

УДК 502.3

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Б.И. Яцало*, И.А. Пичугина*, Г.В. Козьмин*, О.А. Мирзеабасов*,
И.В. Охрименко*, М.Ф. Каневский**, Е.А. Савельева****

** Обнинский институт атомной энергетики, г. Обнинск*

*** Институт проблем безопасного развития атомной энергетики, г. Москва*



Приведено краткое описание прикладной геоинформационной системы, на базе которой разрабатывается система поддержки принятия решений PRANA по реабилитации радиоактивно загрязненных территорий. Описаны созданные векторные электронные карты и базы данных атрибутивной информации для радиоактивно загрязненных территорий Брянской области.

ВВЕДЕНИЕ

Геоинформационные системы (ГИС) и электронные карты в частности являются ключевыми компонентами всех современных систем анализа пространственно распределенных данных мониторинга и оценки последствий загрязнения окружающей среды [1-3].

Области применения ГИС в задачах охраны окружающей среды охватывают весьма широкий спектр научно-практических разработок и исследований. К наиболее известным можно отнести задачи земельного кадастра, сельского хозяйства (создание электронных почвенных карт, картирование производства различных видов сельскохозяйственной продукции, реализация комплексных систем оптимизации продуктивности сельскохозяйственного производства и сбыта сырья/продукции), оптимального размещения объектов нефтегазовой и химической промышленности, представления и анализа данных дистанционного зондирования, анализа различного рода аварий и других чрезвычайных ситуаций, а также многих других задач [2-6, 8]. Тенденция использования современных информационных технологий для решения научно-практических задач ведет к тому, что в скором времени все задачи, так или иначе связанные с анализом или представлением пространственно распределенных объектов и данных, будут решаться с применением элементов ГИС.

Использование ГИС в задачах реабилитации радиоактивно загрязненных территорий и охраны окружающей среды в целом является основой процесса интеграции разнородных данных, в том числе данных сетей мониторинга различных ведомств (Росгидромета, Минсельхоза, Минатомта, МЧС и др.).

В данной работе кратко представлены элементы ГИС системы территории Брянской области, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской аварии, в которой центральное внимание уделяется агросфере.

При решении агроэкологических задач недостаточным является использование лишь

© **Б.И. Яцало, И.А. Пичугина, Г.В. Козьмин, О.А. Мирзеабасов, И.В. Охрименко, М.Ф. Каневский, Е.А. Савельева, 2001**

топографических карт. Для оценки возможных вариантов и оптимизации ведения сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных территориях незаменимыми являются карты землепользования, а также соответствующие данные мониторинга по обследованию сельскохозяйственных угодий.

Радиоактивное загрязнение, обусловленное Чернобыльской катастрофой, захватило всю территорию Брянской области, но наиболее загрязненными оказались юго-западные районы. Общая площадь селхозугодий по области с уровнем загрязнения ^{137}Cs свыше 1 Ки/км² в послеаварийный период составила 680 тыс. га или 40 % территории области, 282 тыс. га имели уровень загрязнения свыше 5 Ки/км² и 17,1 тыс. га - более 40 Ки/км², которые были выведены из системы землепользования [2]. Мониторинг загрязнения сельскохозяйственных угодий и производимой продукции растениеводства и животноводства является одной из основополагающих задач по реабилитации радиоактивно загрязненных территорий. В этих целях проводится детальное радиологическое обследование сельскохозяйственных угодий, в том числе личных подсобных хозяйств в Брянской и Калужской областях. Ежегодно анализируется до 10 тысяч почвенных образцов и 22 тысяч образцов сельскохозяйственной и лесной продукции [4].

На основе исходных карт землепользования масштаба 1:50000 созданы *векторные электронные карты землепользования* загрязненных районов Брянской области (при этом в качестве контрольных использовались также карты-планы внутрихозяйственного землеустройства масштаба 1:25000). Библиотека электронных карт включает в себя векторные карты Новозыбковского, Клиновского, Гордеевского, Красногорского и Злынковского районов, а также отдельные карты землепользования по каждому хозяйству указанных районов (всего в настоящее время более 90 карт).

Создание и редактирование электронных карт осуществлялось в среде PC ARC/INFO с использованием дигитайзера (заведение границ участков земельных угодий), а также с применением цветного АЗ-сканера и программы векторизации растровых изображений EasyTrace.

