной информации предлагаются следующие данные по трем блокам:

информация об источнике выброса;

метеорологические данные (оперативной сети наблюдений по станциям, численной модели прогноза погоды США MM5 по узлам регулярной сети);

картографическая информация на уровне района и населенного пункта г. Коростень.

Информация об источнике

Период выброса: 26 апреля – 5 мая 1986 г.

Оценка суммарного выброса ¹³⁷Cs: 85 ± 26 ПБк.

Динамика ежесуточных выбросов. Оценки интенсивности выброса ¹³⁷Cs из аварийного блока Чернобыльской АЭС приведены в ряде работ, использовавших различные данные измерений радиоактивного загрязнения территории вокруг ЧАЭС для восстановления параметров источника [1 - 3] (рис. 3).

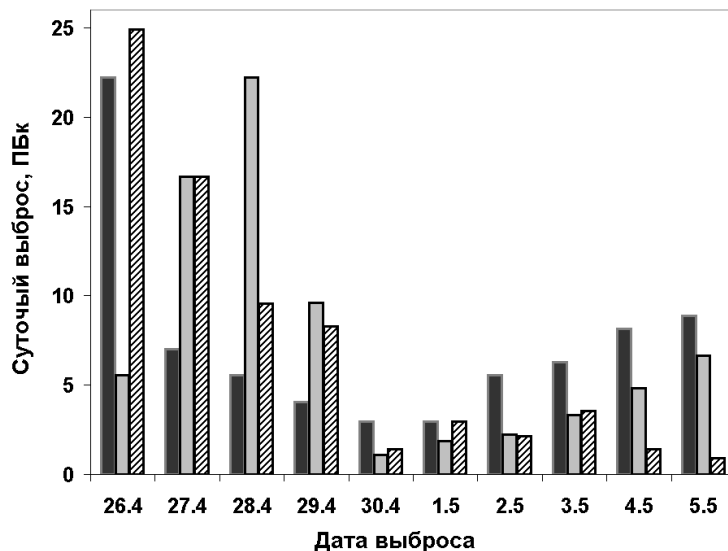


Рис. 3. Расчетные значения ежесуточных суммарных выходов цезия.

Метеорологическая информация

Предлагается использовать для сценария два набора метеорологической информации за период с 26 апреля – 5 мая 1986 г.: данные оперативной сети наблюдений (пунктов радиозондирования, метеостанций и метеопостов) и прогностические данные, полученные с помощью открытой модели прогноза погоды США MM5 и данных реанализа NCEP.

Метеорологическая информация оперативной сети пространственно покрывает территории Киевской и Житомирской областей и включает данные радиозондирования и срочных метеорологических наблюдений (рис. 4).

Данные радиозондирования атмосферы: период 25 апреля - 6 мая 1986 г., 3 - 4 раза в сутки; пункты Киев, Гомель, Шепетовка. Параметры измерений в вертикальном слое атмосферы: скорость и направление ветра, температура воздуха и давление в слое 0 - 3000 м.

Измерения на метеостанциях: Житомирской области - Житомир, Коростень, Новоград-Волынский, Олевск, Овруч; Киевской области - Вышгород, Киев, Полесское, Тетерев, Чернобыль.



Рис. 4. Расположение метеостанций на рассматриваемой территории.

Данные срочных наблюдений с периодичностью 3 ч включают: скорость и направление ветра, температура воздуха, давление, количество осадков.

Измерения на метеопостах за период 25 апреля - 6 мая 1986 г. (2 раза в сутки) по Житомирской области (13 постов) и по Киевской области (24 поста) включают данные о количестве осадков.

Прогностическая информация на период с 25.04-06.05.86 г. получена с помощью открытой численной модели прогноза погоды MM5, адаптированной к географическим условиям Украины с предварительно проведенной оценкой успешности прогнозов барического и температурного полей для территории Украины и районов расположения АЭС [4]. Была проведена оценка оправдываемости метеорологических элементов: температуры, геопотенциала, скорости и направления ветра для изобарических поверхностей: 1000, 925, 850 и 700 гПа на срок прогноза 24 ч. Расчеты были сделаны для различных типов синоптических ситуаций с большой и малой фактической изменчивостью полей. Тестирование схемы MM5 проводи-

лось при закрепленных схемах вычисления ПСА², облачности, конвекции, радиации и т.д. Информация анализа и прогноза погоды представлена в узлах регулярной сетки для территории западной Европы - 1 область, Украины - 2 и 3 области и территорий АЭС - 4,5 области (рис. 5).

