



## IV ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.32.20.009

УДК 504.064.36:004

© Е.Л. Счастливцев, В.П. Потапов, Н.И. Юкина, И.Е. Харлампенков,  
М.С. Рудов, 2023

### **Е.Л. СЧАСТЛИВЦЕВ**

д-р техн. наук,  
заведующий лабораторией  
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово  
e-mail: schastlivtsev@ict.sbras.ru

### **В.П. ПОТАПОВ**

д-р техн. наук, проф.,  
заведующий лабораторией  
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово  
e-mail: vadimptpv@gmail.com

### **Н.И. ЮКИНА**

канд. техн. наук,  
старший научный сотрудник  
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово  
e-mail: leonakler@mail.ru

### **И.В. ХАРЛАМПЕНКОВ**

канд. техн. наук,  
научный сотрудник  
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово  
e-mail: harlampenkov@ict.sbras.ru

### **М.С. РУДОВ**

младший научный сотрудник  
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово  
e-mail: sanctumdeus@yandex.ru

## ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНОПРИРОДНЫХ ВОД

*Действующая на предприятиях угледобывающего комплекса система геоэкологического мониторинга техноприродных вод хотя и соответствует действующему законодательству, но не обеспечивает необходимый уровень информационной поддержки для принятия управленческих решений. Цифровизация и перевод системы мониторинга водных ресурсов угледобывающих предприятий на современные информационные технологии, основанные на получении и обработке больших потоков данных, существенно повышают уровень экологической безопасности водных объектов и населения угледобывающих районов.*

Ключевые слова: ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ВОДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

## ВВЕДЕНИЕ

Организация наблюдения за качеством техноприродных вод на угледобывающих предприятиях полностью соответствует действующему природоохранному законодательству, но в то же время не отличается высокой частотой замеров и в конечном счете не обеспечивает оперативность контроля состояния окружающей природной среды [1, 2].

Большинство угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кузбасса расположены в бассейнах малых рек и ручьев. Зачастую в русло реки или ручья сбрасывают сточные воды несколько горнодобывающих предприятий, и объем сброшенных вод в разные периоды года может составлять до 80 %, а иногда и до 100 % стока.

В основной своей массе производственный контроль загрязнения природных вод ведется на открытой воде в период с апреля по октябрь текущего года. Пробы отбираются один раз в месяц и, обработанные в лицензированной лаборатории, поступают на предприятие через несколько дней. В этих условиях они представляют только формальный интерес и в дальнейшем экологическом обеспечении технического и технологического регулирования производственного процесса практически не участвуют как на уровне предприятия, так и на уровне контролирующих и регулирующих природоохранную деятельность органов.

Процессы информатизации экологической деятельности до сих пор регулируются Указами Президента РФ [3, 4, 5] и Постановлением Правительства РФ от 13 марта 2019 г. № 262 [6], которым утверждены Правила создания и эксплуатации системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ.

Основными средствами информатизации

экологического контроля и учета в настоящее время являются Microsoft Excel и отечественное приложение, созданное на базе программной платформы 1С: Предприятие.

В то же время имеются многочисленные разработки отечественных и зарубежных информационных систем для проведения мониторинга элементов окружающей природной среды и ее загрязнения на различных информационных платформах [7–15].

Программно-аппаратный комплекс системы мониторинга водных ресурсов угледобывающего предприятия представляет собой цифровую фабрику, которая решает задачу управления как дискретными, так и потоковыми мультимодальными данными с целью сбора, хранения, преобразования и анализа всей поступающей информации в районе ведения горных работ предприятием.

При создании программно-аппаратного комплекса (ПАК) выбрана архитектура (рис. 1), ориентированная на взаимодействие с пользователем в рамках сети Интернет и применение компонентов с открытым исходным кодом. Функция хранения данных возложена на СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS для пространственной информации. Для отображения последней на стороне клиента по протоколам Открытого геопространственного консорциума OGC (WMS, WFS, WCS, WPS и так далее) добавлен картографический сервер GeoServer. Доступ к возможностям ПАК обеспечивает основное приложение, которое принимает запросы по протоколу HTTP, в сочетании со стандартами REST API и WebSocket. Расчетные модули (например, сервис определения качества воды) вынесены в отдельные компоненты, обращение к которым идет через систему очередей RabbitMQ.