Электронные карты включают в себя все основные категории землепользования в соответствии с их пространственным расположением, координатами и геометрией (полигоны векторных карт), в том числе

- пахотные угодья;
- пастбища и сенокосы;
- леса;
- болота и водные участки;
- населенные пункты;
- сады, а также другие категории землепользования.

Пример карты землепользования для трех районов Брянской области представлен на рис.1.

Количественные данные о структуре векторных карт землепользования, характеризующие использование земельных угодий в указанных районах и подчеркивающие трудоемкость проведенных работ по созданию электронных карт, представлены в табл.1.

На основе данных мониторинга созданы базы данных (БД) атрибутивной информации, т.е. информации по каждому полигону векторной карты землепользования. Для хранения данных используется СУБД Paradox. Формирование БД проводилось с использованием многолетних данных мониторинга, полученных сетью агрохимического и ветеринарного контроля Брянской области.

Для всех полигонов приводится плотность поверхностного загрязнения территории ^{137}Cs для каждого, привязанного к году, тура обследований, см. рис.2 (для отдельных полигонов приведено также загрязнение ^{90}Sr и трансурановыми радионуклидами).

По селхозугодьям (в том числе по каждому участку поля) доступна следующая

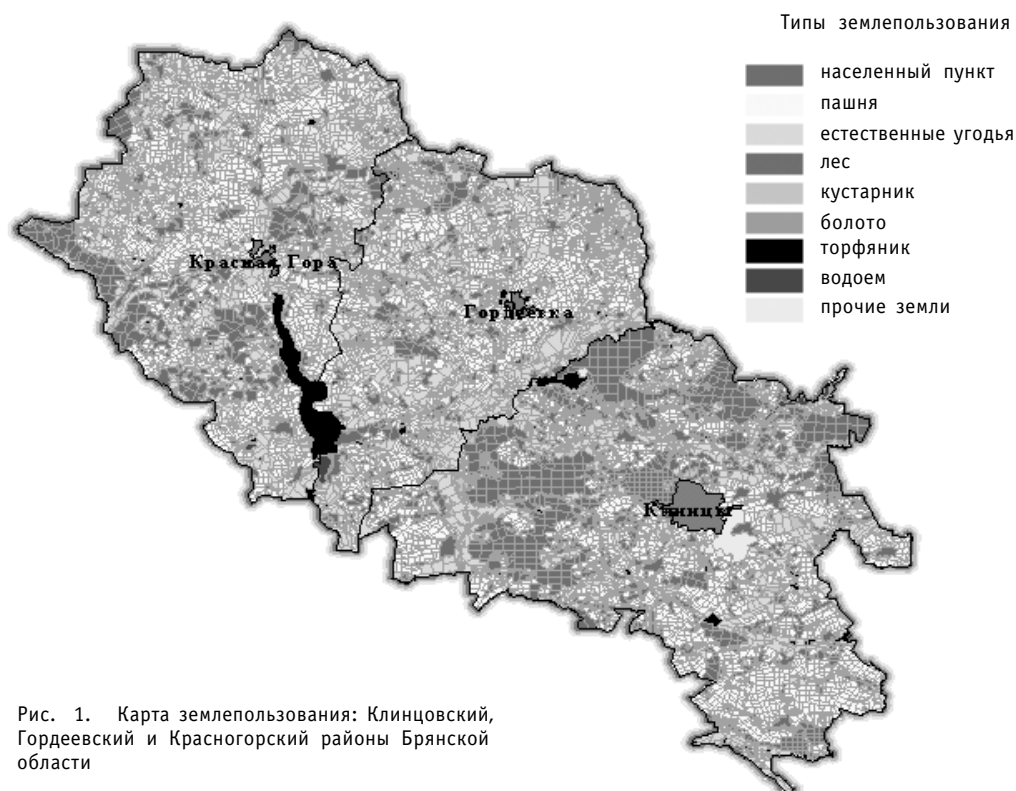


Рис. 1. Карта землепользования: Клинцовский, Гордеевский и Красногорский районы Брянской области

информация:

- физико- и агрохимические характеристики почв рассматриваемых участков (тип почвы и мехсостав, содержание калия, фосфора, гумуса, кислотность);
- севооборот и выращиваемая культура (для пахотного угодья);
- данные о принимавшихся ранее контрмерах на рассматриваемых угодьях.

