

DOI 10.15593/2409-5125/2015.04.08

УДК 502.656

**В.А. Алексеев, В.П. Усольцев,
С.И. Юран, Н.А. Девятов**

Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИДА И СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Проведены исследования динамических изменений оптической плотности жидких сред, на основе которых разработана методика и аппаратура для идентификации вида и степени загрязнений сточных вод крупных предприятий, функционирующих в условиях городской среды, позволяющих в режиме реального времени фиксировать и устранять попадание аварийных выбросов в систему очистки. На основании проведенного анализа априорных статистических данных для различных жидких сред и видов загрязнений, спектральных характеристик оптоэлектронной техники выбраны источники и приемники оптического излучения для адаптивного контроля загрязнений наиболее распространенных видов, возникающих в результате аварийных выбросов. Экспериментально обоснованы критерии возвращения очищенных сточных вод в технологические процессы в зависимости от нормативных требований промышленного производства, учитывающих особенности технологии, технической оснащенности производства, а также требований к качеству выпускаемой продукции, назначения используемой воды. На основании оригинального технического решения разработана схема автоматизации устранения аварийных выбросов сложного состава, применение которой позволит повысить надежность и долговечность технологического оборудования и, в результате, качество выпускаемой продукции.

Ключевые слова: аварийный выброс, автоматизация анализа, степень загрязнения, изменение оптической плотности, сточные воды.

Трудно переоценить роль воды в нашей жизни, улучшении здоровья людей, росте экономического благосостояния предприятий [1]. К сожалению, природная вода в большинстве случаев загрязнена множеством соединений, концентрации которых часто превышают предельно допустимые нормы [2]. В связи с этим контроль качества воды играет важную роль в жизни человеческого общества. В настоящее время контроль качества воды становится проблемой медицинской, географической, социальной, политической, а также инженерной и экономической [3].

Сильно влияют на загрязнение воды сточные воды промышленных предприятий. Современное развитие промышленности, энергетики, коммунального хозяйства и других видов человеческой деятельности связано с необходимостью использования чистой воды и последующего сброса загрязненной воды. Учет рисков сверхнормативных сбросов, превышающих допустимый уровень загрязнений в десятки раз, практически не проводится в отраслях, связанных с интенсивным природопользованием (металлургия, горная, химическая, нефтехимическая промышленность и т.д.). От качества используемой в техпроцессе воды зависит качество выпускаемой продукции, надежность, исправность и долговечность технологического оборудования [4, 5].

Постоянно возрастающие объемы сточных вод, увеличивающееся количество видов и степени загрязнений существенно осложняют решение вопросов минимизации экологических рисков и управления экологической обстановкой в крупных городах. Если промышленные предприятия расположены в черте населенного пункта или поблизости от него, то источником их водоснабжения служит городской водопровод, сточные воды предприятия направляются в городскую канализацию. Вопросы совершенствования структуры системы управления сточными водами, ее функционирования в городской среде в условиях наличия крупных предприятий, рационализация межотраслевых взаимодействий в указанной сфере требуют дальнейшего изучения и обобщения [6].

Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами и выбросами производства. Количественный и качест-

венный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов.

Для технологических целей предприятия используют воду:

- для охлаждения оборудования, сырья и производимой продукции,

- в качестве транспортирующей среды,
- для растворения реагентов, используемых в производстве,
- для получения пара.

Область применения воды с очистных сооружений определяется органолептическими, токсикологическими и эпидемиологическими показателями. Использование воды с водозаборов, открытых водоемов, городских сточных вод часто вызывает определенные трудности. В современных условиях вода, как правило, загрязнена и требует доочистки. Однако в зависимости от химического состава воды, обработка ее обеззараживающими веществами может привести к увеличению степени ее токсичности и непригодности. Применяемые схемы очистки на промышленных предприятиях должны ориентироваться на нужды конкретного производства и обеспечивать максимальное использование очищенных вод в основных технологических процессах и минимальный их сброс в открытые водоемы, что определяет конкретные виды и уровни загрязнений, подлежащие идентификации и удалению [7].

