

УДК 611.41:614.871:621.039.58(476)

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА «СИСТЕМА ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. ОРШИ И ОРШАНСКОГО РАЙОНА»

**М. Г. ГЕРМЕНЧУК⁽¹⁾, В. В. ЖУРАВКОВ⁽¹⁾, Т. П. КОНОНЧУК⁽²⁾,
Т. А. ШИДЛОВСКАЯ⁽²⁾, С. Е. ГОЛОВАТЫЙ⁽¹⁾, Б. А. ТОНКОНОГОВ⁽¹⁾**

⁽¹⁾Международный государственный экологический институт имени
А. Д. Сахарова, Белорусский государственный университет,
ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

⁽²⁾Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь,
ул. Коллекторная, 10, 220004, г. Минск, Беларусь

Представлены концептуальные подходы по созданию информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района». Работа выполнялась в рамках мероприятия «Создание системы онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района» подпрограммы 5 «Обеспечение функционирования, развития и совершенствования Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.03.2016 № 205. Разработана Концепция на основе современных информационных систем, наилучших международных практик и с выбором оптимальных решений по поэтапному расширению информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района».

Ключевые слова: система онлайн-мониторинга; компоненты окружающей среды; ГИС-технологии; методы моделирования загрязнения окружающей среды.

Образец цитирования:

Герменчук МГ, Журавков ВВ, Конончук ТП, Шидловская ТА, Головатый СЕ, Тонконогов БА. Концептуальные подходы к разработке информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района». *Журнал Белорусского государственного университета. Экология.* 2020;3:30–40.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2020-3-30-40>

For citation:

Germenchuk MG, Zhuravkov VV, Kononchuk TP, Shidlovskaya TA, Golovaty SE, Tonkonogov BA. Conceptual approaches for creating an information resource «Online monitoring system of the condition of the environment Orshi and Orshan district». *Journal of the Belarusian State University. Ecology.* 2020;3:30–40. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2020-3-30-40>

Авторы:

Мария Григорьевна Герменчук – кандидат технических наук, доцент; заместитель директора по научной работе.

Владислав Владимирович Журавков – кандидат биологических наук, доцент; заведующий кафедрой информационных технологий в экологии и медицине.

Татьяна Петровна Конончук – начальник главного управления экологической политики, международного сотрудничества и науки.

Татьяна Анатольевна Шидловская – главный специалист управления аналитической работы, науки и информации главного управления экологической политики, международного сотрудничества и науки.

Сергей Ефимович Головатый – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; заведующий кафедрой экологического мониторинга и менеджмента.

Борис Александрович Тонконогов – кандидат технических наук, доцент; заведующий учебно-методической лабораторией инновационных технологий образования.

Authors:

Mariya G. Germenchuk, PhD (engineering), docent; deputy director for research.

margermen@gmail.com

Vladislav V. Zhuravkov, PhD (biology), docent; head at the department of information technologies in ecology and medicine.

zhuravkov@iseu.by

Tatyana P. Kononchuk, head of the main department of environmental policy, international cooperation and science.

daspriroda@tut.by

Tatyana A. Shidlovskaya, chief specialist of the department of analytical work, science and information of the main directorate of environmental policy international cooperation and science.

daspriroda@tut.by

Sergey E. Golovaty, doctor of science (agricultural), professor; head at the department of environmental monitoring and management.

kem@iseu.by

Boris A. Tonkonogov, PhD (engineering), docent; head of educational and methodical laboratory of innovative educational technologies.

boristonkonogov@iseu.by

CONCEPTUAL APPROACHES FOR CREATING AN INFORMATION RESOURCE «ONLINE MONITORING SYSTEM OF THE CONDITION OF THE ENVIRONMENT ORSHI AND ORSHAN DISTRICT»

M. G. GERMENCHUK^a, V. V. ZHURAVKOV^a, T. P. KONONCHUK^b,
T. A. SHIDLOVSKAYA^b, S. E. GOLOVATYI^a, B. A. TONKONOGOV^a

^aInternational Sakharov Environmental Institute,
Belarusian State University
23/1 Daŭhabrodskaja, Minsk 220070, Belarus

^bMinistry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus,
10 Kalektarnaja, Minsk 220004, Belarus

Corresponding authors: M. G. Germenchuk (margermen@gmail.com), V. V. Zhuravkov (zhuravkov@iseu.by)

The article presents conceptual approaches to creating the information resource «System of online monitoring of the state of the environment components of the city of Orsha and the Orsha district». The work is carried out as part of the event «Creating a system for online monitoring of the state of the environment components of the city of Orsha and the Orsha district» of subprogram 5 «Ensuring the functioning, development and improvement of the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus» of the State program «Environmental protection and sustainable use of natural resources» for 2016–2020, approved by the Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated 03.17.2016 No. 205.

As a result of the work, a Concept was developed on the basis of modern information systems, international best practices and with the choice of optimal solutions for the phased expansion of the information resource «System for online monitoring of the state of the environment components of the city of Orsha and Orsha district».

Keywords: online monitoring system; components of environment; GIS technologies; methods of environmental pollution modeling.

