

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

УДК 504.3.054 (476)

Г. И. Глазачева, В. В. Валентейчик

*Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие
«Бел НИЦ «Экология», г. Минск, Республика Беларусь*

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В статье рассматривается применение геоинформационных технологий для ранжирования административно-территориальных единиц (области, районы, города) Республики Беларусь по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в рамках ведения государственного кадастра атмосферного воздуха.

➤ **Ключевые слова:** кадастр, атмосферный воздух, выбросы, загрязняющее вещество, картографический блок, электронная карта, ранжирование, диаграмма, карта-схема

Введение

Структура государственного кадастра атмосферного воздуха, разработанная на основании Закона Республики Беларусь от 16 декабря 2008 года «Об охране атмосферного воздуха» и постановления Совета Министров Республики Беларусь от 21 апреля 2009 г. №509 «Об утверждении Положения о порядке ведения государственного кадастра атмосферного воздуха» [1–3], и представленная в Инструкции «О некоторых вопросах ведения государственного кадастра атмосферного воздуха» (утв. Минприроды от 24.01.2011 г. №6) предполагает включение в состав кадастра картографического блока, состоящего из разделов «Карты» и «Диаграммы».

Формирование и отображение картографической информации в части ранжирования территории Республики Беларусь по объему выбросов загрязняющих веществ реализуется средствами широко распространенной инструментальной геоинформационной системы (ГИС) ArcView GIS в виде специального проекта.

Описание проекта ГИС

В состав проекта ГИС входит набор программ, обеспечивающих автоматическое формирование и отображение по данным кадастра слоев электронных карт с ранжированием областей, районов и отдельных городов Республики Беларусь по объемам валовых выбросов, основных и специфических загрязняющих веществ, а также удельных, выражаемых на душу населения и единицу территории; построение локализованных диаграмм динамики изменения соответствующих показателей по годам.

Электронная карта (ЭК) проекта содержит множество тематических слоев и слоев картографической основы, используемых при автоматическом построении требуемых электронных карт-схем ранжирования территорий. Основой для привязки к тематическим слоям карты данных кадастра атмосферного воздуха служит одинаковая идентификация административно-территориальных объектов (АТО) как в проекте, так и в кадастре.

Состав включенных слоев конкретной карты-схемы и содержание ее тематического слоя определяется значениями набора управляющих параметров, прикрепленных к тэгу электронной карты. В состав управляющих параметров входят:

- уровень административно-территориальных объектов (область, район, город);
- способ отображения пространственных данных ранжирования (в виде цветовой заливки территорий с палитрой цветов, соответствующей рангам объектов, в виде круговых или столбчатых локализованных диаграмм);
- год, за который запрашиваются данные из базы данных кадастра;
- признак, определяющий использование данных по основным или специфическим ингредиентам загрязнения;

- код показателя (ингредиента) выбросов;
- единицы измерений, в которых приводятся объемы выбросов по административно-территориальным объектам.

К используемым единицам измерений относятся: абсолютные величины выбросов в тоннах, относительные (удельные) в килограммах на одного жителя или на один квадратный километр площади административно-территориальной единицы.

Выбор значений управляющих параметров для настройки программ проекта на построение конкретного варианта карты-схемы производится при помощи специальных элементов меню и командных кнопок, расширяющих стандартный интерфейс пользователя ArcView. Получив отображение карты-схемы, пользователь может, переходя к следующему году или следующему ингредиенту загрязнения, как бы пролистывать множество однотипных карт-схем. Задав последовательно построение двух разнотипных карт-схем, например, на основе заливки территорий административных областей или районов и локализованных диаграмм для городов, пользователь может с использованием стандартных опций включения слоев электронной карты построить комбинированную карту-схему.

В интерфейсе пользователя проекта предусмотрены также специальные позиции меню для подготовки бумажной копии карты-схемы, ее предварительного просмотра в отдельном окне, выдачи на печать и записи изображения в файл.

