



ный в отношении субстрата, так как в ходе селекции удастся выделить субпопуляции микроорганизмов, обладающие наиболее высокими ростовыми характеристиками.

Кофейный шлам является достаточно гигроскопичным субстратом, в процессе хранения на поверхности обнаруживается рост микроскопических грибов, предположительно р. *Aspergillus* и р. *Penicillium*.

Необходимо отметить, что главной составной частью отходов производства кофе является целлюлоза, которая редко находится в свободном состоянии, ей, как правило, сопутствуют гемицеллюлозы и лигнин [7]. Поэтому целесообразно предварительно предобрабатывать растительное сырье, что позволит значительно повысить его биодеструкцию микроорганизмами. В связи с этим мы провели ферментативный гидролиз с помощью технического ферментного препарата - целловиридина, как наиболее доступного и широко применяемого при получении кормовых продуктов. В результате эксперимента было установлено, что ферментативный гидролиз необходимо проводить в течение 2-х часов при температуре 50°C, а количество вносимого фермента – 2 % от массы субстрата. Однако предварительная экономическая оценка ферментативной предобработка питательной среды показала низкую эффективность. Поэтому в настоящий момент наши исследования направлены на интенсификацию других вариантов предобработки питательной среды (ультразвуковая предобработка, кислотный гидролиз и т.д.).

Таким образом, использование кофейного шлама в качестве сырья для белковой кормовой добавки является перспективным и целесообразным.

#### Список литературы

1. Roussos, S. Biotechnological management of coffee pulp - isolation, screening, characterization, selection of caffeine-degrading fungi and natural microflora present in coffee pulp and husk/ S. Roussos, M. de los Angeles Aquifihuatl, M. del Refugio Trejo-Hernandez et al.//Appl Microbiol Biotechnol 42, 1995.- P. 756 – 762.
2. Dulce Salmones Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: biomass production and substrate biodegradation/ Dulce Salmones, Gerardo Mata and Krzysztof N. Waliszewski.//Bioresource Technology, V. 96, Is. 5, 2005.- P. 537 – 544.
3. Дрожжи кормовые: методы испытания. - ГОСТ 28178-89.
4. Шакир, И.В. Общая биотехнология: Лабораторный практикум/ И.В.Шакир, А.А. Красноштанова, Е.В.Парфенова. – М.: РХТУ, 2001.- 63 с.
5. Грачева, И.М. Теоретические основы биотехнологии, биохимические основы синтеза биологически активных веществ. – М., 2003.
6. Ulloa Rojas, J. B. Biological treatments affect the chemical composition of coffee pulp/ J. B. Ulloa Rojas, J. A. J. Verreth, S. Amato and E. A. Huisman// Bioresource Technology, V. 95, Is. 3, 2003.- P. 267–274.
7. Gloria Sanchez Accelerated coffee pulp composting| Gloria Sanchez, Eugenia J. Olguin and Gabriel Mercado//Biodegradation 10, 1999.- P. 35 – 41.

УДК [502:061],003.13:66.013

А.Н. Васильев, В.А. Немтинов

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ВТОРИЧНЫМИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА**



The approach to development of information maintenance of a control system of secondary water resources of industrial unit is offered which includes the following elements: normalization problem of dumps of waste water, technical modes of operations of the enterprises, system of transportation of waste water of the industrial enterprises, functioning of stations of biochemical clearing (ВХО). The software of a task normalization problem of dumps of waste water is developed. Is developed virtual trainer for modeling interactions between the enterprises of industrial unit.

Предлагается подход к разработке информационного обеспечения системы управления вторичными водными ресурсами промышленного узла, которая включает следующие элементы: нормирования сбросов сточных вод, технические режимы работы предприятий, систему транспортировки сточных вод промышленных предприятий, функционирование станций биохимической очистки (БХО). Разработано программное обеспечение задачи нормирования сбросов сточных вод. Разработан виртуальный тренажер для моделирования взаимодействий между предприятиями промышленного узла.

Исходя из экологической ситуации в промышленно развитых центрах, все более очевидной становится необходимость поиска новых путей и подходов к принятию решений при управлении различными органами, осуществляющими очистку промышленных отходов, обеспечения экологической безопасности природоохранных систем, разработки теории и методов решения природоохранных задач, направленных на обеспечение устойчивого и оптимального на длительном периоде времени равновесия между природными и антропогенными системами. Поэтому проблема управления вторичными водными ресурсами наиболее актуальна в наше время. Актуальность проблемы заключается в разработке информационно-аналитического обеспечения процесса принятия управленческих решений в сфере экологической деятельности.

Решение проблемы управления подразумевает разработку системы принятия решений при управлении вторичными водными ресурсами. Под вторичными водными ресурсами здесь понимаются промышленные сточные воды.

