

ВЕБ И ГИС ТЕХНОЛОГИИ, КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК И ЭФФЕКТОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В СОЧЕТАНИИ СО СТРЕССОМ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА БИОТУ В ЗОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В. В. Журавков¹⁾, Б. А. Тонконогов¹⁾, Н. Н. Цыбулько¹⁾, Е. В. Журавков¹⁾

¹⁾ Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, ул. Долгобродская, д. 23 / 1, 220070, г. Минск, Беларусь, zhuravkov@iseu.by

В работе рассмотрена реализация условий для создания пилотного проекта прикладной Web-ориентированной информационно-аналитической системы для совершенствования комплекса радиационной защиты населения и объектов окружающей среды на различных региональных уровнях, а также архитектура, функциональность и модель данных Web-ориентированной информационно-аналитической системы при оценке дозовых нагрузок и эффектов ионизирующих излучений в сочетании со стрессом различной природы на биоту в зоне хронического радиационного воздействия.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система; антропогенные факторы; региональные уровни; радиационная защита населения; дозовые нагрузки; архитектура; модель данных.

WEB AND GIS TECHNOLOGIES AS AN ELEMENT OF DECISION MAKING SYSTEM WHEN ASSESSING DOSE LOADS AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION IN COMBINATION WITH STRESS OF DIFFERENT NATURES ON BIOTA IN THE ZONE OF CHRONIC RADIATION IMPACTS

V. V. Zhuravkov¹⁾, B. A. Tonkonogov¹⁾, M. M. Tsybulka¹⁾, E. V. Zhuravkov¹⁾

¹⁾ «International Sakharov Environmental Institute» of Belarusian State University, Dolgobrodskaya St., 23 / 1, 220070, Minsk, Republic of Belarus, zhuravkov@iseu.by

The paper examines the implementation of conditions for creating a pilot project of an applied Web-based information and analytical system aimed at improving the complex of radiation protection of the population and environmental objects at various regional levels, as well as the architecture, functionality and data model of a Web-based information and analytical system for assessing dose loads and effects of ionizing radiation in combination with stress of various natures on biota in the zone of chronic radiation exposure.

Keywords: information and analytical system; anthropogenic factors; regional levels; radiation protection of the population; dose loads; architecture; data model.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2025-2-69-73>

При оценке различных ситуаций, связанных с решением задач по совершенствованию системы радиационной защиты населения и объектов окружающей среды, используются расчетные данные по оценке доз облучения на основные компоненты биогеоценоза, поэтому информационная подготовка занимает достаточно много времени, а информационно-аналитические системы в состоянии должны быстро предоставить информацию и обеспечить нахождение эффективных методов регулирования. При оценке дозовых нагрузок и эффектов ионизирующих излучений в сочетании со стрессом различной природы на биоту в зоне хронического радиационного воздействия, 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 методом экспертного анализа может принять конкретные решения для проведения мероприятий по радиационной защите населения и объектов окружающей среды на различных региональных уровнях.

В работе представлены новая архитектура и оптимизированная реляционная структура данных, состоящая из таблиц, включающих поля для хранения параметров и информации об объектах и ресурсном потенциале, 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 анализе антропогенных и природных факторов на различных территориальных уровнях и базирующаяся на геоинформационных технологиях. Указанные разработки являются основой для создания прикладной Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для комплексного изучения влияния антропогенных и природных факторов на различных региональных уровнях и оценке дозовых нагрузок и эффектов ионизирующих излучений в сочетании со стрессом различной природы на биоту в зоне хронического радиационного воздействия [1].

Основные возможности, предоставляемые пользователям разрабатываемой информационно-аналитической системы [2]:

- 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);
- подготовка расчетных данных для проведения мероприятий радиационной защиты населения и объектов окружающей среды в ситуации существующего облучения на основе моделирования радиоэкологических процессов и оценки радиоэкологических рисков.

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, а также возможные виды взаимодействий между ними.

Архитектура информационно-аналитической системы предполагает реализацию следующих аспектов [3]:

- технология обработки данных – локальное 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, типов, 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.

Проектирование прототипа информационно-аналитической системы предполагало то, что она будет включать в себя следующие основные архитектурные компоненты и функциональ-

ные программные модули: разграничения прав пользователей; взаимодействия с базой данных; сбора и обработки пространственных данных; хранения и защиты пространственных данных; аналитической обработки данных; представления и визуализации данных; импорта / экспорта, конвертации и парсинга данных и другие.