Для полигонов леса (лесные массивы, разбитые на соответствующие участки) дополнительно указаны тип почв и площадь.

По всем населенным пунктам (НП) каждого административного района указаны

- данные мониторинга о поверхностном загрязнении, внешних и внутренних дозах местного населения;

- данные о производстве основных видов продукции личных подсобных хозяйств (ЛПХ) (молоко, мясо, картофель);

Таблица 1

Статистика по полигонам карт землепользования двух районов Брянской области

| Информация по полигонам | Красногорский район | | Клинцовский район | |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | Количество | Площадь (га) | Количество | Площадь (га) |
| Все полигоны | 3097 | 106817 | 4200 | 136473 |
| Полигоны под пашней | 1413 | 43819 | 1765 | 44916 |
| Полигоны под пастбищами/ сенокосами | 549 | 28747 | 584 | 27726 |
| Полигоны, занятые лесом | 291 | 19134 | 1032 | 42863 |
| Количество хозяйств в районе | 18 +1 лесничество | | 23 + 3 лесничества | |
| Количество населенных пунктов | 99 | | 155 | |

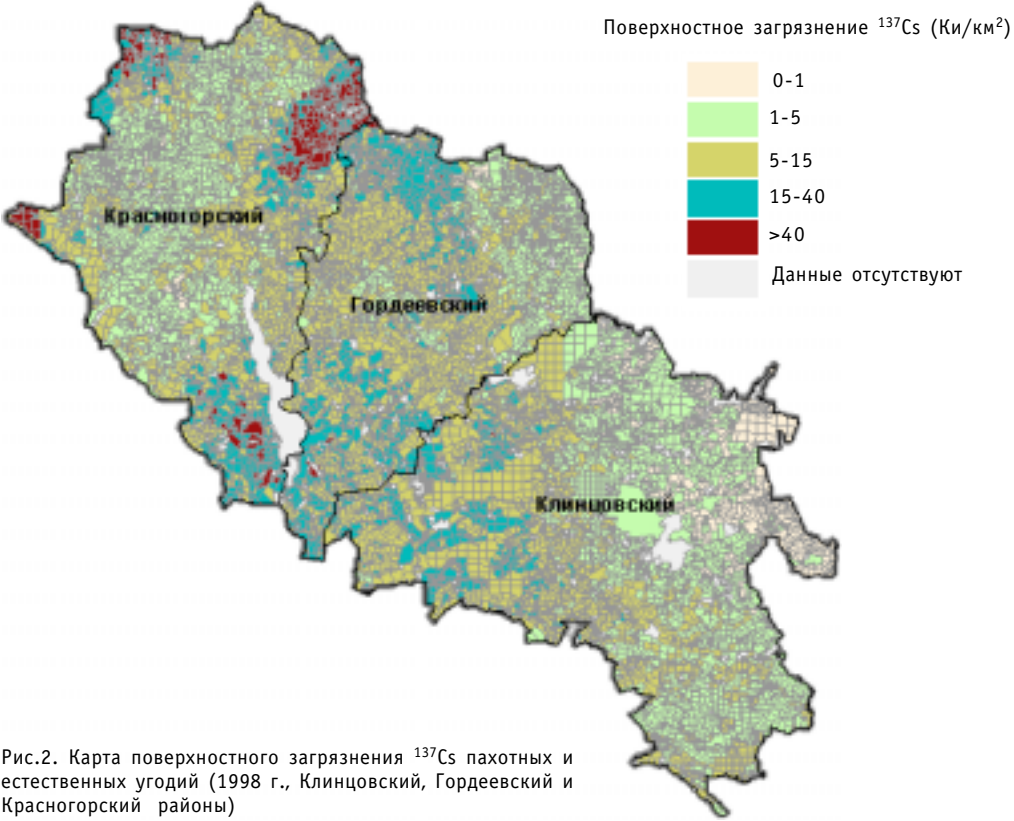


Рис.2. Карта поверхностного загрязнения ^{137}Cs пахотных и естественных угодий (1998 г., Клиновский, Гордеевский и Красногорский районы)

- данные мониторинга о загрязнении с/х продукции ЛПХ радионуклидами ^{137}Cs ;
- демографические данные.