Программные средства проекта включают: скрипт, обеспечивающий начальную подготовку данных при запуске проекта; скрипты, обслуживающие элементы управления интерфейса пользователя и формирующие значения управляющих данных; исполнительные программы проекта. В число исполнительных программ входят:

- программа ранжирования территорий по выбросам основных загрязняющих веществ;
- программа ранжирования территорий по выбросам специфических загрязнителей;
- программа формирования слоя локализованных круговых диаграмм;
- программа формирования слоя столбчатых временных диаграмм.

Ранжирование областей и районов по объемам выбросов загрязняющих веществ (в т.ч. по удельным выбросам)

Обе программы ранжирования территорий по выбросам загрязняющих веществ работают примерно по одному алгоритму. Их отличие состоит в том, что в качестве исходных данных они используют разные таблицы кадастра с различной структурой данных. Если все значения выбросов по основным показателям для заданных АТО и года записываются в одну строку таблицы, то значения выбросов по специфическим ингредиентам записываются в отдельную строку для каждого ингредиента с указанием его кода, поскольку наборы специфических ингредиентов загрязнения для разных объектов могут существенно отличаться.

Отметим, что обе программы не выполняют отдельно ранжирование городов по объемам выбросов с использованием градуированной заливки их территорий в связи с незначительностью территорий городов по сравнению с территорией всей республики. Чтобы учесть при ранжировании территорий выбросы в городах областного подчинения, данные по которым собирается отдельно, их объемы суммируются и отображаются на картах-схемах вместе с выбросами районов, внутри территории которых эти города находятся. Что касается всех городов в совокупности, то весьма наглядным и информативным для сопоставления их по суммарным выбросам является построение круговых диаграмм, а по отдельным ингредиентам – временных столбчатых диаграмм.

После запуска программ ранжирования областей и районов выполняются без участия пользователя следующие действия:

1. Из тэга электронной карты считываются значения управляющих данных. По уровню АТО определяется имя тематического слоя формируемой карты-схемы.
2. Загружается таблица метаданных компонентов выбросов для определения имени поля данных, где хранятся значения выбросов, и наименования показателя.
3. Выполняются подготовительные действия по формированию новой карты-схемы: выключаются все слои электронной карты, не имеющие отношения к данной карте-схеме, удаляется с карты графический объект с предыдущим заголовком, от таблицы атрибутивных данных тематического слоя отсоединяются ранее присоединенные данные.
4. Устанавливается ODBC соединение с БД кадастра для получения исходных данных.
5. Формируется и исполняется SQL-запрос на получение данных по областям или районам за заданный год по указанному показателю. Если задано провести ранжирование по удельным единицам, то в запрос включается также требование на получение данных о численности населения или площади соответствующей территориальной единицы в заданном году.

Выборка с результатами запроса сохраняется во временной таблице. В случае ранжирования по удельным единицам в эту же таблицу добавляется дополнительное поле с результатами вычислений удельных значений. Имя этого поля формируется из имени поля с исходными абсолютными значениями с добавлением в его начале символа «р».

Сформированная таким образом таблица присоединяется к таблице соответствующего слоя пространственных данных по кодам АТО, что дает возможность отображать полученные данные на электронной карте. Каждое такое новое присоединение атрибутивных данных требует пересоздания легенды для этого слоя.

Процесс формирования легенды начинается с создания нового экземпляра легенды с типом #LEGEND_TYPE_COLOR. Затем задается способ классификации (ранжирования) в легенде отображаемых значений. В данном случае для ранжирования используется метод естественных границ Дженкса, когда минимизируется дисперсия внутри одного класса объектов и одновременно максимизируется расстояние между классами. Это дает возможность адекватно отобразить неравномерность распределения объемов выбросов по территориям.

