

УДК 004.9:505.06

DOI: 10.22213/2410-9304-2024-4-52-59

## Система обработки данных и формирования отчетности химико-аналитических лабораторий экологического контроля

М. В. Ершова, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Е. Н. Исенбаева, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

И. М. Янников, доктор технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Во введении статьи на основе действующих нормативно-правовых актов обосновывается актуальность осуществления экологического мониторинга и экологического контроля загрязнений в целях контроля состояния окружающей среды и ее охраны. Приводятся основные положения этих видов экологической деятельности. В целях обоснования поставленной задачи приводится краткое описание работы химико-аналитических лабораторий (далее ХАЛ) и задачи их информационных систем. Авторы, проанализировав ряд действующих в Российской Федерации информационных систем ХАЛ, пришли к выводу, что они в основном выполняют функции автоматизации процесса сбора, хранения и обработки информации. Наличие в системах функций систем поддержки принятия решений (СППР) не установлено; например, среди них нет систем, позволяющих выдать рекомендацию по изменению регламента измерений в случаях превышения допустимых значений. Предлагается информационная система сбора, обработки и анализа данных химико-аналитической лаборатории с выполнением функций СППР (контролем изменения регламента измерений и контролем сроков метрологической поверки приборов). В статье подробно описываются основные функции предлагаемой системы, доступные пользователю и администратору. Приводится пример и описание процесса изменения регламента исходя из превышения ПДК в пробах. Описаны регламенты, основные блоки системы, их функции и возможности. Представлены структура программы и алгоритм работы системы. Все функции системы успешно протестированы. На рисунках показаны действия пользователя и администратора системы при проведении тестирования функции базы данных, функции формирования отчетности по заданным параметрам для получения информации о несоответствии ряда проб и приборов заданным параметрам, функции автоматической выборки и добавления проб из выбранного прибора и функции «Изменение регламента». В заключении подчеркивается, что данная информационная система позволяет не только в автоматизированном режиме осуществлять обработку данных результатов исследований химико-аналитических лабораторий, но и выполнять отдельные функции систем поддержки принятия решений.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, экологический контроль, анализ проб, информационная система, программа, функция, таблица, база данных, регламент, тестирование.

### Введение

В последнее время мир сталкивается с рядом серьезных экологических проблем, многие из которых носят глобальный характер. Они угрожают устойчивости окружающей среды, здоровью человека и будущему всей планеты. Эти проблемы, число которых по разным оценкам варьируется от десяти до двадцати, включают в себя загрязнение воздуха, воды суши, глобальное изменение климата, изменение ландшафтов, исчезновение видов и др.<sup>1</sup>

По статистике, в России ежегодно только от промышленного и транспортного загрязнения атмосферы преждевременно умирают от 80 до 140 тысяч человек, при этом, по данным Всемирной организации здравоохранения

(ВОЗ), по указанной причине на Земле ежегодно умирает от 4,2 до 7 миллионов человек. Загрязнение атмосферы становится причиной различных заболеваний, разрушает озоновый слой, ускоряет глобальное потепление, приводит к сокращению пригодных для возделывания земель, а значит, грозит наступлением всеобщего голода<sup>2</sup>.

В мире с каждым годом увеличивается рост бытовых отходов, соответственно – растет количество свалок. И если в странах ЕС до 60 % отходов утилизируется, то в России эта цифра составляет лишь 2–3 %. Данный список можно продолжать еще долго.

В целях решения экологических проблем в нашей стране принят и реализуется ряд основополагающих документов.

© Ершова М. В., Исенбаева Е. Н., Янников И. М., 2024

<sup>1</sup> Обзор глобальных экологических проблем. LABORATORY Research. URL: <https://laboratoria.by/stati/top-15-ekologicheskikh-problem-sovremennosti> (дата обращения: 31.10.2024).

<sup>2</sup> Самые распространенные проблемы экологии в России. Медсервис 24. URL: <https://medservise24.ru/blog/interesno-znat/samye-rasprostrannnye-problemy-ekologii-v-rossii> (дата обращения: 31.10.2024).

К ним прежде всего относятся «Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 г.»<sup>3</sup>. Планом действий по реализации указанных Основ, утвержденных распоряжением Правительства РФ<sup>4</sup>, указаны задачи достижения государственной политики, к которым среди прочих относится развитие системы мониторинга на территориях РФ.

Экологический контроль рассматривается отечественной правовой системой как комплекс правоустанавливающих норм и одновременно как перечень конкретных мероприятий, направленных на профилактику, предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в сфере охраны природной среды [1]. Одним из важнейших методов экологического контроля является инструментальный экологический контроль, проводимый путем сбора проб и анализов на предмет причинения вреда объектам окружающей среды и дальнейшего их исследования в лабораторных условиях<sup>5</sup>.

