



УДК 504:57А

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАДИОЭКОЛОГИИ

О.М.Зоренко¹

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассмотрены современные компьютерные технологии, применяемые для решения задач радиоэкологии. Предложен альтернативный программный комплекс, основанный на применении ГИС-технологий в изучении распределения радона на территории города Иркутска, который позволил оптимизировать процесс визуализации информации без потери данных, хранящихся в СУБД, а также решать такие задачи, как районирование территории по степени радоноопасности, изучение связи радона с тектоническими нарушениями.

Ил. 7. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: радиоэкология; ГИС; радон; Иркутск; карта; база данных.

GIS TECHNOLOGIES WHEN SOLVING RADIOECOLOGY PROBLEMS

O. M. Zorenko

Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

The author considers modern computer technologies applied to solve problems of radioecology. She offers an alternative software package based on GIS technologies in studying radon distribution in the city of Irkutsk. It made possible to optimize the information visualization process without the loss of the data stored in the database control systems, as well as solve such tasks as zoning according to the degree of radon hazard, studying the connection between radon and tectonic faults.

7 figures. 6 sources.

Key words: radioecology; GIS; radon; Irkutsk; map; database.

В настоящее время ГИС-технологии находят широкое применение в разных областях производства и науки. Современные программные продукты позволяют создавать системы, дающие возможность значительно сократить время решения тех или иных задач, а также оптимизировать процесс принятия решений. Применение ГИС-технологий в радиоэкологии практикуется редко. Существующие программные комплексы, утвержденные правительством РФ, предполагают лишь единую систему хранения атрибутивных данных,

тогда как их визуализация может значительно облегчить процесс районирования территорий.

Среди существующих государственных программных комплексов по оценке радиационной обстановки на территории известна экспертная система ФИАКР, разработанная центром АС СССР. Она позволяет создавать диалоговые экспертные системы в тех проблемных областях, где внешние признаки объектов, промежуточные суждения и целевые состояния могут быть представлены в виде атрибутов, принимающих



Рис. 1. Главная страница программного продукта ЕСКИД

¹Зоренко Ольга Максимовна, аспирант, тел.: (3952) 405241, e-mail: O.M.Zorenko@gmail.com
Zorenko Olga Maksimovna, postgraduate student, tel.: (3952) 405241, e-mail: O.M.Zorenko@gmail.com

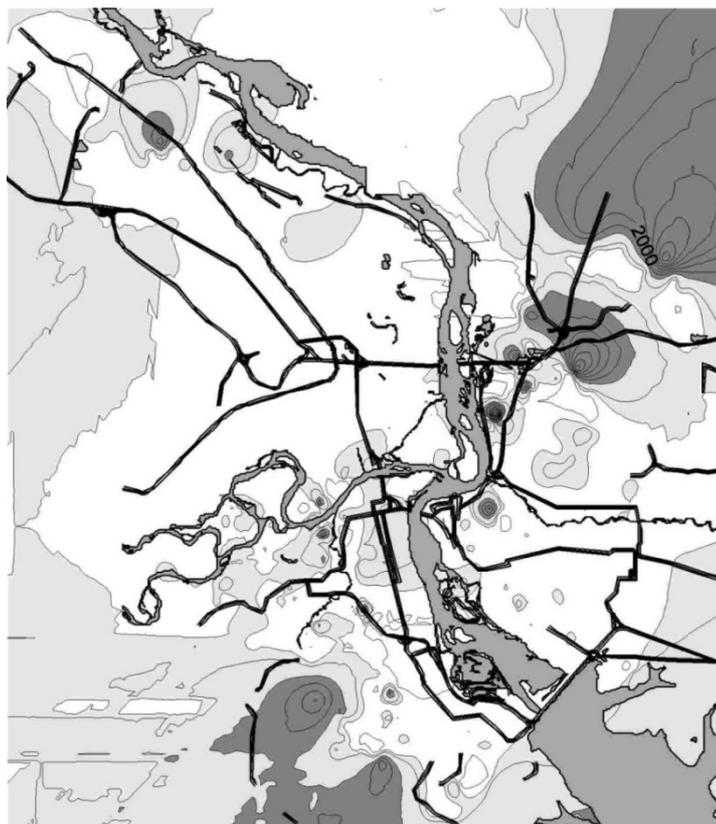


Рис. 2. Пользовательская форма СУБД «РАДОН»

конкретное число взаимоисключающих знаний. В базе знаний представлены факультативные атрибуты и иерархические классификации объектов. Система состоит из комплекса программ, осуществляющих интерфейс между базой знаний и экспертом, а также между базой знаний и пользователем. [4] Однако гра-

фическое отображение атрибутивной информации в данной системе не предусмотрено.