Устанавливаются также другие параметры, необходимые для автоматического формирования легенды ЭК (количество классов, разрядность округления границ диапазонов классов в зависимости от выбранных единиц исчисления объемов выбросов, цветовая палитра легенды, цвет отображения пространственных объектов, для которых отсутствуют данные). Выполняется формирование легенды.

По значениям управляющих параметров автоматически формируется заголовок карты-схемы в виде графического объекта размещаемого на карте.

Обновляется изображение электронной карты для показа трансформированного тематического слоя.

Пример отображения слоя ранжирования областей республики по суммарным объемам выбросов на душу населения и на единицу площади с использованием цветовой шкалы приведен на рис. 1–2.

Ранжирование областей по выбросам загрязняющих веществ за 2011 год в кг на человека. Всего выброшено

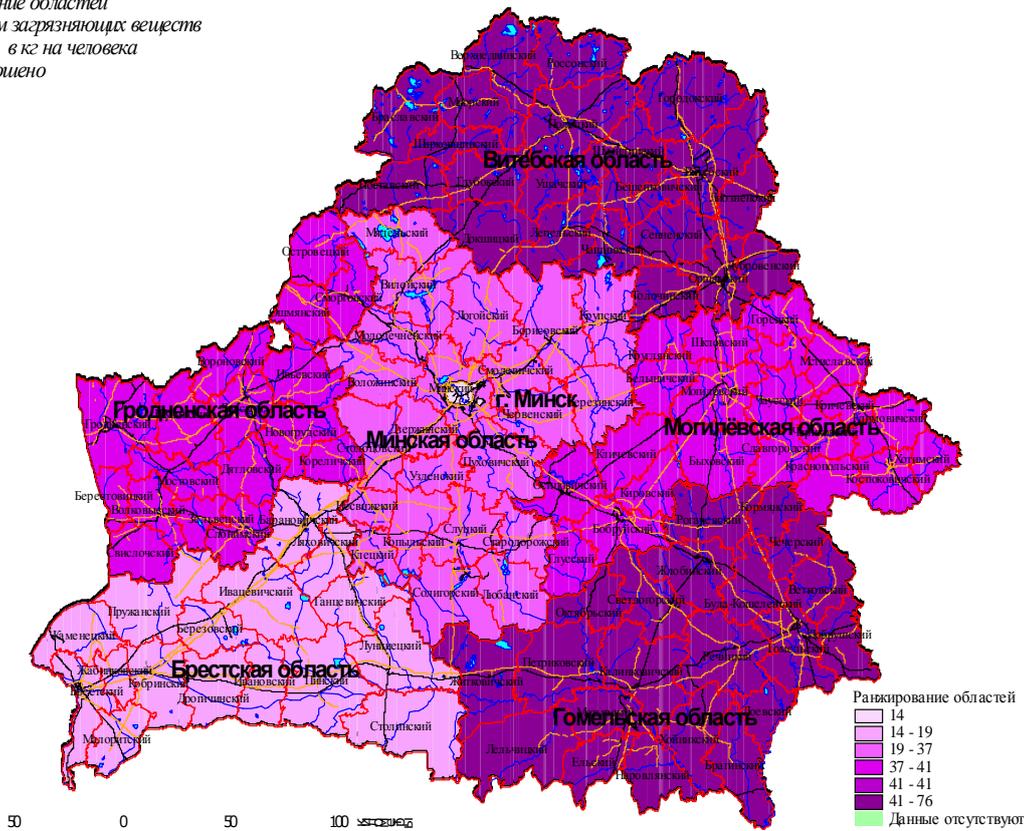


Рисунок 1 – Отображение слоя ранжирования областей республики по валовым объемам выбросов на душу населения

Пример построения картосхемы ранжирования районов по объемам выбросов специфического ингредиента загрязнения (аммиака) показан на рис. 3.

