ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.А.Лаптёнок, Аида Мехдизадех Муждехи

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Представлены примеры решения задач оценки и мониторинга воздействия объектов на качество окружающей среды методами пространственного моделирования с использованием инструментальных программных средств и технологии географических информационных систем (ГИС). Подчеркивается, что метод трехмерного пространственного моделирования с применением технологии ГИС может эффективно использоваться для решения задач мониторинга воздействия объектов на качество окружающей среды как при ручной обработке данных, так и в составе автоматизированных и автоматических информационных и информационно-аналитических комплексов. Данная методика может эффективно применяться при анализе воздействия на качество окружающей среды действующих и проектируемых объектов.

При проектировании промышленных и энергетических объектов, деятельность которых связана с выбросами в окружающую среду различных поллютантов, часто необходимо заранее оценить характер и степень воздействия таких выбросов на прилегающие территории. Существует ряд программных средств, предназначенных для моделирования распространения загрязняющих веществ на прилегающей к объекту территории в зависимости от различных погодных условий – направления и силы ветра, влажности воздуха, атмосферного давления и пр. Но большинство моделей, создаваемых такими программными средствами, являются абстрактными, построенными в собственном масштабе и без геокодирования, то есть без привязки к конкретной точке на местности. Технология географических информационных систем [1, 2] предоставляет программный инструментарий, позволяющий согласовать масштаб таких моделей с масштабами растровых и векторных пространственных моделей, созданных на топографической основе, и произвести их геокодирование.

Одной из наиболее острых проблем современности также является защита атмосферного воздуха от антропогенного загрязнения. Развитие энергетики и промышленности неизбежно сопровождается увеличением потребления топлива, обрабатываемых материалов и ростом количества образующихся токсичных веществ. В последние десятилетия XX и первые годы XXI века проблема защиты окружающей человека среды от загрязнения приобрела особое значение практически для всех развитых государств. Несмотря на то, что на долю природных источников загрязнения воздуха приходится свыше 50% соединений серы, 93% оксидов азота, значительная доля оксида углерода и ряд других загрязнителей, наибольшую опасность создают искусственные источники загрязнения воздуха, связанные с деятельностью человека, в первую очередь, процессы сжигания топлива. Поступление значительных объемов продуктов сгорания топлива от котлов, промышленных печей, а также отработанных газов автомобилей изменяет состав атмосферного воздуха, часто приближая концентрации токсичных веществ к опасным по биологическому действию на человека, животных, растения, приводит к быстрой коррозии металлов.

Мероприятия по защите воздушного бассейна от загрязнения в целом для экономики отдельно взятой страны не являются убыточными, так как ущерб, причиняемый загрязнением воздуха здоровью населения, жилым и промышленным зданиям, урожайности сельскохозяйственных культур (особенно некоторым фруктовым деревьям), лесам и паркам, в крупнейших городах составляет ежегодно значительные суммы [3]. Загрязнение атмосферного воздуха увеличивает скорость коррозии металлов в 10–20 раз. Только из-за действия загрязнителей на металлы, краску, кожу, резину и другие материалы ежегодные потери в США составляют около 1 миллиарда долларов, а совокупный ущерб достигает 12–14 миллиардов долларов [4, 5].

Сокращение затрат на возмещение ущерба, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, возможно исключительно за счет принятия

адекватных мер по сокращению вредных выбросов и минимизации воздействия поллютантов. В свою очередь, оценка адекватности и эффективности таких мероприятий не представляется возможной без четкого представления о возникновении и развитии объемных процессов, протекающих в воздушной среде. Моделирование таких процессов достаточно трудоемко и не может эффективно осуществляться без применения средств вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения.

Цель данного исследования – оценка эффективности использования технологии географических информационных систем при решении задач оценки и мониторинга воздействия объекта на качество окружающей среды методами пространственного моделирования с использованием инструментальных программных средств ГИС.

