

Таблица 2 – Сорбционная емкость угля БАУ по ДЭГ, рассчитанная по сорбции и регенерации

№ цикла	Концентрация исходного раствора ДЭГ, %	Колонка 1		Колонка 2	
		сорбция	регенерация паром	сорбция	регенерация паром
		емкость, мг/мл		емкость, мг/мл	
1	0,55	6,7	10,1	6,54	8,18
2	0,137	4,64	5,1	4,0	3,92
3	0,102	2,5	–	–	–

- разделение стоков, содержащих нефтепродукты и водорастворимые органические вещества;
- перемещение транспортируемого потока, содержащего нефтепродукты и водорастворимые органические вещества, в ламинарном режиме, разделение его на пучок потоков и, после расслоения каждого потока в пучке на фазы, слияние их в общий поток;
- использование гравийного контактного осветлителя для доочистки от нефтепродуктов;
- окисление водорастворимых органических соединений (спиртов и этилмеркаптана) озоном;
- сорбция ДЭГ на углях с высоким содержанием микропор (к такому можно отнести уголь СКТ, изготовленный на основе торфа). Прошедшие очистку таким образом пластиковые воды могут быть возвращены в пласт, после проведения мониторинга по достигнутому качеству.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Левашкевич, В. Г. Изучение газеохимических параметров пластовых вод в районе эксплуатации Прибугского ПХГ / В. Г. Левашкевич, В. И. Сухачев, Н. А. Криштопа // Актуальные проблемы природопользования Брестской области / А.А.Волчек [и др.]. – Минск : Беларус. навука. – 2009. – С. 220–262.
2. Тур, Э. А. Экологический аспект технологии очистки загрязнённой пластовой воды Прибугского подземного хранилища газа / Э. А. Тур, С. В. Басов, Н. М. Голуб // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сб. материалов Междунар.научн.-практ.конф., Брест, 25–27 сентября 2013 г. / Под ред. А. А. Волчека [и др.]. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2013. – С. 236–239.
3. Кульский, Л. А. Технология очистки природных вод / Л. А. Кульский, П. П. Строкач. – К. : Вища шк. Головное изд-во. – 1986. – 352 с.
4. Тур, Э. А. Проблемы очистки сточных вод, образующихся на стадии замачивания зерна при производстве солода, и пути их решения / Э. А. Тур, Н. В. Левчук, С. В. Басов // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2018. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 117–122.
5. Фомин, Т. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. – М. : Протектор, 1995. – 624 с.
6. Унифицированные методы исследования качества вод. – Часть 1. Методы химического анализа. – М. : СЭВ, 1987. – С. 550.
7. Лейте, В. Определение органических загрязнений питьевых, природных и сточных вод. – М. : Химия, 1975. – 200 с.
8. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды / Л. С. Алексеев. – М. : ВШ, 2004. – 153 с.
9. Химия промышленных сточных вод / Пер. с англ. – М. : Химия, 1983. – 360 с.
10. Комарова, Л. Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды / Л. Ф. Комарова, Л. А. Кормина. – Барнаул : ГИПП Алтай, 2000. – 391 с.
11. Tokahashi, N. Kote eegu. Ind. Water. – 1983. – № 303. – P. 12–18.

Материал поступил в редакцию 06.02.2019

TUR E. A., BASOV S. V. The problems of pollution of the reservoir water prybuz'ke underground gas storage and the greening of technology of purification

The object of the study was contaminated reservoir water prybuz'ke underground gas storage facilities in the Brest region. Underground gas storage is a complex system, the functioning of which is caused by the influence of external and internal factors and which have a certain anthropogenic impact on the objects of the natural environment throughout the period of operation of storage facilities. The authors developed technological recommendations for the treatment of formation water contaminated with diethylene glycol, ethanol, ethylmercaptan and petroleum products in order to return the treated water to the formation.

УДК 628.355

Левкевич В. Е., Лосицкий В. А.

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Введение. Проблема очистки сточных вод и подготовки воды для технических и хозяйственно-питьевых целей с каждым годом приобретает все большее значение.

В Беларуси комплексы очистных сооружений созданы и функционируют не только в крупных городах и областных центрах, но и в более мелких городах, и даже на крупных заводах и предприятиях [1].