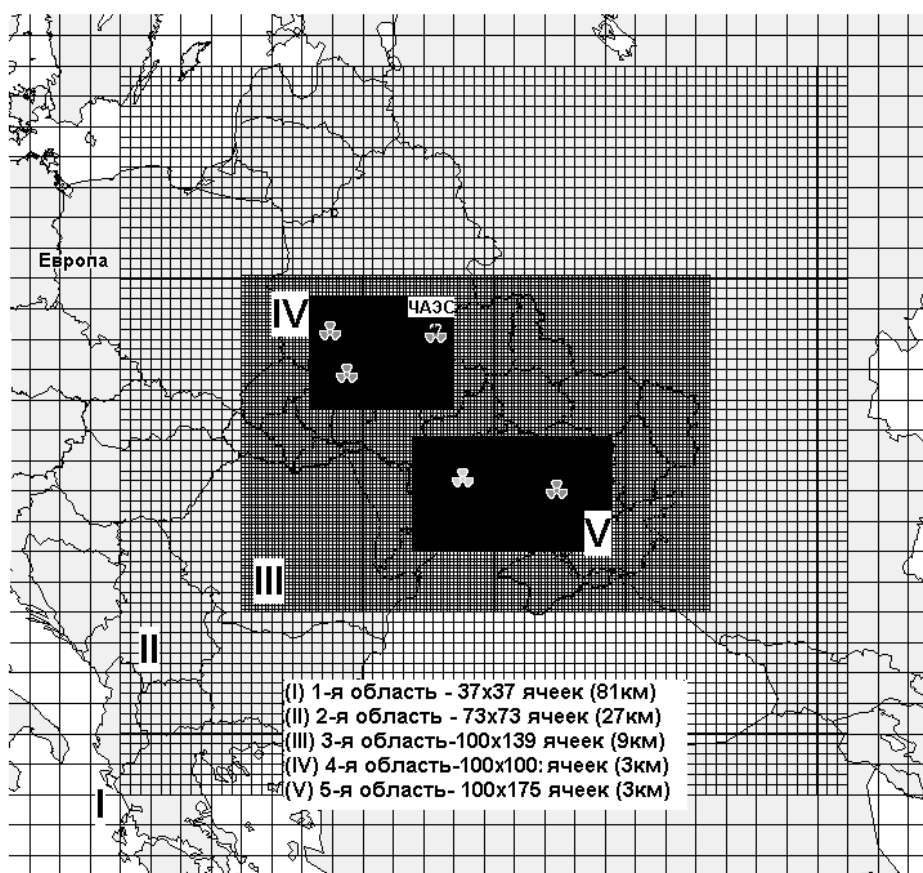


Рис. 5. Области счета и результатов прогноза.

Данные анализа и прогноза погоды включают температуру, давление, составляющие скорости ветра на стандартных изобарических поверхностях (уровень моря, 1000, 925, 850, 700, 500 гПа), параметры пограничного слоя атмосферы (высота слоя, скорость трения, скорость и направление ветра на уровне 10 м, по высотам через 100 м) и количество осадков.

Картографическая информация

В соответствии с поставленными задачами по атмосферному переносу и осаждению радиоактивных элементов в результате аварии на ЧАЭС по территории Коростенского района и в пределах промышленного населенного пункта (г. Коростень), картографическая информация в виде полигональных покрытий представлена для ячеек регулярной сетки на двух уровнях: района (М 1:100000) - с шагом 1 км; города (М 1:10000) – с шагом 360 и 45 м.

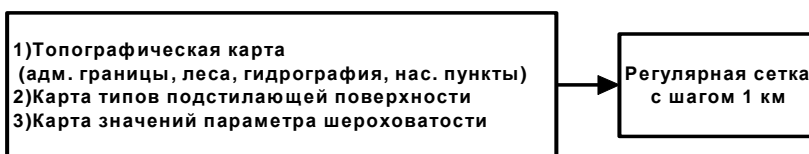
Структура картографической информации представлена на рис. 6. Основные картографические слои, используемые в расчетах – тип подстилающей поверхности и параметр шероховатости для сельской местности (М 1:100000) и городской территории (М 1:10000). Цифровые покрытия подготовлены с помощью топографических карт М 1:200000 (УРЗН³ МЧС Украины), М 1:100000 (Интернет), картосхемы г. Коростень (М 1:10000) и литературных данных о параметре шероховатости [5, 6].