Механизмы экологического контроля и мониторинга в определенной мере взаимосвязаны, что дает основание рассматривать экологический мониторинг частью экологического контроля, хотя они являются самостоятельными направлениями экологической деятельности.

При этом экологический контроль необходимо рассматривать как контроль за мероприятиями по охране окружающей среды, а экологический мониторинг – как контроль за состоянием окружающей среды [2–5].

В рамках программы производственного экологического контроля создаются государственные, ведомственные или коммерческие химико-аналитические лаборатории (ХАЛ) по исследованию природных, техногенных, природно-техногенных объектов и их частей.

Как правило, лаборатории экологического контроля являются структурными подразделе-

ниями крупных аналитических центров и специализируются на выполнении определенной группы анализов<sup>6</sup> [6–8].

В зависимости от целей анализа пробы могут быть взяты непосредственно с территории объекта, с зоны влияния объекта, зоны проживания населения. Обычно исследуются четыре среды с различными значениями предельно допустимых концентраций (ПДК) для одинаковых веществ: воздух, почва, вода, биота. Иногда донные отложения.

Периодичность взятия проб определяется требованиями СанПиН, утвержденными регламентами проведения анализа. В случае выявления превышения предельно допустимых концентраций должен быть изменен регламент взятия проб<sup>7</sup>.

В общем случае регламент – это правила, определяющие порядок какой-либо деятельности.

Регламент устанавливает единые требования к проведению мониторинга, определяет цель, объект и предмет исследования, используемые средства, состав участников, вид (форму) отчетной документации, сроки проведения. В нашем случае регламент определяет в первую очередь порядок (последовательность и периодичность) взятия проб.

Эффективность системы мониторинга объектов окружающей среды определяется сбором информации и обработкой соответствующих данных [9–11].

Для хранения, обработки и анализа данных проб в ХАЛ разрабатываются информационные системы. Общепринятым условием считается, что данное программное обеспечение должно решать следующие задачи:

- ввод и хранение исходной информации;
- ведение электронных лабораторных журналов и метрологическая обработка результатов измерений;
- внутрилабораторный контроль;
- автоматизированный документооборот аналитической лаборатории<sup>8</sup>.

<sup>3</sup> Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 г.» (утверждены Указом Президента РФ от 30.04.2012). Консорциум Кодекс. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Информационно-правовой портал. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902369004>

<sup>4</sup> Распоряжение Правительства РФ от 18.12.2012 №2423-р «Об утверждении Плана действий по реализации Основ государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 г. (с изм. на 27.05.2024). Консорциум Кодекс. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Информационно-правовой портал. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902388109>.

<sup>5</sup> Кузнецова Е. А. Виды, формы и методы экологического контроля. Сайт. МИП|Мой Источник Права. URL: <https://advokat-malov.ru/ekologicheskoe-pravo/ponyatie-vidy-formy-i-metody-ekologicheskogo-kontrolya.html>.

<sup>6</sup> Экологический контроль в лабораториях. URL: <https://simple-pro.com/blog/ekologicheskij-kontrol-v-laboratoriyakh> (дата обращения: 31.10.2024).

<sup>7</sup> Каталог национальных стандартов РФ / [www.rst.gov.ru](http://www.rst.gov.ru). URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational> (дата обращения: 07.04.2023).

<sup>8</sup> Программное обеспечение в экологии. Существующее положение и перспектива. Отраслевой портал. Отходы. РУ. URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=63>.

Существует достаточно большое количество информационных систем анализа данных проб для ХАЛ. Например, система LabGx<sup>9</sup>, позволяющая довольно просто вносить данные проб, анализировать их и сохранять результаты данного анализа. Также по каждому проведенному анализу данная программа позволяет строить всевозможные графики, что упрощает понимание результатов анализа пробы. Приложение не работает с базой данных, что усложняет отчетность лаборатории. Также анализирует результаты лишь одной пробы, что не позволяет устанавливать регламент для дальнейшей работы лаборатории.

Приложение Labkontrol<sup>10</sup> позволяет выполнять широкий спектр анализа всевозможных данных и сохранять данные результата проб в БД. Имеет достаточно сложный интерфейс, приложение является платным.

Программа ЛИМС «Н-лаб»<sup>11</sup> позволяет хранить пробы в базе данных химико-аналитической лаборатории, анализировать пробы на превышение концентрации веществ. В наличии базы данных для хранения данных проб, анализ на превышение концентрации веществ, понятный интерфейс с большим функционалом.

Среди исследованных информационных систем нет систем, позволяющих выдать рекомендацию по изменению регламента измерений в случаях превышения допустимых значений, что, на наш взгляд, является существенным недостатком, поскольку процесс автоматизации деятельности ХАЛ в этом случае является неполным [2, 3].