Введение

Стратегическая цель развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 гг., утвержденная на заседании Президиума Совета Министров от 03.11.2015 № 6, – это улучшение условий, содействующих трансформации сфер человеческой деятельности под воздействием информационно-коммуникационных технологий, включая формирование цифровой экономики, развитие информационного общества и совершенствование электронного правительства Республики Беларусь.

В соответствии со Стратегией развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 гг., в области мониторинга окружающей среды выделяют следующие направления [1]:

1. Создание информационного ресурса, который позволит обеспечить доступ пользователей к информации для многократного использования в различных целях, на базе существующих кадастров с применением онлайн-инструментов; данных производственного контроля, локального мониторинга окружающей среды, контроля в области охраны окружающей среды и санитарно-гигиенического мониторинга; ГИС-технологий.

2. Расширение доступности субъектов социально-экономической деятельности к эколого ориентированной информации путем совершенствования информационных ресурсов и информационных систем.

3. Создание комплексного информационного ресурса, интегрированного с действующими ресурсами.

В ключевые задачи, запланированные на 2016–2022 гг., входит:

– создание единой многоуровневой региональной Web-ориентированной геоинформационной системы на основе принципов пространственного краудсорсинга и концепции общественной ГИС;

– развитие 3D-ГИС и электронных услуг на их основе, а также реализация концепции открытых данных;

– создание национального портала открытых данных как основного инструмента организации и распространения на их основе электронных услуг.

В настоящее время динамичное и успешное развитие Оршанского р-на в значительной степени зависит от эффективности работы органов местного управления и самоуправления, предприятий и служб, обеспечивающих решение вопросов местного значения, исходя из общегосударственных и локальных интересов населения региона. При этом повышаются требования к информационному обеспечению, которое должно опираться на современные технологии сбора и обработки информации, необходимой для решения многочисленных управленческих и производственных задач.

Для совершенствования информационного обеспечения органов государственной и местной власти, организаций и служб Оршанского р-на необходимо создание развитой справочно-информационной системы

на основе современных ГИС- и Web-технологий в виде информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района» [1].

Для органов государственной и местной власти указанный информационный ресурс представляет собой инструмент поддержки принятия управленческих решений на основе использования государственных информационных ресурсов.

Для руководителей и специалистов Витебского областного и Оршанского районного исполнительных комитетов, подведомственных и иных организаций, выполняющих свои функции на территории района, разрабатываемый информационный ресурс представляет собой инструмент создания, накопления и систематизации учетных данных, удаленного обмена информацией, получения и предоставления статистических, картографических и других отчетных сведений об объектах и процессах, находящихся в их сфере ответственности [1].

Именно в этом заключается актуальность и практико-ориентированное значение мероприятия по созданию информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района».

Исходными данными для выполнения работы являются:

- нормативные правовые и технические нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды, в том числе в части мониторинга окружающей среды (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.07.2003 № 949 «О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» и др.);
- данные мониторинговых наблюдений в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС);
- иные данные, полученные от Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, его подчиненных организаций, научных организаций и учреждений, главного информационно-аналитического центра (далее – ГИАЦ) НСМОС [2], информационно-аналитического центра (далее – ИАЦ) атмосферного воздуха, мониторинга поверхностных вод, локального мониторинга и мониторинга подземных вод.

Материалы и методы исследования

Анализ существующей системы мониторинга окружающей среды и система локального мониторинга окружающей среды г. Орши и Оршанского р-на. Современная система мониторинга окружающей среды, сбор информации о состоянии и загрязнении г. Орши и Оршанского р-на базируется на упорядоченной системе сбора информации о состоянии компонентов окружающей среды, получаемой с пунктов наблюдений стационарной сети по долговременным программам, включенным в Государственный реестр [3–5].

На территории Оршанского р-на Витебской области локальный мониторинг окружающей среды проводится по четырем объектам наблюдений:

- «выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками» (далее – «выбросы»);
- «сточные воды, сбрасываемые в поверхностные водные объекты или систему канализации населенных пунктов» (далее – «сточные воды»);
- «поверхностные воды в фоновых створах, расположенных выше по течению мест сброса сточных вод, и контрольных створах, расположенных ниже по течению мест сброса сточных вод» (далее – «поверхностные воды»);
- «подземные воды в районе расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения» (далее – «подземные воды») на 16 объектах воздействия (в 39 пунктах наблюдений) 7 природопользователей.

Данные локального мониторинга передаются в ИАЦ локального мониторинга, действующего на базе ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды» (далее – РЦАК), в электронном виде и на бумажном носителе по утвержденным Инструкцией формам.

Данные локального мониторинга по объекту наблюдения «выбросы» свидетельствуют о том, что в 2019 г. предприятия Оршанского р-на работали в стабильном режиме. Концентрации загрязняющих веществ от источников вредного воздействия находятся в пределах нормативов допустимых выбросов, установленных разрешением на выбросы загрязняющих веществ или комплексным природоохранным разрешением.

По данным локального мониторинга по объекту наблюдения «сточные воды», превышения нормативов допустимого сброса, установленных спецводопользованием, отмечались только на выпуске сточных вод в ручей Копыль (р. Днепр) филиала «Оршаводоканал» УП «Витебскоблводоканал» Оршанского р-на.