Согласно приказу Министерства Здравоохранения РФ 268 от 21.06.03 (п.5.1.1) всем предприятиям, имеющим лаборатории радиационного контроля (ЛРК), необходимо предоставлять ежегодно информа-



- Условные обозначения
- Значение ЭРОА Rn менее 200 Бк/м³
 - Значение ЭРОА Rn от 200 до 400 Бк/м³
 - Значение ЭРОА Rn более 400 Бк/м³
 - Гидросеть
 - Дороги

Рис. 3. Карта изолиний содержания радона в подвальных помещениях г. Иркутска



цию о проведенных радиозоологических исследованиях в городах и населенных пунктах.

Единая система контроля индивидуальных доз (ЕСКИД) представляет собой банк данных, позволяющий хранить информацию о радиозоологическом обследовании домов и открытых территорий (рис. 1) [1]. Помимо этого, в нее включена функция создания архива файлов передачи данных, а также функция изменения и удаления данных. Какой-либо статистической обработки эта программа не предусматривает. Таким образом, кроме функции хранения информации, этот банк данных других функций в себе не несет.

В 2005 году спецкомбинатом «Радон» города Иркутска было проведено комплексное радиозоологическое обследование города Ангарска Иркутской области [2], по результатам которого была разработана многопользовательская СУБД на основе SQL Server 7 и MS Access 2000, которая позволяла хранить информацию и делать элементарные операции - пользовательские запросы, создавать выборку данных и представлять ее в виде отчета пользователю. Данные были разделены условно на две категории:

1. Исследование радиационной обстановки на

открытой местности территории города Ангарска.

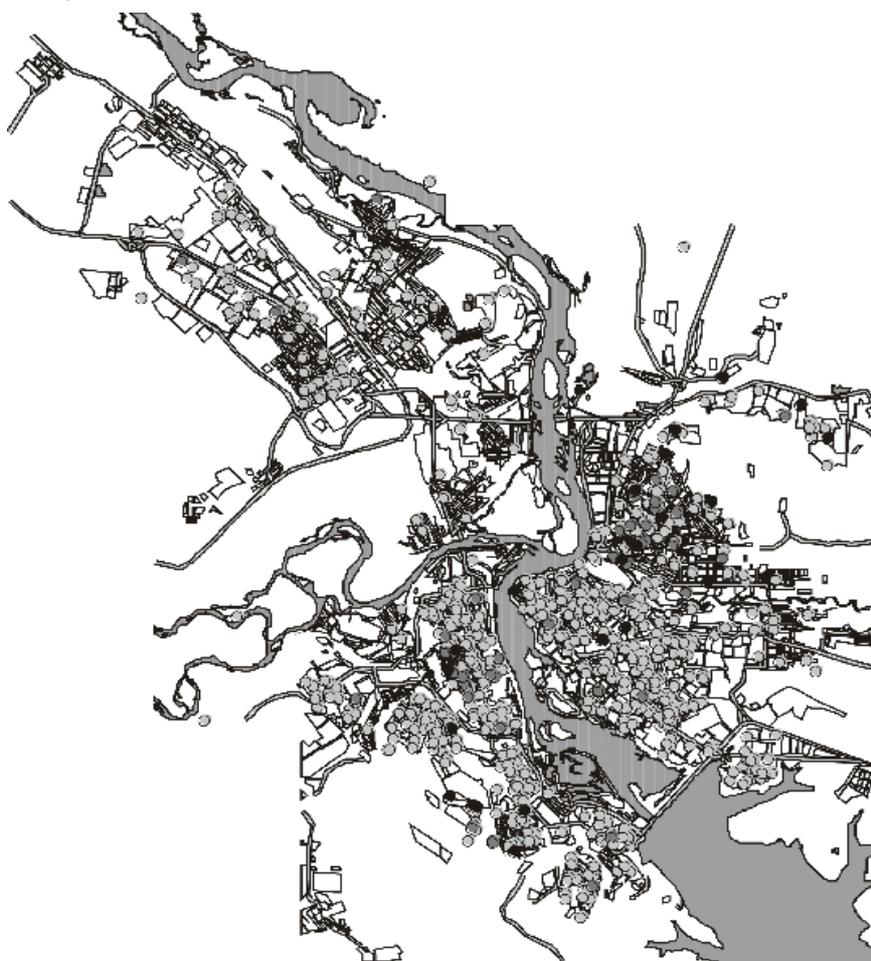
2. Обследование муниципальных учреждений города Ангарска.