Для эффективной деятельности лабораторий нужна не просто информационная платформа с базой данных, а действенная система поддержки принятия решений (СППР) с выдачей рекомендаций пользователям по результатам анализов. В последние годы это направление, связанное с разработкой информационных платформ и СППР на основе анализа данных экологического мониторинга, активно развивается [12–15].

### Предлагаемое решение

Предлагается информационная система сбора, обработки и анализа данных химико-аналитической лаборатории с выполнением функций СППР (контролем изменения регламента и контролем сроков метрологической поверки приборов с выполнением необходимых

действий в случае превышения заданных параметров в автоматизированном режиме).

Схема системы приведена на рис. 1. Пользователи после авторизации могут войти в систему как администратор или как сотрудник. Основные функции системы в режиме работы сотрудника – просмотр базы данных, авторизация, добавление данных новой пробы, проверка и просмотр изменения регламента измерений. Администратору же будут доступны следующие функции: просмотр базы данных, авторизация, добавление данных новой пробы, проверка и изменения регламента в ручном и автоматическом режиме, просмотр просроченных проб, добавление пользователя и добавление компании.

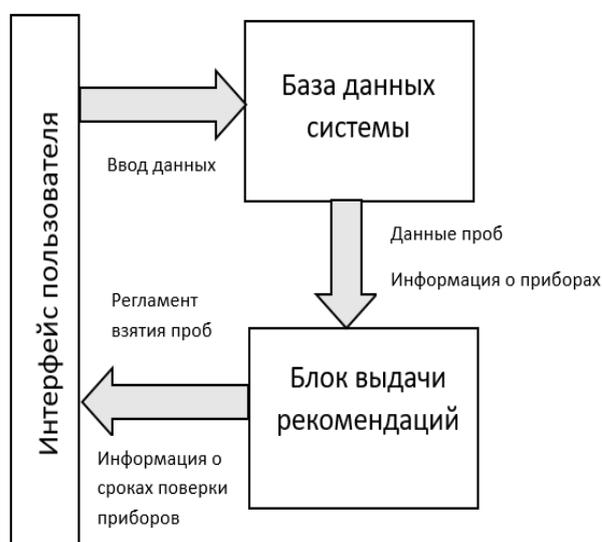


Рис. 1. Схема информационной системы сбора, обработки и анализа данных химико-аналитической лаборатории

Fig. 1. Scheme of the information system for collecting, processing and analyzing data of the chemical analytical laboratory

База данных системы хранит информацию о пользователях, пробах (веществах, места взятия, время забора, среда, предельно-допустимые концентрации), о предприятии, о приборах, используемых для измерений.

В качестве предельно-допустимых значений веществ применены значения:

- предельно-допустимых концентраций;
- ориентировочно-безопасных уровней воздействия (если ПДК не установлено);
- значения аварийных пределов воздействия (при авариях на объектах).

<sup>9</sup> LabGX. (2021–2023). URL: <https://labgx.ru/index.html> (дата обращения: 18.04.2023).

<sup>10</sup> Labkontrol. (2021–2023) .URL: <https://labkontrol.ru/index.html> (дата обращения: 18.04.2023).

<sup>11</sup> Программа ЛИМС «Н-лаб». URL: <https://lims54.ru> (дата обращения: 20.05.2023).

База данных системы в режиме администратора позволяет просматривать и редактировать информацию.

Блок выдачи рекомендаций имеет два модуля: модуль выдачи рекомендаций по изменению регламента измерений на основе данных анали-

зов проб и модуль выдачи рекомендаций о ближайших сроках поверки приборов. На основании правил автоматически формируются необходимые рекомендации. Пример правил выбора необходимого регламента для данных измерений приведен в таблице [3].

### Изменение регламента, исходя из превышения ПДК в пробах

#### Changes in regulations based on exceeding the MPC in samples

№	Возможные ситуации при анализе проб	Необходимый тип регламента
1	Менее 10 % проб с превышением не более 1%	Необходимо проводить действия нулевого регламента
2	От 10 до 30 % проб с превышением не более 10 %	Необходимо проводить действия первого регламента
3	Менее 20 % проб с превышением от 10 до 30 %	
4	От 30 до 50 % проб с превышением не более 10 %	
5	От 20 до 40 % проб с превышением от 10 до 30 %	Необходимо проводить действия второго регламента
6	Менее 20 % проб с превышением от 30 до 50 %	
7	От 50 до 75 % проб с превышением не более 10 %	
8	От 40 до 70 % проб с превышением от 10 до 30 %	Необходимо проводить действия третьего регламента
9	От 20 до 40 % проб с превышением от 30 до 50 %	
10	Менее 10 % проб с превышением от 50 до 100 %	
11	Более 75 % проб с превышением не более 10 %	Необходимо проводить действия четвертого регламента, то есть оперативный мониторинг
12	Более 70 % проб с превышением не более 30 %	
13	Более 40 % проб с превышением от 30 до 50 %	
14	Более 10 % проб с превышением от 50 до 100 %	
15	Наличие пробы с превышением более 100 %	

