

**АРХИТЕКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБЩЕГО ДОСТУПА
ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ
ФАКТОРОВ НА РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ УРОВНЯХ**

**ARCHITECTURE AND FUNCTIONALITY OF A WEB-ORIENTED INFORMATION
AND ANALYTICAL SYSTEM OF GENERAL ACCESS FOR A COMPREHENSIVE
STUDY OF THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC AND NATURAL FACTORS
AT VARIOUS REGIONAL LEVELS**

**Б. А. Тонконогов^{1,2}, В. В. Журавков^{1,2}, М. Г. Герменчук^{1,2}
B. A. Tonkonogov^{1,2}, V. V. Zhuravkov^{1,2}, M. G. Germenchuk^{1,2}**

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь

boristonkonogov@iseu.com, zhvl@mail.ru, margermen@gmail.com

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, the Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU
Minsk, the Republic of Belarus

Рассмотрены архитектура и функциональность Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях.

The architecture and functionality of a Web-oriented information and analytical system of general access for a comprehensive study of the influence of anthropogenic and natural factors at various regional levels are considered.

Ключевые слова: архитектура, функциональность, информационно-аналитическая система.

Keywords: architecture, functionality, information and analytical system.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-306-310>

Введение. Деятельность человека постоянно связана с накоплением информации об окружающей среде, ее отбором и хранением. Информационные системы, основное назначение которых – информационное обеспечение пользователя, то есть предоставление ему необходимых сведений по конкретной проблеме или вопросу, помогают человеку решать задачи быстрее и качественнее. При этом одни и те же данные могут использоваться при решении разных задач. Любая информационная система предназначена для решения некоторого класса задач и включает в себя как хранилище данных, так и средства реализации различных процедур, обеспечивающих сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и преобразование пространственно-распределенных данных.

Информационно-аналитические системы рассчитаны, как правило, на установку и подключение большого количества автоматизированных рабочих мест (клиентов), располагающих собственными базами (источниками) данных и средствами ввода / вывода результатов. Специалисты в области экологии на автоматизированном рабочем месте на основе пространственно-привязанной информации могут решать следующие задачи:

- 1) анализировать изменения окружающей среды под влиянием природных и техногенных факторов;
- 2) давать заключения о рациональном использовании и охране атмосферных, земельных, водных, минеральных и энергетических ресурсов;
- 3) давать заключения о снижении ущерба и предотвращении техногенных катастроф;
- 4) обеспечивать безопасное проживание людей, охрану их здоровья и так далее.

При оценке различных ситуаций, связанных с решением экологических проблем, информационная подготовка занимает достаточно много времени, а информационно-аналитические системы в состоянии быстро предоставить информацию и обеспечить нахождение эффективных методов урегулирования. В условиях возникшей ситуации решения не могут быть смоделированы в явном виде, однако основой для их принятия может служить большой объем разнообразной информации, хранимой и передаваемой интегрированной базой данных. По предоставленным результатам управленческий персонал на основе своего опыта и интуиции может принять конкретные решения.

Разработана новая архитектура Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных

уровнях, реализующая методы и модели для хранения параметров и информации об объектах и ресурсном потенциале и анализа антропогенных и природных факторов на различных территориальных уровнях и базирующаяся на геоинформационных технологиях. Разработанная архитектура является основой для создания прикладной Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях.

Разработка указанной системы является актуальной научной и практической задачей, решение которой создаст условия для хранения параметров и информации об объектах и ресурсном потенциале и анализа антропогенных и природных факторов на различных территориальных уровнях с использованием геоинформационных технологий. Это повысит комфортность проживания граждан Республики Беларусь и поспособствует поддержке принятия соответствующих управленческих решений в области освоения и повышения эффективности использования различных видов природных ресурсов и мониторинга состояния компонентов окружающей среды в целях устойчивого развития на территориальных единицах различного уровня. Результаты могут быть использованы в интересах учреждений Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, в частности для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях и принятия соответствующих управленческих решений. Сфера и масштабы ожидаемого применения результатов могут быть распространены на всю территорию Республики Беларусь.

Характеристика и назначение разрабатываемой информационно-аналитической системы. Основные возможности, предоставляемые пользователям разрабатываемой информационно-аналитической системы:

- работа с интерактивной электронной картой (манипулирование слоями, перемещение и масштабирование, удаление и добавление объектов и так далее);
- вывод в заданном виде любых объектов территории и объектов определенного класса с соответствующей атрибутивной информацией о них;
- обработка информации статистическими методами и отображение результатов такого анализа непосредственным наложением на карту или в другой форме визуализации (таблицы, графические зависимости, гистограммы и так далее).