Одним из наиболее распространенных методов очистки воды является биологическая очистка. В Республике Беларусь широкое распространение в качестве сооружений по биологической очистке получили биологические пруды и поля орошения и фильтрации. Применение этого метода с начала нашего века показало, что этот

способ наиболее доступен, по сравнению с физико-химическим или биологическим в искусственных условиях и т. п. Простота эксплуатации, низкие эксплуатационные затраты, надежность сделали этот способ очистки сточных вод наиболее распространенным [2].

Большинство указанных объектов эксплуатируются значительный период отрезок времени, а с учетом того, что срок их эксплуатации в соответствии с классом капитальности сооружений не должен превышать пятидесятилетний рубеж, оценка состояния объектов потенциальной опасности требует наличия объективной информации о техническом состоянии упомянутых сооружений и инженерных систем. Такую информацию возможно получить лишь путем созда-

Лосицкий Владислав Андреевич, преподаватель кафедры «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» факультета строительства и недвижимости филиала БНТУ «Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала БНТУ», e-mail : losickiy1993@gmail.com.
Беларусь, 220014, г. Минск, ул. Минаева 23, корп. 2.

ния системы мониторинга состояния сооружений очистки. Рассмотренная проблема является особенно актуальной с учетом возникновения чрезвычайных ситуаций на ОС со значительными ущербами природной среде и экономике регионов страны.

Анализ ситуации. На территории Республики Беларусь в настоящее время действует более 10 тыс. различных комплексов очистных сооружений. В крупных городах, таких как Минск, Витебск, Гомель, Гродно, эксплуатируются большие станции аэрации, на которых функционирует целый ряд очистных сооружений на каждом этапе очистки сточных вод (механическая, биологическая, обеззараживание). Однако большинство очистных сооружений в нашей стране находится в небольших городах и поселках. Исходя из этого, очистные сооружения таких населенных пунктов обычно представлены не такими большими комплексами.

Но практически во всех очистных сооружениях присутствуют поля орошения и фильтрации и биологические пруды (рис. 1).



Рисунок 1 – Биологические пруды ОС в г. Лукомле

Анализ структуры очистных сооружений Беларуси показал, что в нашей стране существуют как достаточно крупные комплексы очистных сооружений, включающие стадии механической очистки, биологической очистки, обеззараживания, обработки осадков, так и различные комплексы локального типа. Все сооружения представляют собой достаточно сложные комплексы гидротехнических сооружений, выполненные из стальных конструкций и железобетона и включающие в себя различные инженерные системы. В наиболее мелких населенных пунктах среди всех прочих очистных сооружений явно преобладают сооружения биологической очистки, такие как биологические пруды.

Это объясняется простотой и дешевизной создания и эксплуатации этих сооружений при их высокой эффективности.

В Республике Беларусь в период с 2010 по 2014 год произошло 170 чрезвычайных ситуаций: 75 техногенного и 95 природного характера. На рисунке 2 приведено количество чрезвычайных ситуаций в период 2010–2014 гг.

Существующие и действующие нормативные документы (ТНПА) Республики Беларусь регламентируют аварии на очистных сооружениях следующим образом:

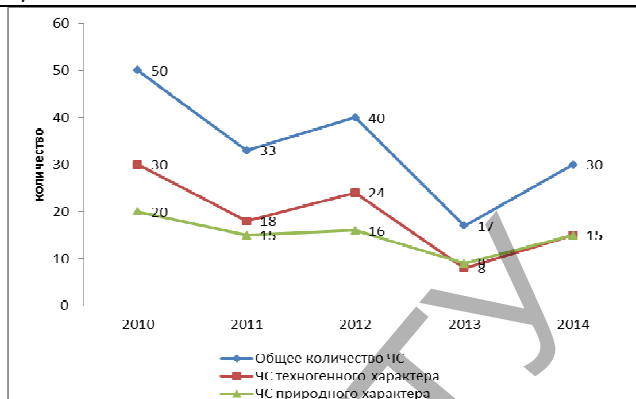


Рисунок 2 – Количество чрезвычайных ситуаций в период с 2010 по 2014 г.

- аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с выбросом более 10 тонн;
- аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ [3].

Причины возникновения аварий могут быть самыми различными:

- отключение электричества;
- износ оборудования;
- метеоусловия и стихийные бедствия (сильный мороз и наводнения);
- человеческий фактор (невнимание персонала, теракты);
- отклонения от нормального режима работы очистных сооружений (объем загрязненного материала больше запланированного, очистные сооружения не рассчитаны на уничтожение отдельных веществ и компонентов и т. п.);
- ошибки в проектировании.