В данной работе предлагается подход к разработке информационного обеспечения системы управления вторичными водными ресурсами промышленного узла. При изучении процессов, связанных с биохимической очисткой сточных вод, был сделан вывод о том, что всю совокупность задач, решаемых на разных этапах принятия управленческих решений нужно рассматривать с позиции сложных систем.

В общем виде задачу управления водными ресурсами промышленного узла можно сформулировать следующим образом. Для промышленного узла с заданной структурой предприятий, являющихся пользователями водными ресурсами, на множестве  $W = N_v \times B_e \times T_s \times F_s$  найти вариант их управления  $w^* \in W$ , для которого сумма всех затрат имеет минимальное значение. Множество  $W$  представляет собой декартово произведение множеств. Здесь  $N_v$  - множество вариантов нормирования сбросов сточных вод;  $B_e$  - множество технических режимов работы предприятий, производящих сброс, с установкой на них "буферных" емкостей.  $T_s$  - множество вариантов системы транспортировки сточных вод промышленных предприятий. Под системой транспортировки сточных вод следует понимать совокупность конструктивно и технологически связанных коллекторов, каналов и насосных станций, служащих для регулирования потока и отведения сточных вод к устройствам очистки.  $F_s$  - множество вариантов функционирования станций биохимической очистки (БХО).

Специфика задачи состоит в том, что она относится к классу задач дискретного программирования. В тех случаях, когда множество вариантов решений невелико (не более 103-104), то, учитывая быстроедействие современных ПЭВМ, искомое решение можно находить методом полного перебора вариантов. При более высокой размерности задачи предлагается процедурная модель принятия решений, основанная на последовательном анализе и отсеивании вариантов путем исключения бесперспективных. Схема



анализа и отсеивания вариантов решений, используемая в процедурной модели по управлению водными ресурсами промышленного узла приведена на рис. 1.