Так, согласно вышеуказанному источнику, по результатам анализа проб может быть 5 регламентов: нулевой (изменение регламента не требуется); первый (необходимо передвинуть дату взятия следующей пробы в 2 раза); второй (необходимо передвинуть дату взятия следующей пробы в 3 раза); третий (необходимо проводить ежедневное взятие проб); четвертый (необходимо проводить оперативный мониторинг).

Правила изменения регламента измерений (периодичность взятия проб, список анализируемых сред, веществ и применяемых средств) зависят от класса опасности веществ, применяемых на предприятии и определяются специалистами по экологической и техносферной безопасности [2, 3].

Для создания локального сервера, на котором будет храниться база данных системы, использовано приложение MAMP PRO<sup>12</sup> – средство для развертывания локального сервера. Информацию, использующуюся в программе, удобнее всего будет хранить в SQLite базе данных. Для корректной работы разрабатываемой системы организованы таблицы для семи объектов: поль-

зователь, проба, вещества из пробы, компания, ПДК веществ, приборы и логи.

Таблица «Пользователь», хранящая информацию о пользователях, включает в себя столбцы: Login, ФИО; Дата начала работы, Пароль; Должность. Таблица «проба», хранящая информацию о пробах, включает в себя столбцы: id; Логин сотрудника; Среда; Дата, Проверка превышения; Дата следующей пробы; Проверка следующей пробы; ID прибора; Тип анализа.

Таблица «Элемент в пробе», хранящая информацию о веществах, которые путем анализа были обнаружены в пробе, включает в себя следующие столбцы: id; id пробы; значение концентрации, Проверка превышения.

Присутствуют также данные об объекте, если пробы привязаны к зоне влияния или территории объекта. Таблица «Логи», которая хранит информацию обо всех действиях сотрудников, которые происходят в приложении.

Таблица «Элемент», хранящая информацию об элементах, которые возможно найти в пробе, включает в себя столбцы: id; тип превышения, среда концентрация, название.

<sup>12</sup> MAMP PRO (2015–2023). URL: <https://www.mamp.info/en/windows> (дата обращения: 18.05.2023).

Таблица «Приборы» хранит информацию о приборах, которые используются в лаборатории, информацию о датах проверок и о сроке годности прибора.

На рис. 2 приведен алгоритм работы системы в режиме сотрудника. После авторизации сотрудник заполняет информацию о пробах. Далее заполненная информация сохраняется в базе данных. Модуль выдачи рекомендуемого регламента после сохранения данных их анализирует и на основании ранее введенных правил формирует сообщение о необходимом регламенте измерений.

При необходимости можно вручную проверить подходящие по времени сроки проверки приборов. Если установить соответствующий промежуток перед проверкой (например, 24 часа), то система автоматически сообщит о приближении срока.