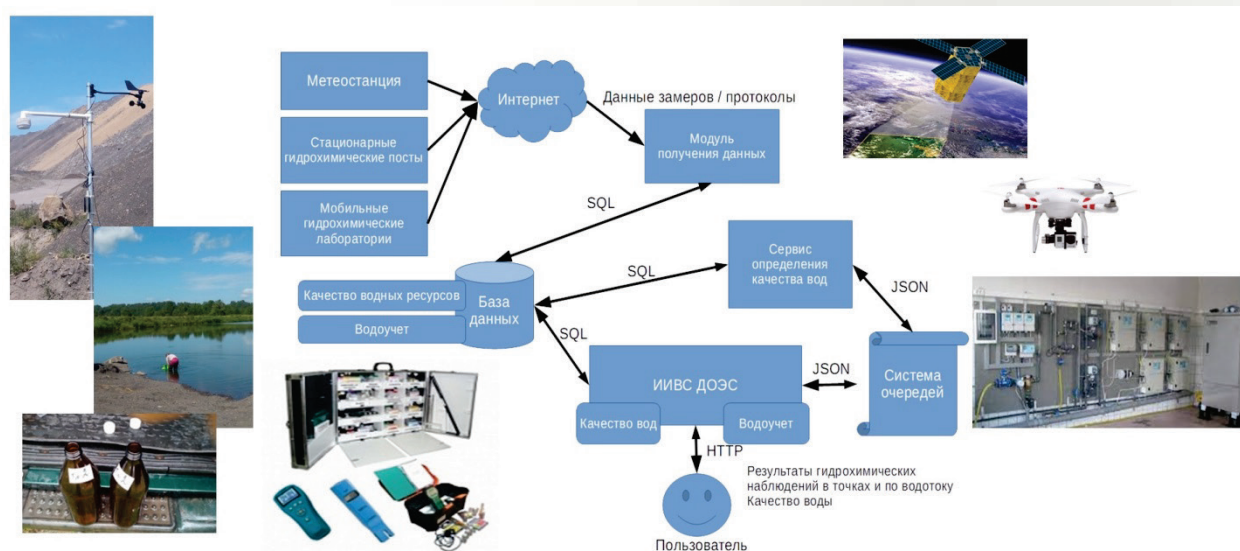


Рис. 1. Архитектура программно-аппаратного комплекса мониторинга техноприродных вод

Структура ПАК мониторинга техноприродных вод (рис. 2) состоит из взаимосвязанных компонентов, таких как базы данных и модули оценки качества вод. Базы данных качества вод, обеспечивают накопление протоколов испытаний проб воды и водоучета,

которые необходимы для отслеживания объемов забор и сброса воды; а модули оценки качества вод и построения форм 2ТП-водхоз - для состояния и принятия соответствующих решений.



Рис. 2. Структура программно-аппаратного комплекса мониторинга техноприродных вод

Программно-аппаратный комплекс системы (ПАК) представляет собой цифровую фабрику, выполненную в парадигме применения виртуальных фабрик данных на основе IoT-платформы Минкомсвязи России (рис. 3).

Цифровая фабрика представляет собой экосистему передовых цифровых технологий [16]. В ее основу положена ETL-система (Extract, Transform, Load — дословно «извлечение, преобразование, загрузка»), которая решает задачи приема и трансформации входящей информации для оперативного напол-

нения ПАК свежими данными различной природы. Такое решение в конечном счете позволяет консолидировать в одном месте потоки измерений и протоколов, организовать их маршрутизацию и контроль над ними. Объединение территориально распределенных участников процессов производства и контроля (надзора) достигается через платформенный подход, тем самым повышая уровень гибкости и настраиваемости с учетом требований конечных пользователей.