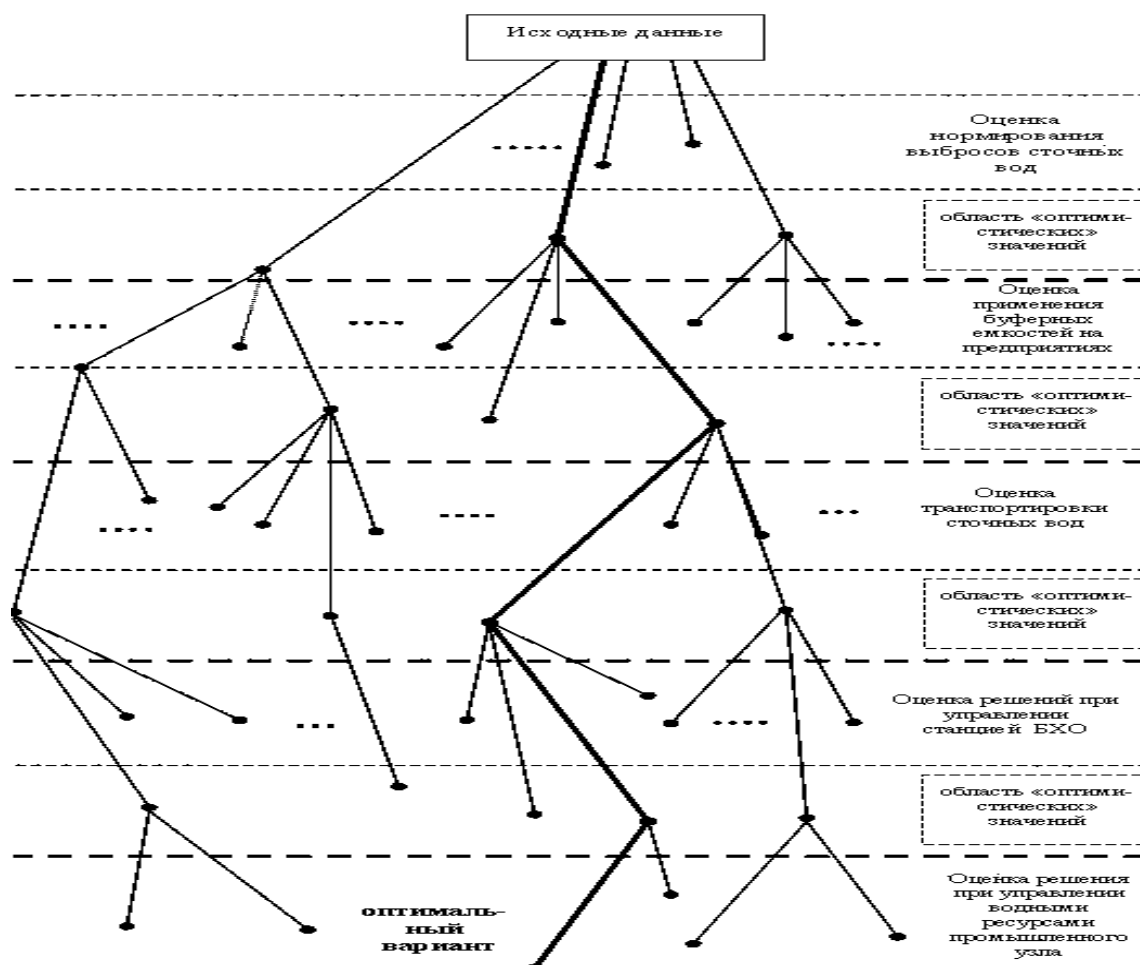


Рис. 1. Схема процедуры принятия решений по управлению вторичными водными ресурсами промышленного узла

В данной работе наиболее полно была рассмотрена задача нормирования.

Промышленные предприятия сбрасывают свои сточные воды в канализацию, которые транспортируются на сооружения биохимической очистки, после которых очищенные сточные воды поступают в природный водоём (см. рис. 2).

Для каждого предприятия определяется расход сточных вод и концентрация загрязняющих веществ в них. В этом и заключается определение предельно допустимых сбросов (ПДС) в традиционной методике расчёта. Но может возникнуть ситуация, когда некоторым предприятиям не достаточно таких квот. В случае превышения ПДС такое предприятие будет наказано штрафом, несмотря на то, что другие предприятия региона могут не полностью использовать свои квоты, т. е. в этой ситуации суммарный расход промышленных сточных вод может не превысить пропускную способность очистных сооружений, а предприятия, превышающие свой ПДС, будут оштрафованы. В данной работе предлагается дать возможность предприятиям, превышающие свои квоты, купить часть квот у других предприятий, у которых они используются не полностью. Таким образом, если предприятия будут покупать друг у друга квоты, в регионе сформируется рынок свободных квот на сброс.



Задачу определения ПДС по традиционной методике назовём задачей распределения. Эта задача будет первым этапом определения ПДС. На втором этапе необходимо будет найти объёмы поставок квот предприятиям, которым не хватает распределённых ресурсов. Такую задачу назовём задачей перераспределения [1].

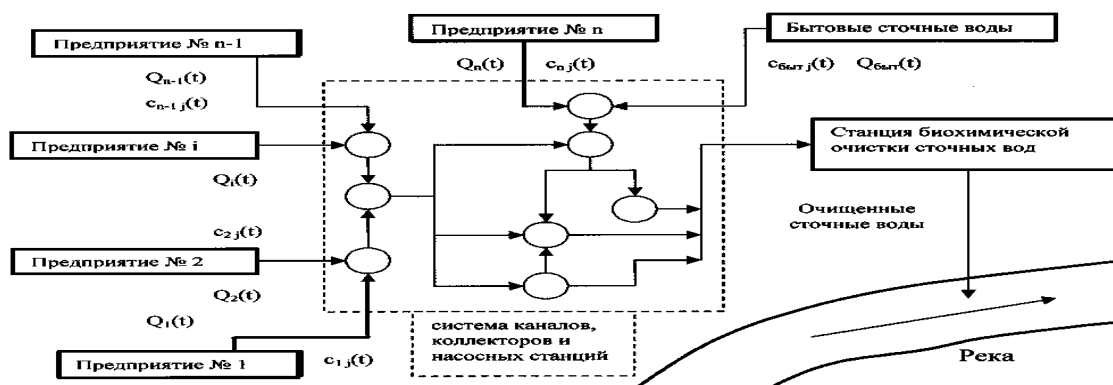


Рис. 2. Схема канализования сточных вод

Задача нормирования была решена для промышленного узла г. Моршанска Тамбовской области, включающего станцию биохимической очистки.

Было разработано программное обеспечение задачи нормирования - программа CalcUnset (рис. 3.). Это программа определения ПДС с перераспределением – устанавливается на отдельную машину с Windows 95 и выше, соединённая с сервером витой парой или коаксиальным кабелем. В результате расчёта программа выдаст отчёт, в котором для предприятий-потребителей ресурса указана стоимость покупки квот, а для предприятий-поставщиков – стоимость проданных квот. В случае, если каким-либо предприятиям не хватило ресурсов, то ему будет начислен штраф. В процессе создания информационной системы определения предельно допустимых сбросов использовалось приложение ArcView 3.2 из программного комплекса ГИС и среда визуального программирования Delphi 6.0 рис 3.

Одной из подзадач задачи нормирования является определение величины квот(цены) на сброс сточных вод в зависимости от качества этих вод. В данное время эта задача решается с использованием теории распознавания образов.

