



Рисунок 1 – Принцип взаимодействия программных модулей

Модули экспертной системы используют реляционную базу данных СУБД Microsoft SQL Server 2012. Для работы модулей используются справочники, хранящиеся в базе данных: «Природоохранные объекты», содержащие данные о различных природоохранных объектах, таких как реки, озера и заказники, «Техногенные объекты», содержащие данные об объектах, на которых возможны инциденты пролива нефтепродуктов, «Физико-химические свойства нефтепродуктов». В базе данных также хранятся пространственные данные в форме электронных карт с дополнительными атрибутами (тип грунта, глубина залегания грунтовых вод, водоохранные зоны, высота над уровнем моря, административное деление и т. д.). Для обеспечения целостности и подтверждения авторства картографических данных экспертной системы разработаны два стеганографических метода, основанные на осаднении скрытой информации. Экспертная система реализована в виде web-сервера на основе технологии ASP.NET 4.5. MVC 5.0.

В настоящее время ведется опытная эксплуатация системы.

УДК 502.51

С.Е. Астраханцев
ГГТУ имени П.О.Сухого, г.Гомель

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Для ускорения перехода к более устойчивым методам развития и управления водными ресурсами, Всемирный Саммит по Устойчивому Развитию (ВСУР), проведенный в 2002 году, призвал все страны разработать стратегии Интегрированного управления водными ресурсами и эффективного использования водных ресурсов. Разрабатываемые стратегии помогут странам в достижении таких целей развития, как сокращение бедности, повыше-

ние уровня продовольственной безопасности, ускорение экономического роста и сохранение экосистем. Включая решение ряда других задач, таких как борьба с наводнениями, смягчение последствий засух, расширение доступа к чистой воде и улучшение санитарных условий, а также проблем растущей конкуренции водопользователей и дефицита воды [1].

Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) в [1,2,3] определяется как «процесс, который способствует скоординированному развитию и управлению водными, земельными и связанными ресурсами с целью максимизации экономического и социального благосостояния на справедливой основе без ущерба для устойчивости жизненно важных экосистем».

Подход ИУВР [1] предполагает:

- создание благоприятных условий для подходящей политики, стратегий и законодательства для устойчивого развития и управления водными ресурсами;
- создание институциональной основы для реализации политики, стратегий и законодательства;
- создание инструментов управления, необходимых этим учреждениям для выполнения своей работы.

Под набором инструментов ИУВР (GWP IWRM ToolBox), в соответствии с [1], понимаются знания и методики обучения для применения инструментов для ИУВР. Инструменты сгруппированы в тематических областях, таких как, *Благоприятная среда (А)*, *Институциональные механизмы (В)* и *Инструменты управления (С)*.

Инструменты управления (С) – это конкретные методы, которые позволяют лицам, принимающим решения, делать рациональный и осознанный выбор, когда речь заходит об управлении водными ресурсами, и адаптировать свои действия к конкретным ситуациям. Хорошее управление водой, в соответствии с принципами ИУВР, объединяет перспективы и знания из разных областей, таких как, гидрология, гидравлика, науки об окружающей среде, системная инженерия, юридические науки, социология и экономика.

Три ключевых элемента ИУВР, представленные в категориях инструментов А, В и С, взаимосвязаны и дополняют друг друга. Инструменты управления (С), в свою очередь, являются средством, с помощью которого осуществляется конкретное планирование и действия, позволяющие использовать благоприятную среду и институциональные роли для содействия внедрению ИУВР.

Инструменты управления сгруппированы в 8 категорий в соответствии с их целями: – понимание водных ресурсов (С1); – оценка (С2); – моделирование и принятие решений (С3); – планирование ИУВР (С4); – связь (С5); – эффективность в управлении водными ресурсами (С6); – экономические инструменты (С7); – содействие социальным изменениям (С8).

Понимание водных ресурсов, их количественная и качественная оценка, мониторинг должны основываться на хороших технических и социально-экономических данных. Регулярные наблюдения на гидрометрических постах и станциях мониторинга необходимо проводить в соответствующее время и с достаточной частотой, позволяющие сделать оценку и правильные выводы. Моделирование может быть использовано для изучения воздействий и трендов вследствие различных вариантов развития. Однако для того чтобы модели были полезны для выработки устойчивых решений, они должны рассматривать и моделировать не только технические и общие экономические выгоды, но и предпочтения и приоритеты пользователей. Чтобы быть действительно полезными в качестве инструмента поддерживающего принятие решений, модели должны интегрироваться в местные институциональные и культурные условия.

В Беларуси в 2011 году утверждена решением коллегии Минприроды от 11.08.2011 года и реализуется Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года. Водная стратегия послужила базовым документом при разработке новой редакции Водного кодекса Республики Беларусь и значительного количества технических кодексов установившейся практики в области мониторинга и управления одними ресурсами [4]. Разработан проект Водной стратегии Республики Беларусь до 2030 года, главной стратегической целью кото-

рой, является достижение долгосрочной водной безопасности страны для ее нынешнего и будущих поколений [5].

Для реализации цели Водной стратегии необходимо решение ряда долгосрочных стратегических задач. Задача 5 определяет [5] необходимость «внедрения комплексного управления водными ресурсами (КУВР) на всех уровнях, в том числе посредством трансграничного сотрудничества в соответствующих случаях».

В соответствии со статьей 55 Водного кодекса в Республике Беларусь уполномоченными субъектами хозяйствования проводится мониторинг за состоянием поверхностных и подземных вод по гидрологическим, гидроморфологическим, гидрохимическим гидробиологическим и иным показателям оценки и прогноза его изменения.

Существующие проблемы, необходимость решения стратегических задач Водной стратегии и достижения ее главной цели требует совершенствования методов и технических средств для проведения мониторинга за состоянием поверхностных и подземных вод.

Начиная с 30 ноября 2017 года, по Первой программе территориального сотрудничества для стран Восточного партнерства «Беларусь – Украина», которая финансируется Европейским Союзом, реализуется проект «THEOREMS-Dnipro. Transboundary Hydrometeorological and Environmental Monitoring System of Dnipro river» (Трансграничная система гидрометеорологического и экологического мониторинга реки Днепр), в соответствии с пописанным грант-контрактом Европейского Союза №83265669. Данный проект зарегистрирован в Республике Беларусь как проект международной технической помощи под № 2/18/000927 от 26.09.2018.

Исполнителями белорусской части проекта являются учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (координатор белорусской части проекта), областное общественное объединение «Ассоциация детей и молодежи», учреждение «Гомельское областное управление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь». С украинской стороны в проекте участвует 5 профильных организаций, головной организацией является Черниговский национальный технологический университет.

Согласно проекту (<https://theorems-dnipro.stu.cn.ua/be>), планируется разработка и установка в Республике Беларусь и Украине по одной автоматизированной станции гидрометеорологического / экологического мониторинга (Automated HydroMeteorological / Environmental Station, AHMES). Станции будут укомплектованы комплексом современных измерительных, информационных и телекоммуникационных средств, и рассчитаны на питание от природных источников энергии. По условиям проекта, станции AHMES должны быть возведены в местах многолетних гидрологических наблюдений трансграничной зоны реки Днепр. В качестве такого места на белорусской стороне, в соответствии с обоснованием на проект, был запланирован гидропост «Лоев», на украинской стороне – гидропост в п.г.т. Любеч.

Для внедрения результатов проекта, по инициативе учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», планируется создание на базе университета Международного научно-образовательного центра «Автоматизация гидрометеорологического и экологического мониторинга» (далее по тексту Центр).

Центр создается для трансграничного сотрудничества между учреждением образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (ГГТУ им. П.О. Сухого, Республика Беларусь), Черниговским национальным технологическим университетом (ЧНТУ, Украина) (далее – Университеты-партнеры), профильными организациями Гомельской и Черниговской областей (далее – Партнеры), а также дальнейшего развития (масштабирования итогов) международного проекта «THEOREMS-Dnipro. Трансграничная система гидрометеорологического и экологического мониторинга реки Днепр», совершенствования научно-исследовательской и образовательной деятельности университета, создания условий для решения научных и научно-практических задач в области интегрированного управления водными ресурсами, повышения качества подготовки специалистов. Участие в деятельности Центра смогут принимать организации различной ведом-

ственной и отраслевой принадлежности Беларуси и Украины (далее – Партнеры), заинтересованные в деятельности Центра.

Общей целью деятельности Центра является содействие повышению эффективности интегрированного управления трансграничными водными ресурсами Беларуси и Украины.

Основными целями Центра являются:

- повышение эффективности мониторинга гидрометеорологических и экологических параметров, характеризующих состояние водных ресурсов бассейна реки Днепр;
- расширение сотрудничества организаций Республики Беларусь и Украины, осуществляющих контроль и обмен информацией по гидрометеорологической и экологической ситуации водных ресурсов бассейна реки Днепр;
- повышение общественной осведомленности и понимания международных проблем в области водных ресурсов, и их влияния на условия жизни и экономической деятельности в трансграничных районах бассейна реки Днепр;
- образовательная деятельность в области автоматизации гидрометеорологического и экологического мониторинга водных ресурсов;
- создание условий для деятельности постоянных рабочих групп по комплексному управлению трансграничными водными ресурсами бассейна реки Днепр.

Для достижения целей Центр решает следующие задачи:

- обеспечение функционирования двух автоматизированных гидрометеорологических / экологических станций АНМЕС, Web-ресурса проекта THE OPEMS–Dnipro, телекоммуникационной системы оперативного информирования служб МЧС Республик Беларусь и Украины;
- организация и проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в соответствии с научно-исследовательским профилем Центра;
- организация и выполнение работ по проектированию автоматизированных систем для мониторинга гидрометеорологических и экологических параметров трансграничных водных ресурсов по заказам предприятий и организаций на условиях хозяйственных договоров;
- выполнение научно-исследовательских работ по заказам предприятий и организаций на условиях хозяйственных договоров в соответствии с научно-исследовательским профилем Центра;
- организация работы по внедрению в производство и учебный процесс результатов завершенных в Центре исследований;
- содействие повышению качества подготовки будущих специалистов, росту квалификации научно-педагогических кадров учреждений высшего образования;
- привлечение, студентов, магистрантов, аспирантов и других специалистов к научным исследованиям;
- экспертиза, рецензирование научно-исследовательских работ, проектов, диссертаций и других работ, соответствующих научно-исследовательскому профилю Центра;
- организация и проведение проектной и консультационной деятельности; подготовка к изданию материалов, отражающих результаты научных исследований Центра

Реализация проекта по созданию автоматизированных станций для гидрометеорологических и экологических измерений на территории гидропоста «Лоев» является шагом по развитию автоматизированной сети гидрометеорологических измерений Республики Беларусь и полностью соответствует Государственной программе «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016-2020 гг. и Стратегии развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030 г.

Список использованных источников

1. Катализатор реформ: Руководство по разработке стратегии интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) и повышения эффективности водопользования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/catalyzing-change-handbook/01-catalyzing-change.-handbook-for-developing-iwrm-and-water-efficiency-strategies-2004-russian.pdf>

2. The Need for an Integrated Approach // Global Water Partnership. Режим доступа: <https://www.gwp.org>

3. Руководство по интегрированному управлению водными ресурсами в трансграничных бассейнах рек, озер и водоносных горизонтов [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gwp.org/contentassets/1180bf6f64e04732ac00717c1c643581/inbo_handbook2_rus.pdf

4. Станкевич, А. П. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2030 года / А. П. Станкевич // Водные ресурсы и климат : материалы V Международного Водного Форума, Минск, 5-6 октября 2017 г. / Белорусский государственный технологический университет ; [редкол.: проф. д-р техн. наук. О. Б. Дормешкин и др.] – Минск : БГТУ, 2017. – Ч. 1. – С. 26-27.

5. Стратегия управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года. Проект [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.cricuwr.by/static/files/ads/water_str_prj.pdf

УДК 628.355

Г.Г. Юхневич, В.А. Кирей, Д.А. Мурина

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АКТИВНОГО ИЛА АЭРОТЕНКОВ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В мировой практике очистки городских сточных вод наибольшее распространение получил биологический метод. В искусственно созданных условиях аэротенков обеспечивается окисление и минерализация чрезвычайно высоких концентраций органических загрязняющих веществ всего за несколько часов. Такая очистка осуществляется активным илом – искусственно созданным сообществом микроорганизмов, состав и численность которого отражают экологические условия его обитания.

Нитчатые организмы активного ила практически постоянно присутствуют в нормально функционирующем активном иле. При превышении порога стрессирующего воздействия численность флокулообразующих бактерий сокращается до минимума, а более устойчивые к неблагоприятным факторам нитчатые организмы (хламидобактерий, цианобактерий, гифомицетов и др.) занимают их экологическую нишу. Развитие нитчатых микроорганизмов сильно ограничивает гидравлический потенциал вторичного отстойника и может привести к выходу активного ила в природную среду. Нитчатое вспухание ила, т.е. увеличение его объема при сохранении или сокращении его биомассы в результате разрастания организмов с нитчатой структурой, в настоящее время является наиболее распространенной патологией сооружений биологической очистки сточных вод [1–2].

К подобным нарушениям седиментации активного ила могут приводить как изменение (часто скачкообразное) химического состава сточных вод, удельной нагрузки на ил, соотношения важнейших компонентов сточных вод, в том числе токсичных для микроорганизмов активного ила, так и особенности аэрационного режима сооружений [3].

Цель работы – изучение развития нитчатого вспухания активного ила при различных технологических режимах работы аэротенков городских очистных сооружений канализации.

Материал и методы исследований. На очистных сооружениях канализации г. Гродно предусмотрена типовая схема очистки сточных вод: механическая очистка на решетках, песколовках и первичных отстойниках и биологическая очистка в системе четырехкоридорный аэротенк – вторичный отстойник. Для исследований отбиралась иловая смесь из 4-х коридоров разных типов аэротенков (2, 4, 6-А) с интервалом две недели. Аэротенки 2 и 4 относятся к сооружениям I–II очереди и составляют единый технологический комплекс. В аэротенке 2 обеспечивается мелкопузырчатая придонная аэрация через дисковые диффузоры с выделением аноксидных зон (во второй половине 1-го коридора и первой половине 2-го коридора установлены по три горизонтальные погружные мешалки). В аэротенке 4 обеспечивается среднепузырчатая пристенная аэрация через трубчатые диффузоры. Аэро-