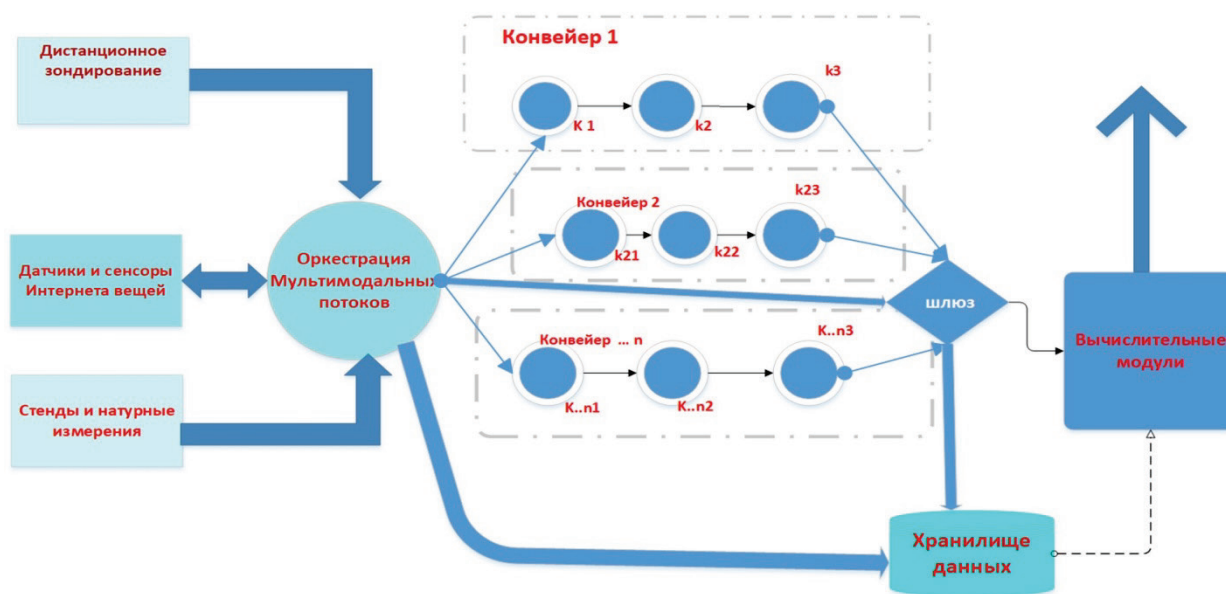


Рис. 3. Информационная модель цифровой фабрики на основе средств контейнеризации и оркестрации

В качестве правовой основы при проектировании ПАК выступает Приказ Минприроды РФ от 08.07.2009 г. № 205 «Об утверждении порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества» [17].

Пользователь информационной системы имеет возможность вносить данные действующего производственного экологического контроля в ручном режиме через веб-интерфейс (расход водных ресурсов в точках забора и сброса (рис. 4), гидрохимический состав техноприродных вод, паразитологические и микробиологические показатели в точках мониторинга, рис. 5). В дополнение к этому в

ПАК имеются средства приема информации с перспективных средств мониторинга, таких как:

1. Стационарных постов контроля состояния техноприродных вод;
2. Передвижных экологических лабораторий (ПЭЛ);
3. Систем автоматизированного контроля объемов сбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в водные объекты, систем мониторинга качества воды (СМКВ) (включая «умные» датчики по отдельным ЗВ) установленных на источниках сбросов в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 13 марта 2019 г. № 262.

Источником пополнения сведений выступают как аккредитованные лаборатории, определяющих гидрохимическое загрязнение

в точках сброса и на открытом русле водного объекта, так и измерительные устройства (например, работающие по технологии «интернета вещей») определения расходов (забор, сброс) и гидрохимического загрязнения природных и техногенных вод. Последние должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений.

В рамках базы данных программно-аппаратного комплекса данные организованы следующим образом. Центральное место занимает группа таблиц, описывающая пункты водоотведения и водопотребления (промышленное предприятие, участок, название, широта, долгота, средства учета, периодичность

учета, приемник или источник вод) с указанием разрешительных документов. С ними связаны сущности для отражения сведений о ежедневном водоотведении (дата измерения, показания измерительного прибора, время его работы и расход воды) по форме 1.4 и 1.6 [17]. В последнем случае дополнительные атрибуты (идентификатор, дату, производительность насосов или удельный расход электроэнергии, время работы оборудования). Параллельно выстроена структура данных (дата отбора пробы, наименования ингредиентов, их концентрация), отражающая концентрации веществ в сбрасываемых сточных и дренажных водах для подготовки формы 2.2 [17].

Заполнение информации о последних замерах пунктов забора/сброса воды

Номер точки  
-

Точка отбора воды  
-

Название водного объекта  
Зелта

ГУИВ  
-

Разрешение  
КЕМ 01933 ВЗ

Операция  
Забор

[Заполнить](#)

Информация о последнем замере  
31.12.2020 - 4.95 м3 -

Не задано

Средствами измерения

Номер точки  
-

Точка отбора воды  
-

Название водного объекта  
Анчурла

ГУИВ  
-

Разрешение  
-

Операция  
Забор

[Заполнить](#)

Информация о последнем замере  
31.12.2020 - 65.03 м3 -

Не задано

Средствами измерения

Номер точки  
-

Точка отбора воды  
-

Название водного объекта  
Кады-Чулмыш

ГУИВ  
321635

Разрешение  
-

Операция  
Забор

[Заполнить](#)

Информация о последнем замере  
31.12.2020 - 4.47 м3 -

Не задано

Средствами измерения

Отобрано/сброшено из/в источников/приемники

Пункты забора/ сброса воды	Операции	Дата измерения	Значение	Методы измерения	Степень очистки	Единицы измерения	Инструменты
<input type="checkbox"/> 1 (15001 Выпуск №1, Анчурла, Каслевск, 13.01.03.003 Толь от г. Новокузнецк до г. Кемерово)	Отведение	01.01.2018	4,86	Средствами измерения	без очистки	м3/сут. (м3/сут.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 1 (15001 Выпуск №1, Анчурла, Каслевск, 13.01.03.003 Толь от г. Новокузнецк до г. Кемерово)	Отведение	02.01.2018	4,86	Средствами измерения	без очистки	м3/сут. (м3/сут.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 1 (15001 Выпуск №1, Анчурла, Каслевск, 13.01.03.003 Толь от г. Новокузнецк до г. Кемерово)	Отведение	03.01.2018	4,86	Средствами измерения	без очистки	м3/сут. (м3/сут.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Пункты забора/ сброса воды