Ранжирование областей по выбросам загрязняющих веществ за 2011 год в кг на кв. км площади
Всего выброшено

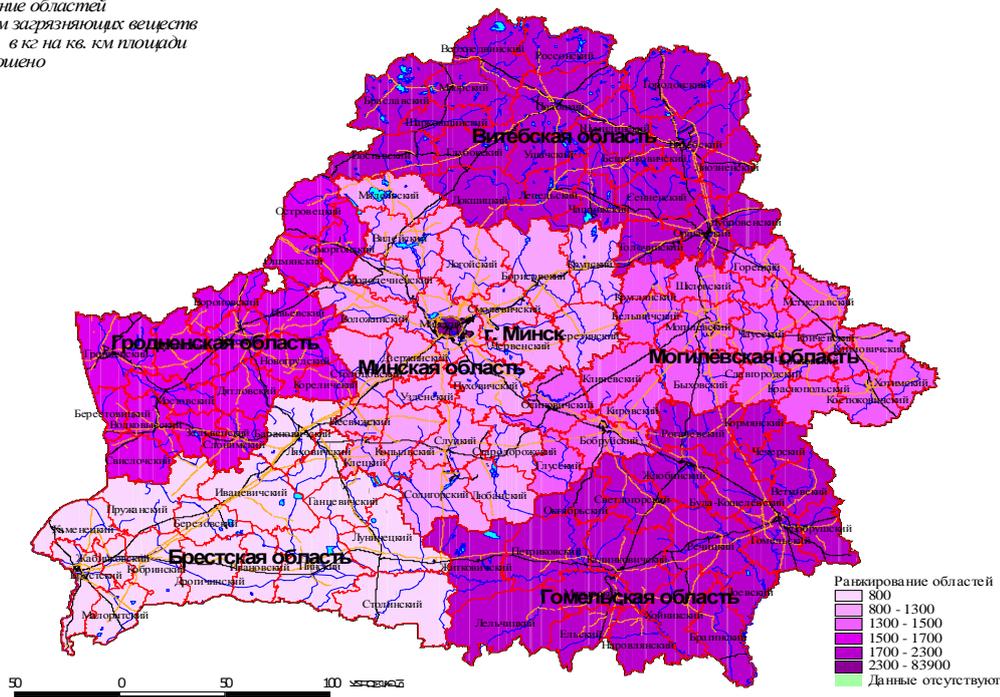


Рисунок 2 – Отображение слоя ранжирования областей Республики Беларусь по валовым объемам выбросов на ед. площади

Ранжирование районов по выбросам загрязняющих веществ за 2011 год в тоннах
Аммиак