В качестве программного обеспечения была выбрана среда ArcView GIS 3.2a с модулями расширения Spatial Analyst 2.0a и 3D Analyst 1.0, ImageWarp и РАСТР Профи [6, 7].

ArcView представляет собой набор программных средств, который предназначен для создания различных картографических моделей, добавления в готовые модели локальных табличных данных различных форматов (dBASE, Paradox, Microsoft Access, Oracle и др.) и данных, хранящихся на удаленных серверах для их отображения, выполнения запросов и расчетов и осуществления географического (пространственного) представления результатов.

Модуль ArcView Spatial Analyst позволяет раскрыть и лучше понять пространственные взаимосвязи различных блоков информации от просмотра и запросов к данным до создания интегрированного пользовательского приложения, ориентированного на решение соответствующих задач. В модуле реализован спектр методов построения и анализа как растровых, так и векторных пространственных моделей.

Модуль ArcView 3D Analyst дает возможность рассчитать и визуализировать высоты точек, профили, изолинии, рельеф с отмывкой, линии наибольших уклонов и ряд других трехмерных (3D) характеристик. Полученная при помощи встроенных функций анализа поверхностей информация может использоваться как непосредственно, сама по себе, так и в комплексе с различными пространственными данными и функциями.

Модули ImageWarp и РАСТР Профи предназначены для трансформирования и совмещения масштабов растровых и векторных пространственных моделей для их комбинирования и объединения в единую составную модель.

Модуль РАСТР Профи осуществляет трансформацию моделей методом конформного или аффинного преобразования координат, что дает возможность использовать для процесса не более трех пар точек, но не позволяет достичь высокого уровня точности. Данный модуль преимущественно используется для обработки мелкомасштабного топографического материала, не требующего в процессе его анализа значительного увеличения, что позволяет использовать также режим совмещения объектов вручную.

Модуль ImageWarp использует для преобразования координат при трансформации моделей метод полиномов различного порядка (порядок полинома зависит от количества пар точек, по которым производится совмещение разномасштабных моделей). Такой метод преобразования позволяет достигать высокой точности совмещения моделей. Таким образом, модуль может применяться без каких-либо ограничений: точность совмещения моделей в данном случае определяется количеством пар соответствующих друг другу точек на совмещаемых изображениях.

Реализация метода пространственного моделирования при оценке воздействия объектов на качество окружающей среды. Первым этапом формирования комбинированных пространственных моделей явилось построение моделей пространственного распределения эффективной дозы облучения и дозы облучения щитовидной железы на основе гипотетических данных программными комплексами InteRAS и RasCal [8] (рис. 1, 2).

С использованием инструментальных средств комплекса ArcView 3.2a на основе карты масштаба 1:100000 была построена векторная пространственная модель территории, на которой предполагалось размещение объекта с нанесением тематических слоев, отображающих населенные пункты, основные водные объекты, границы зон в виде концентрических окружностей.

Для согласования масштабов первичных моделей (рис.1, 2) с масштабом реальной, топографически привязанной модели и их геокодирования использовались программные модули РАСТР Профи и ImageWarp. В результате получены комбинированные пространственные модели распределения доз на конкретные территории и расположенные на них объекты – населенные пункты, сельскохозяйственные угодья, водные объекты и т.д. (рис. 3, 4).