Ниже на рисунке 3 представлена диаграмма, иллюстрирующая соотношение причин возникновения аварий, характерных для Республики Беларусь.

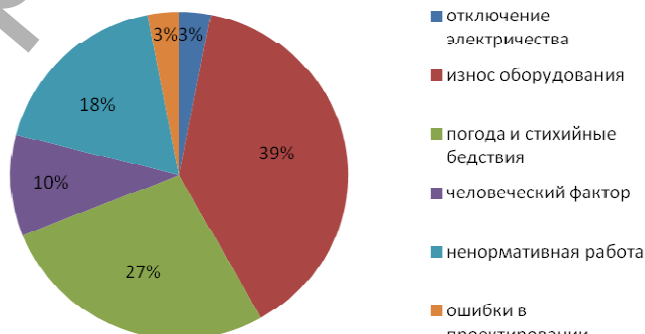


Рисунок 3 – Причины возникновения аварий на очистных сооружениях Беларуси

Аварии на очистных сооружениях носят локальный характер, а могут очень быстро перерасти в настоящую экологическую катастрофу с трансграничным оттенком, так как реки с транзитным стоком: Зап. Двина, Припять, Днепр, Неман, протекающие по территории Беларуси, способны переносить загрязненные сточные воды на очень большие расстояния, став причиной гибели живых организмов и нанося окружающей среде значительный ущерб. Именно поэтому в настоящее время активно ведётся разработка организационно-технических мероприятий, нацеленных на предотвращение аварий на очистных сооружениях любого типа [4].

Знание причин аварий, контроль эксплуатации сооружений и их элементов позволяет оценивать риск возникновения чрезвычайных ситуаций и аварий и заранее разрабатывать инженерные мероприятия по их предотвращению. Это возможно лишь на основе создания современной системы контроля состояния и мониторинга конструкций очистных сооружений.

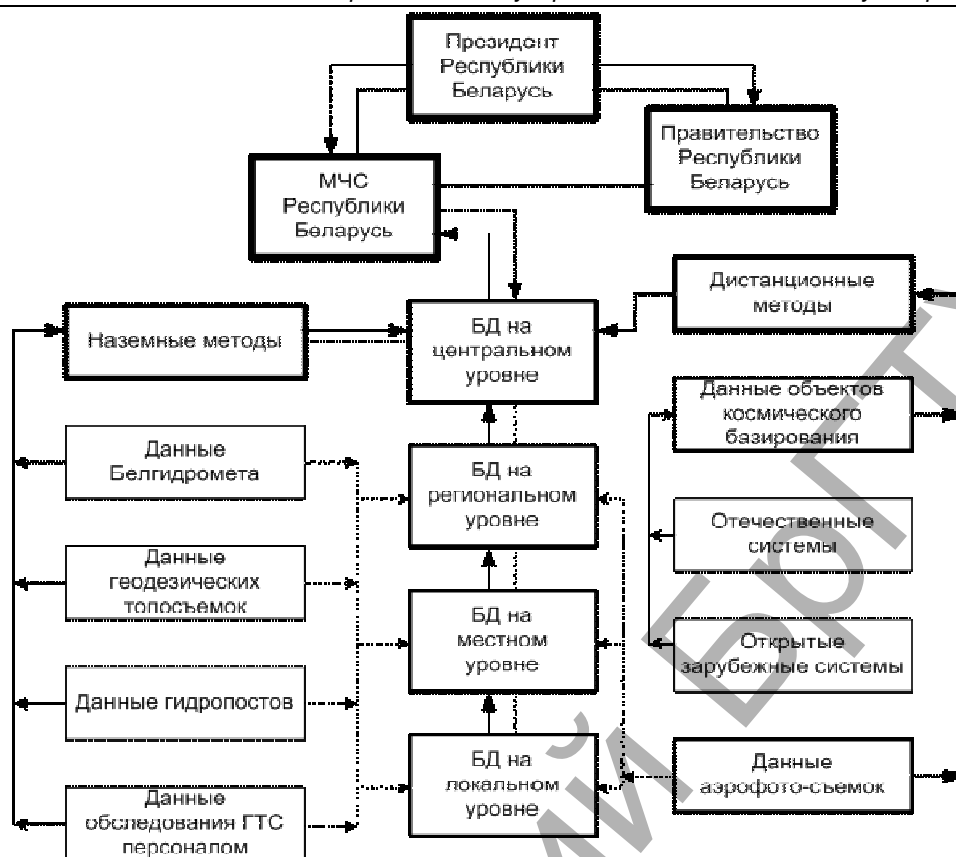


Рисунок 4 – Структура системы мониторинга

Опасность нанесения экономического, экологического ущерба, а также опасность для жизни и здоровья людей, связанная с состоянием конструкций очистных сооружений на сегодняшний день в Республике Беларусь, диктует необходимость создания и внедрения на практике комплексной системы мониторинга. Разрабатываемая экспериментальная система мониторинга будет служить основой для принятия управленческих решений, с целью предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций на очистных сооружениях, а также минимизации ущерба в случае аварий на них.