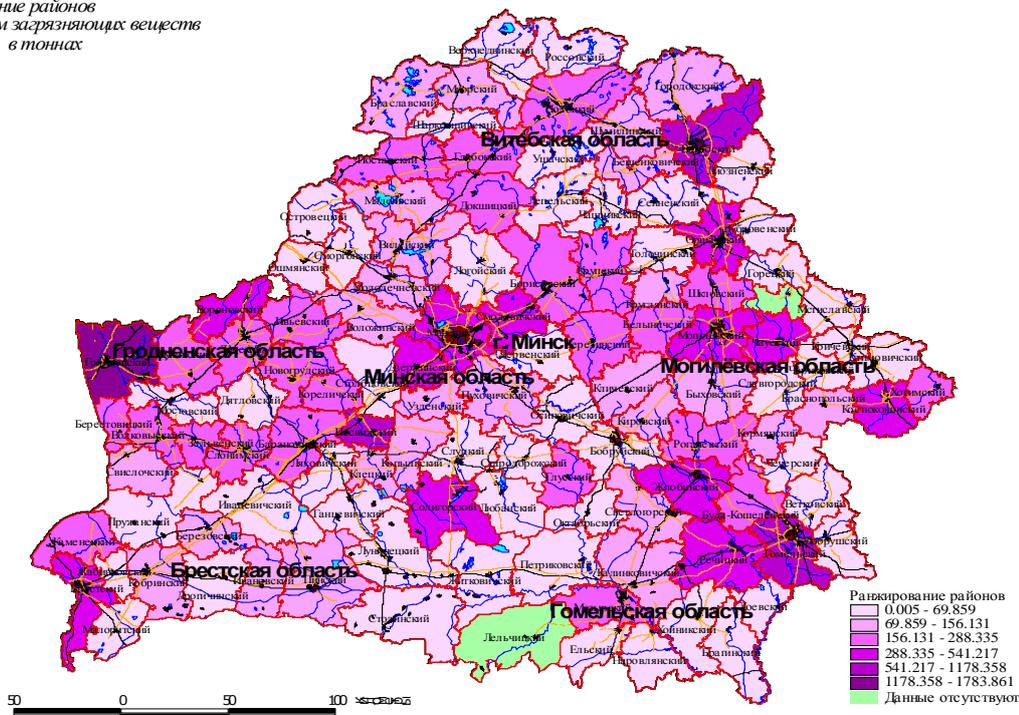


Рисунок 3 – Отображение карты-схемы ранжирования районов по объемам выбросов аммиака

Автоматизация построения локализованных диаграмм

Для размещения локализованных диаграмм на электронной карте на этапе разработки проекта созданы шесть тематических слоев точечных пространственных данных: по слою круговых и столбчатых диаграмм на каждый из трех уровней АТО. В качестве точек привязки локализованных диаграмм к карт-схеме используются центры соответствующих территорий, вычисляемые при помощи стандартной программы.

Таблицы атрибутивных данных точек привязки содержат идентификационный код и название АТО в базе данных кадастра атмосферного воздуха. Учитывая ограничения на размер локализованной диаграммы, количество столбцов временной диаграммы выбрано равным шести: один, последний, на заданный год и остальные на 5 предыдущих лет. В соответствии с этим в таблицу атрибутивных данных точек привязки временных диаграмм включаются дополнительно шесть полей для приема данных с последовательностью имен v_5, v_4, \dots, v_0 , где индекс в имени поля соответствует количеству лет до заданного года.

Последовательность автоматически выполняемых действий при выполнении программ формирования слоев локализованных диаграмм в основном соответствует алгоритму, описанному выше.

Основные отличия в программе формирования круговых диаграмм. Программа работает только с данными выбросов основных компонентов загрязнения (твердые вещества, азота оксиды, углерода оксид, серы диоксид, углеводороды, неметановые летучие органические соединения (НМЛОС)), так как их объемы сопоставимы по величине.

При считывании таблицы метаданных формируется список полей таблиц, где находятся данные по всем основным компонентам, включая валовые выбросы. Если задано представление выбросов в относительных единицах, то для всех полей из этого списка во временной таблице, полученной после выполнения SQL-запроса, абсолютные объемы выбросов заменяются пересчитанными относительными значениями.

При работе с легендой создается новый экземпляр класса легенд типа #LEGEND_TYPE_CHART с количеством цветов в палитре, равным количеству ингредиентов загрязнения. Программно прописываются определения для каждого цвета, и устанавливается соответствие списка этих определений со списком полей таблицы для ингредиентов.

При помощи функции PieChart выполняется создание круговой диаграммы, которая связывается с настраиваемым слоем карты

Затем задаются значения свойств легенды, определяющих минимальный и максимальный размер диаграммы. Конкретный размер диаграммы для конкретного АТО устанавливается пропорциональным значению валового объема выбросов загрязняющих веществ. Выполняется обновление отображения слоя.

В случае отсутствия данных по загрязнению атмосферного воздуха каким-либо ингредиентом в разрезе районов, диаграмма для этого района не строится. Это дает возможность дополнительного контроля полноты данных в базе кадастра.

Пример комбинированной карты-схемы с наложением слоя круговых диаграмм на слой ранжирования районов по валовым выбросам представлен на рис. 4.

Основные отличия в программе формирования столбчатых временных диаграмм

При формировании временных диаграмм используются только абсолютные значения показателей, так как характер изменений по годам абсолютных и относительных значений практически полностью совпадает.