По данным локального мониторинга по объекту наблюдения «поверхностные воды» отмечались превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в поверхностных водных объектах, а также соотношения концентраций загрязняющих веществ в контрольном створе к концентрациям в фоновом створе более 1 в районе выпусков сточных вод филиала «Оршаводоканал» УП «Витебскоблводоканал» Оршанского р-на в ручей Копысь (р. Днепр) и в оз. Ореховское и филиала «Оршаводоканал» УП «Витебскоблводоканал» г. Орши в р. Днепр.

По данным локального мониторинга по объекту наблюдения «подземные воды» воздействие отмечалось на иловых площадках филиала «Оршаводоканал» УП «Витебскоблводоканал» г. Орши.

В соответствии с установленным Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь порядком (приказ от 18.03.2020 № 84-ОД «О некоторых вопросах отбора проб и проведения измерений»), РЦАК осуществляет отбор проб и проведение измерений в области охраны окружающей среды на территории г. Орши и Оршанского р-на по заявкам Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды в отношении следующих объектов: выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и мобильных источников выбросов; сбросы сточных вод в поверхностные водные объекты, в том числе до и после прохождения через очистные сооружения сточных вод; земли (включая почвы) в районе расположения выявленных или потенциальных источников их загрязнения.

Мониторинг атмосферного воздуха. Мониторинг атмосферного воздуха г. Орши проводится на трех пунктах наблюдений с дискретным режимом отбора проб: № 1 – ул. Молодежная, № 2 – ул. Ленина, № 3 – ул. Пакгаузная. Республиканским центром по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (далее – Белгидромет) осуществляется измерение концентрации твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), серы диоксида, углерода оксида, азота диоксида, формальдегида, метеорологических параметров.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия теплоэнергетики, газовой, легкой промышленности и автотранспорт.

Перечень находящихся в ведении Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь пунктов наблюдений радиационного мониторинга утвержден постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.04.2014 № 20.

Технология и регламент работ по проведению радиационного мониторинга изложены в Инструкции о порядке проведения наблюдений за естественным радиационным фоном и радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод на пунктах наблюдений радиационного мониторинга, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18.07.2014 № 230.

В Оршанском р-не расположен 1 пункт наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха, где ежедневно измеряется уровень мощности дозы (МД) гамма-излучения, мкЗв/ч. По данным Белгидромета, результаты, полученные и в 1 квартале 2020 г. и за весь период наблюдений, свидетельствуют, что превышений МД над естественным радиационным фоном не зафиксировано: уровень МД на данном пункте наблюдений не превышает 10 мкЗв/ч.

В ходе стационарных наблюдений, проводившихся большую часть года, состояние атмосферного воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Ухудшение качества воздуха в летний период было связано с повышенным содержанием в воздухе формальдегида.

Максимальные показатели из разовых концентраций твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), азота диоксида и углерода оксида составляли 0,7 ПДК. Средний уровень загрязнения воздуха азота диоксидом в зимний период был в 2 раза выше, чем летом. Некоторое увеличение концентраций твердых частиц отмечено в периоды с дефицитом осадков. Сезонные изменения концентраций углерода оксида незначительны. Содержание в воздухе формальдегида определяли только в июне–августе. В 37 % проанализированных проб зафиксированы концентрации выше 0,5 ПДК.

Существенное увеличение уровня загрязнения воздуха формальдегидом зафиксировано во второй декаде июля, первой и второй декадах августа. Больше всего загрязнен воздух формальдегидом в районе ул. Пакгаузная. Доля проб с концентрациями выше максимальной разовой ПДК в указанном районе составляла 12 %. Максимальная из разовых концентраций формальдегида в районе ул. Пакгаузная превышала норматив качества в 2,8 раза. Превышения норматива качества по формальдегиду (в 1,6–1,9 раза) зафиксированы также в районах улиц Молодежная и Ленина. Содержание в воздухе свинца и кадмия сохранялось стабильно низким. В последние годы прослеживается тенденция снижения содержания в воздухе свинца. Динамика среднегодовых концентраций углерода оксида очень неустойчива.

Мониторинг земель. В рамках проведения мониторинга земель на территории г. Орши и Оршанского р-на проводятся наблюдения за химическим загрязнением земель. Осуществляются эти мероприятия Белгидрометом.

На территории г. Орши проводятся наблюдения за химическим загрязнением земель. В пробах почвы анализируется содержание таких тяжелых металлов, как кадмий, цинк, свинец, медь, никель, марганец, а также сульфатов, нитратов, нефтепродуктов, бензо(а)пирена, изучается кислотность почв (рН). Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 5 лет. По данным Белгидромета, в г. Орше наблюдения проводились в 2006, 2010 и 2015 гг.

На территории Оршанского р-на располагается один из девяти пунктов наблюдений за химическим загрязнением земель на фоновых территориях. Определяется содержание в почве тяжелых металлов (общее содержание), сульфатов, нитратов, рН. Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 6 лет. Наблюдения проводились в 2014 г.