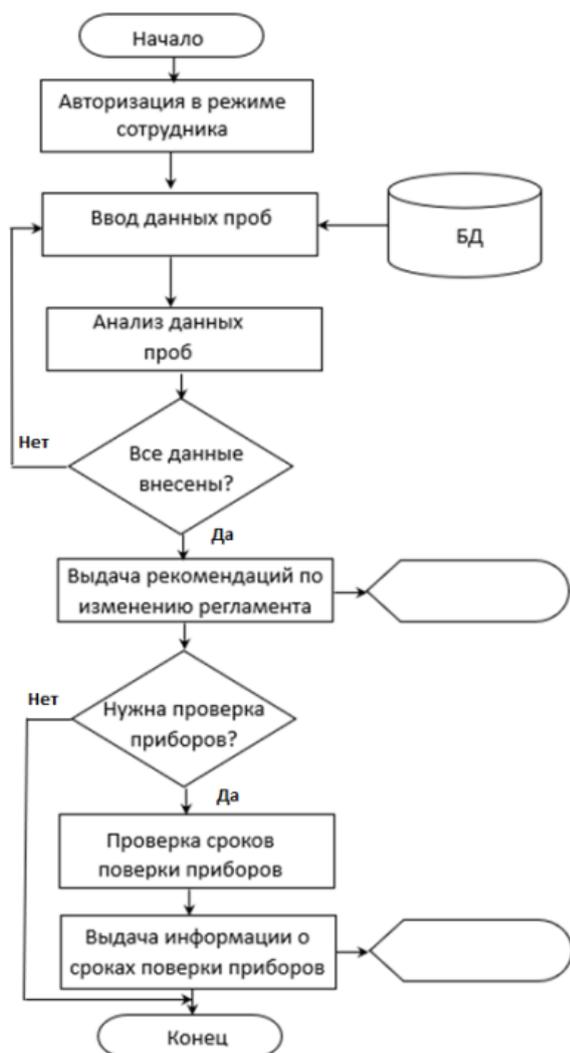


Рис. 2. Алгоритм работы системы в режиме сотрудника

Fig. 2. Algorithm of the system operation in employee mode

В режиме администратора, кроме выше описанных функций сотрудника, можно изменять состав БД, добавлять и редактировать всю необходимую информацию (данные пользователей, информацию по объектам, приборам, значениям ПДК), а также редактировать привязку приборов к данным анализа проб (для проверки достоверности проб и автоматического заполнения данных). Правила изменения регламента измерений также можно редактировать в режиме администратора. Алгоритм работы в режиме администратора приведен на рис. 3.

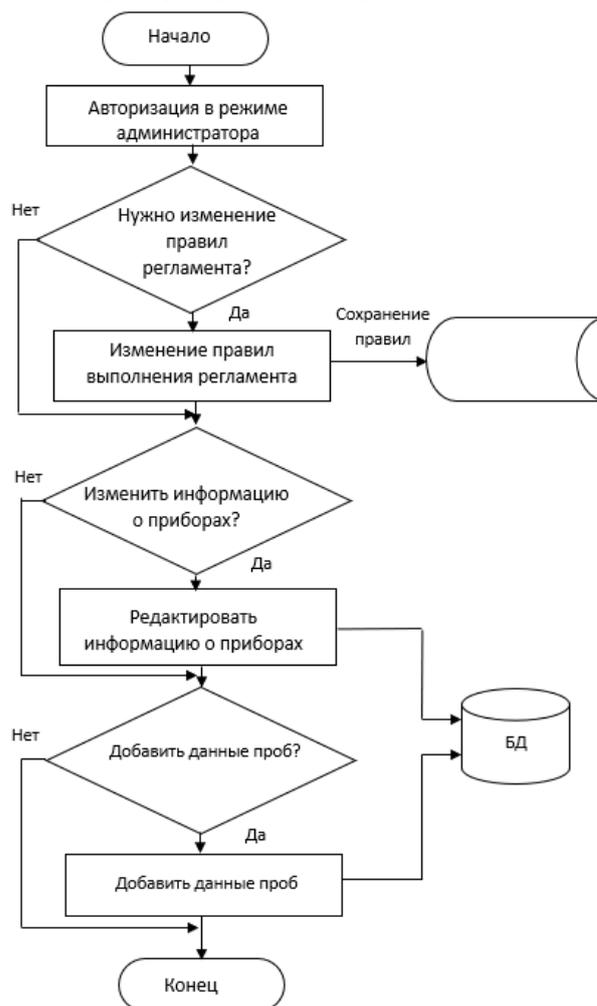


Рис. 3. Алгоритм работы системы в режиме администратора

Fig. 3. Algorithm of system operation in administrator mode

Все реализованные функции системы были успешно протестированы. Для тестирования функций базы данных при заходе на начальную страницу просмотр базы данных будет отображаться без данных. Для того чтобы база данных отобразилась, необходимо выбрать базу данных и подтвердить свой выбор. На рис. 4 приведен пример просмотра электронного журнала проб.

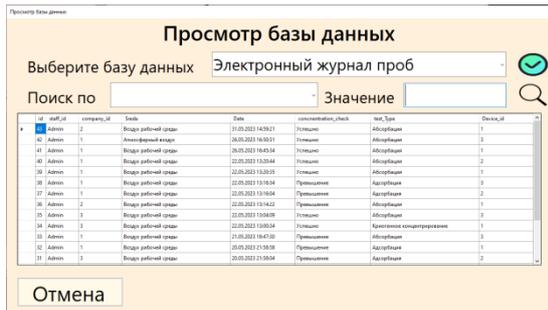


Рис. 4. Просмотр базы данных

Fig. 4. Viewing the database

На рис. 5 показана функция формирования отчетности по заданным параметрам. При вводе интересующего значения отобразится окно с пробами, у которых несоответствующая дата взятия, и приборы, не прошедшие проверку вовремя. Если таких проб или приборов нет, то высветится соответствующее сообщение.

