

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*м. т. н. Бакунова О. М.,
к. т. н. Образцова О. Н.,
м. т. н. Бакунов А. М.,
м. т. н. Калитеня И. Л.*

*Республика Беларусь, г. Минск, Институт информационных технологий
Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники*

Abstract. *A program complex of anthropogenic effect on administrative areas of the Republic of Belarus is described. The basic of complex assessment comprises particular indicators corresponding to the «Environmental Indicators and Indicators-based Assessment reports – Eastern Europe, Caucasus and Central Asia» (ECE/CEP/140) [1]. On the basis of these data in accord with the method of finite predicates a complex indicator is obtained characterizing the contamination level of the environment of the particular area as well as comfort living in the area indicated. The program complex developed implements data processing, computation of complex indicator a visualizing of comfort living level.*

Keywords: *anthropogenic effect assessment, complex indicator of environmental contamination, program complex.*

Введение. Оценка загрязнения и мониторинг окружающей среды являются важными задачами, которым уделяется особое внимание на международном уровне. Существенную роль играет оценка антропогенного воздействия на окружающую среду. Информация о вредных и опасных загрязняющих веществах, выбрасываемых в атмосферу, водную и почвенную среды является важной для оценки загрязнения окружающей среды и заболеваемости и смертности населения. Одной из целей международных соглашений, в частности, Конвенции о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусской конвенции) [2] является активное информирование общественности посредством Интернета, публикаций отчетов о состоянии окружающей среды.

Предлагаемый программный комплекс будет способствовать открытому доступу к экологической информации. Также данный программный комплекс при эксплуатации его государственными органами будет способствовать сбору и распространению экологической информации, постепенному увеличению объема экологической информации в электронных базах данных, являющихся легкодоступными для общественности через публичные сети связи, что предусмотрено ст.5 Орхусской конвенции [2, ст.5]

В предлагаемом программном комплексе для оценки состояния окружающей среды в качестве исходных данных используются показатели, изложенные в Руководстве по подготовке оценочных докладов по охране окружающей среды, основанных на применении экологических показателей в странах Восточной Европы (ECE/CEP/140) [1].

Результаты и обсуждение. В предложенной модели для оценки антропогенной нагрузки данные структурируются по четырем признакам:

1. Район;
2. Источник загрязнения;
3. Загрязнитель;
4. Среда.

В программном комплексе имеется справочник нормативных показателей (предельно допустимых концентраций, среднегодовых, среднесуточных, максимально-разовых значений для различных загрязнителей в различных средах), составленный по действующим ТНПА, например, [3] и необходимый для оценки экспериментальных значений. При изменении ТНПА администратор имеет возможность изменить справочные значения. Имеется разграничение доступа Пользователь/Администратор. Форма ввода данных администратором в справочник представлена на рис.1, выборка из справочника по предельно допустимым концентрациям – на рис.2.