² Пограничный слой атмосферы.

³ УРЗН – управление радиационной защиты населения МЧС Украины.

Входная картографическая информация:

Картографическая информация М 1:200 000 (уровень района)



Картографическая информация для урбанизированной территории М 1:10 000, уровень города, г. Коростень)

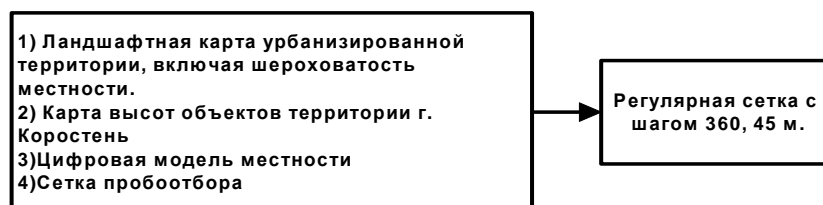


Рис. 6. Структура картографической информации.

Карты типов подстилающей поверхности и соответственно параметра шероховатости (рис. 7) были подготовлены средствами геоинформационных систем (Surfer, Mapinfo) на основе топографических карт и методов интерполяции данных в узлы регулярной сети.

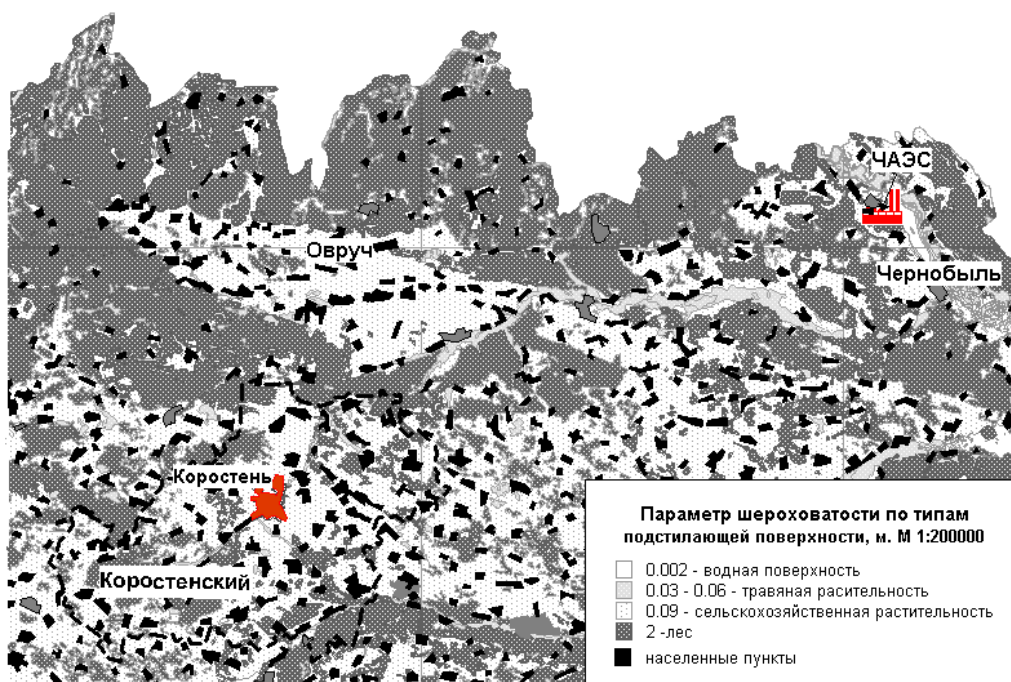


Рис. 7. Тип подстилающей поверхности с параметром шероховатости для ячеек регулярной сетки с шагом 1 км.

Для уровня города были подготовлены карты 3-мерного урбанизированного ландшафта и параметра шероховатости. Городской ландшафт был структурирован и выделены основные типы городского ландшафта, представленные на рис. 8. В основном это открытая территория с травой (40 %), территория с частными домами (22 %), лесные насаждения – 9%, территория с промышленными и многоэтажными зданиями- 6% и т.д. Высота объектов городской застройки и тип подстилающей поверхности получены с помощью картосхемы г. Коростень М 1:10000 и полевых экспедиционных данных по идентификации объектов городской застройки города.

