ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОСИСТЕМ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ АКТЮБИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Ж.Г. Берденов, Г.М. Джаналеева**

**Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва
г. Астана, Республика Казахстан*

APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES AT STUDYING GEOSYSTEMS TECHNOGENIC ORIGIN AKTOBE SINTERING

Zh.G. Berdenov, G.M. Dzhanelieva**

**Eurasian National University L.N. Gumilev
Astana, Kazakhstan*

Abstract. The role of GIS in environmental activities is very important. Integral GIS functionality in the most explicitly manifested favorable to the success of collaborative interdisciplinary research. This paper describes the use of geographic information system ArcGIS 10.1 in conjunction with geochemical researches geosystems technogenic origin.

Keywords: Geographic Information System, GIS, mapping, heavy metals.

Введение. Использование геоинформационных технологий при изучении природной среды представляет особую важность в разработке закономерностей распределения природных компонентов в геосистемах с сильной антропогенной нагрузкой. Исследуемая территория Актюбинской агломерации, это одна из крупных промышленно-развитых регионов Казахстана. Регион является мощной базой горнометаллургической, химической, нефтяной промышленности и приборостроения.

В настоящее время территория Актюбинской агломерации изучена только с позиции природно-компонентного анализа. Конкретную динамику и закономерности геохимического фона техногенеза с применением ГИС-технологий до настоящего времени не изучены.

Геоинформационная система (ГИС) – современная компьютерная технология для изучения и анализа закономерностей окружающей среды. Эта технология объединяет традиционные операции работы с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и пространственно-временного анализа географических процессов.

Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

Сущность ГИС состоит в том, что она позволяет так или иначе собирать пространственные данные, создавать базы данных, вводить их в компьютерные системы, хранить, обрабатывать, преобразовывать и выдавать по запросу пользователя чаще всего в картографической форме, а также в виде таблиц, графиков, текстов [1].

С научной точки зрения ГИС – это средство моделирования и познания природных и социально-экономических систем. ГИС применяется для исследования всех тех природных, общественных и природно-общественных объектов и явлений, которые изучают науки о Земле и смежные с ними социально-экономические науки, а также картография, дистанционное зондирование. В технологическом аспекте ГИС-технология предстает как средство сбора, хранения, преобразования, отображения и распространения пространственно-координированной географической (геологической, экологической) информации. И наконец, с производственной точки зрения ГИС является комплексом аппаратных устройств и программных продуктов (ГИС-оболочек), предназначенных для обеспечения управления и принятия решений, причем важнейший элемент этого комплекса – автоматические картографические системы. Таким образом, ГИС может одновременно рассматриваться как инструмент научного исследования, технология и продукт ГИС-индустрии. Это достаточно типичная ситуация на современном уровне научно-технического прогресса, характеризующегося интеграцией науки и производства [6].

Оценка территории с точки зрения ее хозяйственного использования – необходимое звено физико-географических исследований, проводимых в прикладных целях. При исследовании влияния человеческой деятельности на окружающую среду оценочные показатели должны отражать характер и интенсивность техногенной нагрузки на ландшафт.

Для этого могут быть использованы характеристики избыточного накопления различных веществ техногенного происхождения в природных средах (почвах, растительности, поверхностных водах, снеге и т.д.). Выявление и картографирование техногенных аномалий могут быть положены в основу оценки антропогенного воздействия на исследуемую территорию.

Исходя из методических разработок [1, 6–8] – процесс оценки территории можно представить в виде двух этапов:

1. предоценочные исследования, т.е. изучение воздействий, изменений и последствий хозяйственной деятельности (выявление, параметризация, измерение, моделирование, установление связей);
2. собственно оценка выявленных последствий (определение критериев, показателей, оценочных шкал).

Представления о загрязнении природной среды как о перемещении вещества в геосистемах определяют роль геохимии ландшафта как методологической базы исследований техногенного воздействия на среду. Геохимия ландшафта, изучающая миграцию элементов в природных геосистемах, располагает, в сущности, готовым аппаратом для исследований воздействия техногенеза на природный ландшафт.

Для геосистем Актюбинской агломерации наиболее характерны локальные виды загрязнений, в борьбе с которыми, прежде всего, необходимо учитывать местные особенности территории. Целесообразный уровень исследования загрязнения – мезо территориальный, соответствующий уровню районных планировок, когда картографирование ведется в определенном диапазоне масштабов – от 1:25 000 до 1:200 000.