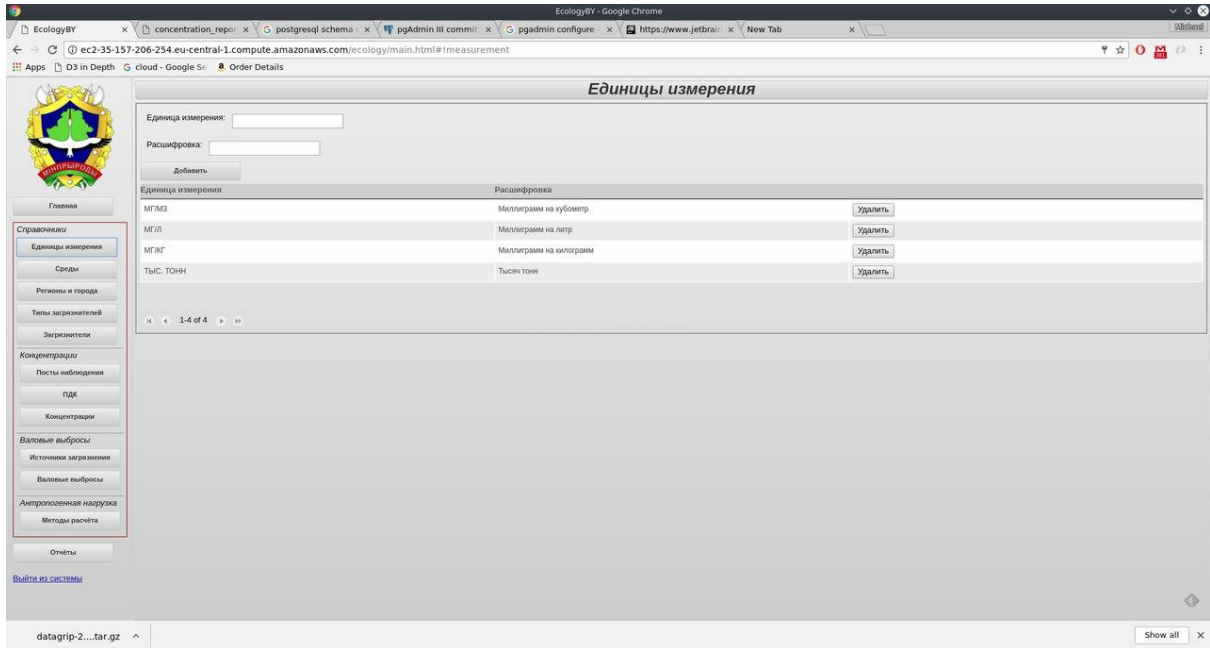


Рис. 1. Форма ввода данных администратором в справочник

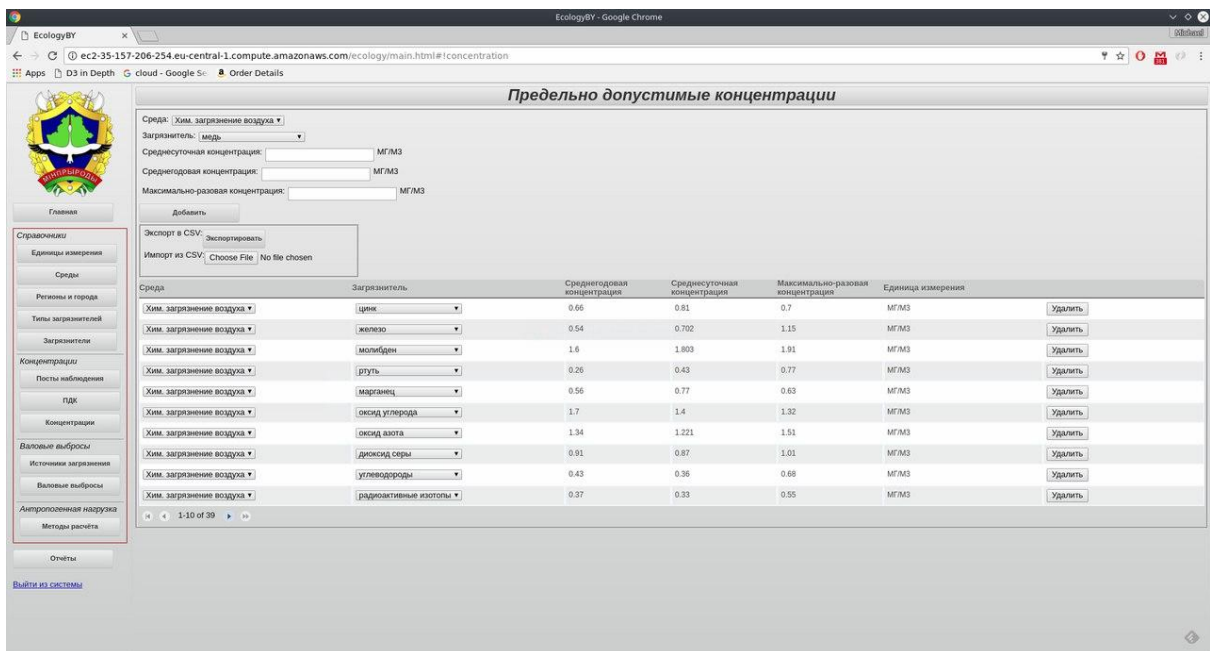


Рис. 2. Выборка по предельно допустимым концентрациям

Статистические данные могут быть представлены в различных формах. Набор данных содержит одно или несколько значений для каждого из отдельных объектов. В качестве таких объектов могут выступать города, предприятия, транспорт или все, что представляет интерес для изучения. Эти объекты называют элементарными единицами. Для каждого объекта регистрируют один и тот же признак или признаки. Например, регистрируется виды и типы загрязнителей и загрязняемая среда для каждого источника и т. д. Признак, который регистрируется для каждого из объектов, называют переменной. Наборы данных классифицируют по следующим признакам:

- по количеству переменных (одномерные, двумерные или многомерные наборы данных);
- по типу данных (количественные или качественные);
- по тому, важна ли упорядоченность данных во времени или нет.

Программный комплекс, в котором использован метод конечных предикатов, представляет данные в виде многомерных наборов, выборками из которых являются одно- и двумерные наборы. Одномерные наборы данных содержат только один признак для каждого объекта. Эти данные позволяют определить типичное значение признака, насколько значения отличаются друг от друга, требуют ли отдельные данные особого внимания.