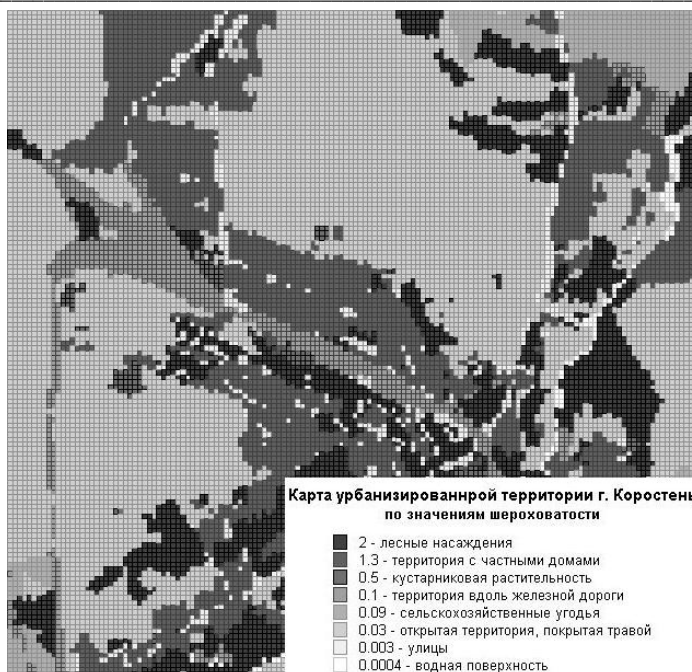


Рис. 8. Карта урбанизированного ландшафта г. Коростень с параметром шероховатости для сетки с шагом 45 м.

Дополнительно, опираясь на экспедиционные данные о высоте объектов и рельефе местности территории города, были построены карты с интерполяцией данных для ячеек сетки: высоты объектов города и цифровой модели территории г. Коростень (рис. 9).

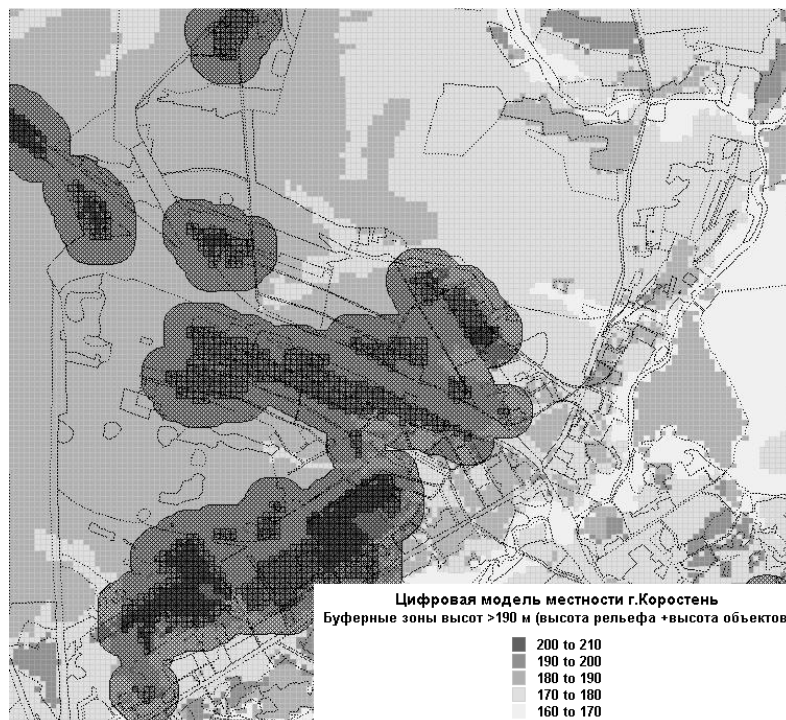


Рис. 9. Карта высот местности г. Коростень.

Данные измерений для верификации моделей

Проведенные детальные обследования радиоактивного загрязнения территорий агроландшафта (на уровне района) и городской застройки (на уровне города) включают данные об удельной активности ^{134}Cs и ^{137}Cs в воздухе, воде и продуктах питания, о плотности загрязнения и его вертикальном распределении в почве по населенным пунктам и дачным

участкам, о мощности экспозиционной дозы (МЭД) по населенным пунктам, о дезактивации учреждений и личных подворий. Данные измерений и полевых исследований были помещены в специально организованную базу данных. Краткое описание и структура базы данных представлены на рис. 10.