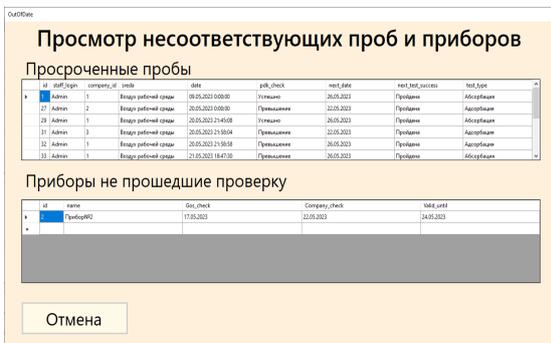


Рис. 5. Выдача информации о несоответствующих пробах и приборах

Fig. 5. Issuance of information on non-compliant samples and devices

Из рисунка видно, что у несоответствующих проб в параметре next\_date указана дата раньше, чем текущая дата (23.05.2023). У прибора № 2 просрочена как гос. проверка, так и внутренняя проверка. Кроме ручного добавления пробы во вкладке «Добавить пробу», разработан автоматический тип внесения данных, при котором программа сама внесет результаты из применяемого для анализа пробы прибора. После чего выдаст сообщение об успешном добавлении данных (рис. 6).

При тестировании функции «Изменение регламента» после выбора или внесения данных во всех полях программа выдаст всю информацию по измененному регламенту (рис. 7).

В случае если произошло изменение регламента на ненулевой, то программа выдаст соответствующее сообщение с номером компании для 1-го и 2-го регламента, номером Центра гигиены и эпидемиологии для 3-го и 4-го регламента.

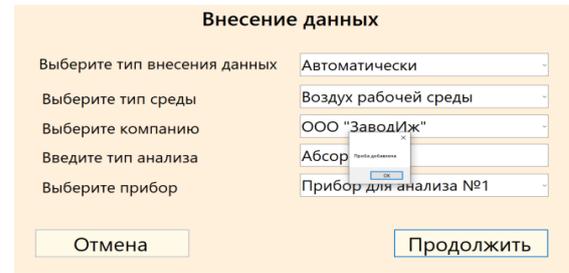


Рис. 6. Добавление пробы в автоматическом режиме

Fig. 6. Adding a sample in automatic mode

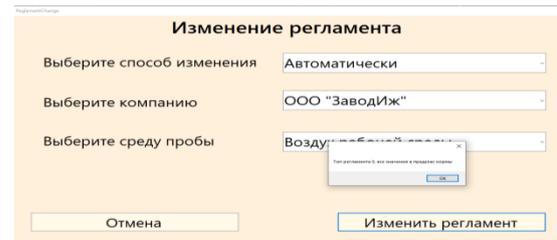


Рис. 7. Автоматическое изменение регламента

Fig. 7. Automatic change of regulations

## Заключение

Разработанная информационная система сбора, обработки и анализа данных химико-аналитической лаборатории позволяет выполнять функции СППР, а именно:

- автоматическое изменение регламента измерений при превышении нормативных значений ПДК анализируемых веществ;
- контроля регламента измерений, позволяющая автоматически менять пробу при выявлении проб, не соответствующих регламенту;
- контроля сроков метрологической поверки приборов при выявлении фактов превышения сроков периодической поверки.

Данная информационная система может быть использована в работе химико-аналитических лабораторий государственных, ведомственных или коммерческих организаций, осуществляющих деятельность по исследованию природных, техногенных, природно-техногенных объектов в рамках производственного экологического контроля на любых территориях, имеющих экологические проблемы.

## Библиографические ссылки

1. Корольков М. В. Основы государственной политики Российской Федерации по созданию новой отрасли переработки промышленных отходов // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 4. С. 6–12.
2. Мониторинг природных и антропогенно нарушенных территорий / Т. Я. Ашихмина и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2023. № 1. С. 38–46.

3. Интеллектуальная интегрированная система безопасности критически важных и потенциально опасных объектов : монография / И. М. Янников; В. А. Куделькин, Т. Г. Габричидзе, М. В. Телегина, А. В. Болтовский, С. В. Мохов ; под ред. д.т.н., проф. И. М. Янникова. Самара: Изд-во СамНЦ, 2019. С. 182.

4. Скатков А. В., Доронина Ю. В., Брюховицкий А. А. Сценарный подход к управлению мониторинговыми процессами природно-технических систем // Системы контроля окружающей среды. 2023. № 1 (51). С. 108–117.

5. Брилевский М. Н., Витченко А. Н., Морозов Е. В. Оценка экологического состояния территории Беларуси // Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения. 2015. № 2. С. 17–20.

6. Умарова М. Х., Исраилова С. А., Исмаилов А. А. Применение информационной системы в экологическом мониторинге окружающей среды // Индустриальная экономика. 2023. № 4. С. 51–59.

7. Boris Milman, Журкович И. К. Большие данные в современном химическом анализе // Журнал аналитической химии. 2020, January, 75 (4). С. 316–326.