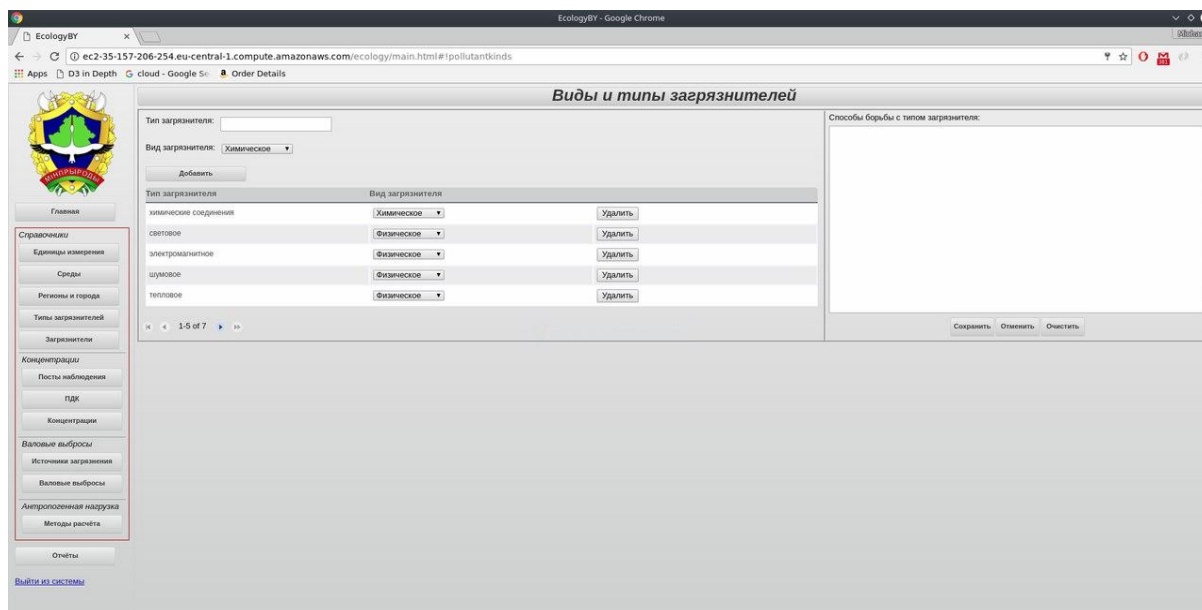


Рис. 3. Выборка по видам и типам загрязнителей

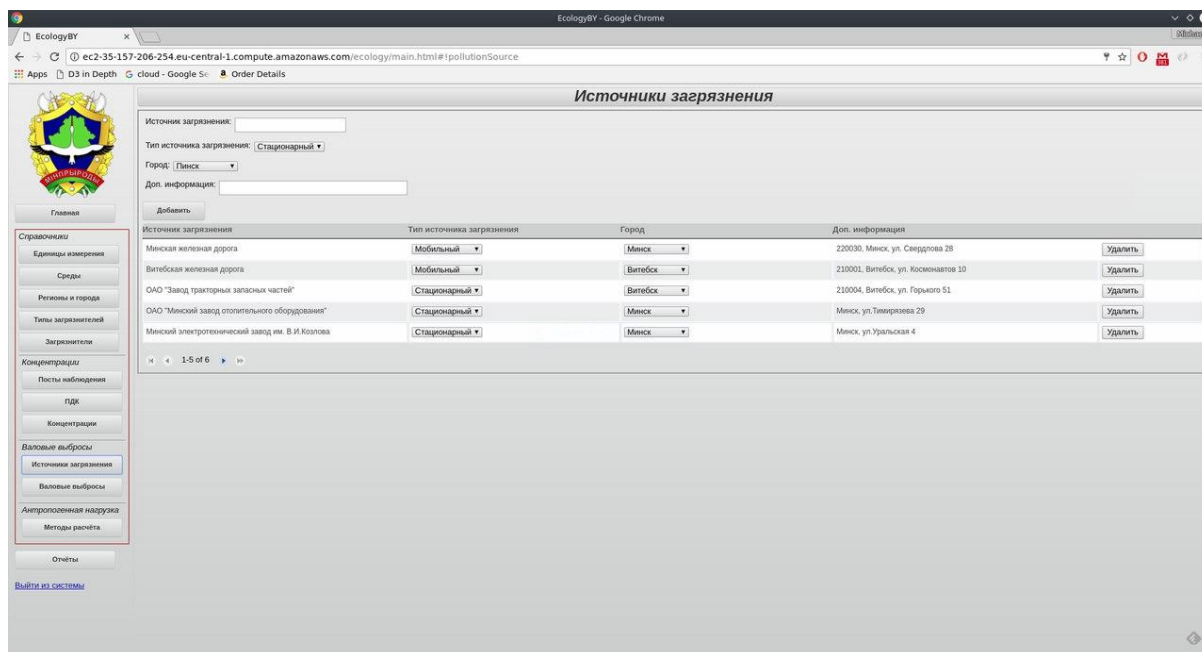


Рис. 4. Выборка по источникам загрязнений

Примером одномерных данных является информация о выбросах в атмосферу по одному веществу для различных районов. Она позволяет выявить наиболее и наименее загрязненные районы, понять, насколько отличаются уровни загрязнения по районам и обратить внимание на наиболее загрязненные районы.

Наборы двумерных данных содержат информацию о двух признаках для каждого из объектов. Кроме того, что они дают возможность получить два набора одномерных данных, двумерные данные позволяют установить, существует ли корреляция между двумя переменными, можно ли предсказать значение одной переменной по значению другой и если да, то с какой вероятностью (рис.3-5)