Химические загрязнения земель в г. Орше определялись на тридцати пяти пунктах наблюдений, расположенных в разных функциональных зонах города. Их результатом являются первичные данные, полученные на пунктах наблюдений. В соответствии с инструкцией о порядке проведения наблюдений за химическим загрязнением земель, первичные данные, а также данные о местоположении пунктов наблюдений хранятся в базе данных уполномоченной государственной организации – Белгидромета. В ИАЦ мониторинга земель результаты наблюдений предоставляются в виде аналитической экологической информации, полученной в результате систематизации и анализа первичных данных.

Ежегодно результаты проведения мониторинга земель предоставляются в ГИАЦ для публикации в сборнике «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений». В электронном виде информация также размещается на странице ИАЦ мониторинга земель на сайте УП «Проектный институт Белгипрозем» в разделе «Результаты наблюдений» [2; 6–7].

Мониторинг поверхностных и подземных вод. Мониторинг поверхностных вод в Оршанском р-не проводится на реках Адров, Днепр выше и ниже г. Орши, озер Девинское и Ореховское.

В табл. 1 представлены данные о пунктах наблюдений государственной сети наблюдений за состоянием поверхностных вод (данные Белгидромета).

Таблица 1

Пункты наблюдений государственной сети наблюдений за состоянием поверхностных вод

Table 1

Observation points of the state observation network surface waters

Наименование поверхностного водного объекта	Местонахождение	
	Область, район, населенный пункт	Географические координаты
оз. Ореховское	Витебская, Оршанский, в 4,0 км от г. п. Ореховск	54°43'19.39" СШ 30°28'21.59" ВД
оз. Ореховское	Витебская, Оршанский, в 2,1 км от г. п. Ореховск	54°41'55.59" СШ 30°27'56.68" ВД
оз. Девинское	Витебская, Оршанский, в 3,6 км от н. п. Замосточье	54°48'27.4" СШ 30°19'59.57" ВД
оз. Девинское	Витебская, Оршанский, в 1,1 км от н. п. Замосточье	54°47'15.95" СШ 30°21'31.6" ВД

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за их состоянием по гидрогеологическим, гидрохимическим и другим показателям, а также оценку и прогноз его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану подземных вод. Мониторинг подземных вод включает изучение гидрогеохимического и уровневого режима подземных вод.

Количество и местонахождение пунктов наблюдений локального мониторинга загрязнения подземных вод, периодичность наблюдений и перечень юридических лиц, осуществляющих проведение локального мониторинга окружающей среды Оршанского р-на Витебской обл., представлены в табл. 2 (данные Белгидромета).

Основным источником загрязнения подземных вод является сельскохозяйственная деятельность, связанная с применением минеральных удобрений и средств защиты растений, отражением чего служат повышенные величины общей жесткости, общей минерализации, концентрации соединений азота, хлоридов.

По данным локального мониторинга по объекту наблюдения «подземные воды», воздействие отмечалось на иловых площадках филиала «Оршаводоканал» УП «Витебскводоканал» г. Орши.

Таблица 2

Объект наблюдений «подземные воды в районе расположения
выявленных или потенциальных источников их загрязнения»

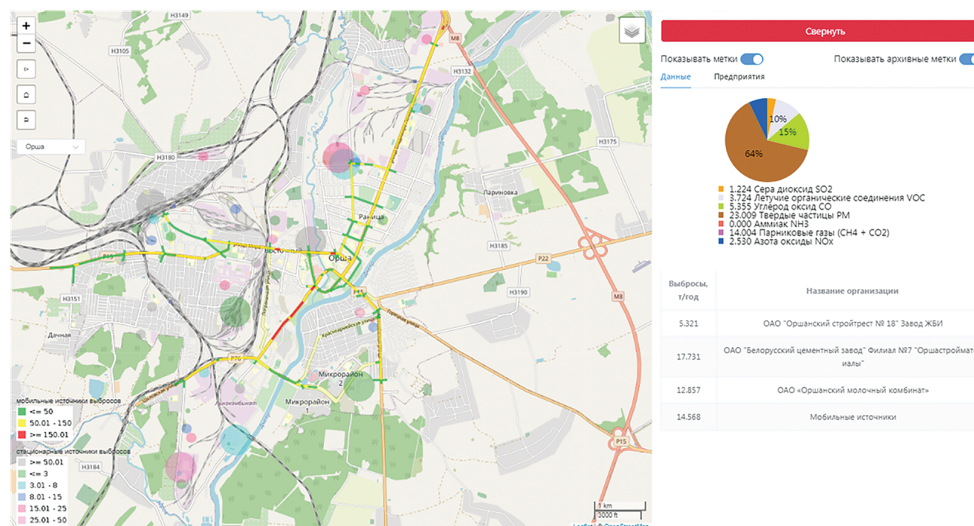
Table 2

Observation object «groundwater in the area of location of identified or potential sources of their pollution»