Номер точки	Точка отбора воды	Водный объект	Расстояние до устья	Операции	ОКАТО	ГУИВ	Водоотводящий участок	Разрешение	Степень очистки	Мощность очистных сооружений	Инструменты
<input type="checkbox"/> 1	15001 Выпуск №1	Анчурла	9,5	Отведение	Каслевск		13.01.03.003 Толь от г. Новокузнецк до г. Кемерово	42-13.01.03.003-Р-РКВ-К-2019-0216-00 (01.01.2019 - 31.12.2020)	7 Очистных сооружений объектов	1 825	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 2	15003 Выпуск №2	Тайда	1	Отведение	Каслевск		13.01.03.003 Толь от г. Новокузнецк до г. Кемерово	42-13.01.03.003-Р-РКВ-К-2019-0126-00 (03.09.2018 - 31.12.2020)	6 Физико-химическая очистка	2 800	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		Зелта	10	Забор	Каслевск		13.01.03.002 Толь от истока до г. Новокузнецк	КЕМ 01933 ВЗ (18.08.2008 - 31.12.2020)	0 Не используется		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		Анчурла	9,5	Забор	Каслевск		13.01.03.003 Толь от г. Новокузнецк до г. Кемерово	0 Не используется			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		Кады-Чулмыш	62	Забор	Сарыновский	321635	13.01.02.004 Чулмыш	0 Не используется			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		Тайда	1	Забор	Каслевск		13.01.03.002 Толь от истока до г. Новокузнецк	0 Не используется			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		Маланки	8,4	Забор	Проклевск		13.01.03.002 Толь от истока до г. Новокузнецк	0 Не используется			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	15006 Выпуск №3	Маланки	8,4	Отведение	Проклевск		13.01.03.002 Толь от истока до г. Новокузнецк	44-13.01.03.002-Р-РКВ-К-2019-0296-00 (09.09.2019 - 31.12.2020)	6 Физико-химическая очистка	12 204	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Показано 1 до 8 из 8 записей

Рис. 4. Пользовательский интерфейс базы данных забора сброса водных ресурсов

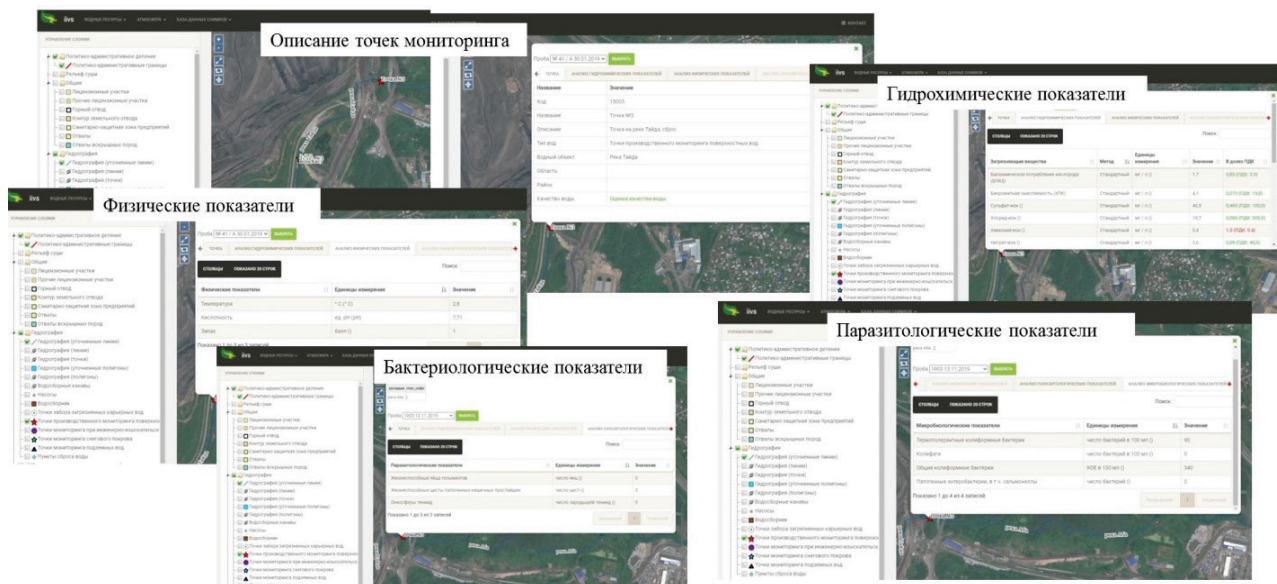


Рис. 5. Пример из базы данных о состоянии водных ресурсов

В соответствии с законодательством РФ [18], все юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие забор и сброс вод, получающие воду из систем водоснабжения, а также имеющие системы оборотного водоснабжения, обязаны заполнять и предоставлять форму 2-ТП (водхоз) «Сведения об использовании воды».