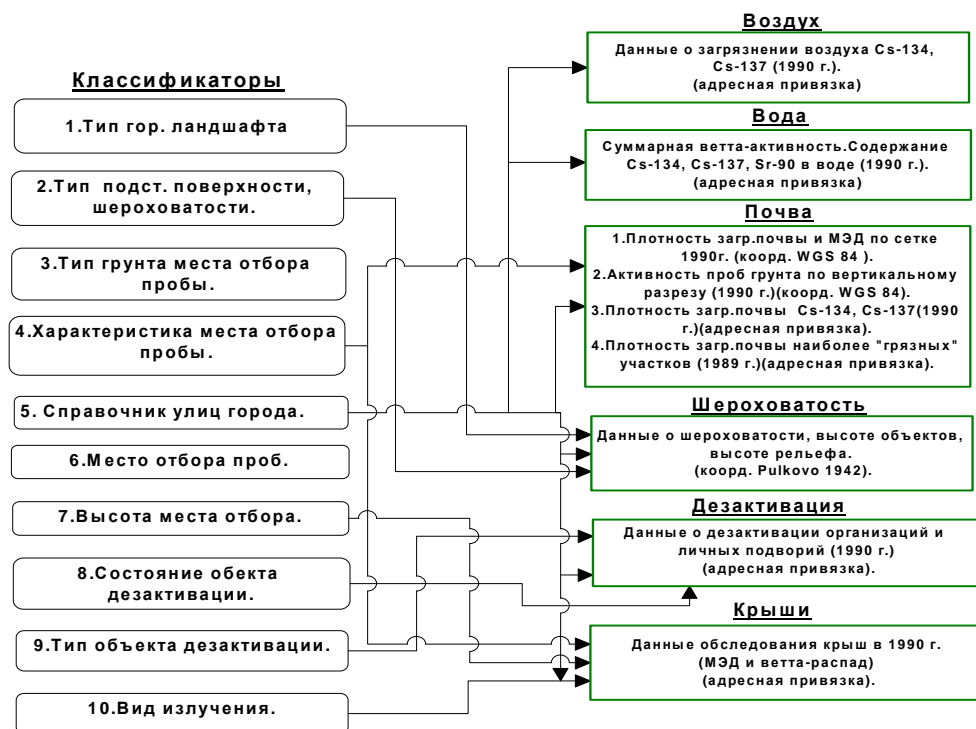


Рис.10. Структура базы данных и описание привязки данных к пространственным объектам.

Информационное содержание таблиц базы данных представлено в табл. 1 для территории г. Коростень (Korost_Town.mdb) и табл. 2 для территории района (Korost_Rai.mdb) с указанием пространственной привязки (узел сетки, адрес, координаты).

Таблица 1

Название таблицы	Содержимое таблицы
BetaMEDRoofsDate_1990	МЭД на почве(3 - 5 см; 1 м), на крыше [мР/ч]; количество бета-распадов в 1 мин на площади 1 см ² (г. Коростень, 24 - 26 апреля 1990 г.) по отдельным адресам
DezaktOrganization_1990	Дезактивация учреждений (площадь, м ²)
DezaktPodvoria_1990	Дезактивация личных подворий (площадь, м ²)
Sheroh_XYZ_Pulkovo42	Шероховатость, высота рельефа, высота объекта, привязанные в системе координат XYZ (Пулково 1942) по сетке 360 × 360 м
ZagrAir_Cs_134_137_1990	Удельная активность ¹³⁴ Cs*10 ⁻¹⁸ Ки/л и ¹³⁷ Cs*10 ⁻¹⁸ Ки/л в пробах воздуха в 1990 г в отдельных точках
ZagrCs_137_MED_1989	МЭД, мР/ (ДРГ-01Т) (на высоте 1м от земли и на поверхности земли). Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs [Ки/км ²] в отдельных местах
ZagrCs_137_PMK_KUOS_1989	Плотность загрязнения наиболее "грязных" участков территории молочного комбината ¹³⁷ Cs [Ки/км ²]
ZagrGrunt_Cs_134_137_1990	Поверхностная активность ¹³⁴ Cs и ¹³⁷ Cs [Ки/км ²] в пробах грунта в 1990 г. в отдельных местах, по адресам
ZagrGruntSetka_1990	Плотность загрязнения ¹³⁴ Cs и ¹³⁷ Cs [Ки/км*2]; МЭД (на земле и на высоте 1 м от земли)[мР/ч] на территории г. Коростень, населенных пунктов и дачных участков. Места отбора привязаны к сетке шагом 360 м в системе координат WGS-84