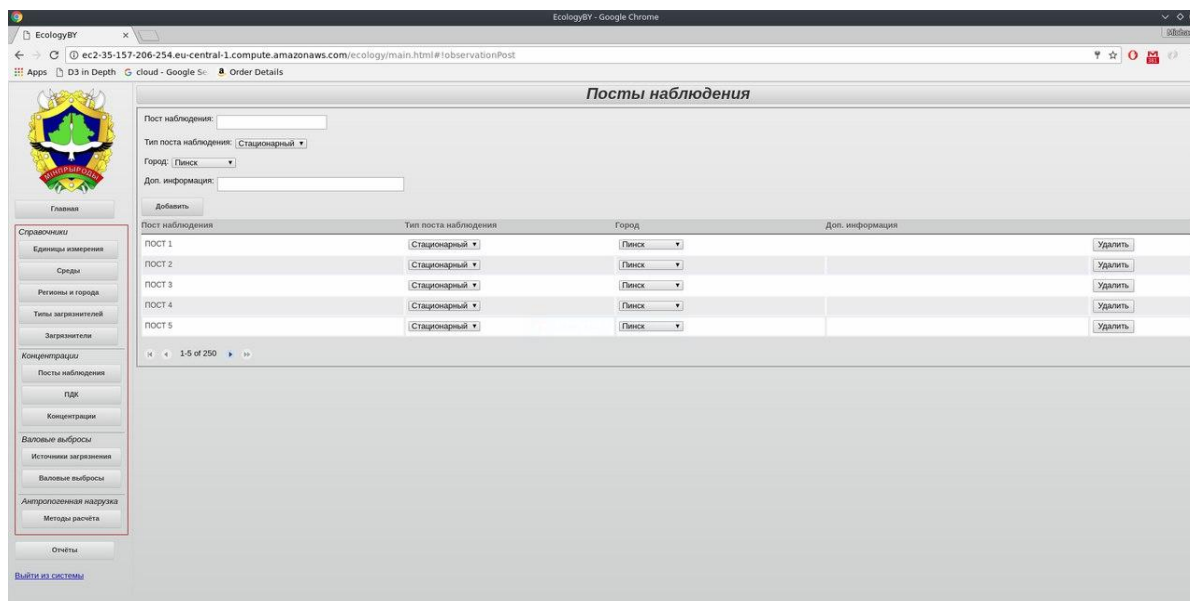


Рис. 5. Внесение данных от стационарных постов наблюдения

Одним из способов мониторинга состояния окружающей среды являются стационарные посты наблюдения. Мониторинг атмосферного воздуха проводится в 19 городах и промышленных центрах. Регулярными наблюдениями охвачены территории, на которых проживает 87 % населения крупных и средних городов страны.

В настоящее время хозяйственная деятельность человека оказывает существенное влияние на биосферу, поэтому вопросы экологии, охраны окружающей среды, оценки влияния экологических факторов на здоровье человека, общедоступность экологической информации имеют важное значение. Представленный программный комплекс позволяет выполнять комплексную оценку антропогенной нагрузки на административные территории, включающую учет загрязнений по различным средам, типам загрязнителей, отдельным загрязнителям.

Программный комплекс производит статистическую обработку данных, полученных от стационарных и передвижных постов наблюдения за состоянием окружающей среды. На рис 6, 7 и 8 представлены данные по следующим признакам:

- среде;
- виду загрязнителя;
- загрязнителю;
- городу;
- типу поста наблюдения;
- посту наблюдения

В базу данных заложены значения предельно допустимых концентраций, соответствующие установленным в настоящее время нормативно-правовыми актами, которые пользователь может посмотреть.

Пользователь может задавать параметры поиска, которые будут отражены в отчете, отчет может быть сформирован для конкретной административной территории, определенного загрязнителя, загрязняемой среды и периода времени (см. рис.9)

В отчетах имеется две возможности визуализации по частным показателям: построение линейных диаграмм на фоне усредненных по всем административным территориям значений (рис.10,11) или в виде сформированного в формате .pdf отчета с цветовым выделением допустимых/недопустимых концентраций (рис.12-14). Визуализация комплексного показателя осуществляется закрашиванием административных территорий определенным цветом в зависимости от значения комплексного показателя. Для построения диаграмм и отчетов, приведенных на рисунках 12-14 использовались исходные данные из [4].