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) обеспечивает не только сбор, хранение и обработку данных о состоянии водных ресурсов в районе ведения горных работ, но и автоматизированное формирование необходимой отчетности с возможностью предоставления необходимых данных в надзорные органы в соответствии с их требованиями.

На рис. 6 представлена структура модуля формирования отчетности в системе ПАК.

Разработанный программно-аппаратный комплекс и его модуль формирования отчет-

ности учел присущие другим информационным системам недостатки [19, 20, 21, 22] и обеспечивает:

1. Сбор и хранение информации по водозабору и водоотведению;
2. Быстрое заполнение последних замеров по пункту отбора;
3. Сбор и хранение информации о качестве водных ресурсов, как в пунктах отбора водных ресурсов и отведения сточных вод, так и по водотоку;
4. Автоматическое формирование отчетов по забору природных, сбросу сточных вод и 2-ТП по выбранной дате и ответственному лицу, пригодное для передачи в контролирующие органы;
5. Импорт отчета из «Модуля респондента» для первичного заполнения;
6. Кроссплатформенность;
7. Простота использования.

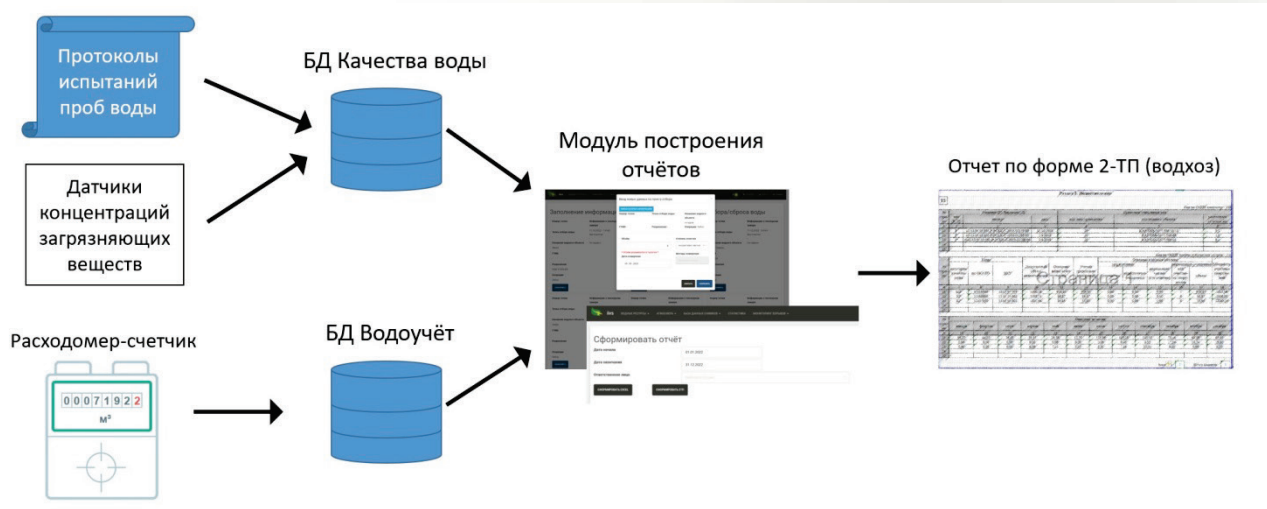


Рис. 6. Структура модуля формирования отчетности в системе ПАК

Система обеспечивает формирование отчетности в форматах ее предоставления соответствующим надзорным органам.

Система интегрирована с данными дистанционного мониторинга (космического и с

беспилотного летательного аппарата (БПЛА)) как для уточнения гидрографической системы в районе ведения горных работ, так и для контроля некоторых гидрохимических показателей сточных и природных вод (рис. 7) [23].