В рамках разработки архитектуры Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях определены общий архитектурный стиль и основные архитектурные решения, связанные с организацией совокупности элементов и компонентов и функционированием программных модулей системы. Описаны основные роли и характеристики структурных элементов и возможные виды взаимодействий между ними (интерфейсы).

Архитектура разрабатываемой информационно-аналитической системы. Архитектура информационно-аналитической системы предполагает:

- технология обработки данных – локальное (централизованное) взаимодействие с интегрированной базой данных, то есть все данные будут храниться на одном сервере под управлением одной системы управления базами данных, а не распределенным образом, так как многие проекты распределенных баз данных характеризуются определенными проблемами в вопросах стандартизации информационных потоков и типов и представления данных и метаданных и совместимости отдельных информационных систем и проектов, созданных разными организациями с применением различного программного обеспечения;
- способ доступа к данным – локальный и удаленный (сетевой) доступ с разграничением прав пользователей и поддержкой клиент-серверных технологий.

Также архитектура системы предполагает модульную декомпозицию. В этой связи целесообразно разделение интерфейсной части системы и части, отвечающей за работу с данными. Тип архитектуры предполагает то, что ее элементы реализуют поддержку объектов специализированной серверной базы данных, работу аналитических функциональных программных модулей, представление и визуализацию данных, а также взаимодействие с удаленными пользователями. В частности, программные модули реализуют методики комплексной оценки и анализа влияния антропогенных и природных факторов с учетом угроз и рисков и последствий природных и антропогенных загрязнителей для различных организмов и экосистем на различных региональных уровнях и оптимального использования потенциала природных ресурсов и общедоступного мониторинга состояния компонентов окружающей среды, направленные на повышение комфортности проживания граждан и принятия соответствующих управленческих решений.

Архитектуре свойственна гибкость, масштабируемость и открытость для расширения и реализации дополнительной функциональности, в частности разработки специальных алгоритмов и программных модулей взаимодействия с базой данных и графическим Web-ориентированным пользовательским интерфейсом, предоставляющим возможность оптимально, быстро и удобно работать с картографической информацией посредством использования соответствующих технологий и алгоритмов. Это позволит реализовать соответствующие своему специфическому назначению и оптимальные по функциональности клиентскую и серверную части системы, основными особенностями которых являются возможность поддержки динамически изменяющегося содержимого клиентских Web-страниц без их перезагрузки, что значительно сокращает время обновления страниц и ускоряет работу пользователей, реализацию программного пользовательского интерфейса на стороне Web-сервера и создание программного уровня доступа к информации, хранящейся в базе данных, для использования в указанном

интерфейсе. Реализация в соответствии с разработанной архитектурой алгоритмов работы аналитических методов и моделей послужит основой для разработки пилотного проекта указанной прикладной системы (рис. 1).