Название таблицы	Содержимое таблицы
ZagrGruntVertical_1990	Поверхностная активность проб грунта (^{137}Cs , Ки/км ^{*2} вертикальный разрез), 1990 г по отдельным точкам для разных почв
ZagrWatterCs_Sr_BetaAkt_1990	Удельная активность в воде (^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , [10 ⁻¹² Ки/л]. Суммарная бетта-активность воды [10 ⁻¹⁰ Ки/л] в водных объектах и колодцах

Таблица 2

Название таблицы	Содержимое таблицы
Nas_Soil_Doza_JT	Загрязнение ^{137}Cs в населенных пунктах Житомирской области (1992 г.- 1994) - почва, молоко, картофель, доза
AreaLandHozJT_Korost	Загрязнение территории по хозяйствам Житомирской области (1991 г.) по градациям ^{137}Cs и ^{90}Sr
Doza_JTbraixy	Доза по населенным пунктам 6-ти районов Житомирской области (1997 г.)
k_Milk_NAS_Korost_98_01	Загрязнение молока по населенным пунктам Коростенского района (1998 - 2001 гг.)
k_ZagrProdKorost_98_01	Загрязнение продукции по хозяйствам Коростенского района (1998 - 2001 гг.)
KorMilkCs_137	Динамика загрязнения молока (1991 - 1999) ^{137}Cs по населенным пунктам Коростенского района
Korost_GruntCs_137, Korost_GruntSr_90	Загрязнение грунта ^{137}Cs и ^{90}Sr по населенным пунктам Коростенского района (без даты)
Rad_Stan_NasP	Загрязнение подворий, с. Барды Коростенского района

Данные о загрязнении территории района пространственно представлены следующим образом (рис. 11) и включают: загрязнение ^{137}Cs в населенных пунктах Коростенского района (1987 г.) - грунт, молоко, картофель, доза и загрязнение подворий (данные МЭД) в отдельных селах Коростенского района (1989 - 1990 гг.).



Рис. 11. Обеспеченность данными мониторинга о загрязнении почвы, молока, картофеля и расчетной дозой нагрузки по населенным пунктам Коростенского района (106 населенных пунктов из 112).

Данные о загрязнении города представлены в узлах регулярной сетки с шагом 360x360 м и по отдельным точечным пробам и включают: плотность загрязнения почвы ^{137}Cs ; МЭД (на земле и на высоте 1 м) по территории г. Коростень.

Требования к выходной информации

На уровне района. Динамика формирования выпадений ^{137}Cs на юго-западном следе по сетке с шагом 1×1 км (ежесуточные выпадения ^{137}Cs по рассматриваемой территории площадью 90×170 км и интегральное выпадение за период выброса с 26 апреля по 5 мая 1986 г.). Данные выпадений ^{137}Cs и МЭД по сетке с шагом 1×1 км по населенным пунктам Коростенского района Житомирской области на 1990 г.

На уровне города. Данные выпадений ^{137}Cs и МЭД по сетке с шагом 360×360 м по территории г. Коростень на 1990 г.

Заключение

Для верификации моделей распространения загрязняющих примесей (в том числе радионуклидов) в атмосфере используются, как правило, данные специально организованных натуральных экспериментов, которые должны включать следующую информацию: 1) данные об источнике выброса (интенсивность, длительность, эффективная высота выброса); 2) результаты измерений концентрации примеси в воздухе, выпадений или радиологических измерений, проводившиеся на измерительных постах; 3) метеорологическая информация об условиях распространения выброса; 4) данные о свойствах подстилающей поверхности (рельеф, тип поверхности). Отсутствие, по крайней мере, одного из первых трех компонентов в базе данных делает практически невозможным полноценную верификацию математической модели рассеяния примеси. Более того, наличие такой информации с недостаточным пространственно-временным разрешением, а также с недостаточной точностью измерений приводит к существенной неопределенности результатов моделирования, и, как следствие, к невозможности адекватно оценить пригодность модели.