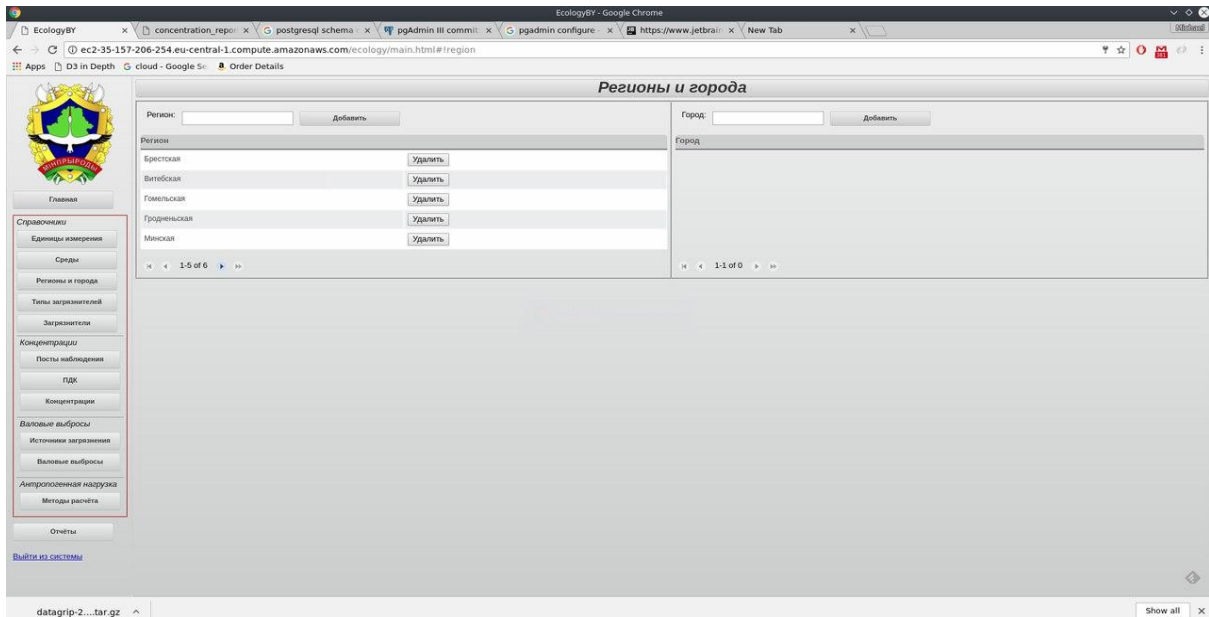


Рис. 6. Данные по городам

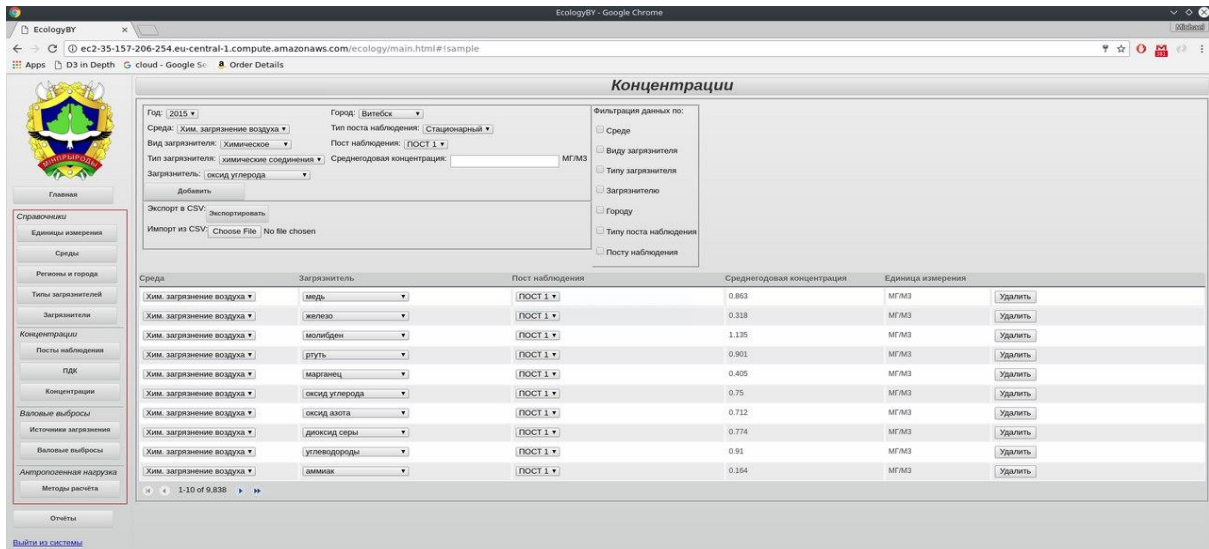


Рис. 7. Данные по концентрациям загрязнителей

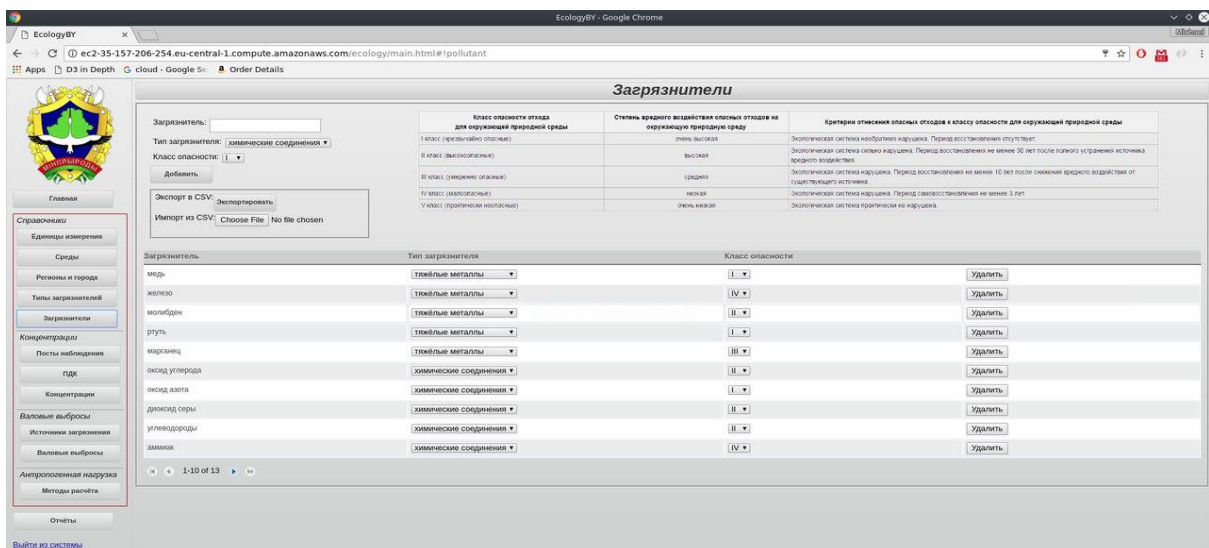


Рис. 8. Данные по загрязнителям