Пользователю доступна также информация по всем хозяйствам рассматриваемых районов, в том числе

- данные о производстве всех основных видов продукции растениеводства и животноводства за последние годы (в том числе посевные площади, валовые сборы, урожайности, структура севооборота, количество с/х животных, производство молока и мяса);
- данные мониторинга о загрязнении с/х продукции радионуклидами ^{137}Cs ;
- данные о принимавшихся в хозяйстве контрмерах (в том числе использование феррацинсодержащих препаратов).

Для представления и анализа векторных электронных карт и соответствующей атрибутивной информации используются возможности картографического пакета ArcView. Кроме того, для научно-практических задач по использованию указанных наработок на местах и максимально широкому анализу данных на основе библиотеки электронных карт и указанной БД разработано специальное приложение *PRANA-DB-Analysis*. При этом заведенные в формате покрытий PC ARC/INFO картографические данные конвертируются в формат обменных файлов системы ARC/INFO и переводятся в специальный двоичный формат для дальнейшего использования в разрабатываемых приложениях.

Для каждого типа полигонов разработана отдельная форма представления информации из БД. Связывание данных по полигону с соответствующими данными справочников производится посредством SQL-запросов. Каждая форма позволяет одновременно просматривать информацию из разных таблиц базы данных в агрегированном.

Опции просмотра и редактирования БД включают в себя специальные элементы ин-

терфейса, в том числе возможность настройки интерфейса и управления редактированием полей БД, а также организацию SQL-запросов при просмотре баз данных с использованием широкого набора сервисных функций. Для создания приложений используется C++-Builder.

Указанное приложение представляет собой эффективный инструмент для компьютерной поддержки сети радиационного мониторинга агроферы (введение и редактирование данных), анализа имеющихся данных мониторинга, создания соответствующих (картографических и табличных) отчетов по запросу пользователя (включая комплексные SQL-запросы различной сложности).

Созданные на базе исходных карт землепользования и БД атрибутивной информации «производные» карты (загрязнение угодий, типы почв, содержания калия, фосфора, кислотность, структура посевных площадей и др.) являются незаменимым средством в процессе принятия решений по ведению сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных территориях.

Разработанная прикладная ГИС PRANA внедрена в МСХ России и Центре Агрохимрадиологии (г.Брянск) для решения научно-практических задач при подготовке карт радиационной обстановки, для ведения банка данных по результатам радиологического и агрохимического обследования территории и сельскохозяйственной продукции, для составления проектно-сметной документации при планировании реабилитационных работ на радиоактивно загрязненных территориях.

Необходимо подчеркнуть, что указанное приложение *PRANA-DB-Analysis* является всего лишь одним из приложений разрабатываемой ГИС системы поддержки принятия решений *PRANA*, предназначенной для оценки и оптимизации мер по реабилитации радиоактивно загрязненных территорий [7,8], описание которой выходит за рамки данной статьи. Различные версии системы *PRANA* предназначены для проведения научно-практических исследований и оценок, для практического внедрения в научных и административных центрах, а также для целей образования и тренинга студентов и специалистов по широкому кругу вопросов радиоэкологии, радиобиологии, радиологической защиты населения, реабилитации радиоактивно загрязненных территорий и применения ГИС для решения прикладных задач.

Работа выполнена при частичной поддержке международных проектов МНТЦ #1224 и INTAS# 31726.

Литература

1. Берлянт А.М. Картография. - М.: Аспект Пресс, 2001.
2. Берлянт А.М. Геоиконика. - М.: «Астрей», 1996.
3. Майкл Н. ДеМерс. Географические информационные системы. Основы. - М.: Дата+, 1999.
4. Маркина З.Н., Курганов А.А., Воробьев Г.Т. Радиоактивное загрязнение продукции растениеводства Брянской области. - Брянский Центр Агрохимрадиологии. Брянск, 1997.
5. Просяникова О.И. Геоинформационная система в агрохимслужбе // Агрохимический вестник. - 1999. - №2. - С.21-22.
6. Столбовой В.С., Савин И.Ю., Шеремет Б.В. и др. Геоинформационная система деградации почв России // Почвоведение. - 1999. - №5. - С. 646-651.
7. Yatsalo B., Mirzeabassov O., Okhrimenko I., Pichugina I., Kulagin B. PRANA - Decision Support System for Assessment of Countermeasure Strategy in the Long-term Period of Liquidation of the Consequences of a Nuclear Accident (Agrosphere) // Radiat. Prot. Dosim. - 1997/ V.73. №№ 1-4. - P. 291-294.
8. Yatsalo B., Mirzeabassov O., Okhrimenko I., Pichugina I. et al. Geographic Information Decision Support System for Rehabilitation of Radioactive Contaminated Territories: Proc. of the Intern. Confer. ConSoil 2000, Leipzig, Germany, Sept. 18-22, 2000. - p. 433-441.