Программа работает с данными, как по основным, так и по специфическим ингредиентам выбросов, естественно, при этом за работу с разными типами таблиц отвечают разные блоки программы.

При реализации запроса к базе кадастра запрашиваются данные по заданному показателю за шесть последовательных лет, заканчивая заданным годом, а не за один год (как это было в предыдущих случаях). Полученная временная таблица служит не для присоединения к таблице пространственных данных слоя, а для временного хранения данных, переписываемых затем в заранее заготовленные ячейки полей атрибутивных данных полей с именами v_5, v_4, \dots, v_0 .

При работе с легендой создается множество типов заливки для столбцов диаграммы и фона. С использованием функции ColumnChart для класса легенд создается легенда для настраиваемого слоя пространственных данных с указанием списка имен полей отображаемых данных и сформированных типов заливок. Задаются значения таких свойств диаграммы, как ширина столбца, минимальная и максимальная высота столбцов. Перерисовывается настраиваемый слой карты.

Пример отображения слоя столбчатых временных диаграмм динамики изменения объемов выбросов твердых веществ поверх слоя ранжирования районов по этому же показателю с использованием цветовой шкалы показан на рис. 5.

Диаграммы предыстории выбросов
загрязняющих веществ по районам
на 2011 год
Твердые вещества

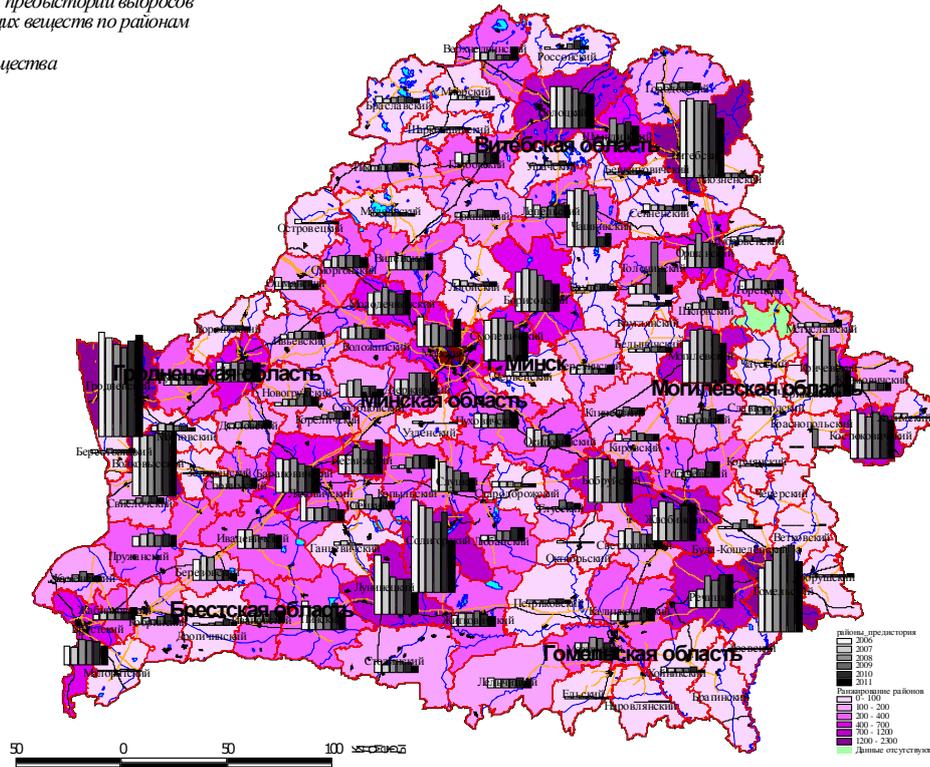


Рисунок 4 – Отображение слоя круговых диаграмм для распределения объемов выбросов загрязняющих веществ по ингредиентам

