

Авторефер.

Д 99

Министерство высшего и среднего специального образования УССР

Одесский технологический институт пищевой промышленности
имени М.В.Ломоносова

На правах рукописи

Аспирант ДЯЧЕНКО Леонид Яковлевич

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

Специальность 05.13.07 – Автоматическое управление и
регулирование, управление технологическими процессами
(пищевая промышленность)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1977

Актуальность работы. Возрастающий спрос на воду и ухудшение ее качества выдвигают в число актуальных проблему рационального использования и охраны водных запасов - важнейшей части национального богатства нашего государства. В 1972 году ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление "Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов", где особое внимание уделяется необходимости перевода большей части предприятий на безотходное производство. В материалах XXV съезда КПСС указано, что успешное осуществление принятого постановления может быть лишь при комплексном подходе к охране водных запасов, включающем разработку новых более эффективных способов и средств очистки воды, а также совершенствование системы управления процессом очистки с целью повышения качества и надежности работы очистных сооружений.

Одной из отраслей, потребляющих и сбрасывающих значительное количество воды, в которой схемы очистных сооружений несовершенны, является пищевая промышленность, где применяются в основном прямоточные схемы очистки. В ряде случаев сточные воды пищевых предприятий содержат ценные компоненты, которые не всегда используются в народном хозяйстве. Природа явлений, происходящих при очистке, изучена недостаточно, процесс очистки протекает в условиях постоянных возмущений, а информация о ходе очистки из-за длительности анализов поступает с большим запаздыванием.

Существующие системы управления не учитывают особенностей протекания явлений в очистных сооружениях, а локальные задачи не всегда соответствуют глобальным целям управления. Из этого можно заключить, что совершенствование систем управления процессами очистки сточных вод пищевых предприятий является важной проблемой, решение которой позволит значительно сократить потребление свежей и сбрасывание сточной воды, извлекать ценные вещества из

Перечислет 1984

сточных вод и повысить показатели эффективности очистки сооружений.

В связи с этой целью работы является разработка системы управления качеством очистки сточных вод пищевых предприятий, обеспечивающей повышение эффективности работы очистных сооружений, снижение затрат на очистку и позволяющей повторно использовать очищенную воду.

Для разработки такой системы управления необходимо:

- выявить общую структуру процесса очистки и рециркуляции очищенных вод;
- определить наиболее целесообразные способы для оценки и прогнозирования качества очистки сточных вод;
- установить основные возмущающие воздействия и разработать наиболее целесообразные методы их компенсации;
- определить статические и динамические характеристики очистных сооружений для конкретных объектов;
- синтезировать универсальную структуру системы управления качеством очистки и осуществить ее информационное обеспечение.

В связи с изложенным на защиту выносятся следующие научные положения:

- система математических моделей, описывающая процессы очистки в статике и динамике и устанавливающая связи между значениями коэффициента рециркуляции и размерами очистных сооружений;
- принцип повышения устойчивости систем очистки к воздействию основных возмущений путем определения оптимального интервала усреднения стоков перед очисткой;
- структура и алгоритм системы управления, обеспечивающие повышение качества и снижение затрат на очистку сточных вод;
- информационное обеспечение системы управления качеством исходя из существующих и предложенных способов измерения и разра-

ботанной организационной структуры определения показателей загрязнения сточных вод.

В основу методики исследования положены общая теория систем, теория управления, теория процессов, происходящих при очистке сточных вод и методы математического моделирования.

Научная новизна работы состоит в составлении системы математических моделей для оценки и прогнозирования процессов очистки сточных вод, методики повышения устойчивости и качества работы очистных сооружений, принципов синтеза структуры и алгоритма управления очистными сооружениями и информационного обеспечения системы управления.

Практическая значимость работы состоит в технической реализации разработанных принципов применительно к конкретным особенностям очистных сооружений мельницы, спиртзавода и птицефабрики, которая позволила повторно использовать сточные воды на технические нужды этих предприятий.

Апробация диссертационной работы. Результаты работы опубликованы в семи статьях и доложены на всесоюзных, республиканских, областных и институтских научных конференциях.

Результаты исследований вошли в "Нормы проектирования систем сбора, удаления, хранения и утилизации навоза, сточной жидкости и помета (НТП-СХ-00.76)", а также во внедрение очистных сооружений на Ковалевском спиртзаводе Черниговской области и Коминтерновокой птицефабрике Одесской области.

Структура диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 141 странице машинописного текста, включающих 19 таблиц, 48 рисунков и состоит из введения, пяти глав, списка использованной литературы из 104 наименований и приложений.

В первой главе приведен анализ значений ПДК и процесса очистки сточных вод пищевых предприятий, для которых возмож-

но повторное использование очищенных вод на технические нужды. Приведены существующие количественные и качественные показатели загрязнений сточных вод, частота и амплитуда их изменения, а также требования к технической воде. В большинстве случаев на пищевых предприятиях используют техническую воду одной из трех категорий. Так, на спиртовых заводах - это техническая вода I категории, на мельницах - II категории, а на птицефабриках - III категории.