Реализация метода пространственного моделирования при мониторинге воздействия

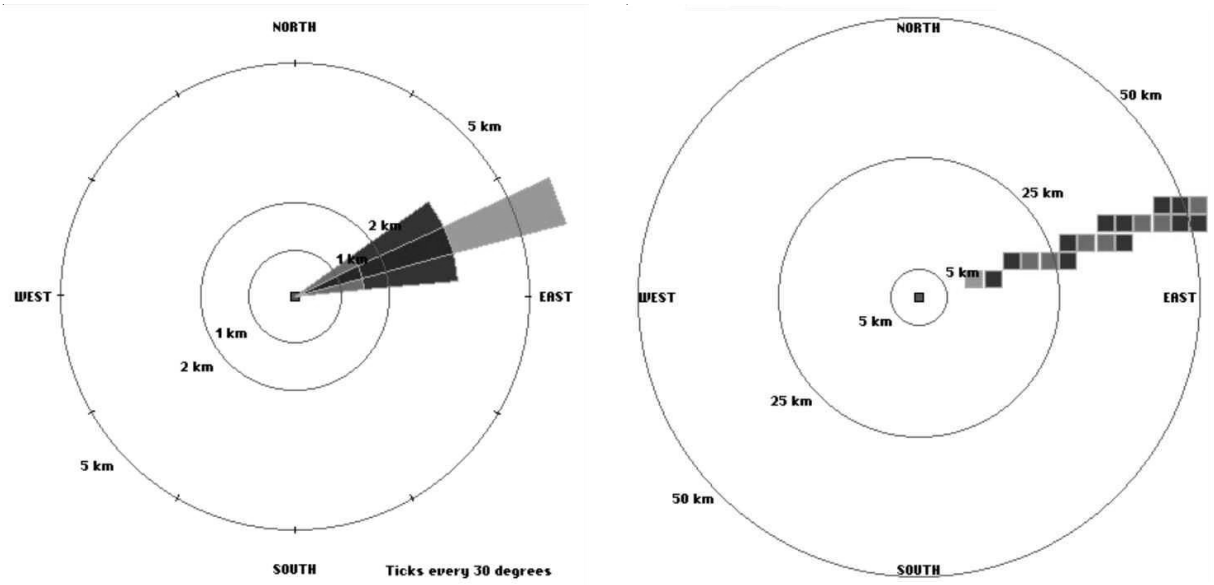

Рис. 1. Пространственная модель распределения эффективных доз облучения населения в зонах радиусом 5 км и 50 км от АЭС (InteRAS)

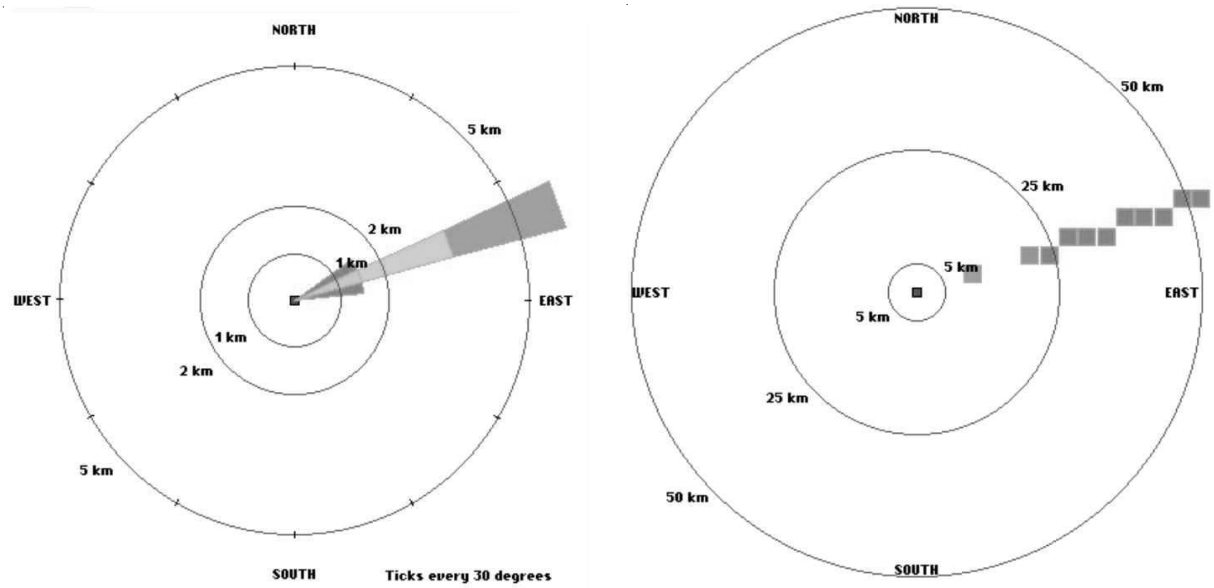

Рис. 2. Пространственная модель распределения доз облучения щитовидной железы в зонах радиусом 5 км и 50 км от АЭС (InteRAS)