№ п/п	Наименование юридического лица, осуществляющего локальный мониторинг	Пункты наблюдений локального мониторинга		Периодичность наблюдений
		количе- ство	местонахождение, источник вредного воздействия на окружающую среду	
1	Филиал «Оршанская ТЭЦ» Витебского республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «Витебскэнерго»	5	Фоновая и наблюдательные скважины, шламоотвал, промышленная площадка предприятия, г. Орша, ул. Южная, 1	1 раз в год
2	Коммунальное унитарное предприятие водопроводно-канализационного хозяйства «Оршаводоканал» Оршанского райисполкома	3	Фоновая и наблюдательные скважины, иловые площадки в черте г. Орши	1 раз в год
3	Дочернее коммунальное специализированное автотранспортное унитарное предприятие по санитарной очистке города «Оршанская спецавтобаза»	3	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. Орши, н. п. Белево	1 раз в год
		6	Фоновая и наблюдательные скважины, полигон ТКО г. п. Ореховск	1 раз в год

Результаты исследования и их обсуждение

Содержание и наполнение информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района». Он представляет собой открытый и не требующий покупки лицензии Web-ориентированный серверный программный комплекс, основанный на ГИС-технологиях и предназначенный для хранения и манипуляции данными, характеризующими различные компоненты окружающей среды г. Орши (54°30' северной широты и 30°24' восточной долготы) и Оршанского р-на Витебской обл. Республики Беларусь (рис. 1).



a/a

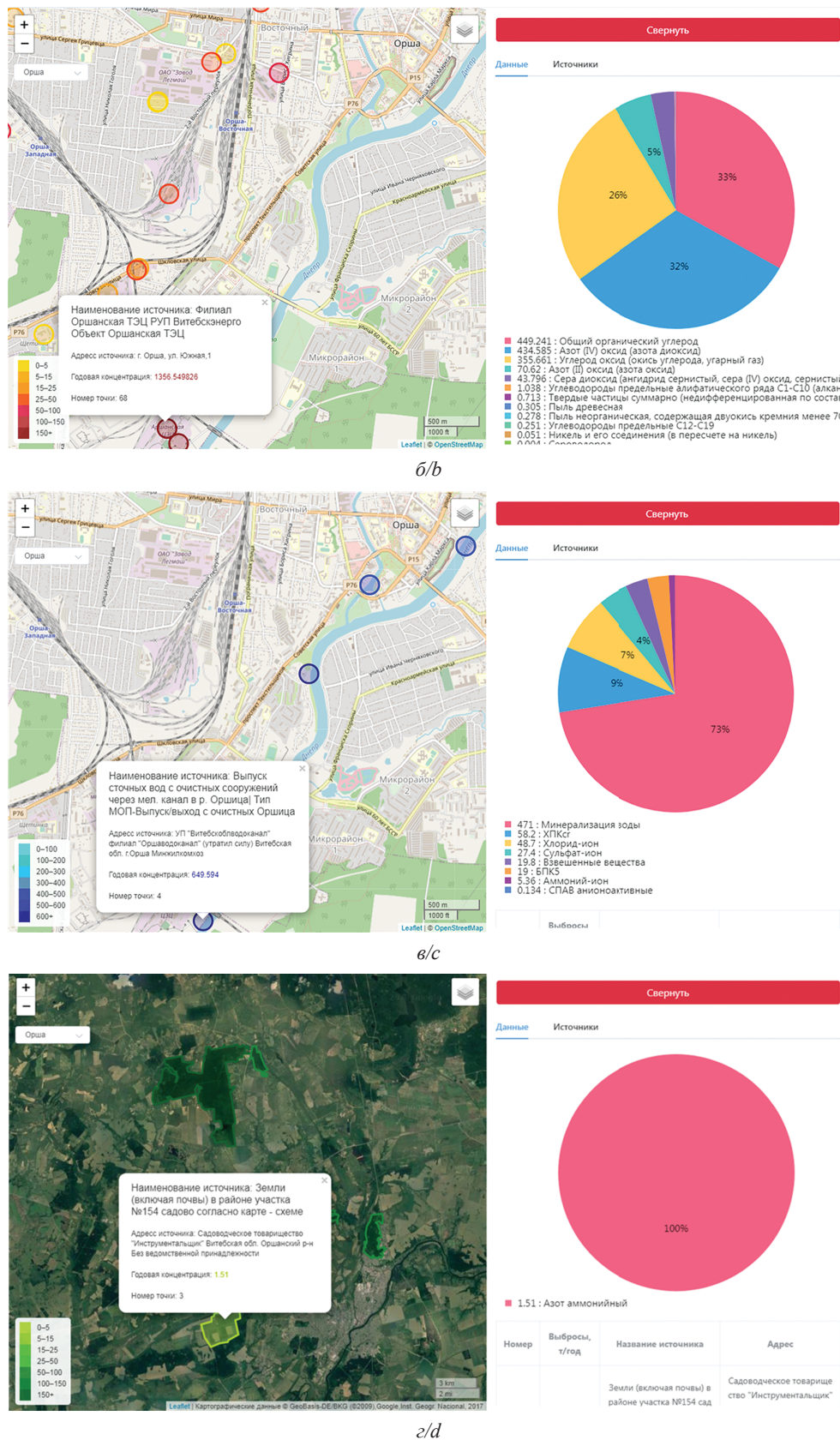


Рис. 1. Пример (пилотный вариант) Web-ориентированного картографического интерфейса информационного ресурса:
а) информация о выбросах в воздушную среду и загрязнениях транспортных магистралей; б) результаты мониторинга воздушной среды; в) результаты мониторинга водной среды; г) результаты мониторинга почв с использованием растровой подложки Google Maps