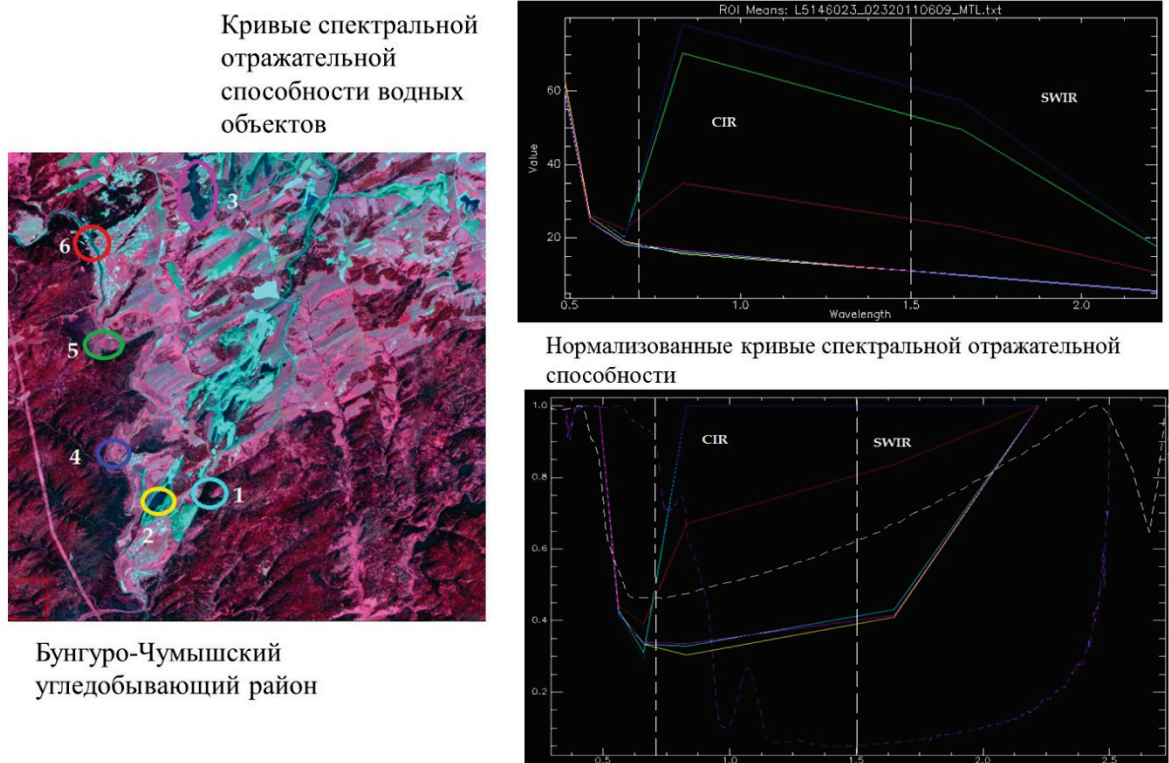


Рис. 7. Пример дистанционного мониторинга загрязнения природных вод

## ВЫВОДЫ

Программно-аппаратный комплекс, разработанный на основе современных цифровых технологий, представляющий цифровую фабрику, обеспечивает весь комплекс задач по мониторингу (производственно-

му контролю), оценке качества природных и техногенных вод, обеспечению графического представления данных для анализа экологического состояния и автоматического формирования необходимой отчетности в соответствии с действующим законодательством.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устинов В.В., Потапов В.П., Счастливец Е.Л., Царев Д.С., Харлампенков И.Е., Крисанова А.М. Информационно-вычислительная система экологической безопасности ООО «Сибэнергоуголь»: подходы, методы, модели // Уголь. 2018. № 3. С. 84–90.
2. Корчагина Т.В., Потапов В.П., Счастливец Е.Л. Цифровой мониторинг природно-техногенной среды для обеспечения экологической безопасности предприятий горнодобывающей отрасли // Уголь. 2022. № 6. С. 59–67.
3. О проведении в Российской Федерации Года экологии: Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7 (в ред. Указа Президента РФ от 03.09.2016 № 453) [Электронный ресурс]. URL: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/god-ekologii-2017/415](http://artlib.osu.ru/site_new/god-ekologii-2017/415) (дата обращения: 13.09.2022).
4. О стратегии развития информационного общества Российской Федерации на 2017–2030 годы: Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (дата обращения: 13.09.2022).
5. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038> (дата обращения: 13.09.2022).
6. Об утверждении порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества: Приказ Минприроды РФ от 08.07.2009 г. № 205 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12169247/> (дата обращения: 13.09.2022).
7. Автоматизированная система автономного контроля стоков — АСАКС [Электронный ресурс]. URL: [https://axitech.ru/catalog/sistemy/avtomatizirovannaya-sistema-avtonomnogo-kontrolya-stochnykh-vod-asaks/?\\_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTszOTY2MDI3Mjs3MDA2NDE1NzUwO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=1000482146467218280](https://axitech.ru/catalog/sistemy/avtomatizirovannaya-sistema-avtonomnogo-kontrolya-stochnykh-vod-asaks/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTszOTY2MDI3Mjs3MDA2NDE1NzUwO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=1000482146467218280) (дата обращения: 13.09.2022).
8. Система экологического мониторинга окружающей среды «СЭМОС» (ОАО «Лига») [Электронный ресурс]. URL: <http://ligaоао.ru/eco?yclid=1000483364258998134> (дата обращения: 13.09.2022).
9. Официальный сайт компании «ПРАЙМ ГРУП» и OTOIL [Электронный ресурс]. URL: [http://www.primegroup.ru/services\\_and\\_decisions/informatsionno-analiticheskie\\_sistemy/systemy\\_ecologicheskogo\\_monitoringa/](http://www.primegroup.ru/services_and_decisions/informatsionno-analiticheskie_sistemy/systemy_ecologicheskogo_monitoringa/) (дата обращения: 13.09.2022).
10. Pimpler E. Spatial Analytics with ArcGIS. Packt Publishing Birmingham. Mumbai, 2017. 254 p.
11. MapInfo User Guide. Pitney Bowes software USA, 2013. 600 p.
12. ODOT MicroStation® V8i SS4 User Guide. Oregon Department of Transportation Engineering Applications Support Team USA, 2017. 148 p.
13. Hengl T.A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables. Ispra (Italy): EC JRC, 2007. 165 p.
14. Neteler M., Mitasova H. Open Source GIS: A Grass GIS Approach. Springer, 2007. 417 p.
15. Kropla B. Beginning MapServer: Open Source GIS Development. New York: Springer, 2005. 427 p.