объектов на качество окружающей среды. Средствами ArcView на основе космического снимка территории г. Минска [9] были созданы двумерные векторные пространственные модели фрагментов территории с нанесенными природными объектами и зданиями различного назначения. Средствами модуля 3D Analyst созданы триангуляционные модели фрагментов земной поверхности с особенностями рельефа и нанесены расположенные на них объекты (рис. 5, 6).

Использование данной методики моделирования и анализа представляется достаточно перспективным не только при изучении процессов, протекающих в атмосферном воздухе, но и при прогнозировании воздействия подобных процессов на загрязнение территорий. На базе средства ArcView GIS, Spatial Analyst и 3D Analyst создан информационно-аналитический комплекс для создания и анализа трехмерных пространственных моделей промышленных источников загрязнения (см. рис. 5, 6) и территорий, подвергающихся их воздействию при незначительном, среднем и значительном удалении от источника.

Заключение

Метод трехмерного пространственного моделирования с применением технологии географических

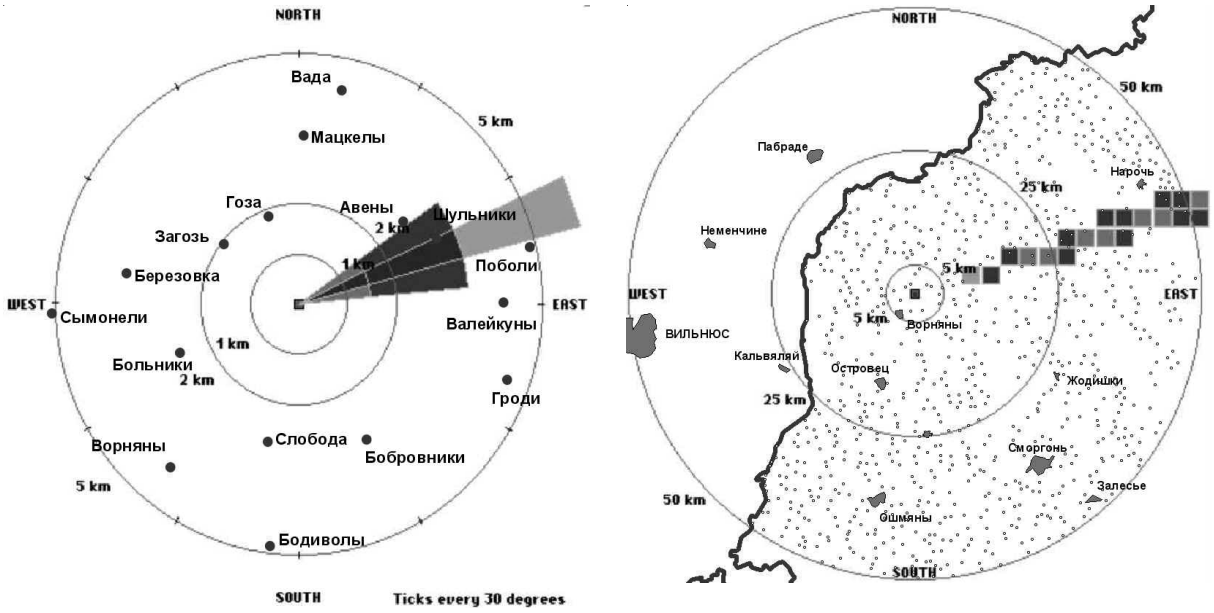

Рис. 3. Пространственная модель распределения эффективных доз облучения населения в зонах радиусом 5 км и 50 км от АЭС с привязкой к территориальным объектам