Fig. 1. An example (pilot version) of a Web-based cartographic interface of an information resource:
a) information on air emissions and pollution of transport routes; б) results of air monitoring;
c) the results of monitoring the aquatic environment; d) the results of soil monitoring using the raster background Google Maps

Основным содержанием вышеуказанного ресурса является информация об источниках выбросов – технологическом и ином оборудовании, технологических процессах, машинах, механизмах, в процессе работы которых осуществляется выброс загрязняющих веществ; объектах воздействия на окружающую среду – местах нахождения или сосредоточения источников выбросов (инженерные сооружения, в том числе дороги, производственные здания и иные подобные объекты); загрязняющих веществах – химических веществах или их смесях и микроорганизмах, наличие которых оказывает вредное воздействие на окружающую среду.

Структура базы данных информационного ресурса. Структура (модель данных) базы данных информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района» включает в себя следующие объекты данных (таблицы и поля): районы, населенные пункты, предприятия (обособленные подразделения (филиалы) и производственные площадки), являющиеся объектами природопользования и имеющие действующие выданные разрешения на выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух; юридические лица (обособленные подразделения), осуществляющие локальный мониторинг; объекты воздействия загрязняющих веществ и парниковых газов (жилые массивы, оздоровительные учреждения, места и зоны отдыха и так далее); *нормативы допустимых* выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов от стационарных источников в атмосферный воздух; превышения природопользователями нормативов допустимого сброса по объекту наблюдений «Сточные воды»; превышения природопользователями нормативов ПДК загрязняющих веществ в поверхностных водных объектах и соотношения концентраций загрязняющих веществ в контрольном створе к концентрациям в фоновом створе более 1 (соотношения $C_k/C_{\phi} > 1$) по объекту наблюдений «Поверхностные воды»; соотношение фактической концентрации в наблюдательной скважине к фоновой по объекту наблюдений «Подземные воды» более 1 (соотношения $C_n/C_{\phi} > 1$); результаты мониторинга (отбор проб и проведение измерений) выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод, выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников и земель (включая почвы); результаты радиационного мониторинга радиационного фона и радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха, почвы и поверхностных и подземных вод; транспортные потоки и режимы движения и др. (табл. 3).

Представленная структура содержит объекты данных, предназначенные для динамического хранения информации типа массивов в формате JSON, например, для значений концентрации различных загрязняющих веществ, а также обладает универсальностью и способностью к дальнейшей модификации и масштабированию.

Свойства и атрибуты информационных слоев информационного ресурса. Информационные слои информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района», совмещенные с картографическими растровыми и векторными данными, хранятся под управлением сервера баз данных и характеризуются свойствами и атрибутами с определенными стилями отображения данных. Они соответствуют геопозиции стационарных источников выбросов; геометрии и параметрам транспортной сети; характеристикам транспортных потоков; формированию и отображению картографических данных; выбору и обработке данных с помощью различных инструментов; отображению меток и добавлению комментариев и т. д.

Порядок эксплуатации и функциональные возможности информационного ресурса. Согласно применению информационных систем и технологий, информационный ресурс «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района» представляет собой программный комплекс в виде единого *одностраничного* Web-приложения, разработанного с использованием определенного стека технологий и платформ (фреймворков), библиотек и форматов. Они упрощают создание и поддержку технически сложных и нагруженных *серверных* проектов, ориентированных на удаленную работу с картографическими данными: Node.js – программная платформа, разработанная на основе базового программного обеспечения (движка) Google Chrome V8 и транслирующая узкоспециализированный язык JavaScript в язык общего назначения; Vue.js – JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом для создания пользовательских интерфейсов; GeoServer – сервер с открытым исходным кодом, предназначенный для размещения географических данных; PostgreSQL / PostGIS – полнофункциональная, объектно-реляционная, свободно распространяемая система управления базами данных с открытым исходным кодом; GPX – текстовый формат хранения и обмена данными GPS, основанный на стандарте XML и являющийся свободно распространяемым.

Ввод и манипуляция данными информационного ресурса осуществляется через базу данных с использованием определенной регистрационной информации (логина и пароля), разграничивающей права пользователей по функциональным признакам для формирования соответствующих запросов, визуализации данных и прочих действий.