Диаграммы выбросов
основных загрязняющих веществ
по районам за 2011 год

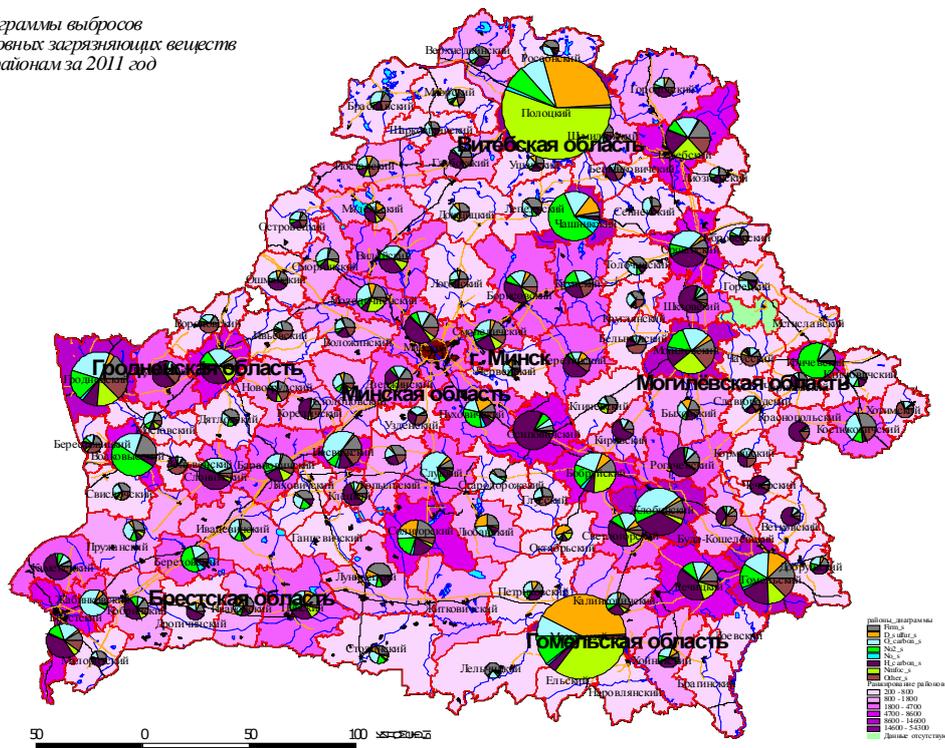


Рисунок 5 – Отображение слоя временных столбчатых диаграмм для выбросов твердых веществ по районам

Выводы

Использование геоинформационных технологий для ранжирования территориально-административных единиц (области, района, города) по объемам выбросов, в том числе удельных (на ед. территории, на душу населения) позволяет получить графическую визуализацию пространственных данных и связанную с ними информацию (данные государственной отчетности по форме 1ОС (воздух)), содержащуюся в базе данных государственного кадастра атмосферного воздуха для анализа географической информации с целью обоснованного принятия оптимальных управленческих решений, основанных на современных подходах и средствах.

Список литературы

1. Об утверждении Положения о порядке ведения государственного кадастра атмосферного воздуха и использования его данных: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 21 апреля 2009 г., № 509 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – №105, 5/29639.

2. Об утверждении Инструкции о некоторых вопросах ведения государственного кадастра атмосферного воздуха: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 24 января 2011 г., №6 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – №23, 8/23290.

3. Об охране атмосферного воздуха: Закон Республики Беларусь, 16 декабря 2008 г., №2–3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – №4, 2/1554.

G. I. Glazacheva, V. V. Valenteychik

THE GEO-INFORMATION TECHNOLOGIES WHEN ADMINISTERED THE STATE CADASTRE OF ATMOSPHERIC AIR

The article describes the use of geo-information technologies for ranking administrative units (regions, districts and cities) of the Republic of Belarus by volume of pollutant emissions into the atmosphere in the framework of administering the state cadastre of atmospheric air.