Создание систем водного хозяйства промышленных предприятий начинается с определения научно обоснованных требований к качеству воды, используемой во всех технологических процессах. Для обеспечения санитарно-гигиенической и токсикологической безопасности на предприятиях целесообразно проводить комплексные исследования для разработки оптимальных схем анализа загрязнений сточных вод.

Сложный физико-химический состав сточных вод, разнообразие содержащихся в них соединений и их взаимодействие усложняют выбор структуры очистных сооружений и систем контроля наличия загрязнений. Создание таких систем на предприятиях зависит от особенностей технологии, технической оснащенности, требований к качеству получаемой продукции и используемой воды и т.д.

Возвращение очищенных сточных вод в технологические процессы промышленного производства позволяет размещать эти объекты в районах с ограниченными водными ресурсами, обладающими благоприятными экономико-географическими условиями. Такое инженерно-экологическое направление является наиболее прогрессивным и перспективным, позволяя одновременно решать проблемы водоотведения и охраны окружающей среды [8–10].

Первостепенное значение имеет разработка теоретических и методических основ управления сточными водами с учетом социально-экологического и экономического потенциала крупных предприятий.

В настоящее время возникла необходимость разработки новых методов оценки и повышения эффективности санитарно-эпидемиологического анализа сточных вод. Целью настоящей работы является разработка и исследование методов идентификации вида и степени аварийных залповых загрязнений в технологическом процессе промышленного производства в зависимости от технологических направлений использования воды.

Для повышения достоверности санитарно-эпидемиологического анализа сточных вод разработана схема автоматизации с использованием теории вероятности, математической статистики, теории массового обслуживания. Функционирование очистных сооружений математически представлено в виде реальной системы, исследование которой позволяет получать информацию о качестве контроля сточных вод и, следовательно, повысить достоверность санитарно-эпидемиологического анализа сточных вод [11].

Чтобы определить состав сточных вод, необходимо сделать множество различных химических и санитарно-бактериологических анализов. Для оценки бытовых сточных вод делают санитарно-химические анализы полного и сокращенного типа. Полный санитарно-химический анализ – это условное понятие, поскольку проведение даже нескольких десятков исследований не позволяет получить исчерпывающее представление обо всем множестве составляющих сточной воды.

Существующие методы анализа сточных вод, как правило, требуют применения сложной аппаратуры и значительного времени для проведения анализа, что не всегда возможно в производственных условиях. Это не позволяет в режиме реального времени фиксировать и устранять попадание аварийного выброса в систему очистки.

В ряде случаев загрязняющие вещества могут быть более легкими, чем вода. Жиры, масла, нефть, смолы и др. образуют аварийный выброс в виде «сгустка» неоднородной жидкости, оптическая плотность которого отличается от оптической плотности контролируемой среды. К аналогичному эффекту приводят процессы коагуляции и флокуляции, воздействующие на взвешенные в воде коллоидные частицы. Сгусток может содержать включения различной оптической плотности, состоять из нескольких составляющих неопределенной формы, разделенных небольшим количеством контролируемой среды.

Такие сгустки возникают в аварийной ситуации, вызванной отказами, разгерметизацией технологического оборудования, авариями и разрушением хранилищ, авариями, возникающими при транспортировке нефти и газа, ошибками и техническими неполадками в процессе бурения и эксплуатации скважин и т.д. Это приводит к попаданию загрязняющих веществ в систему канализации, как правило, не предназначенную для очистки воды от больших объемов таких веществ. При наличии в системе очистки фильтров последние могут выйти из строя, что приведет к эмиссии загрязнений в водоток (водоем). Поэтому, если аварийный выброс представляет собой описанный выше сгусток, то после обнаружения такого загрязнения его необходимо отделить и направить либо в отстойник, либо на устройства грубой очистки.

Существование корреляционных связей между оптической плотностью и другими параметрами, характеризующими содержание и виды загрязнений, является предпосылкой разработки аппаратуры для контроля загрязнения сточных вод. Для больших станций очистки крупных предприятий предлагаемый подход достаточно перспективен. В этом случае оптическая плотность

будет пропорционально связана с видом и содержанием загрязнений.

Для того чтобы аппаратура контроля подтвердила факт наличия загрязнений сточных вод и их виды, параметры зарегистрированных процессов (изменение оптической плотности при определенной длине волны излучения) должны соответствовать истинным параметрам загрязнений (виду и степени загрязнений). Обозначим R – параметры загрязнения (вид и уровень), R_i – идентификационные параметры изменения оптической плотности при определенной длине волны излучения, зарегистрированные аппаратурой контроля, X_1, X_2, \dots, X_i – виды загрязнений, Y_1, Y_2, \dots, Y_i – уровни загрязнений, i – количество загрязнений, f – функция, связывающая параметры регистрируемых процессов с параметрами загрязнения. Тогда для любого i должно выполняться соотношение

$$R = f \{R_i (X_1, X_2, \dots, X_i, Y_1, Y_2, \dots, Y_i)\}.$$

Выполнение этого соотношения показывает, что загрязнение установленного вида и степени действительно произошло. Реально для системы распознавания нужно выбрать лишь наиболее существенные критерии идентификации с точки зрения увеличения вероятности правильного решения. Для того чтобы определить, выполняется ли то или иное соотношение, нужно знать кроме параметров загрязнения (которые неизвестны) также степень влияния на результаты анализа мешающих факторов. Из-за недостатка репрезентативных статистических данных об отказах, ошибках и технических неполадках в технологическом процессе, авариях на объектах-аналогах, уникальности производственных циклов, отсутствии исчерпывающих исходных данных о производстве, условиях размещения и эксплуатации оборудования, специфичности технологического оборудования это лучше сделать экспериментально.

Как следует из спектральных характеристик возможных загрязнений, измеряя величину оптической плотности сточной воды на определенной длине волны и сопоставляя эту величину со значениями нормируемых показателей, характерных для конкретного загрязнения, можно установить уровни оптической

плотности, соответствующие наличию загрязнений в сточной воде, и по величине этого показателя оперативно контролировать содержание и виды загрязнений в сбрасываемых стоках и оперативно задавать схему и технологию очистки в соответствии с нормативными требованиями направления использования оборотной воды.

Для повышения достоверности, объективности и оперативности анализа сточных вод разработаны «Методика тестирования неоднородных жидких оптических сред» [12] и «Методика формирования базы данных кривых измерения оптической плотности неоднородных жидких сред» [13]. На основании обобщенной вероятностной математической модели поступления сточных вод на очистные сооружения при залповых сбросах разработана лабораторная установка контроля изменений оптической плотности жидких сред, позволяющая идентифицировать аварийные выбросы в системах фильтрации сточных вод в явно выраженных условиях многомерности и неопределенности [14].

В процессе работы лабораторной установки были получены результаты, представленные на рис. 1 и 2, где показаны графики изменения оптической плотности при штатном состоянии системы фильтрации (загрязнений нет) и при аварийной ситуации (есть загрязняющий выброс). Амплитуда сигнала соответствует уровню загрязнения.

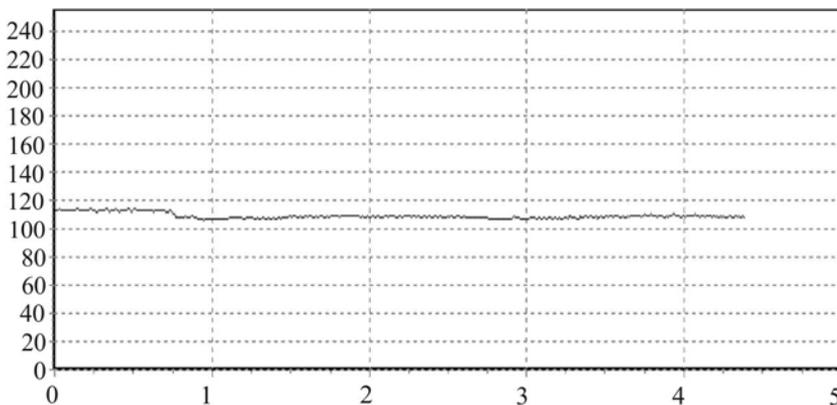


Рис. 1. Изменение оптической плотности при штатном состоянии системы (отсутствие выброса)

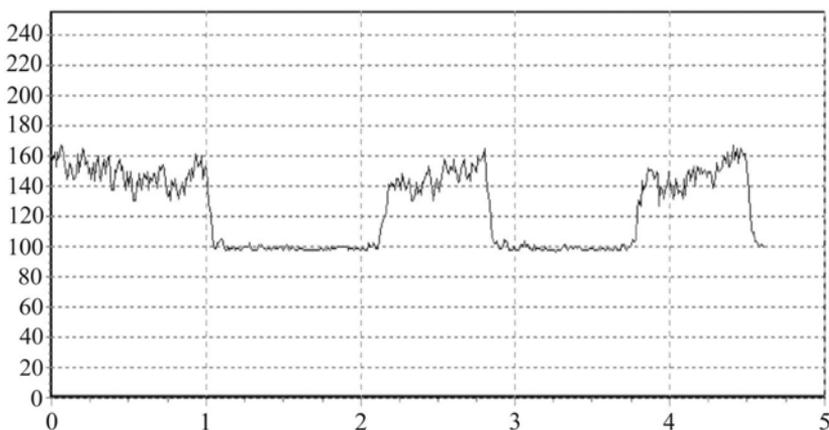


Рис. 2. Изменение оптической плотности при загрязняющем выбросе

Показатель оптической плотности в видимой (длина волны 0,4–0,72 мкм) области спектра электромагнитного излучения является оригинальным специфическим оптическим параметром, характеризующим содержание примесей в сточных водах из-за наименьшей оптической плотности воды в этой области спектра. Чтобы корректно интерпретировать экспериментальные значения показателя оптической плотности, получаемые на каждой конкретной станции очистки, проведены теоретические и экспериментальные исследования, определены корреляционные зависимости, позволяющие установить уровни величин показателя оптической плотности, соответствующие различным видам, уровням и степени загрязнений сточных вод и наличию остаточных следов загрязнений.

Априорные данные, полученные при анализе различных видов загрязнений, свидетельствует о том, что показатель оптической плотности, так же как и показатель уровня загрязнений, объективно характеризует качество очистки сточных вод. С уменьшением концентрации загрязнений уменьшается, как правило, величина оптической плотности и, наоборот, большим значениям загрязнений соответствуют в целом и более высокие значения оптической плотности.

На рис. 3 представлена разработанная на базе патента [15] схема автоматизации анализа сточных вод с загрязнениями

сложного состава, в результате которого определяются направления использования очищенной воды.

При выбросе загрязнения определенного вида *1* в систему канализации *2* универсальный оптоэлектронный датчик *3* вырабатывает сигнал, пропорциональный уровню загрязнения, поступающий на главный процессор *5*. В главном процессоре *5* по соответствующей программе происходит сравнение уровня сигнала с предельно допустимым уровнем.

В случае достижения или превышения этого уровня выдается команда на активизацию специализированных оптоэлектронных датчиков *4*, каждый из которых имеет определенную частоту оптического излучения и приема, соответствующую конкретному виду загрязнения, а также специализированных контроллеров *6*, переключающих основные заслонки *8*. После выделения определенного вида загрязнения соответствующим специализированным оптоэлектронным датчиком *4*, специализированный контроллер *6* посылает управляющий сигнал на одну из основных заслонок *8* и вода, имеющая повышенный уровень определенного вида загрязнения, через дополнительные заслонки *9* поступает в дополнительные узлы очистки *11*.

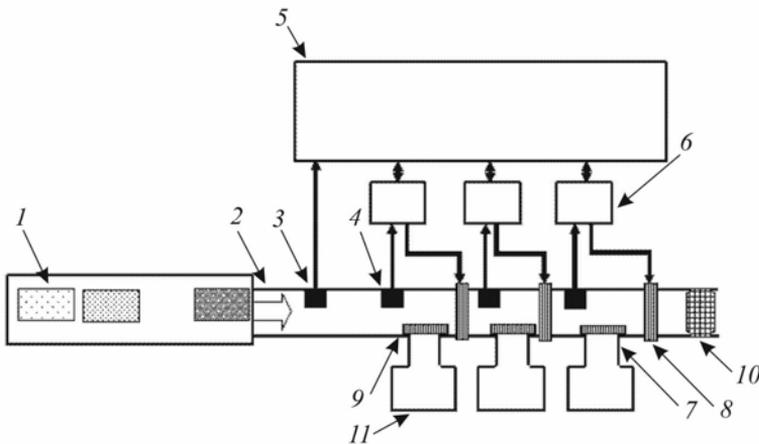


Рис. 3. Схема автоматизации устранения аварийных выбросов сложного состава

Загрязненная вода либо вновь поступает на специализированные этапы очистки, либо определенным образом утилизируется. После того как загрязнение протечет, универсальный опто-

электронный датчик 3 направляет сигнал в главный процессор 5, управляющим сигналом возвращает специализированные оптоэлектронные датчики 4, основные заслонки 8, дополнительные заслонки 9 в исходное состояние и вода поступает на основные устройства очистки, фильтры 10 и далее в технологические процессы производства.

Введя дополнительный универсальный оптоэлектронный датчик, расположенный на заданном расстоянии от первого, можно определить скорость течения жидкости и, следовательно, скорость перемещения и время переключения заслонок. С учетом возможного загрязнения оптического тракта установки изначально заданный допустимый уровень загрязнения автоматически корректируется. При срабатывании нескольких специализированных оптоэлектронных датчиков 4, управляющий сигнал на одну из основных заслонок 8 блокируется. Таким образом, установка позволяет выделять сгустки загрязняющих веществ от различных аварий, имеющие различную заранее известную оптическую плотность, и своевременно направлять их на соответствующие фильтры очистки.

Проведение дополнительных экспериментов позволит разрабатывать и настраивать оптоэлектронные датчики с оптимальным спектральным диапазоном для выделения и контроля конкретных видов загрязнителей, имеющихся в сточных водах конкретного предприятия, моделировать количество и места их установки таким образом, что при конструировании датчиков не понадобится проведение трудоемких экспериментов. Достоинствами предложенной схемы автоматизации является ее универсальность.

Предложенная в работе схема автоматизации оптического контроля множества загрязняющих веществ в виде сгустков от различных аварий позволяет идентифицировать вид и степень загрязнений, повысить надежность и достоверность обнаружения аварийных выбросов загрязняющих веществ в составе протекающей жидкости и их устранение за счет прогнозирования появления загрязнений и работы самой системы. В результате снижается риск попадания загрязняющих выбросов в систему фильтрации, что приводит к увеличению срока службы фильтров,

находящихся в основном канале движения водной среды, к существенному повышению качества очистки воды и безопасности ее использования при возвращении очищенных сточных вод в технологические процессы промышленного производства. Кроме того, снижается количество технической («чистой») воды, уходящей в отстойники, как до, так и после окончания прохождения загрязнения, что позволяет уменьшить объем отстойников и тем самым снизить затраты на очистку (утилизацию) содержимого.

Проведенные исследования показали, что при создании систем управления аварийными сбросами в технологическом процессе очистки сточных вод крупных предприятий, функционирующих в условиях городской среды, для успешного выявления и устранения аварийных ситуаций необходимо идентифицировать виды и степень загрязнений для возвращения очищенных сточных вод в технологические процессы промышленного производства, а также необходимо учитывать вероятность появления аварийных выбросов и существование корреляционных связей между оптической плотностью и другими параметрами, характеризующими содержание и виды загрязнений.

Библиографический список

1. Горшков М.В. Экологический мониторинг: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.
2. Пат. 2322399 РФ, МПК C02F 3/32. Способ очистки сточных вод от аммонийных солей, нитратов и нитритов / Вайсман Я.И., Калинина Е.В., Рудакова Л.В. – № 2006123595/13; заявл. 03.07.2006; опубл. 20.04.2008.
3. Габричидзе Т.Г. Основы комплексной системы безопасности критически важных (потенциально опасных) объектов муниципального и регионального уровней: моногр. – Самара: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2011. – 391 с.
4. Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И. Управление аварийными сбросами в технологическом процессе очистки сточных вод предприятия // Приборостроение – 2012: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: Изд-во Бел. нац. техн. ун-та, 2012. – С. 5–6.
5. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учеб. пособие. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. – 736 с.
6. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Разработка теоретических и методических основ управления аварийными сбросами в технологическом процессе очистки сточных вод в контексте социоэколого-экономической системы крупного предприятия // Приборостроение – 2014: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: Изд-во Бел. нац. техн. ун-та, 2014. – С. 20–22.

7. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Идентификация аварийных выбросов в системах фильтрации сточных вод в явно выраженных условиях многомерности и неопределенности // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2013. – № 2(22). – С. 173–177.

8. Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И. Установка мониторинга загрязнения сточных вод // Измерения в современном мире – 2011: сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 72–74.

9. Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И. Автоматическая установка для устранения аварийного выброса в системах фильтрации сточных вод // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2011. – № 2(18). – С. 239–243.

10. Пат. 113845 РФ, МПК G01N 21/00. Устройство устранения аварийного выброса / Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И., Перминов А.С. – № 2011144701/28 (067035); заявл. 03.11.2011; опубл. 27.02.2012.

11. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Обобщенная вероятностная математическая модель поступления сточных вод на очистные сооружения при залповых сбросах // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2014. – № 1(23). – С. 108–113.

12. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Методика тестирования неоднородных жидких оптических сред // Приборостроение в XXI веке – 2013. Интеграция науки, образования и производства: сб. материалов IX Всерос. науч.-техн. конф. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2014. – С. 349–353.

13. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И. Методика формирования базы данных кривых изменения оптической плотности неоднородных жидких сред // Приборостроение в XXI веке – 2013. Интеграция науки, образования и производства: сб. материалов IX Всерос. науч.-техн. конф. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2014. – С. 354–357.

14. Черных Н.А., Усольцев В.П. Режимы мониторинга загрязнения сточных вод производства на лабораторной установке // Приборостроение в XXI веке – 2012. Интеграция науки, образования и производства: материалы VIII Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2012. – С. 332–334.

15. Пат. 153362 РФ. Устройство устранения аварийного выброса / Алексеев В.А., Девятов Н.А., Юран С.И., Усольцев В.П. – № 2014141487; заявл. 14.10.2014; зарег. в Гос. реестре ПМ РФ 18.06.2015.

References

1. Gorshkov M.V. *Ekologicheskij monitoring [Ecological monitoring]*. Vladivostok: Publishing House of Pacific State Economic University, 2010. 313 p.

2. Vajsman Ya.I., Kalinina Ye.V., Rudakova L.V. *Sposob ochistki stochnykh vod ot ammonijnykh solej, nitratov i nitritov [Method of sewage treatment from ammonium salts, nitrates and nitrites]*. Patent No. 2322399 RF. 2008.

3. Gabrichidze T.G. *Osnovy kompleksnoj sistemy bezopasnosti kriticheski vaznykh (potentsialno opasnykh) obektov munitsipalnogo i regionalnogo urovnej [Bases of complex system of safety of crucial (potentially dangerous) objects of municipal and*

regional levels]. Samara: Publishing House of the Samara Center of Science of the Russian Academy of Sciences, 2011. 391 p.

4. Alekseev V.A., Kozachenko Ye.M., Yuran S.I. Upravlenie avarijnymi sbrosami v tekhnologicheskom protsesse ochistki stochnykh vod predpriyatiya [Management of emergency dumps in technological process of sewage treatment of the enterprise]. *Materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Priborostroenie–2012»*. Minsk: Publishing House of Belarusian National Technical University, 2012, pp. 5–6.

5. Novikov Yu.V. Ekologiya, okruzhayushchaya sreda i chelovek [Ecology, environment and the person]. Moscow: Publishing House of FAIR-PRESS, 2005. 736 p.

6. Alekseev V.A., Usoltsev V.P., Yuran S.I. Razrabotka teoreticheskikh i metodicheskikh osnov upravleniya avarijnymi sbrosami v tekhnologicheskom protsesse ochistki stochnykh vod v kontekste sotsio-ekologo-ekonomicheskoy sistemy krupnogo predpriyatiya [Working out of theoretical and methodical bases of management by emergency dumps in technological process of sewage treatment in a context of sotsio-ekologo-economic system of the large enterprise]. *Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Priborostroenie–2014»*. Minsk: Publishing House of Belarusian National Technical University, 2014, pp. 20–22.

7. Alekseev V.A., Usoltsev V.P., Yuran S.I. Identifikatsiya avarijnnykh vybrosov v sistemakh filtratsii stochnykh vod v yavno vyrazhennykh usloviyakh mnogomernosti i neopredelennosti [Identification of accidental releases in the filtration systems of wastewater expressed in conditions of multidimensionality and uncertainty]. *Intellektualnye sistemy v proizvodstve*, 2013, no. 2(22), pp. 173–177.

8. Alekseev V.A., Kozachenko Ye.M., Yuran S.I. Ustanovka monitoringa zagryazneniya stochnykh vod [Installation of monitoring of pollution of sewage]. *Sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Izmereniya v sovremennom mire – 2011»*. Saint Petersburg: Publishing House of Polytechnical University, 2011, pp. 72–74.

9. Alekseev V.A., Kozachenko Ye.M., Yuran S.I. Avtomaticheskaya ustanovka dlya ustraneniya avariynogo vybrosa v sistemakh filtratsii stochnykh vod [Automatic installation for elimination of emergency emission in systems of a filtration of sewage]. *Intellektualnye sistemy v proizvodstve*, 2011, no. 2(18), pp. 239–243.

10. Alekseev V.A., Kozachenko Ye.M., Yuran S.I., Perminov A.S. Ustrojstvo ustraneniya avariynogo vybrosa [The device of elimination of emergency emission]. Patent No. 113845 RF. IPC: G01N 21/00. 2012.

11. Alekseev V.A., Usoltsev V.P., Yuran S.I. Obobshchennaya veroyatnostnaya matematicheskaya model postupleniya stochnykh vod na ochistnye sooruzheniya pri zalpovykh sbrosakh [The generalized likelihood mathematical model of receipt of sewage on treatment facilities at volley dumps]. *Intellektualnye sistemy v proizvodstve*, 2014, no. 1(23), pp. 108–113.

12. Alekseev V.A., Usoltsev V.P., Yuran S.I. Metodika testirovaniya neodnorodnykh zhidkikh opticheskikh sred [Technique of testing of non-uniform liquid optical environments]. *Sbornik materialov IX Vserossiyskoj nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Priborostroenie v XXI veke – 2013. Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva»*. Izhevsk: Publishing House of Izhevsk State Technical University, 2014, pp. 349–353.