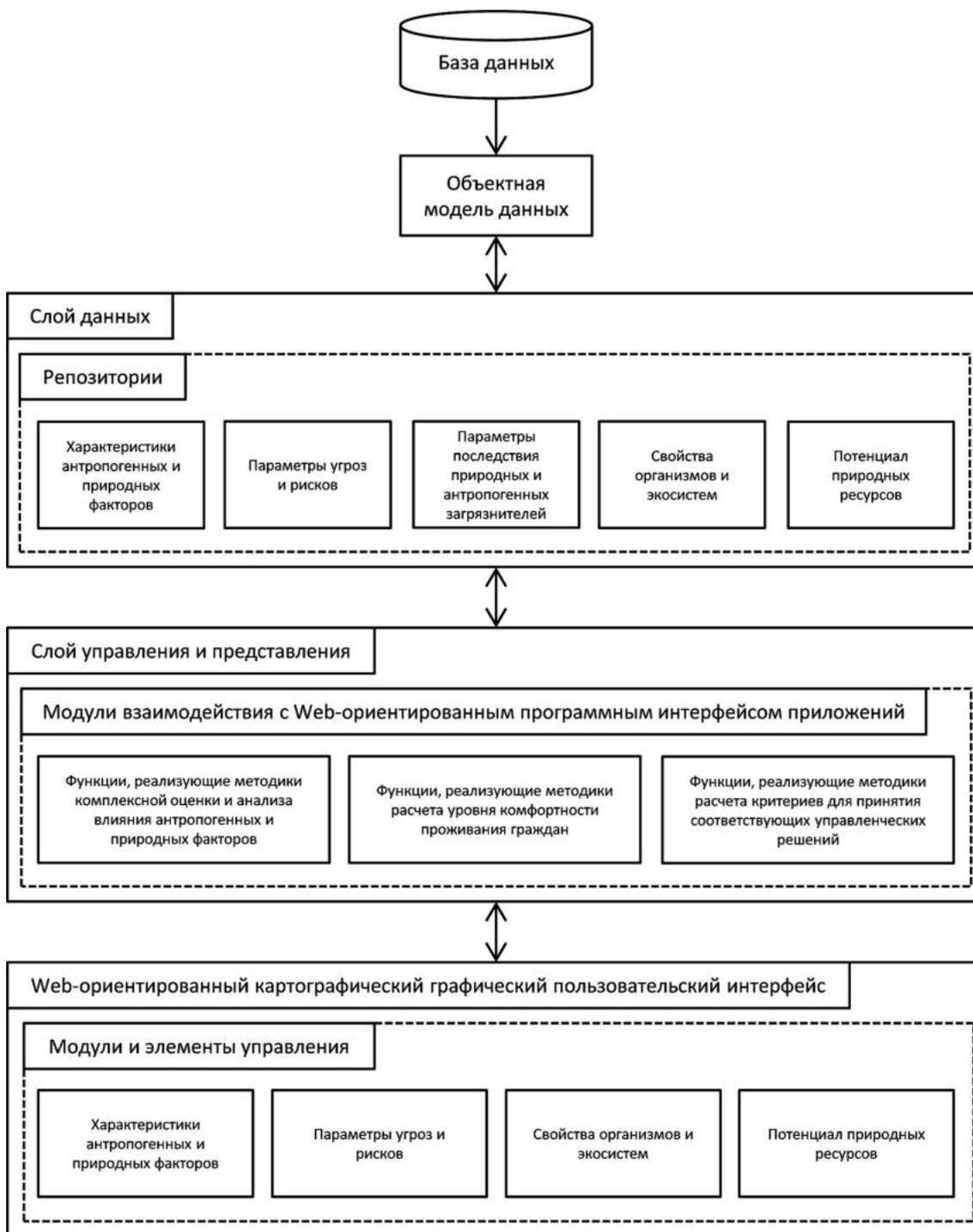


Рисунок 1 – Общая архитектура Web-ориентированной информационно-аналитической системы

Основные архитектурные компоненты и функциональные программные модули информационно-аналитической системы. Проектирование прототипа информационно-аналитической системы предполагало то, что она будет включать в себя следующие основные архитектурные компоненты и функциональные программные модули (подсистемы):

- 1) разграничения прав пользователей;
- 2) взаимодействия с базой данных;
- 3) сбора и обработки пространственных данных;
- 4) хранения и защиты пространственных данных;
- 5) аналитической обработки данных;
- 6) представления и визуализации данных;
- 7) импорта / экспорта, конвертации и парсинга данных и другие.

Указанный набор программного обеспечения позволит на основе полученной информации:

- классифицировать и кластеризовать соответствующие данные для дальнейшего создания различного картографического содержимого в виде различных картографических слоев с различной визуализацией содержимого разных типов данных;

- реализовать дополнительные сервисы для обработки и представления данных;
- производить аналитические (статистические) вычисления различного рода для дальнейшего использования, в частности, в составе картографического содержимого.

Для процессов визуализации и мониторинга экологических процессов (выбросов и сбросов загрязняющих веществ) могут выполняться процедуры компьютерного моделирования (аналитических расчетов) с использованием стационарных (для предприятий) и мобильных (для транспорта) точек. В процессе моделирования необходимо собрать и обработать первичные пространственные данные с учетом определенных атрибутов и параметров, а затем применить к ним определенные технологии программной визуализации:

- данные о стационарных источниках загрязнения, полученные от пунктов различных измерений (мониторинга) выбросов и сбросов загрязняющих веществ предприятиями (визуализация – круги определенного цвета, значения радиусов которых пропорциональны уровню (степени) загрязнения в результате);

- данные о загрязняющих веществах предприятий (визуализация – цветовой градиент (дискретный набор цветов) в соответствии с уровнем (степенью) загрязнения);

- данные с GPS-треков от подвижного транспорта и других мобильных источников загрязнения (визуализация – закрашенные линии (траектории) выбросов цветами в соответствии с уровнем (степенью) загрязнения) и т. д..