Обзор технологических схем очистки сточных вод мельниц показал необходимость изучения особенностей процесса очистки. В предлагаемых схемах не отражена специфика мельничного производства: способ подачи зерна на мойку, типы применяемых для мойки зерна машин, изменения расходов воды, степени загрязнения зерна и пр. В связи со значительными возмущениями очищенную воду после мойки зерна можно использовать повторно только при непрерывном контроле, но для этого необходимо совершенствовать технологическую схему очистных сооружений и автоматизировать основные функции контроля и управления.

Анализ качественных и количественных показателей сточных вод спиртовых заводов и их очистки позволил сделать вывод о возможном использовании очищенных вод на технические нужды предприятия, но при условии обоснования величины рециркуляционного потока и стабилизации показателей качества очистки. Стабилизация показателей качества практически может быть реализована только путем создания комплексной системы управления качеством.

Очистка сточных вод птицефабрик и птицекомбинатов чаще сводится к их утилизации, так как продукт утилизации представляет собой ценную кормовую добавку и высококачественное удобрение. При переработке сточных вод их разделяют на твердую и жидкую фракции. Твердую фракцию используют для извлечения ценных компонентов, а жидкую - для повторного использования. Повторное использование жидкой фазы

стоков сокращает расход водопроводной воды, необходимой для разбавления стоков с целью изменения их физических свойств. В этом случае величину рециркуляционного потока необходимо обосновать с точки зрения изменения качества конечного продукта утилизации при изменении коэффициента рециркуляции. Кроме этого качество конечного продукта утилизации в значительной мере зависит от протекания процессов механического разделения, а также тепловой обработки и для его стабилизации необходимо синтезировать систему управления качеством.

Приведенный в первой главе обзор позволяет сделать вывод о недостаточной изученности особенностей процессов очистки на пищевых предприятиях, что приводит к широкому диапазону изменения показателей качества очистки. Показатели качества очистки определяются категорией повторного использования очищенных стоков. Величина рециркулирующего потока может служить главным критерием качества функционирования схем очистных сооружений.

Одним из общих недостатков рассмотренных типов очистных сооружений является весьма несовершенная система управления. Имеющиеся локальные системы автоматики функционируют раздельно и не увязаны общей целью управления.

Отсутствие экспрессных методов измерения и обоснованных значений величин интервалов анализа количественных показателей качества процесса очистки не обеспечивает своевременную и достоверную информацию для системы управления. Такая неподготовленность объекта к современным возможностям автоматизации снижает эффективность управления и соответственно эффективность функционирования очистных сооружений. По этим причинам повторное использование очищенной воды на технические нужды предприятий практически не применяется.

Во второй главе изложены общие принципы синтеза схем очистных сооружений с рециркуляцией применительно к конкретным условиям пи-

щевых предприятий и предложены математические модели, устанавливающие количественные связи между входными и выходными параметрами в статике и динамике.

Количественные соотношения между прямым, отводимым из системы и рециркулирующим многокомпонентными потоками сточных вод определены из системы уравнений материального баланса.

Из этой же системы уравнений получили зависимость для определения коэффициента рециркуляции.

Управляемость объекта во многом зависит от его устойчивости к воздействию основного возмущения - изменения концентрации загрязнений в стоках. Для повышения устойчивости исследуемых объектов предложена методика определения интервала усреднения количественных показателей качества сточных вод, в основу которой положены методы ступенчатой экстраполяции. Эти методы позволяют прогнозировать величину параметра с заданным значением погрешности, которая в значительной мере определяется интервалом дискретно измеряемой величины.

Увеличивая интервал сравнения средней квадратичной погрешности с ее предшествующим значением вычисляется по приближенной формуле максимальное значение погрешности экстраполяции, соответствующее интервалу усреднения:

$$\sigma_{k, t_0} = \sqrt{\frac{\sum_{i=k}^n \Delta_i^2 (i-k)}{n-k}} \quad (I)$$

где $\Delta_{i(i-k)} = c_i - c_{i-k}$; $c_i = c(t_i)$ - значение концентрации загрязнения в момент t_i ; $c_{i-k} = c(t_{i-k})$ - значение концентрации загрязнения в момент t_{i-k} ; n - объем выборки значений концентрации, определенной с временным интервалом t_0 . k - кратность временного интервала t_0 .

Для изучения закономерностей протекания процессов очистки сточных вод на мельницах, спиртовых заводах и птицекомбинатах с

учетом предложенных принципов составлены математические модели.

На мельницах процесс очистки сточных вод в установившемся состоянии можно представить системой уравнений (см. рис. I)

$$q_1 c_j^{(1)} = q_0 c_j^{(0)} + q_1 c_j^{(5)} \quad (2)$$

$$q_2 c_j^{(2)} = q_1 c_j^{(1)} + q_6 c_j^{(6)} \quad (3)$$

$$q_3 c_j^{(3)} = q_2 c_j^{(2)} - q_7 c_j^{(7)} + q_k c_k \quad (4)$$

$$q_4 c_j^{(4)} = q_3 c_j^{(3)} - q_8 c_j^{(8)} \quad (5)$$

$$q_R c_j^{(5)} = q_4 c_j^{(4)} - q_9 c_9 + q_x c_x - q' c_j^{(4)} \quad (6)$$

где q_0, q_R - расход воды соответственно водопроводной и рециркулирующей; q_1, q_2, q_3, q_4 - расходы воды после моечной машины и каждого из элементов очистки; q_6 - расход зерна на мойку; q_k, q_x - расходы соответственно коагулянта и хлорной извести; q_7, q_8, q_9 - расходы осадка в элементах очистки; $c_j^{(1)}, c_j^{(2)}, c_j^{(3)}, c_j^{(4)}, c_j^{(5)}$ - концентрация j -го компонента воды в i -ом сечении структурной схемы ($i = 1, 2, \dots, 5$); $c_j^{(0)}$ - концентрация загрязнений на поверхности зерна; c_k, c_x - концентрации соответственно коагулянта и хлора; $c_j^{(1)}, c_j^{(2)}, c_j^{(3)}$ - концентрации j -го компонента воды в осадке осветляющего устройства, сооружении биологической очистки и обеззараживающем устройстве.

Одной из количественных оценок эффективности очистки может служить величина коэффициента рециркуляции, которую определяем при решении системы уравнений (2 ÷ 6)

$$k_R = \frac{d_1 (c_B^{(5)} + \Delta c_B^{(5)})}{d_2 \sqrt{c_B^{(5)} + \Delta c_B^{(5)}} - d_3 (c_B^{(2)} + \Delta c_B^{(2)})} \quad (7)$$

где d_1, d_2, d_3 - постоянные величины, зависящие от параметров очистных сооружений; индекс Б - биохимическая потребность кислорода.

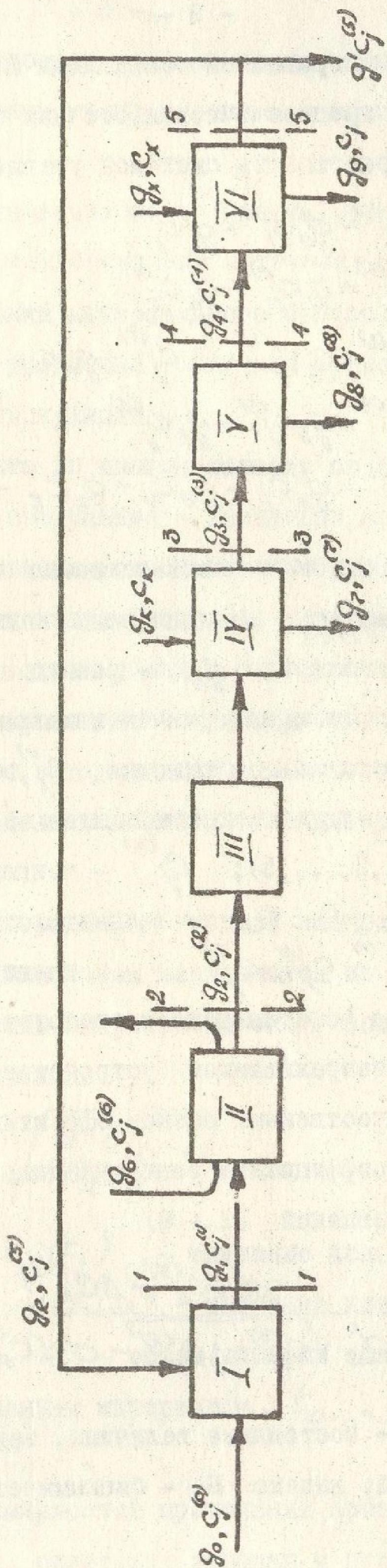


Рис. I. Структурная схема очистки и рециркуляции сточных вод на мельницах

I - смеситель; II - моечная машина; III - зерноуловитель; IV - отстойник; V - сооружения биологической очистки; VI - обеззараживающее устройство.

Экспериментальное определение этих постоянных позволяет вычислить значение коэффициента рециркуляции.

Структурная схема очистки сточных вод спиртзавода представлена на рис.2. Величину коэффициента рециркуляции определяем из системы уравнений, полученных на основании материального баланса составленного для каждого из сечений схемы очистки

$$q_1 c_b^{(1)} = q_0 c_b^{(0)} + q_R c_b^{(5)} \quad (8)$$

$$q_2 c_b^{(2)} = \alpha q_1 (b c_b^{(1)}) \quad (9)$$

$$q_3 c_b^{(3)} = q_2 c_b^{(2)} - q_t c_b^{(7)} \quad (10)$$

$$q_4 c_b^{(4)} = \frac{A}{F_0^{IV}} [c_b^{(3)} q_3]^2 \quad (11)$$

$$c_b^{(5)} = c_b^B + \frac{c_b^{(4)} - c_b^B}{n_R} \quad (12)$$

Качественные показатели повторно используемой воды величина БПК и концентрация взвешенных веществ в основном зависят от условий протекания биологических процессов при очистке сточных вод. Поэтому основную характеристику процесса очистки величину коэффициента рециркуляции k_R определим по величине БПК

$$k_R = \frac{q_0 c_b^{(0)} - q_1 c_b^{(1)} + q_0 N - D}{q_0 c_b^{(5)} + q_0 N} \quad (13)$$

где $c_b^{(i)}$ - концентрация органических загрязнений в i -ом сечении, мг/дм³; F_0^{IV} - площадь 4-х ступенчатого дискового биофильтра, м²; α и b - коэффициенты, учитывающие соотношение между расходом и концентрацией загрязнений в сечении 1-1 и сечении 2-2; n_R - кратность разбавления; A, D, N - коэффициенты, определяемые параметрами сооружений очистки, условиями разбавления и самоочищения в пруду технической воды; c_b^B - концентрация органических загрязнений в пруду технической воды, мг/дм³;

Процесс утилизации отходов птицекомбинатов представлен структурной схемой на рис.3. Математические связи между режимами работы

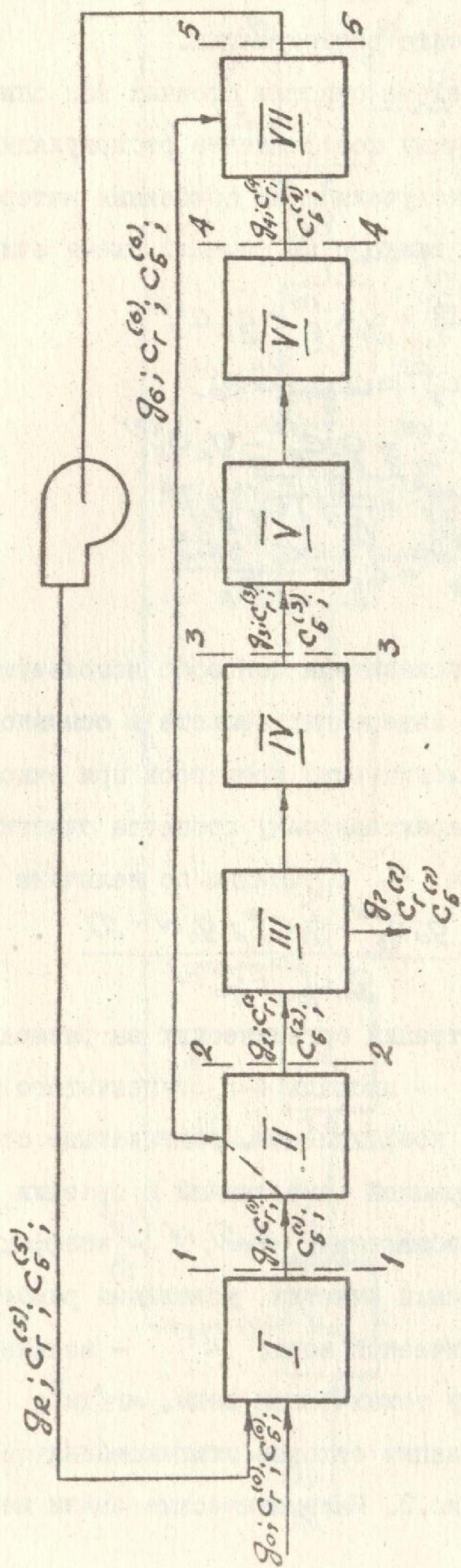


Рис.2. Структурная схема очистки и рециркуляции сточных вод на спиртзаводах

I - смеситель-электрофлотатор; II - потребители и источники сточных вод;
 III - отстойник; IV - усреднитель; V, VI - сооружения биологической
 очистки; VII - пруд технической воды.

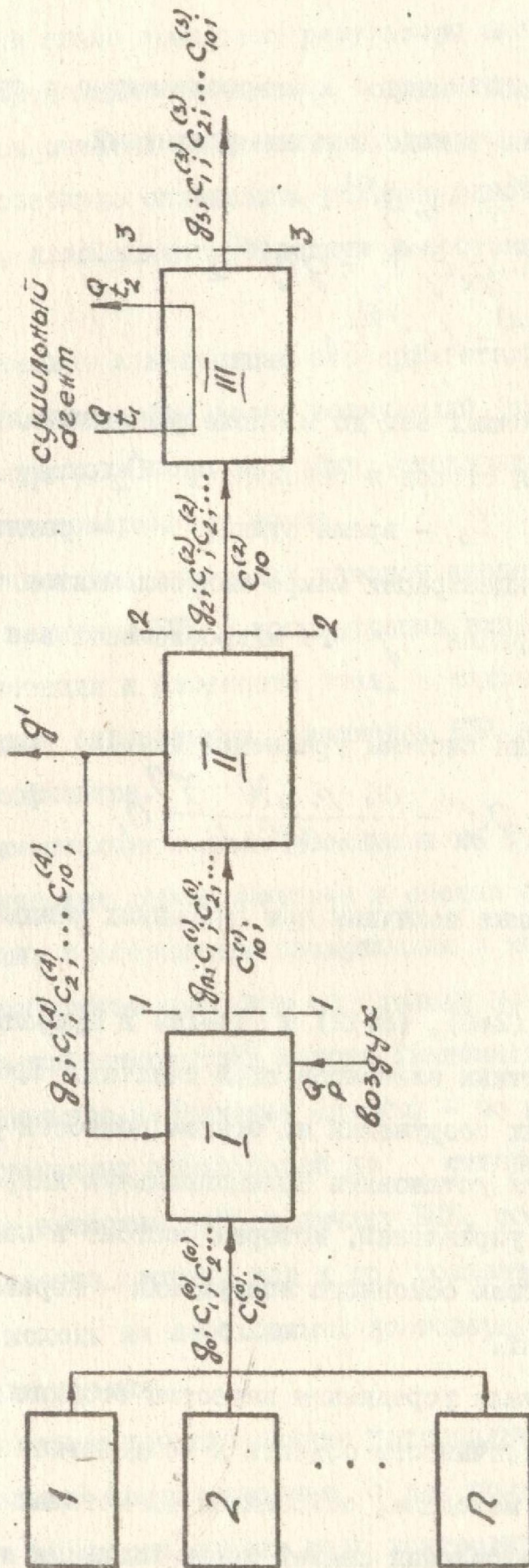


Рис.3. Структурная схема утилизации стоков птицефабрик и птицекомбинатов

1, 2, ..., R - сборники стоков; I - смеситель;
II - центрифуга; III - сушилка.

оборудования и количеством микро- и макроэлементов в сухом продукте утилизации, запишем в виде системы уравнений

$$V_0 c_j^{(0)} + g_e c_j^{(4)} t_1 = V_n c_j^{(1)} \quad (14)$$

$$V_2 c_j^{(2)} = V_n c_j^{(1)} - g_e c_j^{(4)} t_1 + g' c_j^{(4)} t_2 \quad (15)$$

$$V_3 c_j^{(3)} = V_2 c_j^{(2)} - L c_j^{(6)} t_3 \quad (16)$$

где V_0, V_n - объем сточных вод до и после разбавления;

t_1 - время разбавления стоков в смесителе; t_2 - время сброса рециркулянта из системы; t_3 - время сушки; L - расход сушильного агента; $c_j^{(6)}$ - концентрация макро-микроэлементов в отходящих газах; $c_j^{(i)}$ - концентрация j -го микроэлемента в i -м сечении.

После преобразования системы уравнений (14+16) получим

$$c_j^{(3)} = \frac{V_0}{V_3} c_j^{(0)} + B c_j^{(1)} - D c_j^{(1)} - \frac{(V_n - \beta_j V_2)(1 - \xi')}{1 - 2\xi' + k_e} c_j^{(1)} \quad (17)$$

где B и D - постоянные величины при выбранных режимах центрифугирования и сушки.

Решение уравнений (2+6), (8+12) и (14+16) в приращениях дает динамические характеристики элементов схем очистки. Проведенный анализ динамики очистных сооружений на основе общности рециркуляционных потоков позволил установить принципиальную направленность подготовки всех схем к управлению, которая состоит в повышении их устойчивости к воздействию основного возмущения - неравномерности концентрации загрязнений.

Для расчета интервала усреднения качества сточных вод, обеспечивающего повышение устойчивости объекта к воздействию основного возмущения, предложена методика, основанная на методах ступенчатой экстраполяции. Для установления связей между входными и выходными усреднителя составлено математическое описание.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований по определению постоянных в уравнениях математических моделей процесса очистки на мельницах, спиртовых заводах и птицекомбинатах. Это позволило определить условия однозначности математических моделей, коэффициенты передачи и постоянные времени элементов объекта.

Применительно к мельницам экспериментально определены влияния специфических для мойки зерна возмущений времени мойки, процента битых зерен, расхода воды на мойку, стекловидности, влажности и загрязненности поверхности зерна.

Для сточных вод спиртовых заводов экспериментально установлены зависимость величины БПК и концентрации взвешенных частиц от времени электрофлотации и плотности тока, а также зависимость между среднеквадратичным отклонением величины БПК на входе и выходе из дискового биофильтра.

Экспериментальными исследованиями на птицекомбинате были установлены физические характеристики и состав сточных вод, режимы центрифугирования, коэффициенты превращения и количество оптимальных репиклов. Количество репиклов определяли по методике М.Ф.Нагиева, а физические характеристики потока (кинематический коэффициент вязкости и предельное напряжение сдвига) - по методике В.А.Чебыкина. Кроме перечисленных показателей по стандартным методикам определяли сухие вещества, рН, величину БПК, общий азот, плотность, дисперсный состав сточных вод и др. показатели. Количество опытов определяли исходя из необходимой достоверности результата и точности метода измерения.

Проведенными исследованиями установлено, что все эти объекты обладают большой инерционностью, а для получения необходимой информации о их функционировании надо контролировать 20-30 технологических параметров. Время контроля изменяется в пределах от минут до

суток. При синтезе системы управления возникает техническая проблема поиска способов измерения и организационная - синтез структуры управления с ограниченным числом контролируемых параметров, установления очередности и периода контроля.

Четвертая глава диссертации посвящена синтезу системы управления качеством очистки сточных вод на пищевых предприятиях. В этой главе приведены принципы построения системы управления, рассмотрена ее структура и определены функции ее элементов. Приведенная на рис.4 структура схемы управления качеством очистки включает три блока: информационно-контрольный блок \mathcal{J} , блок принятия решений \mathcal{D} и блок управляющих воздействий \mathcal{R} . Информационно-контрольный блок \mathcal{J} подразделяется на два субблока: \mathcal{J}_1 , выполняющий функции получения информации о состоянии управляемого объекта и \mathcal{J}_2 , выполняющий функции получения информации о состоянии внешней среды.

Блок принятия решений \mathcal{D} состоит из трех субблоков: \mathcal{D}_1 , выполняющий функции анализа состояния внешней среды, управляемой и управляющей систем, \mathcal{D}_2 , выполняющий функции анализа критериев эффективности управления, и \mathcal{D}_3 , выполняющий функции выбора структуры управления и управляющих решений.

Функции субблока \mathcal{D}_1 состоят в изменении характера управления с целью максимального использования возможностей схемы очистки при исключении внутренней рециркуляции: в установлении необходимости выбора добавок, улучшающих качество очистки; в сопоставлении величин контролируемых показателей с их допустимыми значениями; в анализе и упорядочении причин нарушения качества очистки сточной воды. Функции субблока \mathcal{D}_2 заключаются в корректировке критериев эффективности управления, а также установлении инициативных критериев. Функции субблока \mathcal{D}_3 заключаются в установлении алго-

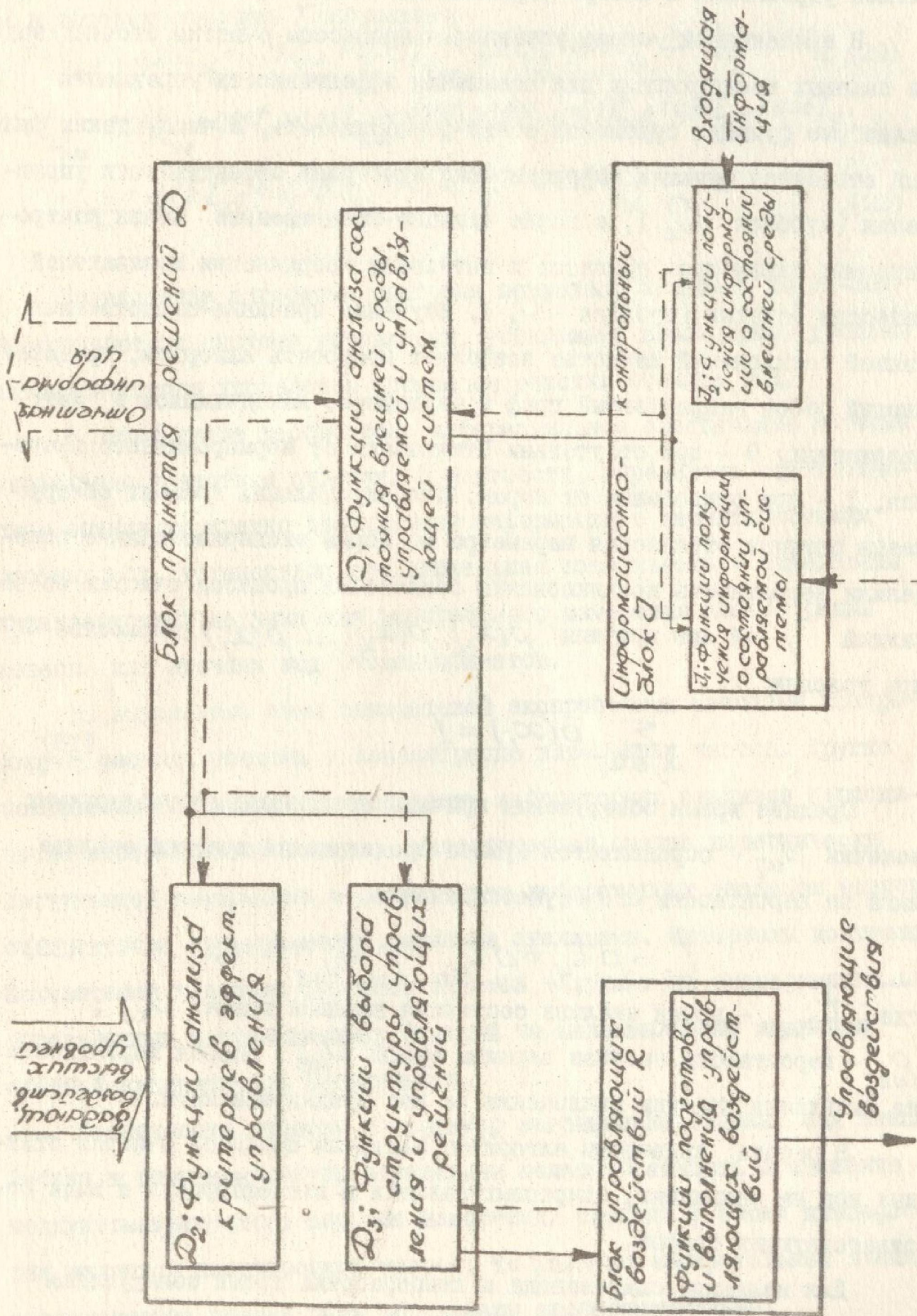


Рис. 4. Структура общей системы управления качеством очистки и рециркуляции сточных вод

ритмов управления и выборе управляющего воздействия.

В приведенной схеме управления процессом очистки сточных вод на пищевых предприятиях для повышения эффективности управления некоторые функции субблоков можно формализовать. К числу таких функций относятся функции корректировки критериев эффективности управления (субблок D_2), а также причинно-следственные связи контролируемых параметров процесса и интервалы координации показателей качества очистки (субблок D_3). Изучение причинно-следственных связей отклонений качества позволяет построить алгоритм, представляющий собой направленный граф с вершинами, находящимися в двух положениях: 0 - при отсутствии отклонения от нормированного значения, 1 - при отклонении от нормы. Для определения времени обнаружения причины отклонения параметра от нормы экспериментально определили вероятность возникновения отклонения процесса очистки из-за каждой j -й его причины $\rho(x_1), \rho(x_2), \dots, \rho(x_j)$ множества ω_i при условии

$$\sum_{x_j \in \omega_i} \rho(x_j) = 1 \quad (18)$$

Среднее время обнаружения причины отклонения контролируемых величин T_{ω_i} определяется суммой произведений времени анализа шага на вероятность его осуществления

$$T_{\omega_i} = \rho_{11} t_{u_{11}} + \rho_{21} t_{u_{21}} + \rho_{22} t_{u_{22}} + \dots, \quad (19)$$

где $t_{u_{ke}}$ - время анализа состояния вершины графа U_{ke} ;
 ρ_{ke} - вероятность анализа вершины графа U_{ke} , равная вероятности не выявления причины отклонения за все предыдущие шаги.

В работе приведены алгоритмы контроля процесса очистки сточных вод на мельницах, спиртовых заводах и птицефабриках в виде соответствующих графов.

Для мельниц, спиртзавода и птицефабрики время обнаружения причин отклонения входных параметров от заданных значений (нормы)

по приведенным алгоритмам соответственно определяется зависимость-ми в которых значение T минимально

$$T = t_{C_{БПК}^{\bar{II}}} + 0,25t_{\bar{Y}_I} + 0,75t_{C_{БПК}^{\bar{II}}} + 0,38t_{C_{БВ}^{\bar{II}}} + 0,32t_{C_{БВ}^{\bar{III}}} + 0,68t_{Q_p} + 0,26t_{C_{O_2}} + 0,43t_{Q_x} \quad (20)$$

$$T = t_{C_{БПК}^{\bar{I}}} + 0,28t_{C_{БВ}^{\bar{I}}} + 0,72t_{\bar{Y}_I} + 0,38t_{C_{БПК}^{\bar{II}}} + 0,62t_{\bar{Y}_I} + 0,42t_{C_{\bar{t}}} + 0,43t_{C_{PH}^{\bar{II}}} + 0,44t_{C_{БВ}^{\bar{II}}} + 0,56t_{\bar{Y}_I} \quad (21)$$

$$T = t_{C_{N}^{\bar{II}}} + 0,25t_{C_A^{\bar{I}}} + 0,75t_{C_{N}^{\bar{I}}} + 0,36t_{\bar{Y}_I} + 0,34t_{C_A^{\bar{II}}} \quad (22)$$

Приведенные алгоритмы контроля позволяют повысить на 20-30% быстродействие системы управления, установить необходимый уровень автоматического управления процессом очистки сточных вод.

В пятой главе рассмотрено информационное обеспечение системы управления качеством очистки. В частности, определена статистическая оценка дискретно поступающей информации о характеристиках сточных вод, установлена принципиальная возможность и определены характеристики датчика для экспрессного измерения концентрации взвеси для сточных вод птицекомбинатов.

Из выделенных нами показателей экспрессными методами контролируют расход, уровень и концентрацию взвешенных частиц. Другие показатели определяют на основании лабораторных анализов периодически отбираемых проб воды, статистическая оценка периодически поступающей информации о результатах лабораторных анализов зависит от интервала времени между смежными анализами. Интервалы контроля показателей качества процесса очистки : олучили из экспериментально определенных корреляционных функций по максимальному значению средней квадратичной погрешности.

Особенности очистки и характер загрязнений сточных вод птицефабрик и птицекомбинатов определили целесообразность применения кондуктометрического способа измерения. Поскольку у стоки птицефабрик являются неоднородной массой, то размеры измерительной ячейки кондуктометра должны быть обоснованы экспериментально.

В связи с этим определили зависимости электропроводности стоков от их температуры и состава, величины подводимого к электродам напряжения и его частоты. По результатам исследований были определены размеры кондуктометрической ячейки (площадь электродов - 7 см², расстояние между ними - 10 см, напряжение - 1,5 в, частота 50 Гц). Полученные экспериментальные зависимости позволили рассчитать основные параметры кондуктометра, позволяющего измерять концентрацию взвесей в стоках с погрешностью $\pm 2\%$.

Определение интервалов контроля параметров очистки сточных вод, осуществляемых лабораторными методами, и разработка метода экспрессного определения взвешенных частиц в стоках птицекомбинатов позволили синтезировать импульсную АСР концентрацией взвешенных частиц в сточных водах птицекомбината. Годовой экономический эффект от внедрения системы управления качеством на Коминтерновской птицефабрике составил 35 тыс. рублей.

Общие выводы и рекомендации

1. На основе анализа существующих методов очистки сточных вод пищевых предприятий показано, что организация системы управления качеством является одним из эффективных способов совершенствования процессов очистки, позволяющим улучшить качество очищенной воды, снизить удельные затраты на очистку и повторно использовать очищенную воду.

2. Анализ структуры технологических схем очистки сточных вод пищевых предприятий и характеристик потоков, показал принципиальные возможности реализации комплексной системы управления качеством очистки на основе упорядочения и сокращения информации, а также стабилизации некоторых количественных характеристик потоков.

3. Для реализации комплексной системы управления разработана общая структура управления качеством очистки, позволяющая выделить ограниченное число контролируемых параметров на основе построения алгоритма причинно-следственных связей очистки, формализации некоторых функций управления, разработки экспрессного измерения величины концентрации взвешенных частиц и пр.

4. Составленные математические модели процессов, происходящих при очистке сточных вод, позволили задаваясь величиной коэффициента рециркуляции определить основные размеры элементов очистки, их статические и динамические характеристики, необходимые для реализации предложенной структуры системы управления.

5. Общая структура системы управления качеством очистки конкретизована применительно к условиям мельницы, спиртового завода и птицекомбината, для которых уточнена общая математическая модель. экспериментально определены постоянные в уравнениях модели, разработаны алгоритмы и определены интервалы контроля показателей качества очистки, повышающие быстродействие системы управления на 20 - 30%.

6. Общая экономическая эффективность применения очистных сооружений составила более 268 тыс.рублей в год. Доля экономии применения рекомендаций по совершенствованию систем управления составляет 35 тыс.рублей в год.

7. Результаты исследований использованы при разработке типовых проектов и норм технологического проектирования систем сбора, удаления, хранения и утилизации навоза, сточной жидкости и помета (НТП-СХ-00.76), при внедрении в производство очистных сооружений на Ковалевском спиртзаводе Черниговской области и Коминтерновской птицефабрике Одесской области.

Основное содержание диссертационной работы изложено в соавторстве в следующих публикациях.

1. Математическая модель процесса рециркуляции очищаемых вод после мойки зерна. Сб. "Пищевая промышленность", Киев, "Техніка", 1973, вып.17, с.34-39.
2. Математическое описание динамики очистки и рециркуляции вод после мойки зерна. Известия вузов СССР Пищевая технология, 1973, № 3, с.139-142.
3. Физико-механические свойства птичьего помета. Экспресс-информация ВНИТИП, М., 1973, № I, с.30-32.
4. Оптимизация процесса пневмоудаления птичьего помета. Тезисы докладов XIX конференции молодых ученых и аспирантов. Загорск, 1976, с.33-34.
5. Рециркуляция дугата при механическом обезвоживании птичьего помета. Вісник сільськогосподарської науки. Київ, 1975, № 6, с.95-96.
6. Система управления качеством очистки сточных вод на мельнице. Тезисы докладов на Всесоюзной конференции "Научно-технический прогресс в зерноперерабатывающей промышленности". Одесса, 1977, с.14-15.
7. Математическая модель процесса очистки сточных вод дрожжевого производства в аэротенках. "Хлебопекарная и кондитерская промышленность", 1975, № 6, с.30-31.

Результаты работы доложены на: 1. III Всесоюзной конференции "Механика сыпучих материалов" (Одесса, 1975). 2. XV и XIX Всесоюзных конференциях молодых ученых и аспирантов (Загорск, 1975 и 1976 гг.). 3. Республиканской научно-технической конференции "Оптимизация автоматизированных систем и технологических процессов", (Киев, 1974). 4. Областной научной конференции "Молодые ученые г.Одессы - сельскохоз. хозяйственному производству" (Одесса, 1974). 5. Республиканской конференции по охране природы (Киев, 1974). 6. Научных конференциях Одесского технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова в 1972-1977 гг.