Структура, задачи и взаимодействие с другими государственными институтами системы мониторинга. Первостепенной задачей системы мониторинга будет предотвращение различного вида аварий на очистных сооружениях. Второй задачей данной системы будет минимизация затрат на принятие управленческих решений по устранению аварий на очистных сооружениях страны. Предполагается, что разрабатываемые научно-методические основы ведения мониторинга, программно-алгоритмическое обеспечение и приборное обеспечение системы мониторинга являются инструментом, который позволит осуществлять диагностику и контроль состояния основных конструкций очистных сооружений. Комплексная система мониторинга позволит внедрить новые инновационные подходы к процессу контроля факторов риска для прогнозирования потенциальной опасности для конструкций очистных сооружений.

Для информационного обеспечения мониторинга каждого конкретного сооружения по очистке сточных вод будет создана специализированная база данных (БД), куда будут занесены все основные характеристики сооружений, по которым производятся контрольные измерения, а также данные об их состоянии в реальном режиме времени. Представленная информация в обработанном виде будет представляться и визуализироваться с использованием геоинформационных (ГИС) технологий и средств 3D-графики.

Предполагается, что структура предлагаемой системы мониторинга на искусственных водных объектах, к которым относятся пруды биологической очистки, а точнее - доочистки сточных вод будет состоять из четырех уровней (рис. 4):

- центрального, или республиканского;
- регионального, или областного;
- местного, или районного;
- локального, или объектового.

Связь различных уровней должна осуществляться автоматически на основе использования универсальных (общепринятых, стандартных) форматов обмена данными, а также обменом стандартного комплекта карт и характеристик.

Основными потребителями информации о риск-ситуациях являются: Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь, Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Минздрав, Правительство, а при необходимости – Президент Республики Беларусь [5].

Субъектами мониторинга и прогнозирования аварийных ситуаций на очистных сооружениях являются МЖКХ, подразделения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) и МЧС Республики Беларусь.

Один из элементов системы мониторинга и прогнозирования опасных (стихийных) гидрологических явлений – комиссия по чрезвычайным ситуациям соответствующих уровней (республиканский, территориальный, местный и объектовый).

К организациям, осуществляющим прогнозирование масштабов аварийных ситуаций и их возможных последствий, принимающим участие в планировании, подготовке и реализации мероприятий, направленных на защиту населения и территорий, предотвращение или снижение экономического ущерба, относятся также следующие подразделения МЧС Республики Беларусь:

- республиканский центр управления и реагирования на ЧС при МЧС;
- автоматизированная информационно-управляющая система чрезвычайных ситуаций (сбор и передача информации, выработка предложений и передача управленческих решений органам и подразделениям ГСЧС, наблюдение и контроль за радиационной экологической и гидрометеорологической обстановкой);