В проектируемом программном продукте при автоматизированных расчетах можно также учитывать поправочные коэффициенты, связанные со значениями силы и направления ветра, а также характеристиками рельефа местности (ландшафта).

В результате обработки указанных данных получаются комплексные (агрегированные) данные, на основе которых рассчитывается совокупность выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и воду как для точечных объектов, так и на определенной территории.

Программный модуль для разграничения прав пользователей предназначен для санкционированного доступа к информационному ресурсу. Программные механизмы разграничения прав доступа к информационному ресурсу основаны на алгоритмах и принципах авторизации и аутентификации пользователей, администрирования содержимого серверной базы данных и защиты от несанкционированного доступа к этому содержимому.

Пользователи проходят автоматическую аутентификацию в системе для возможности дальнейших ввода и манипуляции данными, которые осуществляются через базу данных с использованием определенной регистрационной информации (логина и пароля), разграничивающей права пользователей по функциональным признакам. Таким образом, пользователи в соответствии со своими правами могут формировать различные запросы, выполнять визуализацию данных и производить прочие манипуляции в среде информационного ресурса.

Проектирование прототипа Web-платформы представления экологических данных. На рис. 2 представлен пример графического пользовательского интерфейса и визуализации прототипа разрабатываемой информационно-аналитической системы с результатами автоматизированного анализа антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях с использованием инструментария географических информационных систем и специализированных программных интерфейсов приложений, которые будут использованы в дальнейших разработках.



Рисунок 2 – Пример графического пользовательского интерфейса и визуализации прототипа информационно-аналитической системы

Заключение.

Таким образом:

1. Разработана новая архитектура Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях, реализующая методы и модели для хранения параметров и информации об объектах и ресурсном потенциале и анализа антропогенных и природных факторов на различных территориальных уровнях и базирующаяся на геоинформационных технологиях.
2. Выполнено проектирование прототипа Web-платформы представления экологических данных с использованием современных инструментов географических информационных систем.
3. Реализованы условия для создания пилотного проекта прикладной Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях [1–4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Журавков В. В., Тонконогов Б. А., Шалькевич П. К. Разработка веб-ориентированного интерфейса для проведения ретроспективного анализа данных системы онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района // Сахаровские чтения 2022 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2022: environmental problems of the XXI century: материалы 22-й Международной научной конференции, 19 - 20 мая 2022 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол.: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Ч. 2. – 432 с. – С. 360–363.
2. Журавков В. В., Урбанович Н. Д. Использование инновационных программных средств и ГИС-технологий для сопровождения системы онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды на примере г. Орша // Сахаровские чтения 2022 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2022: environmental problems of the XXI century: материалы 22-й Международной научной конференции, 19 - 20 мая 2022 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол.: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Ч. 2. – 432 с. – С. 363–367.
3. Zhuravkov V. V. Development of a Web-oriented system for a comprehensive study of the influence of anthropogenic and natural factors on the example of the Orshan region of the Republic of Belarus // Материалы II Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы науки и техники», ФГБОУ ВО «ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова», 19–21 мая 2022 г. – Сарапул, 2022. – С. 137–142.
4. Журавков В. В. Разработка Web-ориентированной системы общего доступа для изучения влияния антропогенных и природных факторов на примере г. Орша Республики Беларусь // XVII Международная научно-техническая конференция «Наука, образование, производство в решении экологических проблем» (Экология-2022). 3–4 июня 2022, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет». – Уфа, 2022. – С. 148–152.

МОДЕЛЬ ДАННЫХ WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБЩЕГО ДОСТУПА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ УРОВНЯХ

DATA MODEL OF A WEB-ORIENTED INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM OF GENERAL ACCESS FOR A COMPREHENSIVE STUDY OF THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC AND NATURAL FACTORS AT VARIOUS REGIONAL LEVELS

**Б. А. Тонконогов^{1,2}, В. В. Журавков^{1,2}, М. Г. Герменчук^{1,2}
B. A. Tonkonogov^{1,2}, V. V. Zhuravkov^{1,2}, M. G. Germenchuk^{1,2}**

¹Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ г. Минск, Республика Беларусь

boristonkonogov@iseu.com, zhvl@mail.ru, margermen@gmail.com

¹Belarusian State University, BSU, Minsk, the Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU Minsk, the Republic of Belarus