8. Янников И. М., Телегина М. В., Галиакберов Р. А. Автоматизированная система классификации экологических ситуаций на основе анализа состояний экологических объектов // Интеллектуальные системы в производстве. 2022. Т. 20, № 2. С. 96–105.

9. Минкина А. В., Двинских С. А., Зуева Т. В. Подход к разработке интегрального индекса экологического благополучия территории // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 235–240.

10. Программа повышения экологической эффективности. Процедура разработки и практика экспертной оценки : учеб. пособие / А. А. Волосатова, В. В. Морокишко, В. И. Ильина, О. С. Шахмина, К. Д. Скобелев; под ред. А. А. Волосатовой; МИРЭА – Российский технологический университет. М., 2022. 56 с.

11. Янников И. М., Телегина М. В., Кузнецов Н. П. Применение нейронных сетей для обработки данных биомониторинга загрязнений // Экология промышленного производства. 2019. № 4 (108). С. 41–44.

12. Информационное обеспечение оценки экологии нарушенных земель железорудными карьерами на Среднем и Южном Урале / И. В. Зеньков, Ю. А. Анищенко, В. А. Федоров [и др.] // ЭКиП: Экология и промышленность России. 2021. Т. 25, № 1. С. 38–43.

13. Сурина Е. Е. Моделирование информационной системы экологического мониторинга на промышленном предприятии // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований : сборник статей XI Международной научно-практической конференции. Саратов, 2021. С. 30–37.

14. Рутман В. В., Хето М. Х., Ашихмина Т. Я. Применение ГИС-технологий для оценки состояния атмосферного воздуха городской среды // Технологии переработки отходов с получением новой продукции : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Киров, 30 ноября 2022 г. Киров : Вятский государственный университет, 2022. 274 с.

15. Телегина М. В., Янников И. М., Баль А. А. Создание системы поддержки принятия решений с применением извлечения прецедентов на основе деревьев решений // Физико-математические и технические науки как фундамент становления постиндустриального общества: сборник статей Международной научно-практической конференции (1 июня 2020 г.). Уфа : АЭТЕРНА, 2020. С. 69–71.

## References

1. Korolkov M.V. [Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation on the Creation of a New Industry for Industrial Waste Processing]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2020. No. 4. Pp. 6-12 (in Russ.).

2. Ashikhmina T. Ya. et al. [Monitoring of Natural and Anthropogenically Disturbed Territories]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2023. No. 1. Pp. 38-46 (in Russ.).

3. Yannikov I.M., Kudelkin V.A., Gabrichidze T.G., Telegina M.V., Boltovsky A.V., Mokhov S.V. *Intellektual'naya integrirovannaya sistema bezopasnosti kriticheski vazhnykh i potentsial'no opasnykh ob"ektov* [Intelligent Integrated Security System for Critically Important and Potentially Hazardous Facilities]. Samara: Publishing house of SamNC, 2019. 182 p. (in Russ.).

4. Skatkov A.V., Doronina Yu.V., Bryukhovitsky A.A. [Scenario approach to managing monitoring processes of natural and technical systems]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchei sredy*. 2023. No. 1. Pp. 108-117 (in Russ.).

5. Brilevsky M.N., Vitchenko A.N., Morozov E.V. [Assessment of the ecological state of the territory of Belarus]. *Aktual'nye problemy geoekologii i landshaftovedeniya*. 2015. No. 2. Pp. 17-20 (in Russ.).

6. Umarova M.Kh., Israilova S.A., Ismailov A.A. [Application of an information system in environmental monitoring of the environment]. *Industrial'naya ekonomika*. 2023. No. 4. Pp. 51-59 (in Russ.).

7. Boris Milman, I. K. Zhurkovich [Big data in modern chemical analysis]. *Zhurnal analiticheskoi khimii*. January 2020, 75(4). Pp. 316-326 (in Russ.).

8. Yannikov I.M., Telegina M.V., Galiakberov R.A. [Automated system for classifying environmental situations based on the analysis of environmental object states]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2022. Vol. 20, no. 2. Pp. 96-105 (in Russ.).

9. Minkina A.V., Dvinskikh S.A., Zueva T.V. [Approach to developing an integral index of environmental well-being of a territory]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2022. No. 3. Pp. 235-240 (in Russ.).

10. Volosatova A.A., Morokishko V.V., Ilyina V.I., Shakhmina O.S., Skobelev K.D. *Programma povyshe-niya ekologicheskoi effektivnosti. Protsedura razrabotki i praktika ekspertnoi otsenki* [Environmental Efficiency Improvement Program. Development Procedure and Expert Evaluation Practice. Study Guide]. Moscow, 2022. 56 p. (in Russ.).

11. Yannikov I.M., Telegina M.V., Kuznetsov N.P. [Application of Neural Networks for Processing Pollution Biomonitoring Data]. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2019. No. 4. Pp. 41-44 (in Russ.).

12. Zenkov I.V., Anishchenko Yu.A., Fedorov V.A., Karacheva G.A., Kondrashov P.M., Konov V.N., Pavlova P.L., Maglinets Yu.A., Skornyakova S.N. [Information support for assessing the ecology of disturbed lands by iron ore quarries in the Middle and Southern Urals]. *EKiP: Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2021. Vol. 25, no. 1. Pp. 38-43 (in Russ.).

13. Surina E.E. *Modelirovanie informatsionnoi sistemy ekologicheskogo monitoringa na promyshlennom predpriyatii* [Modeling of the information system of environmental monitoring at an industrial enterprise]. *Novye impul'sy razvitiya: voprosy nauchnykh issledovaniy : sbornik statei XI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proc. New impulses of development: issues of scientific research. Collection of articles of the XI International scientific and practical conference]. Saratov, 2021, pp. 30-37 (in Russ.).

14. Rutman V.V., Kheto M.Kh., Ashikhmina T.Ya. *Primenenie GIS-tekhnologii dlya otsenki sostoyaniya atmosfernogo vozdukha gorodskoi sredy* [Application of GIS technologies to assess the state of atmospheric

air in the urban environment]. *Tekhnologii pererabotki otkhodov s polucheniem novoi produktsii : materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Proc. Technologies for processing waste to obtain new products: materials of the IV All-Russian scientific and practical conference with international participation, Kirov, November 30, 2022]. Kirov: Vyatka State University, 2022. 274 p. (in Russ.).

15. Telegina M.V., Yannikov I.M., Bal A.A. *Sozdanie sistemy podderzhki prinyatiya reshenii s primeneniem izvlecheniya pretsedentov na osnove derev'ev reshenii* [Creation of a decision support system using case mining based on decision trees]. *Fiziko-matematicheskie i tekhnicheskie nauki kak fundament stanovleniya post-industrial'nogo obshchestva: sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (1 iyunya 2020 g.)* [Physical, mathematical and technical sciences as the foundation for the formation of a post-industrial society (June 1, 2020)]. Ufa, AETERNA. Pp. 69-71 (in Russ.).

\* \* \*

### Data Processing and Reporting System for Chemical Analytical Laboratories of Environmental Control

*M. V. Yerzhova*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

*E. N. Isenbaeva*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

*I. M. Yannikov*, DSc in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

*The relevance of environmental monitoring and environmental pollution control is justified in the introduction of the article in order to monitor the state of the environment and its protection, on the basis of existing regulatory legal acts. Fundamental principles of these types of environmental activities are given. In order to justify the task, a brief description of chemical analytical laboratories (hereinafter referred to as HAL) activities and the tasks of their information systems is provided. Having analyzed a number of HAL information systems operating in the Russian Federation the authors came to the conclusion that they mainly perform the functions of automated collecting, storing and processing information. The availability of decision-making support systems (DSS) function in the systems has not been established, for example, none of the software systems issues recommendations on changing the measurement regulations in cases of exceeding permissible values. An information system for data collection, processing and analysis from a chemical analytical laboratory with the DSS functions (monitoring changes in measurement regulations and monitoring the timing of metrological device verification) is proposed. The article describes the main functions of the proposed system available to the user and the administrator in detail. An example and a detailed description of the regulation changing process based on the MPC excess in samples are given. Regulations, the main blocks of the system, their functions and capabilities are described. The program structure and the system algorithm are presented. All system functions have been successfully tested. The figures show the algorithms of user's and system administrator activity when testing the database function, the function of reporting on specified parameters to obtain information about the discrepancy between sample numbers and devices to the specified parameters, the function of automatic sampling and adding samples from the selected device and the function "Changing the rules". In conclusion, it is emphasized that this information system allows not only data processing from research results of chemical analytical laboratories in an automated mode, but also to perform certain functions of decision-making support systems.*

**Keywords:** environmental monitoring, environmental control, sample analysis, information system, program, function, table, database, regulations, testing.

Получено: 03.11.24

#### Образец цитирования

*Ершова М. В., Исенбаева Е. Н., Янников И. М.* Система обработки данных и формирования отчетности химико-аналитических лабораторий экологического контроля // Интеллектуальные системы в производстве. 2024. Т. 22, № 4. С. 52–59. DOI: 10.22213/2410-9304-2024-4-52-59.

#### For Citation

*Ershova M.V., Isenbaeva E.N., Jannikov I.M.* [Data processing and reporting system for chemical analytical laboratories of environmental control]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2024, vol. 22, no. 4, pp. 52-59. DOI: 10.22213/2410-9304-2024-4-52-59.