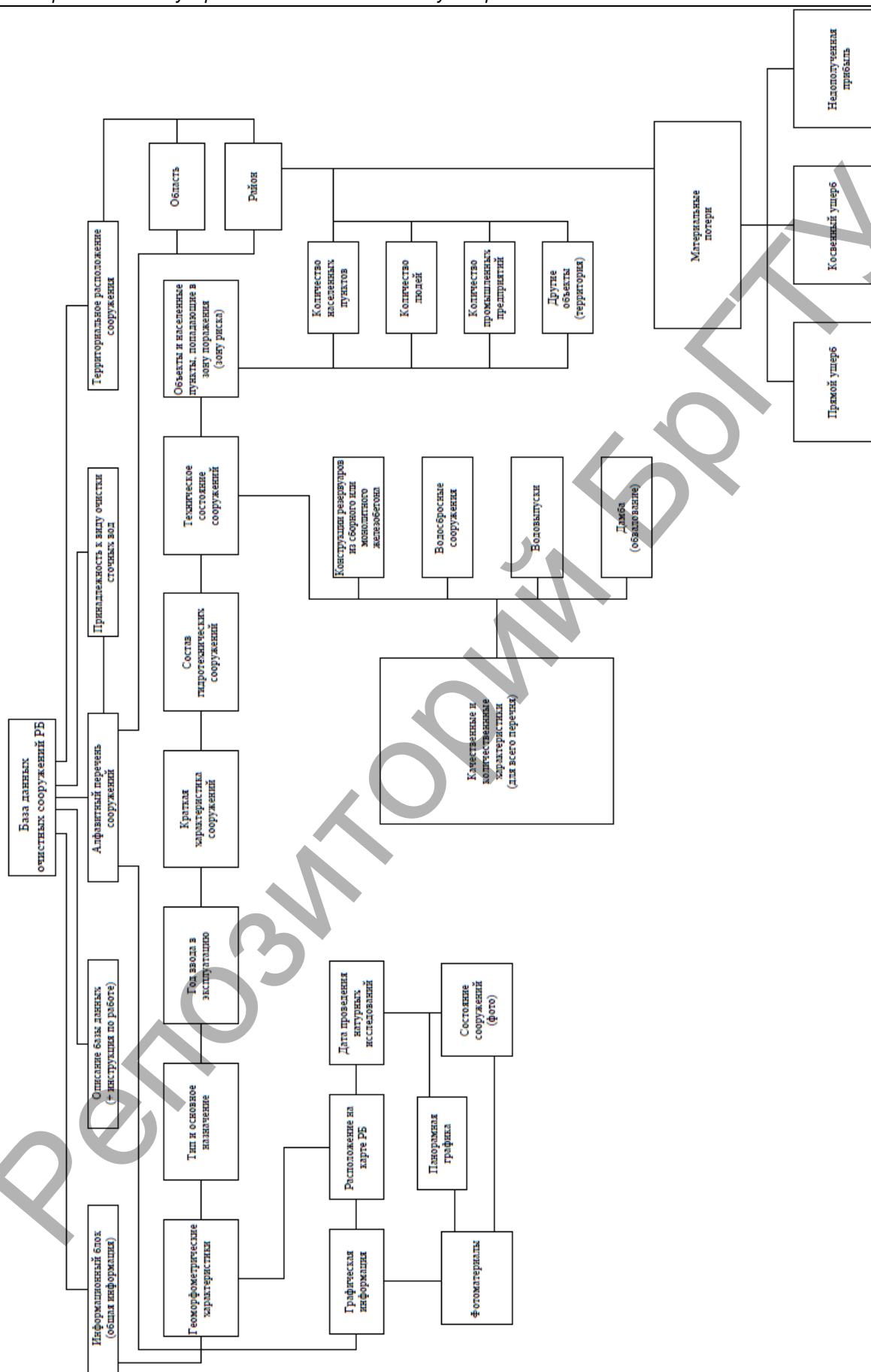


Рисунок 5 – Структура и алгоритм функционирования базы данных системы мониторинга

- научно-исследовательские организации, занимающиеся прогнозированием опасных гидрологических явлений;
- дежурно-диспетчерские службы организаций [6].

Геоинформационные системы. Решение сложных задач в области прогнозирования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций обуславливает необходимость работать с большими объемами пространственно-временных и предметно ориентированных данных, в условиях переизбытка, многоаспектности, разнотипности поступающей оперативной информации. Поэтому хранение оперативной предварительно структурированной и агрегированной информации, получаемой по каналам связи с контрольно-измерительного оборудования, установленного в контрольных точках на гидротехнических сооружениях биологических прудов, является важной задачей.

База данных системы мониторинга. База данных комплексной системы мониторинга является одной из основных составляющих частей системы. Она представляет собой массивы систематизированной информации, благодаря которой возможно комплексно оценить состояние того или иного сооружения, выполнить прогноз возможных деформаций, необходимый для принятия правильного управленческого решения, необходимого для службы эксплуатации очистными сооружениями. База данных системы мониторинга может дополнительно включать в себя наземные измерения (обследования), он-лайн информацию белорусского центра метеорологии, статистику опроса, данные дистанционного зондирования земли и другая информация. Предлагаемая структура базы данных и алгоритм ее функционирования представлены на рисунке 5.

Основными блоками являются: информационный блок, описание базы данных, алфавитный перечень сооружений, принадлежность к виду очистки сточных вод, территориальное расположение сооружения.