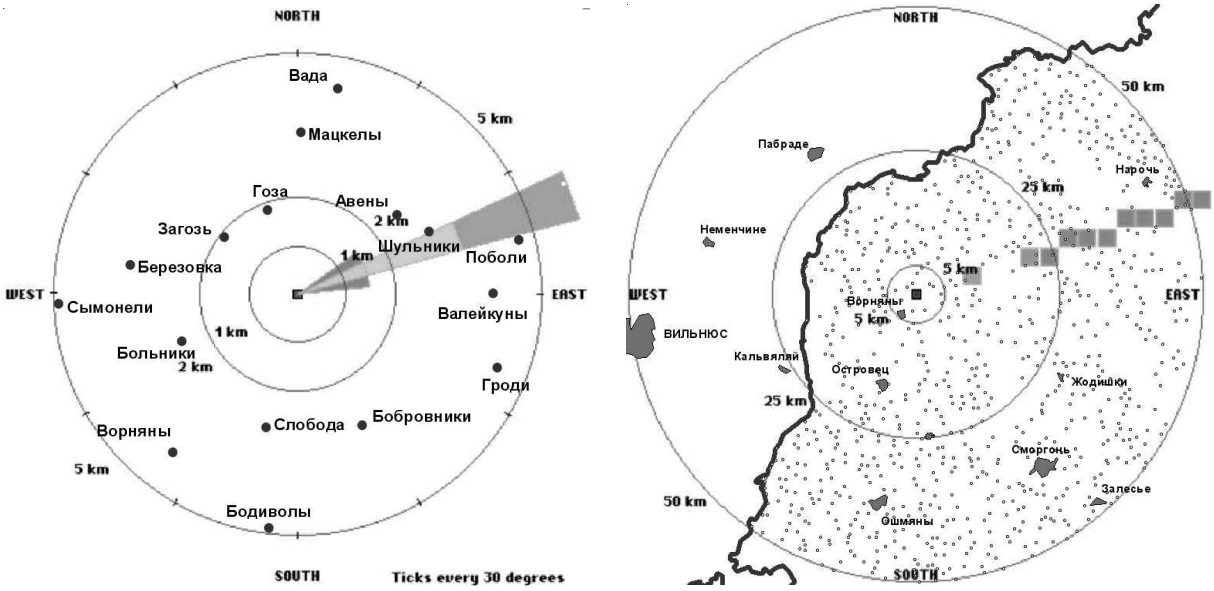

Рис. 4. Пространственная модель распределения доз облучения щитовидной железы в зонах радиусом 5 км и 50 км от АЭС с привязкой к территориальным объектам

информационных систем может эффективно использоваться для решения задач мониторинга воздействия объектов на качество окружающей среды как при ручной обработке данных, так и в составе автоматизированных и автоматических информационных и информационно-аналитических комплексов.

Анализируя розу ветров на изучаемой территории и выявляя преобладающие направления ветра в различные периоды, с использованием предложенного метода оценки воздействия на качество окружающей среды можно выделять территории и объекты с наиболее неблагоприятным прогнозом, что позволит оперативно принимать решения о мерах по минимизации неблагоприятного воздействия на окружающую среду и население.

Изменяя точку топографической привязки при синхронизации масштабов, исследователь может размещать проектируемый объект на любой территории и для каждого варианта анализировать необходимые параметры.

Таким образом, изложенная методика может эффективно применяться при анализе воздействия на качество окружающей среды действующих и проектируемых объектов.

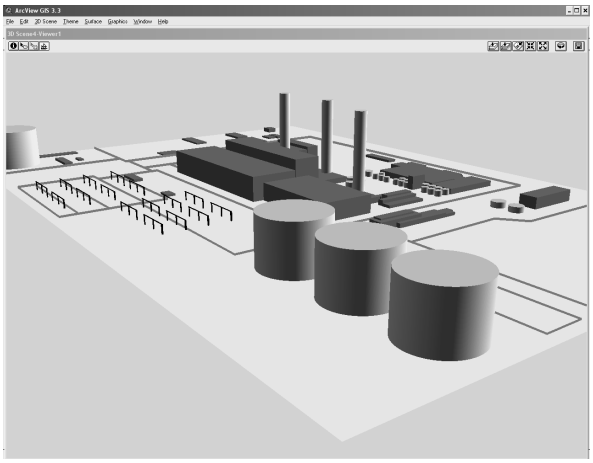

Рис. 5. Трехмерная пространственная модель фрагмента территории с источниками выбросов в атмосферу различных поллютантов (ТЭЦ-4, г. Минск)