Работа по составлению оценочных карт включает следующие этапы:

1. картографирование природных ландшафтно-геохимических систем и определение их устойчивости к антропогенным воздействиям;
2. инвентаризационное картографирование хозяйственных объектов и определение их как потенциальных источников загрязнения;
3. выбор показателя, дающего качественную и количественную характеристику загрязнения, и составление карт распределения этого показателя;
4. картографирование антропогенных ландшафтов и их групп с бонитировкой по выбранному показателю.

Принципы картографирования городских территорий во многом определяются воздействием на среду отходов промышленного производства, которое играет роль основного загрязняющего фактора.

Изучение антропогенного загрязнения проводится путем геохимического картографирования ключевых участков [7].

Первый этап исследования, характеристика содержания микроэлементов в природных средах в зависимости от ландшафтных особенностей территории. В результате устанавливаются опорные фоновые содержания всех исследуемых микроэлементов. Второй этап – характеристика территорий и их частей путем исследования геохимических выборок. Третий этап связан с исследованием пространственного распределения содержания микроэлементов и их комплексов, с оконтуриванием аномалий разного уровня, т.е. непосредственно с геохимическим картографированием городских территорий и зон их влияния.

Первый этап. Для выбора фоновых значений содержания микроэлементов нами учтён своеобразный характер городских почв города Актобе, в ряде случаев слабо связанных с местными природными ландшафтами (большие площади фунтов с примесью строительного мусора, окультуренные почвы парков и садов и т.д.). Поэтому для характеристики урбанизированных территорий Актюбинской агломерации мы опирались не на местный (локальный) геохимический фон, а на региональный фон, т.е. на среднее содержание элементов в природных почвах области. При подсчете регионального фона использовались геохимические выборки по ключевым участкам (рис. 1), значительно удаленных от источников загрязнения, расположенных в разных районах исследуемого региона.

Второй этап. Отбор почв территории Актюбинской агломерации проводился с таким расчетом, чтобы дать пространственную картину распределения содержания элементов и в то же время сформировать представительные геохимические выборки для количественной оценки среднего содержания элементов в городе и пригороде. Главная задача этого этапа исследования, выявить химические элементы, накапливающиеся в почвах ключевых участков, и провести сравнительную характеристику качественных и количественных показателей техногенного накопления в городе и пригороде.

Для каждого ключевого участка подсчитывались основные параметры распределения химических элементов: Оценки среднего содержания (C) и стандартного отклонения [5], а также коэффициент вариации (V), который отражает меру однородности выборки и может служить косвенным признаком наличия аномалии.

Уровень аномальности содержания элементов определялись путем подсчета коэффициента концентрации K_c , который рассчитывается как отношение среднего содержания элемента в почве или в точке опробования к среднему фоновому содержанию.

После расчета коэффициента концентрации каждая выборка наших исследований составляет относительный показатель аномальности химического элемента, который представляет качественную и количественную оценки геохимической ассоциации городской агломерации.

Термин «геохимическая ассоциация» используется здесь для обозначения группы элементов, характеризующих определенный миграционный поток и объединенных чаще всего общностью источника или групп источников.

Третий этап. При картографировании распространения элементов загрязнения мы основывались на интуитивно принимаемом допущении, что высокая степень совпадения аномалий разных элементов отражает общность источника.

Рис. 1. Карта Актюбинской агломерации

Методы выявления геохимических ингредиентов хорошо зарекомендовали себя при изображении на карте полиэлементных аномалий исследуемой территории для целей геохимических поисков. По нашему мнению, их возможно применить для картографирования техногенных аномалий.

В почвах исследуемой Актюбинской агломерации обнаруживаются накопления по сравнению с природным содержанием целого ряда элементов. Выявлены наиболее опасные элементы-загрязнители – цинк, медь, свинец, хром, кадмий (табл. 1), составлен ряд оценочных карт распределения наиболее опасных элементов-загрязнителей (рис. 2).