Очевидно, что результаты измерений радиоактивного загрязнения природных сред и условий его формирования в результате Чернобыльской аварии в полной мере не удовлетворяют указанным требованиям (это относится не только к моделям распространения радионуклидов в атмосфере, но и в других компонентах окружающей среды). Проведенная ранее программа ATMES по верификации моделей атмосферного переноса на Чернобыльских данных не смогла полностью решить поставленные перед ней задачи [7].

Вышеизложенное относится и к сценарию, предложенному в данной статье. Поэтому его целесообразно рассматривать как сценарий тестирования моделей распространения радионуклидов в окружающей среде, отображающий реальные условия радиационной аварии и содержащий наборы данных измерений с неизбежно присущими для реальной аварии неполнотой исходной информации и относительно высокими погрешностями измерений (по сравнению со специально спланированными натурными экспериментами). Успешность тестирования модели на таких данных может быть показателем не только правильности физико-математического описания процессов распространения радионуклидов, но и ее пригодности для оперативных оценок последствий радиоактивных выбросов при радиационной аварии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *United Nations. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) 2000 Report to General Assembly. - New York: UN. - 2000.*
2. *Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ / А.А.Абагян, В.Г.Асманов, А.К. Гуськова и др. // Атомная энергия. – 1986. – Т.61. Вып. 5. – С. 301-320.*
3. *Talerko N. Mesoscale modelling of radioactive contamination formation in Ukraine caused by the Chernobyl accident // Journal of Environmental Radioactivity. - 2005. – Vol. 78(3). – P. 311 - 329.*
4. *Лев Т., Мисник С., Тищенко О. Адаптация модели численного прогноза погоды «ММ5» к условиям Украины и предварительная оценка успешности прогноза для задач переноса и осаждения ра-*

диоактивных веществ в районах расположения АЭС // Проблемы безопасности атомных электростанций и Чернобыля. -2009. - Вып 11. - С. 48 - 56.

5. *Зилитинкевич С.С.* Динамика пограничного слоя атмосферы. - Л.: Гидрометеоздат, 1970. - 290 с.
6. *Бызова Н.Л., Иванов В.Н., Гаргер Е.К.* Турбулентность в пограничном слое атмосферы. - Л.: Гидрометеоздат, 1989. - 263 с.
7. *Evaluation of long range atmospheric transport models using environmental radioactivity data from the Chernobyl accident. The ATMES report / Eds. W. Klug, G. Graziani, G. Grippa et al.* - London, New York: Elsevier Applied Science, 1992. - 366 p.

Є. К. Гаргер, Т. Д. Лев, М. М. Талерко, В. О. Кашпур, О. Г. Тищенко, В. М. Піскун

**СЦЕНАРІЙ ЩОДО ВЕРИФІКАЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЗА ДАНИМИ
ВИМІРЮВАНЬ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ м. КОРОСТЕНЬ
ТА КОРОСТЕНСЬКОГО РАЙОНУ В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЇ НА ЧАЕС**

Представлено матеріали з детального обстеження радіоактивно забрудненої території Коростенського району та м. Коростень для тестування та верифікації математичних моделей атмосферного переносу та осадження радіоактивних речовин у результат аварії на АЕС на регіональному (регіон, район) та локальному (місто) рівнях. Інформацію (картографічна та метеорологічна) представлено на сучасному рівні, з використанням геоінформаційних систем. Проведені польові дослідження, геоприв'язка радіоекотологічної інформації та цифрова карта міської забудови дають змогу провести порівняльний аналіз результатів верифікованих розрахункових моделей з даними вимірювань.

Ключові слова: верифікація, польові обстеження, цифрова картографія, база даних.

E. K. Garger, T. D. Lev, N. N. Talerko, V.A. Kashpur, O. G. Tischenko, V.N. Piskun

**SCENARIO FOR VERIFICATION OF MATHEMATICAL MODELS USING DATA
OF MEASUREMENTS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION IN KOROSTEN
AND KOROSTEN DISTRICT AFTER ACCIDENT AT THE CHERNOBYL NPP**

The paper presents materials on a detailed survey of the contaminated territory Korosten district and Korosten for testing and verification of mathematical models of atmospheric transport and deposition of radioactive substances after the accident at the nuclear power plant at the regional (region, district) and local (city) levels. Information (mapping and meteorological) is presented on modern level using of geographic information systems. Investigations, geo-referencing information of radioecology and three-dimensional map of urban landscape will allow to execute the comparative analysis of verifiable computational models with measuring data.

Keywords: verification, field observation, digital cartography, data base.

Поступила в редакцію 08.02.11