16. Потапов В.П., Шокин Ю.И., Юрченко А.В. Цифровые двойники как технология создания нового поколения систем экологического мониторинга горнопромышленных комплексов // Распределенные информационно-вычислительные ресурсы. Цифровые двойники и большие данные (DICR-2019): Труды XVII Международной конференции. 2019. С. 9–16.

17. Об утверждении порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества: Приказ Минприроды РФ от 08.07.2009 № 205 [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=203650> (дата обращения 13.09.2022).

18. Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Федеральным агентством водных ресурсов федерального статистического наблюдения об использовании воды: Приказ Росстата от 27.12.2019 № 815 (в ред. от 12.03.2020) [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=358507> (дата обращения: 13.09.2022).

19. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564115664> (дата обращения: 13.09.2022).

20. Экология. 1С-КСУ: Охрана окружающей среды [Электронный ресурс]. URL: [https://solutions.1c.ru/catalog/ehs\\_envprot\\_corp/features](https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_envprot_corp/features) (дата обращения: 13.09.2022).

21. Эко-эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://www.airsoft-bit.ru/> (дата обращения: 13.09.2022).

22. Модуль респондента [Электронный ресурс]. URL: <https://rwec.ru/index.php?id=135> (дата обращения: 13.09.2022).

23. Опарин В.Н., Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л., Андреева Н.В. Мониторинг загрязнений водного бассейна районов активной угледобычи с использованием данных дистанционного зондирования // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2012. № 5. С. 181–188.

---

**DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.32.20.009**

**UDC 504.064.36:004**

**© E.L. Schastlivtsev, V.P. Potapov, N.I. Yukina, I.E. Kharlampenkov, M.S. Rudov, 2023**

**E.L. SCHASTLIVTSEV**

Doctor of Engineering Sciences,

Head of Laboratory

Federal Research Center for Information and Computing Technologies, Kemerovo branch,

Kemerovo

e-mail: [schastlivtsev@ict.sbras.ru](mailto:schastlivtsev@ict.sbras.ru)

**V.P. POTAPOV**

Doctor of Engineering Sciences, Professor,

Head of Laboratory

Federal Research Center for Information and Computing Technologies, Kemerovo branch,

Kemerovo

e-mail: [vadimptpv@gmail.com](mailto:vadimptpv@gmail.com)

**N.I. YUKINA**

Candidate of Engineering Sciences,

Senior Research

Federal Research Center for Information and Computing Technologies, Kemerovo branch,  
Kemerovo  
e-mail: leonakler@mail.ru

**I.E. KHARLAMPENKOV**

Candidate of Engineering Sciences,  
Research  
Federal Research Center for Information and Computing Technologies, Kemerovo branch,  
Kemerovo  
e-mail: harlampenkov@ict.sbras.ru

**M.S. RUDOV**

Research Assistant  
Federal Research Center for Information and Computing Technologies, Kemerovo branch,  
Kemerovo  
e-mail: sanctumdeus@yandex.ru

**DIGITAL TECHNOLOGY FOR MONITORING INDUSTRIAL WATERS**

*The system of geoecological monitoring of techno-natural waters operating at the enterprises of the coal mining complex, although it complies with the current legislation, does not provide the necessary level of information support for making managerial decisions. Digitalization and transfer of the monitoring system of water resources of coal mining enterprises to modern information technologies based on the receipt and processing of large data streams significantly increase the level of environmental safety of water objects and the population of coal mining areas.*

Keywords: GEOECOLOGICAL MONITORING, TECHNOLOGICAL WATER, ENVIRONMENTAL SAFETY, WATER OBJECTS, DIGITALIZATION, INFORMATION TECHNOLOGIES.