Таблица 1

Концентрация тяжелых металлов в г. Актобе

№ ключ. участ.		Июнь–июль 2014 г.									
		Кадмий		Свинец		Медь		Хром		Цинк	
		*Q, в мг/кг	*Q пдк	Q, в мг/кг	Q пдк	Q, в мг/кг	Q пдк	Q, в мг/кг	Q пдк	Q, в мг/кг	Q пдк
1	Объездная автомагистраль 312 стрелковой дивизии. Северо-Западная часть города.	0,31	0,5	27,45	0,9	19,10	0,6	4,22	0,9	19,01	0,91
2	Центр города, улица Абая, зеленый бульвар.	0,08	0,1	18,01	0,6	12,72	0,4	4,31	0,6	17,20	0,68
3	Авиагородок, южная окраина города в 3 км от международного аэропорта Актобе.	0,11	0,3	112,6	3,6	7,87	0,2	1,60	0,3	6,83	0,28
4	Старая часть города. Сквер возле Ж/Д вокзала	0,09	0,2	11,65	0,5	12,75	0,4	2,57	0,4	11,60	0,50
5	Восточная часть города, территория вблизи заводов АЗХС и АЗФ	0,11	0,2	31,55	1,1	74,67	2,2	15,39	2,6	29,40	1,54

По результатам химического анализа проб почвы с различных участков города Актобе и его окрестностях на тяжелые металлы, мы наблюдаем превышение ПДК содержание кадмия, свинца, меди, хрома и цинка на всех участках (Q – кратность увеличения ПДК). Геохимическое опробование почв г. Актобе и пригорода показало, что 90 % территории города занято техногенными аномалиями отдельных тяжелых металлов. В зоне промышленных предприятий, многоэтажной жилой застройки и крупных автомагистралях формируются ядра техногенного загрязнения.

Рис. 2. Карта распределения опасных загрязнителей

На основании геохимических исследований и картографирования Актыубинской агломерации с ядрами загрязнений можно сделать выводы об особенностях микроэлементного состава городских почв и закономерностях его пространственного распространения. Нами были определены химические элементы, накапливающиеся в почвах агломерации по сравнению с фоном, и какие из них образуют аномалии. К каким территориально привязанным местам приурочены ореолы рассеивания. Предполагаемое происхождение аномалии.

На основе исследований нами было выяснено, что основным источником загрязнения территории города Актобе тяжелыми металлами является горно перерабатывающая промышленность АО «Феррохром» и ОАО «Актыубинский завод хромовых соединений (АЗХС)», а также автотранспорт. Наиболее распространенный загрязнитель – свинец. Он поступает в окружающую среду в результате выбросов заводов и с выхлопными газами в форме мелких твердых частиц оксидов, хлоридов, сульфатов и др. Наиболее загрязненные участки города Актобе – промышленная зона и оживленные автодороги (такие как магистраль 312 Стрелковой бригады, улица Санкибай батыра). Также следует отметить, что свою роль в загрязнении природной среды агломерации играет прохождение основной ветки железной дороги разделяющей город на две части (старая часть и микрорайоны). Помимо загрязнения свинцом, химический анализ показывает также аномальные содержания таких элементов как цинк, медь, барий, вольфрам, кобальт, хром, никель.

Для изучения общей количественной характеристики уровня аномальности в каждой точке рассчитывался суммарный показатель загрязнения по формуле, предложенной Ю.Е. Саеом: $Z_c = \sum K_c \cdot (n-1)$.

Показатель, характеризующий степень загрязнения ассоциации элементов относительно фона: где K_c – коэффициенты техногенной концентрации больше 1 (или 1,5), n – число элементов с $K_c > 1$ (или 1,5). Суммарный показатель загрязнения может быть определен как для всех элементов в одной пробе, так и для участка территории по геохимической выборке [2, 4].

При помощи геоинформационной системы ArcGis 10.1 нами была построена карта-схема, отображающая техногенную нагрузку территории Актыубинской агломерации (рис. 3). На ней при помощи цветового отображения выделены районы с минимальным, значительным и максимальным загрязнением территорий. Данная схема позволяет выявить направление движения загрязняющего воздействия от автотрассы на основе наложения климатических данных.

Рис. 3. Карта техногенной нагрузки Актыубинской агломерации

Роль ГИС в природоохранном мероприятиях очень важна. ГИС с успехом используется для создания карт основных параметров окружающей среды. В дальнейшем, при получении новых данных, эти карты используются для выявления масштабов и темпов деградации флоры и фауны. При вводе данных дистанционных, в частности спутниковых, и обычных полевых наблюдений с их помощью можно осуществлять мониторинг местных и широкомасштабных антропогенных воздействий. Данные об антропогенных нагрузках нами наложены на карты зонирования территории с выделенными геосистемами, представляющими особый интерес с природоохранной точки зрения. Оценка состояния и темпов деградации природной среды можно проводить и по выделенным на всех слоях карты тестовым участкам [3].