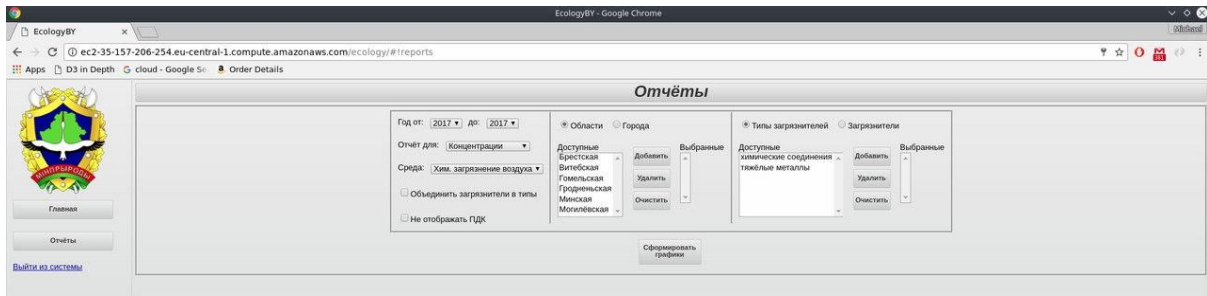


Рис. 9. Задание параметров отчета

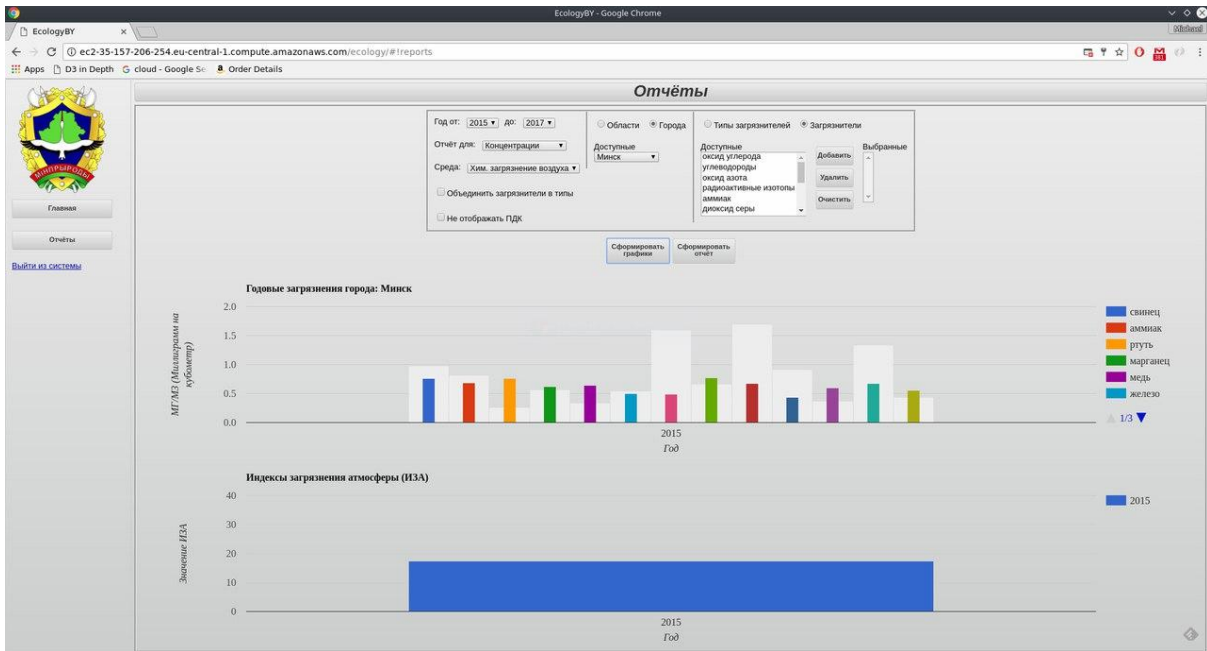


Рис. 10. Визуализация результатов в виде линейных диаграмм по данным для города Минска