Пользователь имеет доступ к чтению информации без права внесения изменений, которым пользуется администратор.

На основе программного продукта Surfer 6 были построены карта радоноопасности, карта загрязнения Cs-137 и др. Часть карт было отстроено в точках (например, карта фактического материала), часть - в изолиниях. Для интерполяции/экстраполяции полученных данных использовался метод Крайгинга (Kriging), так как он работает с регулярной и нерегулярной сетью обследования.

Следует отметить, что физически данные хранятся в БД, при этом для визуализации необходимо создавать отдельные файлы в формате, отличном от формата СУБД, и при построении графической информации эти данные теряются.

Достоинством рассмотренного комплекса является многопользовательский доступ к информации, полная реализация функциональных возможностей СУБД. К его недостаткам можно отнести отсутствие



Условные обозначения:

- Значение ЭРОА R_n менее 200 Бк/куб. м
- Значение ЭРОА R_n от 201 до 400 Бк/куб. м
- Значение ЭРОА R_n более 401 Бк/куб. м

Рис. 4. Карта распределения содержаний радона в подвальных помещениях зданий Иркутска



единой системы визуализации атрибутивной информации, хранящейся в СУБД.

В 2008 году ЛРК Иркутского государственного технического университета (ИрГТУ) по заказу администрации города Иркутска были выполнены работы по разработке комплекса мероприятий по обеспечению радиационной (радоновой) безопасности на территории города Иркутска [3], в составе которых было создание геоинформационного пакета «РАДОН».

ГИС «РАДОН» представляет собой программный комплекс, состоящий из СУБД «RADON.mdb», основанной на программе MS Access, и непосредственно ГИС оболочки RADON.arg на основе ArcView.

В базе данных хранятся данные об обследовании зданий и сооружений на территории города Иркутска, характеристики обследованных объектов, информация о сотрудниках компании или владельцах квартир, в которых проводилось обследование. Единицей хранения является таблица, а не файл, как это предусмотрено в ЕСКИД, например. Для пользователей реализован ряд запросов: запрос на выборку данных по районам, округам, уровням концентраций радона в подвалах, на первых этажах зданий и сооружений. Пользовательский интерфейс реализован в виде объекта «Формы» (рис. 2).

Многопользовательский режим достигнут путем

встроенных в программу функций, при этом различается две категории пользователей: **администратор** и **пользователь**. **Администратор** данной имеет право на проведение любых изменений, то есть добавлений, удалений и редактирований записей или какой-либо информации, а также распределяет уровни доступа пользователей. **Пользователь** (обычно сотрудники предприятия, которые нуждаются в постоянной работе с системой) имеет право на незначительные изменения, т.е. на работу только с информацией, предоставляемой в базе данных. Администратор, равно как и пользователь, может создавать любые запросы, связанные с уровнями радиоактивности по районам, округам, отдельным улицам с той только разницей, что администратор имеет право пополнять БД, вносить в нее изменения.