**REFERENCES**

1. Ustinov V.V., Potapov V.P., Schastlivtsev E.L., Tsarev D.S., Kharlampenkov I.E., Krisanova A.M. Information and computing system of ecological safety of Sibenergougol LLC: approaches, methods, models // Coal [Ugol]. 2018. No. 3. P. 84–90. [In Russ.].
2. Korchagina T.V., Potapov V.P., Shchastyantsev E.L. Digital monitoring of the natural and man-made environment to ensure environmental safety of mining enterprises // Coal [Ugol]. 2022. No. 6. P. 59–67. [In Russ.].
3. On holding the Year of Ecology in the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 7 dated 05.01.2016 (as amended Decree of the President of the Russian Federation No. 453 dated 03.09.2016) [Electronic resource]. URL: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/god-ekologii-2017/415](http://artlib.osu.ru/site_new/god-ekologii-2017/415) (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].
4. On the Strategy for the Development of the Information Society of the Russian Federation for 2017–2030: Decree of the President of the Russian Federation No. 203 of 09.05.2017 [Electronic resource]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002> (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].
5. On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation No. 204 dated 07.05.2018 [Electronic resource]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038> (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].
6. On approval of the procedure for the owners of water bodies and water users to keep records of the volume of intake (withdrawal) of water resources from water bodies and the volume of discharge

of wastewater and (or) drainage water, their quality: Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 205 dated 08.07.2009 [Electronic resource]. URL: <https://base.garant.ru/12169247/> (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].

7. Automated system of autonomous control of drains — ASAKS [Electronic resource]. URL: [https://axitech.ru/catalog/sistemy/avtomatizirovannaya-sistema-avtonomnogo-kontrolya-stochnykh-vod-asaks/?\\_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTszOTY2MDI3Mjs3MDA2NDE1NzUwO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=1000482146467218280](https://axitech.ru/catalog/sistemy/avtomatizirovannaya-sistema-avtonomnogo-kontrolya-stochnykh-vod-asaks/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTszOTY2MDI3Mjs3MDA2NDE1NzUwO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=1000482146467218280) (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].

8. Environmental monitoring system «SAMOS» (JSC «League») [Electronic resource]. URL: <http://ligaoao.ru/eco?yclid=1000483364258998134> (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].

9. Companies «PRIMEGROUP» and OTOIL [Electronic resource]. URL: [http://www.primegroup.ru/services\\_and\\_decisions/informatsionno-analiticheskie\\_sistemy/systemy\\_ecologicheskogo\\_monitoringa/](http://www.primegroup.ru/services_and_decisions/informatsionno-analiticheskie_sistemy/systemy_ecologicheskogo_monitoringa/) (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].

10. Pimpler E. Spatial Analytics with ArcGIS. Packt Publishing Birmingham. Mumbai, 2017. 254 p.

11. MapInfo User Guide. Pitney Bowes software USA, 2013. 600 p.

12. ODOT MicroStation® V8i SS4 User Guide. Oregon Department of Transportation Engineering Applications Support Team USA, 2017. 148 p.

13. Hengl T.A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables. Ispra (Italy): EC JRC, 2007. 165 p.

14. Neteler M., Mitasova H. Open Source GIS: A Grass GIS Approach. Springer, 2007. 417 p.

15. Kropla B. Beginning MapServer: Open Source GIS Development. New York: Springer, 2005. 427 p.

16. Potapov V.P., Shokin Yu.I., Yurchenko A.V. Digital twins as a technology for creating a new generation of environmental monitoring systems for mining complexes // Distributed information and computing resources. Digital Twins and Big Data (DICR-2019): Proceedings of the XVII International Conference. 2019. P. 9–16. [In Russ.].

17. On approval of the procedure for the owners of water bodies and water users to keep records of the volume of intake (withdrawal) of water resources from water bodies and the volume of discharge of wastewater and (or) drainage water, their quality: Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 205 dated 08.07.2009 [Electronic resource]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=203650> (date of application 13.09.2022). [In Russ.].

18. On approval of the Federal statistical observation form with instructions on its completion for the organization by the Federal Agency for Water Resources of Federal Statistical observation on Water Use: Rosstat Order No. 815 dated 12/27/2019 (as amended. from 12.03.2020) [Electronic resource]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=358507> (date of application: 13.09.2022). [In Russ.].

19. Electronic fund of legal and regulatory documents [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564115664> (дата обращения: 13.09. 2022). [In Russ.].

20. Ecology. 1C-KSU: Environmental protection [Electronic resource]. URL: [https://solutions.1c.ru/catalog/ehs\\_envprot\\_corp/features](https://solutions.1c.ru/catalog/ehs_envprot_corp/features) (date of application: 13.09. 2022). [In Russ.].

21. Eco-expert [Electronic resource]. URL: <https://www.airsoft-bit.ru/> (date of application: 13.09. 2022). [In Russ.].

22. Respondent Module [Electronic resource]. URL: <https://rwec.ru/index.php?id=135> (date of application: 13.09. 2022). [In Russ.].

23. Oparin V.N., Potapov V.P., Giniyatullina O.L., Andreeva N.V. Monitoring of pollution of the water basin of areas of active coal mining using remote sensing data // Physico-technical problems of mineral development. 2012. No. 5. P. 181–188. [In Russ.].