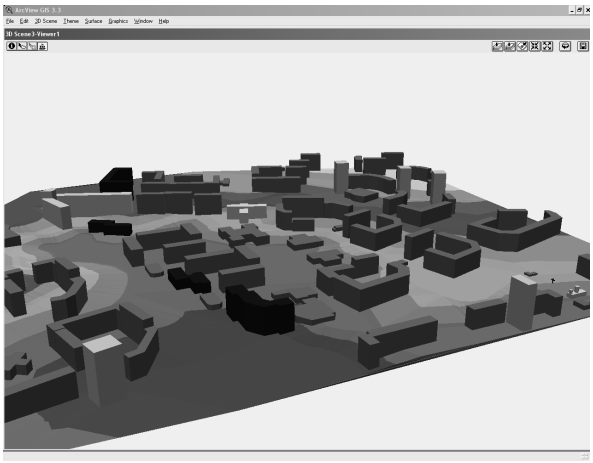

Рис. 6. Трехмерная пространственная модель фрагмента территории микрорайона «Сухарево» Фрунзенского района г. Минска, созданная с учетом рельефа земной поверхности

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кошкарев, А.В.* Геоинформатика / А.В.Кошкарев, В.С.Тикунов; под ред. Д.В.Лисицкого – М.: «Картгеоцентр» «Геодезиздат», 1993. – 275 с.
2. *Хаксхолд, Виллиам Ё.* Введение в городские географические информационные системы / В.Хаксхолд; пер. с англ. – New York: Oxford University Press, 1999. – 317 с.
3. *Логинова, В.Ф.* Состояние природной среды Беларуси / В.Ф.Логинова // Экол. бюл. 2007 г. – Минск: Минсктиппроект, 2008. – 376 с.
4. *Сигал, И.Я.* Защита воздушного бассейна при сжигании топлива / И.Я.Сигал. – Л.: Недра, 1988. – 312 с.
5. NATO Challenges of Modern Society Volume 22. Air Pollution Modeling and Its Application XII. Edited by Sven-Eric Gryning and Nadine Chaumerliac. – New York: Plenum Press, 1998. – 770 p.
6. *Бубнов, В.П.* Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П.Бубнов, С.В.Дорожко, С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.
7. *Морзак, Г.И.* Пространственное моделирование в промышленной и социальной экологии / Г.И.Морзак, С.А.Лаптёнок. – Минск: БГАТУ, 2011. – 210 с.
8. Заявление о возможном воздействии на окружающую среду Белорусской АЭС (Предварительный отчет об ОВОС Белорусской АЭС). – Минск: БЕЛНИПИ-ЭНЕРГОПРОМ, 2009 / Сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Режим доступа: http://www.minpriroda.by. – Дата доступа: 24.10.2009.
9. Ресурсы веб-сайта yahoo.com.

EVALUATION AND MONITORING OF ENERGY FACILITIES IMPACT ON ENVIRONMENT QUALITY USING SPATIAL MODELING METHODS

S.A.Laptyonok, Aida Mekhdizadekh Muzhdekhi

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Examples on task solution of assessment and monitoring of the facilities impact on environment quality by means of spatial modeling methods using software tools and geographic information systems (GIS) were presented. It was emphasized that the method of three-dimensional spatial modeling using GIS technology can be used to address challenges of monitoring of the facilities impact on environment quality both for manual data processing, and as a part of the automatized and automated information-analytical complexes. This technique can be effectively used to analyze the existing and planned the facilities' impact on environment quality.

Поступила 17.10.2013 г.