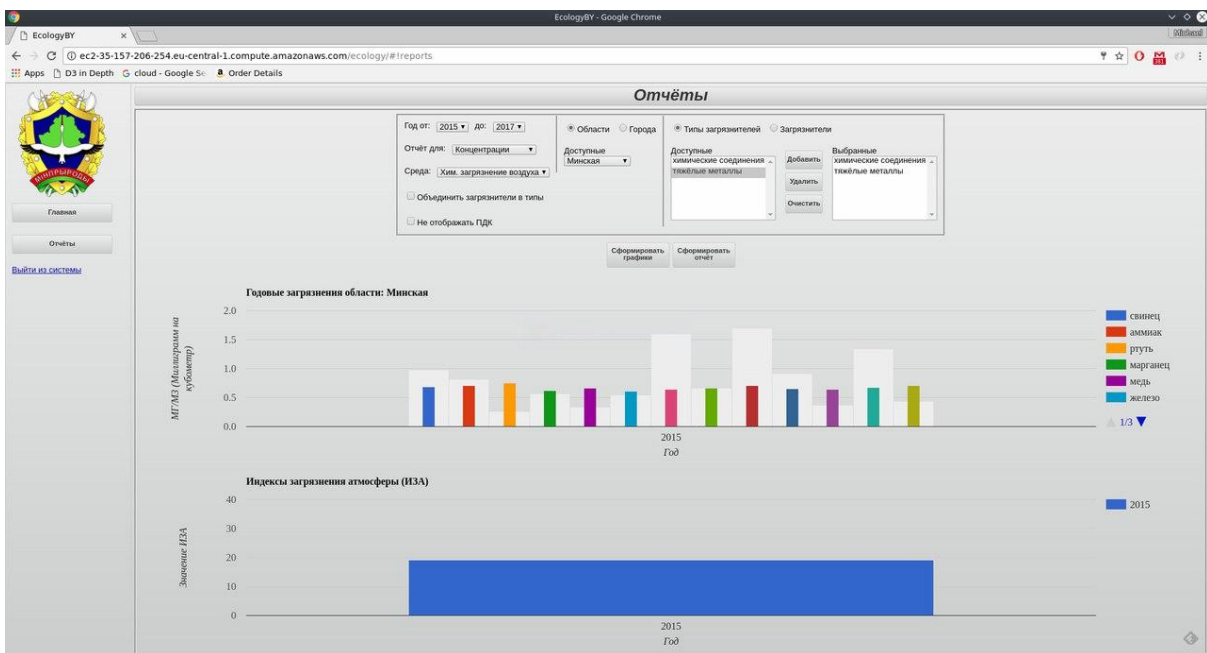


Рис. 11. Визуализация результатов в виде линейных диаграмм по данным для Минской области

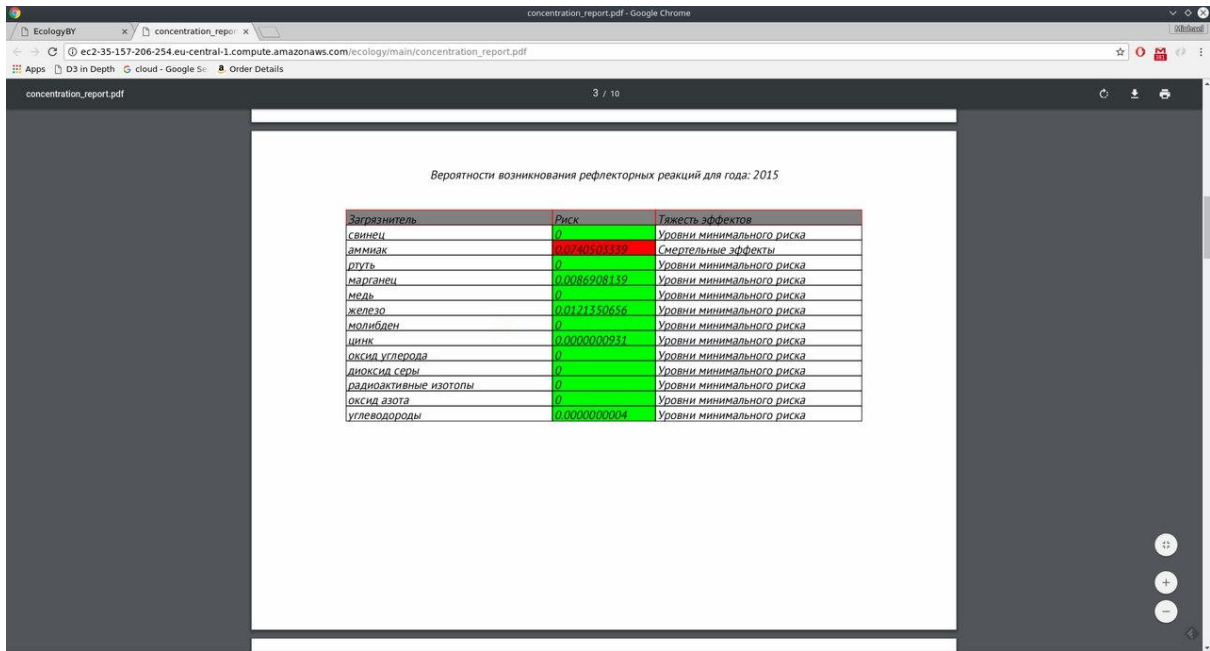


Рис. 12. Отчет с цветовым выделением уровней

В результате моделирования получен программный комплекс-обработчик статистики, в основу которого положен метод конечных предикатов, который был реализован в среде объектно-ориентированного программирования AngularJS и Google Web Toolkit (GWT). Программный комплекс апробирован на наборах данных, приведенных в отчетах Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [4]. Вносить изменения может только аутентифицированный пользователь, для чего предусмотрена система логинов и паролей. По результатам статистической обработки формируется отчет в виде линейных диаграмм, позволяющих наглядно увидеть динамику изменения неблагоприятных факторов внешней среды в том или ином населенном пункте, а также в виде сформированного в формате .pdf отчета с цветовым выделением допустимых/недопустимых концентраций. Визуализация комплексного показателя осуществляется закрасиванием административных территорий определенным цветом в зависимости от значения комплексного показателя