Для реализации данной работы был выбран ГИС-инструментарий Arc-View [5]. Главная особенность ArcView - возможность подключения внешних баз данных типа MS Access (инструмент SQL Connect), которая использована в качестве основной базы данных, хранящей всю информацию о помещениях (ранее хранившихся на бумажных носителях), в которых проводилось обследование. Также ArcView имеет возможность создавать запросы на основе таблиц MS Access, что позволило автоматизировать процесс вы-



Условные обозначения:

- Значение ЭРОА R_п менее 200 Бк/куб. м
- ◐ Значение ЭРОА R_п от 201 до 400 Бк/куб. м
- ◑ Значение ЭРОА R_п более 401 Бк/куб. м

Рис. 5. Карта распределения содержания радона в помещениях на первых этажах зданий города Иркутска



деления округов, районов и улиц с соответствующими им значениями ЭРОА (или ОА, если это необходимо) района.

В ГИС «РАДОН» также реализован многопользовательский доступ, аналогичный доступу к базе данных.

Для районирования города Иркутска по степени радоноопасности по первым и цокольным этажам зданий были отстроены следующие карты: карты изолиний ЭРОА района, карты распределения ЭРОА района и карты сопоставления результатов ЭРОА района с разрывной тектоникой.

Карты изолиний были отстроены в приложении Surfer 8. Для интерполяции экспериментальным способом был выбран метод Radial Basis Function, наилучшим образом отражающий картину опробования (рис. 3). Впоследствии эти карты были экспортированы через формат *.dxf в ГИС «Радон».



Условные обозначения:

- Значение ЭРОА R_n менее 200 Бк/куб. м
- Значение ЭРОА R_n от 201 до 400 Бк/куб. м
- Значение ЭРОА R_n более 401 Бк/куб. м

Рис. 6. Карта сопоставления результатов распределения радона в подвальных помещениях зданий города Иркутска с разрывной тектоникой

Как видно на карте изолиний содержания радона в подвальных помещениях (рис. 3), можно выделить следующие районы с наиболее высокими значениями ЭРОА: Радищево, Марата, Топкинский, Глазково, коттеджный поселок Ново-Иркутский, Университетский, Первомайский и Студгородок. Однако сравнивая масштабы проинтерполированных аномалий с реальными,

измеренными (рис. 4), можно сказать, что они значительно различаются. Отметим, что обследование на радон проводилось по нерегулярной сети. Кроме того, поскольку измерения проводились в закрытых помещениях, то каждое значение ЭРОА характеризует только данную точку обследования – здание, а совокупность точек дает объективную картину распределения радона, тогда как карта изолиний ЭРОА более субъективна и в значительной степени зависит от алгоритма построения.

Сравнение карт показывает, что карта распределения ЭРОА в точках (рис. 4) более информативна, чем карта ЭРОА в изолиниях (рис. 3).

Рассмотрим карту распределения ЭРОА района в точках по первым этажам зданий города Иркутска (рис. 5). Районы с наиболее высоким содержанием радона в помещениях – это Радищево, Марата, коттеджный поселок Ново-Иркутский. В остальных районах значения ЭРОА радона в пределах нормы.

На карте распределения ЭРОА радона в подвальных помещениях зданий города Иркутска (рис. 4) выделяются высокими концентрациями радона такие районы, как Кировский, Студгородок, Ново-Иркутский, Марата, Радищево.



Условные обозначения:

- Значение ЭРОА R_n менее 200 Бк/куб. м
- Значение ЭРОА R_n от 201 до 400 Бк/куб. м
- Значение ЭРОА R_n более 401 Бк/куб. м

Рис. 7. Карта сопоставления результатов распределения радона в помещениях на первых этажах зданий города Иркутска с разрывной тектоникой



Считая доказанным глубинное происхождение радона на территории города Иркутска [3], сравним результаты распределения радона в подвальных помещениях с картой разрывной тектоники на территории города (рис. 6) [6]. Анализ показывает, что в районе Радищево – Марата вдоль разлома отмечены точки с высокими значениями ЭРОА радона. В районе Глазково (Кайская гора), поселке Ново-Иркутский наблюдается похожая картина. Это позволяет говорить о том, что радон, образующийся при распаде радиоактивных элементов в толще коренных пород, поднимается к поверхности по разломам и зонам тектонических нарушений.