ГИС значительно упрощает процедуру публикации любых видов картографической продукции. С помощью встроенного языка программирования программного обеспечения ARC/INFOARCMacroLanguage (AML) нами разработаны алгоритмы автоматического создания графиков, диаграмм и таблиц для изучения ядер техногенного загрязнения. Кроме того простые программные продукты типа ArcViewGIS позволяют просматривать и напрямую оперировать с данными, содержащимися в базе данных ГИС.

По мере расширения и углубления базы данных по показателям загрязняющих ингредиентов, применение ГИС становится наиболее значимым для предпринимаемых действий по охране окружающей среды.

Использование ГИС-технологий эффективно для мониторинга условий жизнедеятельности местного населения, выявления причинно-следственных связей и оценки благоприятных и неблагоприятных последствий предпринимаемых природоохранными мероприятиями на геосистемы, что играет основополагающую роль для принятия оперативных решений по их корректировке в зависимости от меняющихся внешних условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. Геоинформатика: Учебник для ВУЗов / Под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия». – 2005. – 480 С.
Geoinformatika: Uchebnik dlja VUZov/ Pod red. B.C. Tikunova. – M.: Izdatel'skij centr 'Akademija'. 2005. – 480 pp. (In Russian).
2. Синяков В.Н. Картографирование природных и техногенных аномалий – М. – 1986. – 266 С.
Sinjakov V.N. Kartografirovanie prirodnyh i tehnogennyh anomalij – M. – 1986. – 266 p. (In Russian).
3. Смирнов Л.Е. Геоэкологическое картографирование. – СПб., – 1994. – 55С.
Smironov L.E. Geojekologicheskoe kartografirovanie. – SPb., – 1994. – 55 p. (In Russian).
4. Сорокина Е.П. Картографирование техногенных аномалий в целях геохимической оценки урбанизированных территорий // Вопросы географии. М., – 1983. – № 120. – С. 55–67.
Sorokina E.P. Kartografirovanie tehnogennyh anomalij v celjah geohimicheskoj ocenki urbanizirovannyh territorij // Voprosy geografii. M., – 1983. – № 120. – pp. 55–7. (In Russian).
5. Марченко П.Б., Волосович А.Е., Косецкий П.И. // Особенности внедрения ГИС – технологий. – Материалы НТК «Приборостроение-96», Винница-Судак:– 1996, – часть 1. – С. И 7.
Marchenko P.B., Volosovich A.E., Koseckij P.I. // OsobennostivnedrenijaGIS – tehnologij. – MaterialyNTK 'Priborostroenie-96', Vinnica-Sudak:– 1996, – chast' 1. – I 7 p. (In Russian).
6. Тикунов В. С., Цапук Д. А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. – Москва-Смоленск, Изд-во СГУ, – 1999. – 176 С.
Tikunov V. S., Capuk D. A. Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie. – Moskva-Smolensk, Izd-vo SGU, – 1999. – 176 p. (In Russian).
7. Тикунов В. С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). – Москва-Смоленск, Изд-во СГУ, – 1997, – 367 С.
Tikunov V. S. Klassifikacii v geografii: renessans ili uvjadanie? (Opyt formal'nyh klassifikacij). — Moskva-Smolensk, Izd-vo SGU, – 1997, – 367 p. (In Russian).
8. Тикунов В. С. Моделирование в картографии. — М., Изд-во Моск. ун-та, – 1997, – 405 С.
Tikunov V. S. Modelirovanie v kartografii. — M., Izd-vo Mosk. un-ta, – 1997, – 405 pp. (In Russian).
9. Тикунов В.С. Е.А. Мусихина, Л.Ю. Дмитриева, О.М. Мусихина. // Проблема комплексной оценки эколого-экономического ущерба от антропогенного воздействия на почвы.
Tikunov V. S. E.A. Musihina, L.Ju. Dmitrieva, O.M. Musihina. // Problema kompleksnoj ocenki ekologo-jekonomicheskogo ushherba ot antropogennogo vozdejstviya na pochvy. (In Russian).