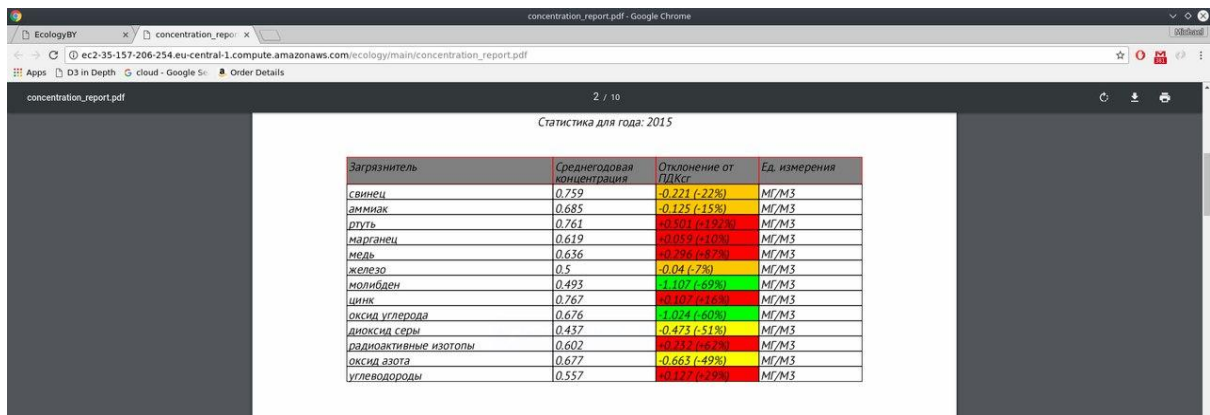


Рис. 13. Отчет с цветовым выделением уровней

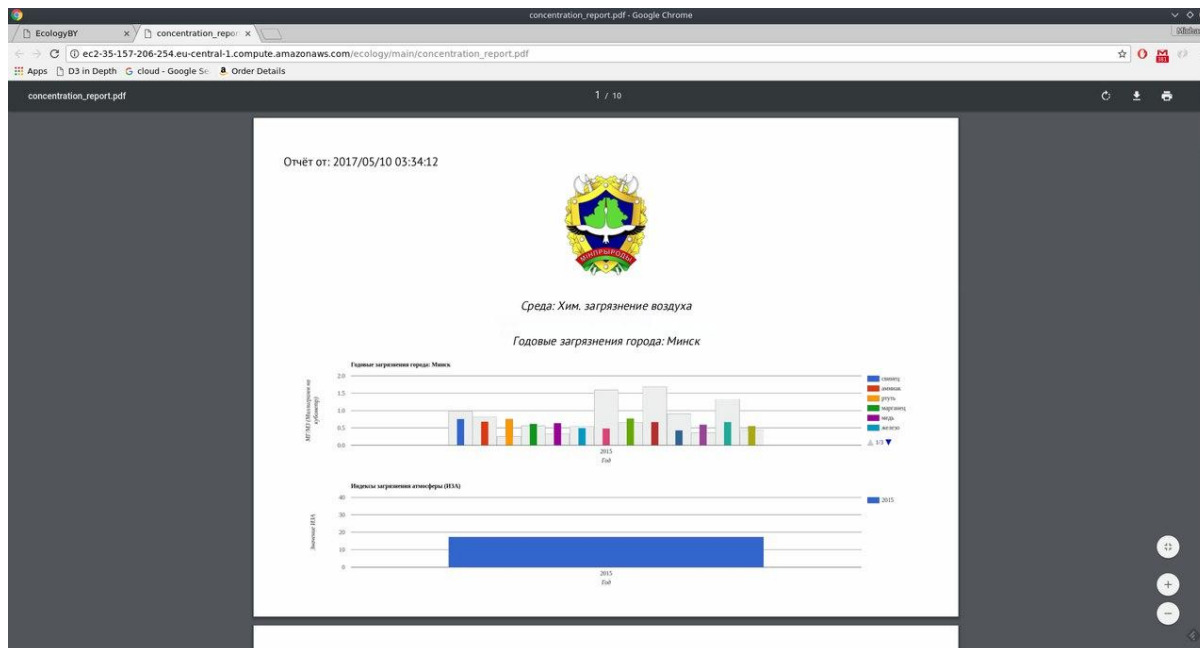


Рис. 14. Фрагмент отчета с линейными диаграммами

Выводы. В статье представлен программный комплекс оценки антропогенной нагрузки на административные территории Республики Беларусь, математической основой которого является метод конечных предикатов, позволяющий учесть загрязнение атмосферы, загрязнение водных ресурсов, загрязнение почвенного покрова различными веществами и из различных источников. В основу комплексной оценки положены частные показатели, соответствующие Руководству по подготовке оценочных докладов по охране окружающей среды, основанных на применении экологических показателей в странах Восточной Европы (ECE/CEP/140). Разработанный программный комплекс осуществляет обработку данных, расчет комплексного показателя и визуализацию уровня комфортности проживания. Предлагаемый программный комплекс будет способствовать открытому доступу к экологической информации. Также данный программный комплекс при эксплуатации его государственными органами будет способствовать сбору и распространению экологической информации, постепенному увеличению объема экологической информации в электронных базах данных, являющихся легкодоступными для общественности через публичные сети связи, что предусмотрено международными соглашениями в области охраны окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Environmental Indicators and Indicators-based Assessment Reports – Eastern Europe, Caucasus and Central Asia // ECE/CEP/140
2. UNECE Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention) [Electronic resource]. URL: <https://www.unece.org/env/pp/treatytext.html> (access date: 23.10.2017)
3. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве».
4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2015 / Под общей редакцией М. А. Ерьсько [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые, граф. данные. (55,5 Мб), – Минск, «Бел НИЦ «Экология». – 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium II и выше; Windows XP.