Далее рассмотрим карту, отображающую картину ЭРОА радона на первых этажах жилого фонда города Иркутска (рис. 7). Аномальными участками опять выделяются: Радищево, Ново-Иркутский поселок и незначительное количество точек в Кировском районе. При этом аномалии на первых этажах, как правило, совпадают с аномалиями в подвальных помещениях.

Следует отметить, что данные аномалии на первых этажах находятся в частном секторе. В тех же местах, где построены типовые многоквартирные здания, на первых этажах содержание радона в пределах нормы при повышенных в подвалах.

Библиографический список

1. www.niirg.ru
2. Радиационное обследование, создание карты радиационной обстановки территории города Ангарска / Мироненко С.Н. [и др.]. Иркутск, 2005.
3. Булнаев А.И., Макаров О.М., Зоренко О.М. Разработка комплекса мероприятий по радиационной (радоновой) безопасности на территории города Иркутска. Иркутск, 2008.

Главным преимуществом ГИС «РАДОН» является наличие внешней базы данных, привязанной к векторной карте в полной мере. Другими словами, все данные, относящиеся к опробованию на радон в городе Иркутске, физически хранятся в единой базе данных и используются ГИС в качестве основного источника данных для их визуализации. Это позволяет оперативно производить поиск информации по тому или иному объекту, в котором производилось опробование, а также синхронно обновлять данные на электронной карте радоноопасности города Иркутска.

Результаты обследования, вынесенные на карту Иркутска (см. рис.3-7), позволили провести районирование территории города по степени радоноопасности, а их статистическая обработка – количественно оценить радоноопасность каждого из районов города, рассчитать дозы радиоактивного облучения населения за счет радона и риски негативных последствий от его воздействия на жителей Иркутска.

Разработанная геоинформационная система является эффективным инструментом для изучения распределения радона в пределах урбанизированных территорий для решения задач районирования городов по степени радоноопасности, а также для исследования взаимосвязи радона с разрывной тектоникой.

4. Руководство по методам контроля за радиоактивностью окружающей среды / Под ред. И.А. Соболева, Е.Н. Беляева. М.: Медицина, 2002. 432 с.
5. Справка по ArcView// www.esri.com
6. Лобацкая Р.М. Разломно-блоковая структура территории Иркутска как основа для сейсмомикрорайонирования // современная геодинамика и опасные природные процессы в центральной Азии. Иркутск, 2005. Вып. 3. С. 335-338.

УДК 551.4: 551.243.11 (235.35)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ В ЗОНЕ ОСВОЕНИЯ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ НА УЧАСТКЕ ПОРТ БАЙКАЛ – ПОС. КУЛТУК

Р.А.Качура¹, А.С.Куклин², В.К.Лапердин³, Н.В.Тимофеев⁴

^{1,2}Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

^{3,4}Институт земной коры СО РАН, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128.

Дана оценка современного состояния геологической среды и основополагающих факторов формирования опасных геологических процессов на побережье озера Байкал (порт Байкал – пос. Култук), где при возведении любых сооружений необходима оценка степени геологической опасности территории, возникающей в результате сильных землетрясений, выпадения аномально большого количества осадков и техногенного фактора, о чем свидетельствует статистика повторяемости и интенсивности сейсмических и климатических событий. На этом основании участок п. Байкал – пос. Култук следует отнести к чрезвычайно опасным территориям, где высока степень риска проживания и отдыха людей и где многие объекты, в том числе и железная дорога, нуждаются в защите от опасных геологических процессов, возникающих в результате взаимодействия двух мегафакторов – природного и антропогенного.

¹Качура Роман Алексеевич, аспирант.

Kachura Roman Alekseevich, postgraduate student.

²Куклин Алексей Сергеевич, аспирант.

Kuklin Aleksey Sergeevich, postgraduate student.

³Лапердин Валерий Кириллович, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, e-mail: Laperdin@crust.irk.ru

Laperdin Valery Kirillovich, Doctor of geological and mineralogical sciences, senior research worker, e-mail: Laperdin@crust.irk.ru

⁴Тимофеев Николай Владимирович, аспирант, тел.: (3952) 426311

Timofeev Nikolay Vladimirovich, postgraduate student, tel.: (3952) 426311.