Указанный набор программного обеспечения позволит на основе полученной информации [4]: 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.

В основные задачи разрабатываемой Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для совершенствования компонентов радиационной защиты населения и объектов окружающей среды в ситуации существующего облучения на основе моделирования радиоэкологических процессов на различных региональных уровнях входят предоставление и анализ во времени данных о результатах:

- воздействия человеческой деятельности на живые организмы;
- воздействия на живые организмы через изменение людьми их среды обитания;
- естественного изменения различных качественных и количественных природных величин и характеристик.

Указанные особенности системы направлены на повышение уровня информированности населения о различных аспектах состояния окружающей среды и возможности принятия своевременных управленческих решений на различных региональных (территориальных) уровнях.

В этой связи база данных, входящая в состав разрабатываемой информационно-аналитической системы, должна содержать или иметь возможность манипулировать с различными данными о: различных географических (природных) объектах; результатах наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, земель и параметрами радиационной обстановки; результатах радиационного мониторинга окружающей среды, а также локального мониторинга, предоставляемых природопользователями; ресурсном потенциале и так далее.

Оптимизированная (нормализованная) реляционная структура (модель) данных включает в себя различные объекты базы данных в виде таблиц, содержащие поля с определенными типами данных для хранения параметров и информации о пространственных объектах и ресурсном потенциале, и связей (отношений) между этими таблицами и полями.

Заполнение базы данных сводится к заполнению определенных элементов информацией, которая впоследствии пересылается и обрабатывается хранимой процедурой на стороне сервера баз данных. Получив информацию, хранимая процедура проверяет данные на корректность ввода и, если есть нарушения, то возвращает код ошибки (коды ошибок определяются разработчиками системы), если же информация корректна, то данные добавляются в заданную таблицу.

Кроме добавления информации непосредственно в таблицы, хранимые процедуры позволяют производить первичную обработку информации, то есть проводить аналитическую обработку данных. Использование этих объектов позволяет ограничить участие пользователя в различных расчетах, а также скрыть определенные детали работы системы. Пользователю предоставляется уже обработанная информация в виде результатов проведенных расчетов или же при помощи графических средств отображения информации, таких как графики и диаграммы.

В основные задачи разработанных функциональных объектов базы данных Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для системы радиационной защиты населения и объектов окружающей среды в ситуации существующе-

го облучения на различных региональных уровнях входят анализ (обработка) во времени данных о результатах:

- воздействия человеческой деятельности на живые организмы;
- воздействия на живые организмы через изменение людьми их среды обитания;
- естественного изменения различных качественных и количественных природных величин и характеристик.

В этой связи база данных, входящая в состав разрабатываемой информационно-аналитической системы, должна содержать или иметь возможность манипулировать с различными данными о:

- различных географических (природных) объектах;
- результатах наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, земель и радиационного фона;
- результатах радиационного мониторинга окружающей среды и локального мониторинга, предоставляемых природопользователями;
- ресурсном потенциале и так далее.

Таким образом, созданы специальные хранилища данных с использованием объектно-ориентированной технологии для объектно-реляционного отображения, позволяющей связывать базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования с использованием подхода Database First, который позволяет по существующей базе данных сгенерировать модель для подключения к ней.

Пример графического пользовательского интерфейса и визуализации прототипа информационно-аналитической системы с результатами автоматизированного анализа антропогенных и природных факторов с использованием инструментария географических информационных систем, специализированных программных веб-интерфейсов и приложений, которые будут использованы в дальнейших разработках, представлен на рис. 1.