13. Alekseev V.A., Usoltsev V.P., Yuran S.I. Metodika formirovaniya bazy dannykh krivykh izmeneniya opticheskoy plotnosti neodnorodnykh zhidkikh sred [Technique of for-

mation of a database of curves of change of optical density of non-uniform liquid environments]. *Sbornik materialov IX Vserossiyskoj nauchno-tekhnicheskoj konferentsii «Priborostroenie v XXI veke – 2013. Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva»*. Izhevsk: Publishing House of Izhevsk State Technical University, 2014, pp. 354–357.

14. Chernykh N.A., Usoltsev V.P. Rezhimy monitoringa zagryazneniya stochnykh vod proizvodstva na laboratornoj ustanovke [Modes of monitoring of pollution of sewage of manufacture on laboratory installation]. *Materialy VIII Vserossiyskoj nauchno-tekhnicheskoj konferentsii «Priborostroenie v XXI veke – 2012. Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva»*. Izhevsk: Publishing House of Izhevsk State technical University, 2012, pp. 332–334.

15. Alekseev V.A., Devyatov N.A., Yuran S.I., Usoltsev V.P. Ustroystvo ustraneniya avariynogo vybrosa [The device of elimination of emergency emission]. Patent No. 153362 RF. IPC G01N 15/06. 2015.

Получено 30.10.2015

V. Alekseev, V. Usoltsev, S. Yuran, N. Devyatov

IDENTIFICATION OF THE KIND AND DEGREE OF POLLUTION OF SEWAGE IN TECHNOLOGICAL PROCESS OF INDUSTRIAL PRODUCTION

Conducted research of dynamic changes of optical density of liquid environments on which basis the technique and equipment is developed for identification of a kind and degree of pollution of sewage of the large enterprises functioning in the conditions of the city environment are carried out, allowing in a mode of real time to fix and eliminate hit of emergency emissions in clearing system. On the basis of the spent analysis of aprioristic statistical data for various liquid environments and kinds of pollution, spectral characteristics optoelectronic technicians are chosen sources and receivers of optical radiation for the adaptive control of pollution of the most widespread kinds resulting emergency emissions, criteria of returning of the cleared sewage in technological processes depending on the standard requirements of industrial production considering features of technology, technical equipment of manufacture, requirements to quality of let out production, appointment of used water are experimentally proved. On the basis of the original technical decision the scheme of automation of elimination of emergency emissions of the difficult structure which application will allow to raise reliability, serviceability and durability of the process equipment and, as a result, quality of let out production is developed.

Keywords: emergency emission, automation of analysis, pollution degree, the change in optical density, sewage.

Алексеев Владимир Александрович (Ижевск, Россия) – д-р техн. наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, e-mail: alekseevv@istu.ru).

Усольцев Виктор Петрович (Ижевск, Россия) – канд. техн. наук, ведущий инженер-электроник Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, e-mail: vpusoltcev@mail.ru).

Юран Сергей Иосифович (Ижевск, Россия) – д-р техн. наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, e-mail: yuran-49@yandex.ru).

Девятков Никита Александрович (Ижевск, Россия) – аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, e-mail: scorp32@mail.ru).

Alekseev Vladimir (Izhevsk, Russian Federation) – Doctor in Technical Sciences, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University (426069, Izhevsk, Studencheskaya str., 7, e-mail: alekseevv@istu.ru).

Usoltsev Viktor (Izhevsk, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Kalashnikov Izhevsk State Technical University (426069, Izhevsk, Studencheskaya str., 7, e-mail: vpusoltcev@mail.ru).

Yuran Sergej (Izhevsk, Russian Federation) – Doctor in Technical Sciences, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University (426069, Izhevsk, Studencheskaya str., 7, e-mail: yuran-49@yandex.ru).

Devyatov Nikita (Izhevsk, Russian Federation) – Postgraduate student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University (426069, Izhevsk, Studencheskaya str., 7, e-mail: scorp32@mail.ru).