

УДК 681.518

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И АТТРИБУТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Павлов С.В.¹, Христодуло О.И.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г.Уфа
e-mail: ¹psvgis@mail.ru

Аннотация. *Рассматривается необходимость применения геоинформационных систем, как технологии интеграции пространственной и атрибутивной информации для организации сбора, накопления и анализа информации о загрязнении территории Республики Башкортостан нефтью и нефтепродуктами на примере разработки автоматизированной системы ведения реестра территорий, загрязненных нефтепродуктами для Министерства природопользования и охраны окружающей среды РБ. В результате реализации данной системы появилась возможность отображать на карте РБ справочную и атрибутивную информацию о загрязнении, осуществлять поиск загрязнения, добавлять новое загрязнение на карту республики, проводить анализ расположения пространственных объектов на карте. Показана интеграция разнородных пространственных данных существующих информационных систем министерства в единую базу данных и последующая разработка интегрированной информационной системы Минэкологии РБ.*

Ключевые слова: *интеграция, пространственная и атрибутивная информация, загрязненные территории, нефтепродукты, геоинформационные системы, ГИС, база данных*

Развитие в Республике Башкортостан (РБ) мощного нефтехимического комплекса обуславливает опасность его вредного воздействия на окружающую среду. Для предупреждения и своевременного реагирования на возможные загрязнения окружающей среды нефтью и сопутствующими загрязнителями необходимо собирать и анализировать информацию об уже случившихся загрязнениях.

Так как производственные объекты нефтехимического комплекса находятся в пространственно-временном взаимодействии с объектами окружающей среды, то при решении задач учета загрязнений нефтью и нефтепродуктами, мониторинга текущего состояния загрязненных территорий возникает необходимость в совместной обработке большого количества пространственной информации. Поэтому применение геоинформационных систем (ГИС), как технологии интеграции пространственной и атрибутивной информации, представляется наиболее перспективным для организации сбора, накопления и анализа информации о загрязнении территории РБ нефтью и нефтепродуктами. Подобные системы становятся эффективным инструментом поддержки принятия решений по предупреждению, снижению воздействия, ликвидации самих загрязнений и их послед-

ствий как для природоохранных органов, так и для предприятий-потенциальных источников загрязнений [1].

В Республике Башкортостан сбором, обобщением и анализом информации о загрязнениях территорий нефтью и нефтепродуктами с целью минимизации ущерба для окружающей среды и населения занимается Министерство природопользования и экологии (Минэкологии РБ). С целью повышения эффективности и оперативности использования этой информации для принятия решений по ликвидации загрязнений в министерстве создается автоматизированная система ведения реестра территорий, загрязненных нефтепродуктами (АС «Реестр загрязненных территорий»), на основе геоинформационных технологий [2, 3].

Целью разработки АС «Реестр загрязненных территорий» является создание единой базы данных по всем аварийным ситуациям, повлекшим загрязнение земель нефтепродуктами, и участкам рекультивированных земель после загрязнения на территории Республики Башкортостан, которая базируется на актуальной фактической информации о существующих и возможных загрязнениях.

Основными функциями системы являются:

- оперативное предоставление всем заинтересованным пользователям полной и достоверной пространственной и атрибутивной информации о состоянии загрязненных земель и хода мероприятий по ликвидации загрязнений;

- организация единой базы данных по всем аварийным ситуациям, повлекшим загрязнение земель нефтепродуктами и участкам рекультивированных земель после загрязнения;

- создание полного и достоверного реестра территорий Республики Башкортостан, загрязненных нефтепродуктами;

- автоматизация ведения учета ситуаций, повлекших загрязнение территорий нефтепродуктами, а также мероприятий по ликвидации последствий загрязнений;

- надежное и своевременное предоставление информации для определения качества рекультивации загрязненных земель;

- автоматизация процессов оценки влияния загрязненных территорий на природные объекты путем сравнения пространственных данных загрязненных территорий и экологических зон.

Основой АС «Реестр загрязненных территорий» является топографическая карта Республики Башкортостан масштаба 1:100000, на которой помимо основных общегеографических слоев сформирован слой загрязнений со всей необходимой атрибутивной информацией о загрязнении:

- а) характеристики загрязненных территорий: тип загрязнения, площадь загрязнения, категория земель, характер загрязнения, координаты загрязнения;

- б) сведения о ликвидации загрязнений: принятые меры, нынешнее состояние земель;

в) данные о ситуациях, повлекших собой загрязнения: виновник загрязнения, описание ситуации, вызвавшей загрязнение, причина загрязнения, дата выявления загрязнения.

В результате реализации вышеперечисленных функций появилась возможность отображать на карте РБ справочную и атрибутивную информацию о загрязнении, осуществлять поиск загрязнения, добавлять новое загрязнение на карту республики, проводить анализ расположения пространственных объектов на карте (рис. 1, 2).

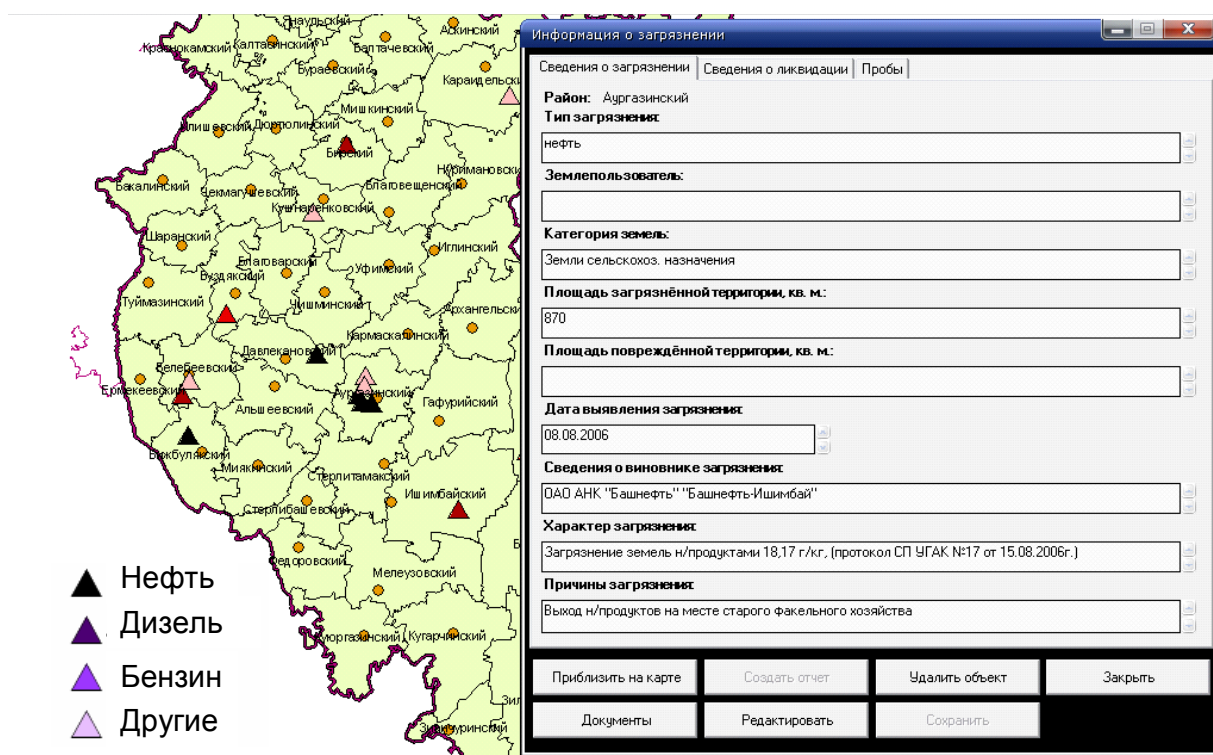


Рис. 1. Результат отображения на карте РБ справочной и картографической информации о загрязнении

В частности, для эффективной оценки влияния загрязненных территорий на окружающую среду, достоверного принятия решений по ликвидации загрязнения необходимо учитывать информацию об основных объектах, участвующих в процессе управления природными ресурсами и охраны окружающей среды. Эти данные представлены в виде картографической и атрибутивной информации, содержащейся в базах данных других информационных систем Минэкологии РБ (рис. 3):

1. особо охраняемые природные территории М 1:500000;
2. расположение гидротехнических сооружений М 1:200000;
3. расположение рыбопромысловых участков М 1:100000;
4. зоны затопления М 1:200000.

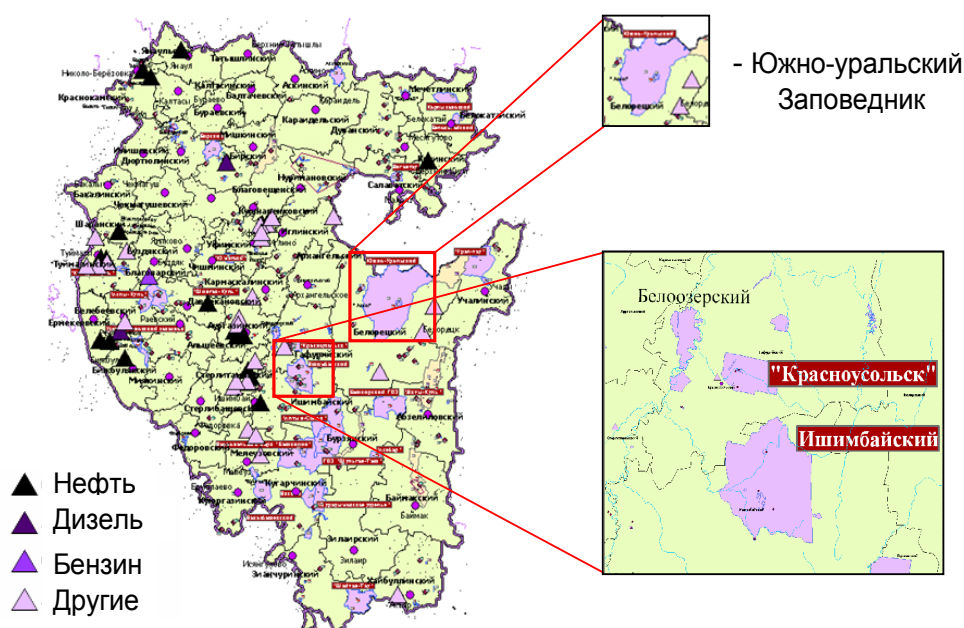


Рис. 2. Анализ расположения пространственных объектов

Для формирования целостного представления о всех территориально распределённых объектах необходимо единое формальное описание пространственной информации, которая является разнородной (по типу, формату и способу описания) и распределённой (по территориальному месту хранения (территориальные подразделения министерства) и по принадлежности к действующим информационным системам). В силу этого актуальной задачей является интеграция разнородных пространственных данных существующих информационных систем в единую базу данных и последующая разработка интегрированной информационной системы Минэкологии РБ.

Для организации хранения информации необходимо выявить общие данные для всех информационных систем, провести анализ требований к этим данным, чтобы минимизировать дублирование данных (с точки зрения хранения) и время получения пользователем информации.

Обозначим i -ю информационную систему министерства – $ИС_i$, а её базу данных $БД_i$, где $i = \overline{1, n}$, n – общее количество ИС.

Выделим в каждой из $БД_i$ две части: $БД_i^1$ – та часть $БД_i$, данные из которой находятся как в $БД_i$, так и в других базах данных, $БД_i^2$ – часть $БД_i$, использующаяся только в $ИС_i$ и не содержащаяся в других базах данных, при этом:

$$БД_i = БД_i^1 \cup БД_i^2, \quad i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Для исключения (или минимизации) дублирования данных необходимо, чтобы общие для всех (или нескольких) $БД_i$ данные хранились в единой базе данных, которую обозначим $БД_0$, тогда

$$БД_i \subset БД_0, \quad \text{для всех } i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

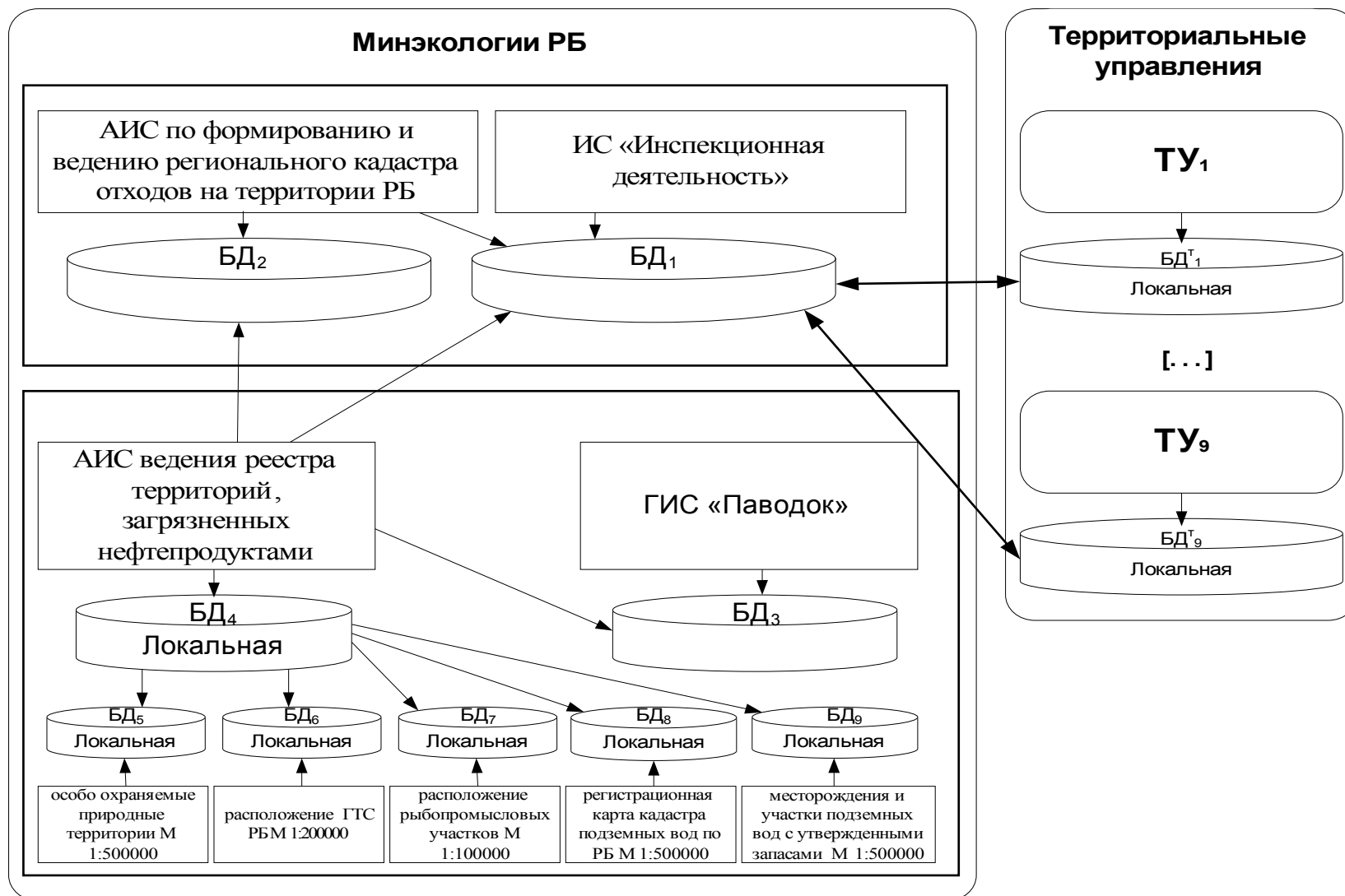


Рис. 3. Схема взаимодействия АС «Реестр загрязненных территорий» с другими информационными системами

Поскольку базы данных информационных систем министерства содержат как пространственные, так и атрибутивные данные, то представим $БД_i$ как совокупность двух частей, описывающих атрибутивную – $БД_i^A$ и пространственную – $БД_i^П$ информацию:

$$БД_i = БД_i^A \cup БД_i^П, i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Тогда $БД_0$ будет также состоять из двух частей:

$$БД_0 = БД_0^A \cup БД_0^П. \quad (4)$$

В соответствии с (1), в каждой i -ой $БД_i^П$ выделим две части: $БД_i^{1П}$ – та часть $БД_i^П$ которая входит в состав соответствующей $БД_i^1$, $БД_i^{2П}$ – часть $БД_i^П$ входящая в состав $БД_i^2$. Тогда эти части могут быть представлены:

$$БД_i^П = БД_i^{1П} \cup БД_i^{2П}, i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Аналогично, для каждой i -ой $БД_i^A$: $БД_i^{1A}$ – та часть $БД_i^A$, которая входит в состав $БД_i^1$, $БД_i^{2A}$ – часть $БД_i^A$, входящая в состав $БД_i^2$. Тогда:

$$БД_i^A = БД_i^{1A} \cup БД_i^{2A}, i = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Следовательно,

$$БД_i = (БД_i^{1A} \cup БД_i^{2A}) \cup (БД_i^{1П} \cup БД_i^{2П}), i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Поскольку после создания базы общих пространственных данных производится ряд преобразований $БД_i$ (например, перенос слоя гидрографии из $БД_i^{1A}$ в $БД_0^A$), а необходимость в пространственной информации у пользователей информационных систем остается, необходимо установить соответствие между местом хранения данных в $БД_i^{1A}$ до преобразований, и нынешним местом хранения данных в единой $БД_0^A$. Таким образом, для создания единой базы данных необходимо установить соответствие между элементами множеств $БД_i$ и $БД_0$, а для этого задать функцию, такую что:

$$F_i: БД_i \rightarrow БД_0, \text{ где } i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

В результате построения всех отображений F_i , появится возможность создать непротиворечивую структуру данных, необходимую для реализации единой базы данных министерства, содержащую все отношения и слои, входящие ранее в $БД_i$, $i = \overline{1, n}$, а соотношения (1) - (8) можно рассматривать как формализацию процесса объединения данных из различных информационных систем.

После завершения интеграции информации, находящейся в различных информационных системах, легко осуществляется одновременное предоставление разнородных данных и манипулирование ими, а именно:

– предоставление информации для оценки размеров нанесенного загрязнения ущербом и угрозы населению и окружающей среде, путем обеспечения совместного просмотра карты местоположения загрязненных территорий и местопо-

ложения населенных пунктов, общегеографических объектов, особо охраняемых природных территорий, рыбопромысловых участков;

– предоставление информации для прогнозирования и предупреждения предотвращения попадания нефтепродуктов в водные объекты и подземные воды, путем обеспечения совместного просмотра карты местоположений загрязненных территорий с картами месторождений подземных вод, поверхностных водных объектов (в том числе в паводковый период).

Выделение во всем множестве пространственных данных рассматриваемой территории тематических слоев позволяет осуществлять анализ и наглядное представление (визуализацию) взаимного расположения и взаимного влияния различных классов пространственных объектов, входящих в соответствующие слои цифровой карты и, в дальнейшем, автоматизировать процесс оценки влияния загрязнений территории на экологические зоны, на которые следует обратить особое внимание при оценке экологического ущерба и потенциальной опасности для загрязнения окружающей среды. На рис. 4 представлен результат совместного анализа трех тематических слоев пространственных данных (цифровой карты) территории РБ: слоя рыбопромысловых участков, слоя особоохраняемых природных территорий и слоя загрязнений.