Таблица 3

Сокращенная (сводная) структура данных для наполнения базы данных информационного ресурса

Table 3

Abbreviated (summary) data structure for filling the information resource database

Таблицы	Поля	Единицы измерения
Предприятия, являющиеся природопользователями и имеющие разрешения на выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух, разрешения на специальное водопользование и комплексные природоохранные разрешения	название предприятия	текст
	юридический адрес	текст
	валовый выброс веществ в атмосферный воздух	т / год
	содержание (доля) веществ (химических соединений) в валовом выбросе	т / год (%)
	объем сброса сточных вод на поверхностные водные объекты, поля фильтрации, песчано-гравийные фильтры и так далее	тысяч м ³ / год
	географические координаты	широта, долгота
Места и результаты мониторинга выбросов (источники и почвы)	название места	текст
	название вещества	текст
	концентрация вещества	мкг / м ³
	среднегодовая концентрация вещества	мкг / м ³
	предельно допустимая концентрация вещества	мкг / м ³
	дата наблюдения (отбора проб)	дата
	географические координаты	широта, долгота
Места и результаты мониторинга сбросов (сточные, поверхностные и подземные (грунтовые) воды)	название места	текст
	название вещества	текст
	концентрация вещества	мкг / м ³
	среднегодовая концентрация вещества	мкг / м ³
	предельно допустимая концентрация вещества	мкг / м ³
	дата наблюдения (отбора проб)	дата
	периодичность наблюдений (отбора проб)	раз в год (месяц, неделю или день)
Места и результаты радиационного мониторинга радиационного фона и радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха, почвы и воды	название места	текст
	уровень мощности дозы гамма-излучения	мкЗв / ч
	периодичность наблюдений	раз в год (месяц, неделю или день)
	географические координаты	широта, долгота
Нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух	название вещества	текст
	код	текст (число)
	класс опасности	текст (число)
	норматив предельно допустимого выброса	число

Исключение возможности несанкционированного доступа к системе с целью предотвращения утечки, хищения, искажения, подделки и уничтожения информации обеспечивается штатными средствами и методами, предусмотренными используемыми операционными системами. Каждый пользователь проходит аутентификацию (ввод логина и пароля). Права доступа пользователей к информационным ресурсам ограничены в соответствии с выполняемыми функциями. Антивирусная защита обеспечивается периодически обновляемыми антивирусными программными средствами, установленными на сервере (серверах). Угрозы со стороны внешнего вмешательства из глобальной сети Internet блокируются специальными программно-техническими средствами, апробированными в мировой практике. Информация о предоставленном логине, пароле, фамилии, имени, отчестве и должности заносится в журнал администрирования в бумажном или электронном виде.

Для проведения аналитических работ с использованием системы (выборка по запросам, построение графиков и диаграмм и так далее) уполномоченные сотрудники получают доступ к соответствующим формам создания запросов и отчетов. Технические аспекты формирования отчетов и запросов регламентируются

и утверждаются. При использовании в информационно-аналитических материалах информации, полученной из системы, ссылка на нее обязательна. Доступ к информации сторонним (доверенным) организациям и лицами осуществляется путем получения информации по запросу или по индивидуальному договору (в случае возможности и целесообразности) в порядке и на основаниях, предусмотренных действующим законодательством.

В случае необходимости внесения дополнений и изменений, например в формы отчетности, и введения новых показателей или параметров предложения формулируются и утверждаются в установленном порядке. Изменения в формы отчетности или структуру системы вносятся организацией-разработчиком в порядке, оговоренном договорными отношениями на сопровождение программного средства, в рамках действующего законодательства. Условия обновления программного обеспечения или установка дополнительных программных модулей системы оговариваются также в рамках соответствующего договора.

Первичное наполнение слоев информационного ресурса осуществляется организацией-разработчиком. Актуализация информационного содержания системы утверждается в установленном порядке и осуществляется специалистами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в рамках их должностных инструкций (обязательств) с периодичностью, соответствующей, как правило, периодичности проведения различных видов мониторинга согласно специальным нормативным правовым документам. Указанная информация собирается от подчиненных Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь организаций в виде отчетов (файлов) установленных форм (форматов), соответствующих полям таблиц базы данных. Отчеты могут содержать также статистическую (приближенную) количественную и качественную информацию, например, о транспортных потоках и режимах движения. Также к указанным мероприятиям могут быть привлечены специалисты организации-разработчика системы на договорной основе.

Контроль и ответственность за своевременность внесения данных в систему осуществляет представитель Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в соответствии с установленными процедурами. Контроль корректности внесения данных осуществляет уполномоченная организация в соответствии с договорными обязательствами. Руководители соответствующих территориальных органов несут ответственность за организацию работы по сбору и передаче данных о выбросах и сбросах от стационарных и мобильных источников и результатах мониторинга. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь несет ответственность за организацию работы по внесению информации в систему и за ее функционирование в целом.

Организация-разработчик системы перед вводом программного средства в опытную эксплуатацию проводит серию предварительных испытаний (тестирований) с целью определения и исправления различных ошибок и недочетов в рамках договорных обязательств. После ввода программного средства в опытную эксплуатацию должна в течение 6 месяцев устранить в максимально короткие сроки выявленные и сформулированные пользователями замечания, сбои и неисправности за свой счет. Организации-разработчику в течение 12 месяцев необходимо обеспечивать информационную, консультационную и техническую поддержку и сопровождение, а также (при необходимости) проводить обучение персонала.