Поступила в редакцию 28.07.2001

metastable, 6 summed independent metastable plus ground, and 104 cumulative yields of radionuclide products. The experimental data were compared with theoretical yields predicted via 7 simulation codes: CEM95, CEM2k, LAHET, CASCADE, HETC, INUCL, YIELDX. Results are analyzed from a point of formation of secondary products that may be of large ecological and technological hazard.

УДК 621.039.51

Ballslayer as a core for the fast reactor \G.B. Usynin, S.G. Usynina; Editorial board of journal "Izvestia vissikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). - Obninsk, 2001. - 6 pages, 6 illustrations, 2 tables. - References - 5 titles.

The analysis of pebbly bed conception for the fast reactor is carried out. Balls medley from plutonium oxide and depleted uranium carbide are considered. The neutronic and hydraulic characteristics of such core is given. The opportunities deep burnout of heavy nuclei are discussed in the paper.

УДК 502.3

Geoinformation System of Radioactive Contaminated Territories \B.I.Yatsalo I.A.Pichugina, G.V.Kozmin, O.A.Mirzeabassov, I.V.Okhrimenko, M.F.Kanevsky, E.A.Savelieva; Editorial board of journal "Izvestia vissikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). - Obninsk, 2001. - 5 pages, 2 illustrations, 1 table. - References - 8 titles.

Description of Geographic Information System as a part of the Decision Support System PRANA for rehabilitation of radioactive contaminated territory of Bryansk region is presented. Developed vector electronic maps and databases of attributive information are pointed out.

УДК 621.039.75

Immobilization of Radioactive Waste in Ceramet Materials by the Method of Self-propagating High Temperature Synthesis \E.N. Ilyin, I.Yu. Pashkeev, A.V. Senin; Editorial board of journal "Izvestia vissikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). - Obninsk, 2001. - 9 pages, 3 illustrations, 2 tables. - References - 7 titles.

For the immobilization of solid high-level waste (HLW) to use self-propagating high temperature synthesis (SPHTS) is proposed, which allowing to raise the temperature of the reaction mixture from 1500 to 4000°C due to the heat-evolution of the chemical reactions. As a initial reaction mixture thermite mixture Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , Al , SiO_2 , CaO , Na_2O and CeO_2 , which imitating composition of HLW is being considered. As a result of SPHTS, ceramet block is formed. Ceramet block consist of corrosion-proof iron-chromium metal matrix and ceramic matrix based on aluminates, silicates and alumosilicates. The estimation of chemical resistance of material-immobilizators, obtained by means of leaching in water has revealed their preference for the conventional borosilicate glass.

УДК 532.529

Analysis of the MAGICO and QUEOS experiments on the premixing of the clouds of particles with water with the VAPEX code \M.V.Davydov, V.I.Melikhov, O.I.Melikhov, I.V.Parfenov; Editorial board of journal "Izvestia vissikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) - Obninsk, 2001. - 8 pages, 3 tables, 7 illustrations. - References, 4 titles.

The objective of the investigation was to simulate the MAGICO and QUEOS experiments devoted to the study of the melt-water premixing with the thermohydraulic code VAPEX developed at the EREC VNIIAES. The behavior of the melt drops cloud was simulated in the MAGICO and QUEOS experiments by the cloud of the metal spheres, mixing with the water under gravitational force. Both, the experiments with cold and hot particles were considered. The integral parameters, such as the velocity of the leading edge of the cloud, the mixture level dynamic, the rate of the vaporization and local values of the void fraction were compared with the experimental results. Generally, the calculation results are in a reasonable agreement with the experimental ones.

УДК 621.039.517

Relap5 Modeling of the NPP VVER-1000 Steam Generator \S.A.Rouhanifard, A.A. Kazantsev, V.V. Sergeev; Editorial board of journal "Izvestia vissikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). - Obninsk, 2001. - 11 pages, 13 illustrations, 3 tables. - References - 7 titles.