Использование АС «Реестр загрязненных территорий», интегрированной с другими информационными системами по управлению природными ресурсами и охране окружающей среды, позволит осуществлять пространственный анализ сложившей неблагоприятной ситуации, комплексно оценивать состояние загрязненных территорий и приближенных к ним объектов окружающей среды, а также просматривать информацию о ближайших загрязнениях: дату загрязнения, причину, сведения о виновнике загрязнения, тип загрязнения и др.



Рис. 4. Совместный анализ и визуализация тематических слоев

Литература

1. Павлов С.В., Хамитов Р.З., Христовуло О.И. Интеграция геоинформационных систем в корпоративные информационные системы крупных предприятий и организаций // Вестник УГАТУ. 2007. Том 9. № 2 (20). С. 50 - 57.

2. Абдуллин А.Х., Давлетбакова З.Л., Ремезова Ф.М., Христовуло О.И. Автоматизированная система ведения реестра территорий, загрязненных нефтепродуктами для министерства природопользования и экологии РБ на основе ГИС-технологий // Башкирский экологический вестник. 2010. № 4 (25). С. 51 - 55.

3. Абдуллин А.Х., Мальцева Е.А., Христовуло О.И. Разработка автоматизированной системы ведения реестра территорий, загрязненных нефтепродуктами // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем: межвуз. науч. сб./ Уфа: УГАТУ, 2010. С. 122 - 130.

**SPATIAL AND ATTRIBUTE INFORMATION INTEGRATION
FOR COMPLEX ANALYSIS THE TERRITORY OIL POLLUTION
IN REPUBLIC BASHKORTOSTAN**

S.V. Pavlov¹, O.I. Kristodulo

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

e-mail: ¹psvgis@mail.ru

Abstract. *This report considers necessity of application of geographic information systems as a technology of spatial and attribute information integration for organization of collection, accumulation and analysis of information on pollution in the Republic of Bashkortostan by oil and oil products via example of developing an automated system for keeping register of territories polluted with oil products for the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of RB. As a result of implementation of this system there are following options: display of reference and attributive information on pollution to map of RB, search for pollution, add new pollution to map of RB, analyze of spatial locations of objects on the map. Integration of heterogeneous spatial data of existing ministry's information systems into a single database and the subsequent development the integrated information system of Ministry of Environment of RB is shown.*

Keywords: *integration, spatial and attribute information, polluted territories, oil products, geoinformation systems, GIS, databases*

References

1. Pavlov S.V., Khamitov R.Z., Khristodulo O.I. Integratsiya geoinformatsionnykh sistem v korporativnye informatsionnye sistemy krupnykh predpriyatii i organizatsii (Integration of geo-informational systems in large enterprise corporate informational systems), *Vestnik UGATU*, 2007, Vol. 9, Issue 2 (20), pp. 50 - 57.
2. Abdullin A.Kh., Davletbakova Z.L., Remezova F.M., Khristodulo O.I. Avtomatizirovannaya sistema vedeniya reestra territorii, zagryaznennykh nefteproduktami dlya ministerstva prirodopol'zovaniya i ekologii RB na osnove GIS-tekhnologii (The information system on the basis of GIS technologies for management of registry areas contaminated with oil products for the Ministry of Natural Resources and Environment of RB), *Bashkirskii ekologicheskii vestnik*, 2010, Issue 4 (25), pp. 51 - 55.
3. Abdullin A.Kh., Mal'tseva E.A., Khristodulo O.I. Razrabotka avtomatizirovannoi sistemy vedeniya reestra territorii, zagryaznennykh nefteproduktami (Development the information system for keeping the register of areas contaminated with oil products), *Geoinformatsionnye tekhnologii v proektirovanii i sozdanii korporativnykh informatsionnykh sistem: mezhvuz. nauch. sb. (GIS technology in the design and development of corporate information systems: the interuniversity research papers collection)*. Ufa, UGATU, 2010. PP. 122 - 130.