Техническими специалистами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в рамках их должностных инструкций (обязательств) с периодичностью не реже 6 месяцев рекомендуется обновление применяемых программных продуктов (инструментов) – Node.js, Vue.js, GeoServer и PostgreSQL / PostGIS – до актуальной рабочей версии. Данное условие рекомендовано соблюдать из соображений безопасности, так как в обновлениях могут содержаться исправления программных ошибок, которые допущены не по вине исполнителя. Условия обновления программного обеспечения или установка дополнительных программных модулей системы также могут быть оговорены в договоре на сопровождение программного средства в рамках действующего законодательства.

Заключение

При выполнении мероприятия подпрограммы 5 «Обеспечение функционирования, развития и совершенствования Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг. нами разработана Концепция по созданию информационного ресурса «Система онлайн-мониторинга состояния компонентов окружающей среды г. Орши и Оршанского района». Она функционирует на основе современных информационных систем, наилучших международных практик, а также с выбором оптимальных решений по расширению указанного информационного ресурса по всем средам и элементам воздействия на окружающую среду в пределах г. Орши и Оршанского р-на, включая водные ресурсы, земли (почвы) и т. д. Данная система реализует процесс автоматизированного (с участием оператора в режиме онлайн) мониторинга состояния компонентов окружающей среды на основе

имеющейся (хранящейся в базе данных) информации с возможностью последовательного ее накопления для реализации возможности проведения ретроспективных и хронологических (статистических) наблюдений и анализа. Впоследствии она может быть доработана в направлении расширения ее функционала для реализации возможности проведения автоматического (без участия оператора в режиме реального времени) мониторинга состояния компонентов окружающей среды с целью уточнения различных характеристик и состояния объектов мониторинга, что потребует проектирования, реализации и адаптации (интеграции) дополнительных (специализированных) программно-аппаратных модулей и соответствующего программного обеспечения.

Библиографические ссылки

1. Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 годы [Интернет]. Утверждена на заседании Президиума Совета Министров от 03.11.2015, № 26. [Прочитано 25.08.2020 г.]. Доступно по: www.e-gov.by.
2. Сайт ГИАЦ Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. [Интернет]. [Прочитано 25.08.2020 г.]. Доступно по: <http://www.nsmos.by/>.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.03.2016, № 205 Об утверждении Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы». [Интернет]. [Прочитано 25.08.2020 г.]. Доступно по: https://kodeksy-by.com/norm_akt/source/205-17.03.2016.
4. Об утверждении Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006–2010 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 18.04.2006, № 251. *Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь*. 2006;69:1/7482.
5. Об утверждении Государственной программы обеспечения функционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2011–2015 годы: Указ Президента Республики Беларусь, 13.06.2011, № 44. В редакции Указа Президента Республики Беларусь от 31.01.2013, № 47. [Интернет]. *ИПС «Эталон»* [Прочитано 25.08.2020 г.].
6. Об утверждении Инструкции об обмене экологической информацией в Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 28.12.2004, № 43. В редакции постановления от 30.05.2008, № 56. *ИПС «Эталон»*. [Интернет]. Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. Минск: [б. н.]; 2012. [Прочитано 25.08.2020 г.].
7. Кузьмина СИ, Комоско ИВ, редакторы. *Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений*. 2011. Минск: БелНИЦ «Экология»; 2012. 320 с.

References

1. The development strategy of informatization in the Republic of Belarus for 2016–2022. [Internet]. Approved at a meeting of the Presidium of the Council of Ministers dated 03.11.2015 No. 26. [Cited 2020 August 25]. Available from: www.e-gov.by.
2. GIAC website of the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus. [Internet]. [Cited 2020 August 25]. Available from: <http://www.nsmos.by/>.
3. Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated 17.03.2016 No. 205 On approval of the State program «Environmental protection and sustainable use of natural resources for 2016–2020». [Internet]. [Cited 2020 August 25]. Available from: https://kodeksy-by.com/norm_akt/source/205.
4. On approval of the State Program for the Development of the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus for 2006–2010. Decree of the President of the Republic of Belarus, 2006 April 18, No. 251. *Natsionalnyy reestr pravovyykh aktov Respubliki Belarus* [National Register of legal acts of the Republic of Belarus]. 2006;69:1/7482. Russian.
5. On approval of the State program for ensuring the functioning and development of the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus for 2011–2015: Decree of the President of the Republic of Belarus, 2011 June 13, No. 244. As amended. Decree of the President of the Republic of Belarus dated 2013 January 31 No. 47. *IPS Etalon*. [Internet]. [Cited 2020 August 25].
6. On approval of the Instructions on the exchange of environmental information in the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus. Decree of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus, Dec 28 2004, No. 43. As amended by the resolution of May 30, 2008, No. 56. *IPS Etalon* [Internet]. National legal inform center of the Republic of Belarus. Minsk: [publisher unknown]; 2012. [Cited 2020 August 25].
7. Kuzmina SI, I.V. Komosko IV, editors. *Natsionalnaya sistema monitoring okruzhajushchey sredy Respubliki Belarus. Rezultaty nabludeniy, 2011*. [National system of environmental monitoring of the Republic of Belarus. Results of observations, 2011]. Minsk: BelSIC Ecology; 2012. 320 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 01.09.2020.
Received by editorial board 01.09.2020.