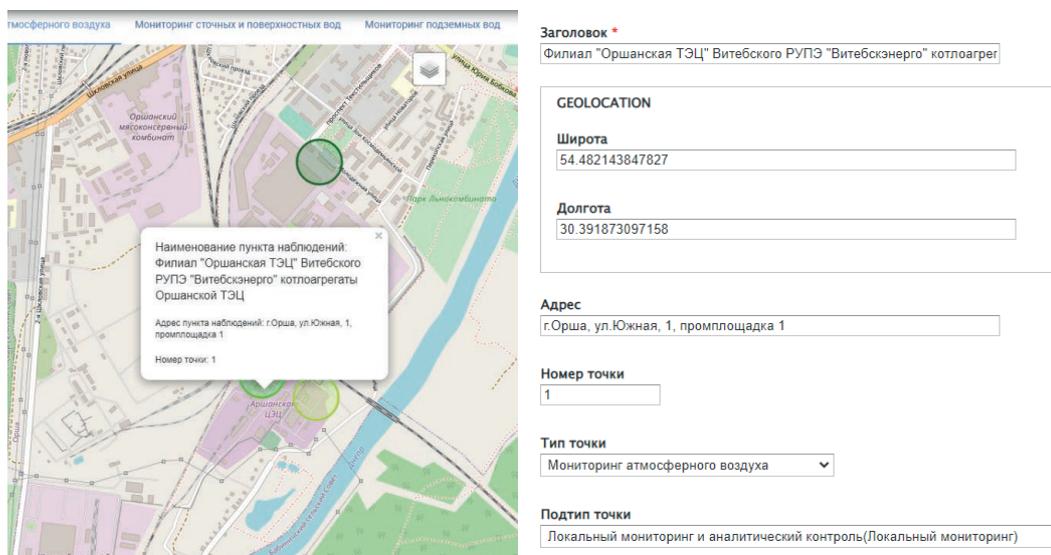


Рис. 1. Пример графического пользовательского интерфейса системы

Разработанная архитектура Web-ориентированной информационно-аналитической системы общего доступа для организации системы защиты населения и объектов окружающей среды при ретроспективном и прогнозном моделировании радиационной обстановки позволяет визуализировать данные о загрязнении территорий Республики Беларусь основными дозообразующими радионуклидами, а именно ^{131}I , ^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{239}Np , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{144}Ce , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am и т.д. и на этой основе провести оценки до-

зовых нагрузок на основные компоненты биогеоценозов, в частности на население, проживающее в наиболее загрязненных районах Республики Беларусь (рис. 2) [5]. Анализ данных рис. 2 определяет области и районы Республики Беларусь, которые в результате аварии на Чернобыльской АЭС подверглись радиоактивному загрязнению и населению, проживающему именно в этих районах страны в будущем необходимо уделять повышенное внимание при медицинском обследовании [5].

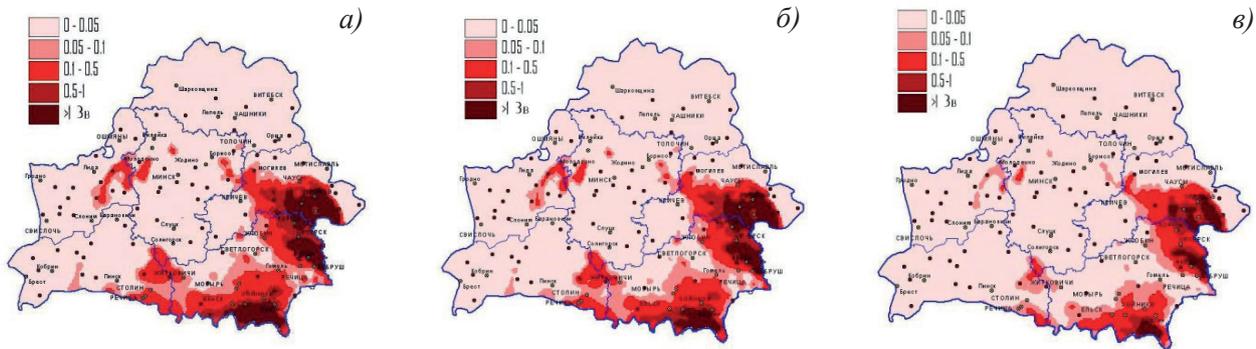


Рис. 2. Среднегрупповая доза от йода-131 на щитовидную железу в 1986 г.:
а) дети до 5 лет; б) подростки от 5 до 17 лет; в) взрослые от 17 лет

Данная работа подготовлена в рамках выполнения диссертационного исследования по теме «Совершенствование системы радиационной защиты населения и объектов окружающей среды в ситуации существующего облучения на основе моделирования радиоэкологических процессов».

Библиографические ссылки

1. 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», ФГБОУВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова», 19 - 21 мая 2022 г. Сарапул, 2022. С. 137 - 142.
2. Маклафлин Б., Поллайс Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. Д. Уэст. СПб.: Питер, 2018. 608 с.
3. Паттерны объектно-ориентированного проектирования / Гамма Э. [и др.]. СПб.: Питер, 2023. 448 с.
4. Фауле М. Шаблоны корпоративных приложений / М. Фауле. М.: Вильям, 2012. 544 с.
5. Конопля Е. Ф., Миронов В. П., Журавков В. В. Радиация и Чернобыль: Короткоживущие радионуклиды на территории Беларуси. Минск: Белорус. наука, 2008. 198 с.