Так же в рамках данной работы был разработан виртуальный тренажер. Данный тренажер предназначен для отработки взаимодействия предприятий промышленного узла, производящих сброс промышленных сточных вод на региональную станцию биохимической очистки. Оработка взаимодействия ведется на примере двух предприятий, одно из которых имеет "буферную" емкость, и станции БХО. "Буферные" емкости необходимы для: стабилизации режимов работы очистных сооружений, снижения гидравлических и концентрационных возмущений, регулирования расхода сточных вод для каждого предприятия, так как в практике работы очистных сооружений типичны примеры внезапного появления «залповых» сбросов вредных веществ с промышленных предприятий и резкого увеличения гидравлической нагрузки, возникающей в результате выпадения ливневых дождей. Это приводит к частичному или полному отравлению микроорганизмов, «срыву» процесса очистки в результате вымывания биологической культуры из аппаратов станции. При этом воды с высококонцентрированными примесями, не подвергаясь биообработки, поступают в водоемы, отравляя в них флору и фауну [2].

В качестве среды программирования использовалась среда графического программирования LabVIEW 7.0. Интерфейс программы представлен двумя виртуальными инструментами (ВИ). Первый ВИ включает в себя обычное предприятие и предприя-



тие с "буферной" емкостью (см. рис. 4.). Второй ВИ отображает панель управления, расположенную на станции БХО. (см. рис. 5.). В возможности данного тренажера входит: - создание и обработка оператором различных вариантов взаимодействия предприятий; - моделирование оператором аварийных ситуаций; - осуществление перераспределения квот между предприятиями при нажатии кнопки "Режим купли/продажи квот"; - использование "буферной" емкости при превышении норма сброса предприятием №1; - начисление штрафа за превышение предприятием квоты сброса и др.

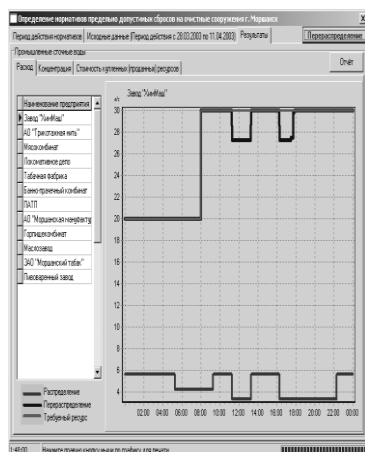


Рис. 3. Программа CalcUnset. Результаты перераспределения

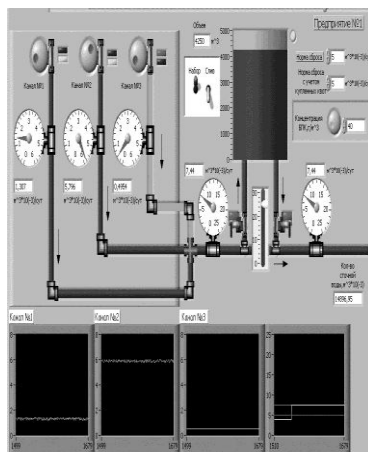


Рис. 4. Предприятие промышленного узла с "буферной" емкостью

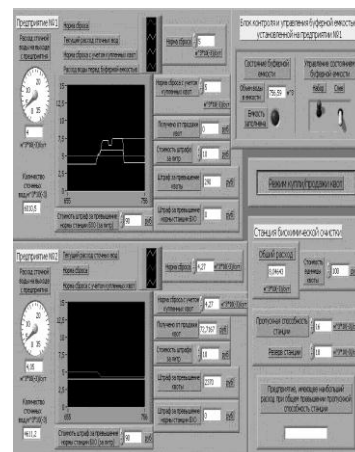


Рис. 5. Панель управления на станции БХО

С помощью данного тренажера наглядно показан механизм перераспределения квот между предприятиями, механизм работы и использования "буферных емкостей". Тренажер дает возможность моделирования различных вариантов аварийных ситуаций и путей выхода из них.

В работе был представлен подход, позволяющий осуществить регулирование взаимоотношений между промышленными предприятиями - природопользователями, которые в результате своей производственной деятельности оказывают негативное воздействие на компоненты окружающей среды.

#### Список литературы

- 1 Немтинов, В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы / В.А. Немтинов. - М.: Машиностроение-1, 2005.-112 с.
- 2 Немтинов, В.А. Автоматизированный выбор оборудования системы очистки сточных вод/ В.А. Немтинов, В.Т.Мокрозуб, С.А.Субочев и др. // Тр. Тамбовск. техн. ун-та. -Тамбов, 1999. -Вып. 4. - С. 51.

УДК 541.427.2: 628.543.1: 661.67

М.В. Габленко, Н.А. Тимашева, Аммар Шалбак, Ле Туан Шон

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО РАСТВОРА АНОЛИТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ

Dependences of treatment degree of model dyestuff solutions from the dose of the electrochemical solution anolyte was investigated. It was shown that anolyte is effective for decolorization of acid and reactive dye-