Заключение. Исходя из вышесказанного, следует сделать вывод, что на сегодняшний момент действительно существует опасность возникновения риск-ситуаций на очистных сооружениях Республики Беларусь. Полноценный контроль за состоянием сооружений, особенно местных и локальных, практически отсутствует. Одним из потенциальных подходов для решения проблемы контроля

может быть комплексная система мониторинга состояния очистных сооружений. Для реализации этой задачи разработан алгоритм и структура информационного обеспечения такой системы применительно к биологическим прудам как одному из элементов очистных сооружений. Реализация системы мониторинга очистных сооружений должна выполняться поэтапно с учетом специфики объектов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Левкевич, В. Е. Экологический риск – закономерности развития, прогноз и мониторинг / В. Е. Левкевич – Минск : ИООО «Право и экономика», 2004. – 152 с.
2. Информационный сайт [Электронный ресурс] / Очистка сточных вод в биологических прудах в условиях Йемена – Москва, 1999. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com/> – Дата доступа : 19.11.2016.
3. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Общие положения. Порядок функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций : ТКП 304-2011. Введен 08.04.2011. – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2011.
4. Инструкция о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера – Введен 01.06.03. – Минск : Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2003. – 92 с.
5. Ляпичев, Ю. П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений / Ю. П. Ляпичев. – М. : РУДН, 2008. – 222 с.
6. Левкевич, В. Е. Использование природные аналогов при определении мероприятий по защите размываемых берегов и верховых откосов напорных сооружений // Проблемы комплексного использования, мелиорации и охраны водно-земельных ресурсов. – М. : ЦБНТИ, Минводхоз СССР. Деп. № 593-05.1987. – 5 с.
7. Информационный сайт [Электронный ресурс] / Геоинформационные системы – Минск, 2015. – Режим доступа : <http://www.bseu.by/it/GIS/default.htm> – Дата доступа : 18.09.2017.

Материал поступил в редакцию 18.02.2019

LEVKEVICH V. E., LOSITSKY V. A. Justification of the structure of the monitoring system of the state of urban wastewater treatment plants

In the Republic of Belarus, biological ponds and irrigation and filtration fields are widely used as biological treatment facilities. The application of this method since the beginning of our century has shown that this method is the most accessible, compared with physico-chemical or biological in artificial conditions, etc. Ease of operation, low operating costs, reliability have made this method of wastewater treatment the most common. assessment of the state of potential hazard objects requires the availability of objective information on the technical condition of the said structures and engineering systems. Such information can only be obtained by creating a system for monitoring the state of treatment facilities. The considered problem is particularly relevant in view of the occurrence of emergency situations in the environment with significant damage to the environment and the economy of the country's regions.

УДК 628.3

Житенёв Б. Н., Сенчук Д. Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БРИКЕТИРОВАННОГО ТОРФА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Введение. На большинстве предприятий, выпускающих изделия, содержащие металлы, предусмотрены технологические процессы нанесения защитных покрытий, во многих случаях используется цинкование, хромирование, никелирование, омеднение и т. п. В результате образуются высокотоксичные воды, содержащие ионы тяжелых металлов: цинка, хрома, никеля, меди, железа и др.

Сброс их в коммунальную систему водоотведения приводит к неизбежному транзиту в водотоки – приемники сточных вод, поскольку на сооружениях биологической очистки эффект удаления составляет от 20 до 65 % в зависимости от природы катиона. Для очистки таких вод применяются реагентные, электрохимические и ионообменные методы. Значения предельно допустимых концентраций (ПДК) ионов тяжелых металлов для сброса в коммунальные системы водоснабжения посто-

янно ужесточаются, что вызывает необходимость более глубокой очистки таких сточных вод. Это может быть достигнуто использованием ионообменных методов, очистка может осуществляться на природных или синтетических сорбентах. При этом происходит обмен находящихся в растворе ионов тяжелых металлов на ионы водорода, натрия или калия, изначально закрепленных на матрице сорбента. Невысокая стоимость, доступность, экологическая безопасность объясняют возрастающее количество научных публикаций, посвященных очистке сточных вод с помощью торфа. Так, в работе [1] обоснована возможность очистки концентрированных вод, содержащих металлы, торфяными препаратами. Показано, что в зависимости от условий формирования можно получать металлугминовые комплексы с преобладающим содержанием определенных металлов, что позволяет их концентрировать и рекуперировать.

Сенчук Дарья Дмитриевна, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета, e-mail : senchuk.d.d@mail.ru.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология