

УДК 1.2.2.

М.В. Чкалова, *канд. техн. наук, доцент,*
В.Д. Павлидис, *канд. физ.-мат. наук, профессор,*
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный
университет», г. Оренбург

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТКОЙ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ ПОСЕЛЕНИЙ

Ключевые слова: система управления, моделирование, очистка стоков, качественные показатели.

Keywords: control system, modeling, wastewater treatment, quality indicators.

Аннотация: статья посвящается проблеме очистки сточных вод городских поселений с численностью жителей до 50000 человек (на примере г. Соль-Илецк Оренбургской области). Комплексный анализ проблем очистных сооружений малых поселений позволил авторам определить вид модернизации и предложить конструктивное и технологическое решения, которые способствуют повышению производительности очистных сооружений и улучшению качества очистки. Верификация построенной модели проводилась в виде определения оценок качественных показателей системы управления в программной среде SimInThech и показала хорошую адекватность модели реальному процессу управления очисткой сточных вод.

Summary: the article is devoted to the problem of wastewater treatment of urban settlements with a population of up to 50,000 people (for example, Sol-Ilets, Orenburg region). A comprehensive analysis of the problems of treatment facilities in small settlements allowed the authors to determine the type of modernization and propose constructive and technological solutions that contribute to improving the productivity of treatment facilities and improving the quality of treatment. Verification of the constructed model was carried out in the form of determining estimates of the quality indicators of the management system in the SimInThech software environment and showed good adequacy of the model to the real process of wastewater treatment management.

Одной из важных современных природоохранных проблем является очистка хозяйственно-бытовых стоков и их утилизация. В настоящее время существует множество различных решений в области охраны вод, связанных с механической, физико-химической и биологической очисткой стоков. Модернизация технологического оборудования системы очистки сточных вод города Соль-Илецк реализует тренд на улучшение экологии и развитие рекреационных территорий Оренбуржья.

Идея работы заключается в разработке комплекса решений для повышения качества управления технологическими процессами на очистных сооружениях.

Канализационные очистные сооружения (КОС) г. Соль-Илецк (производительность 10 тыс. м³/сут.; средний часовой расход 416,7 м³/час (115,7 л/с); максимальный расход 662,5 м³/час (184,0 л/с)) введены в эксплуатацию в 1987 году. КОС представляют собой очистные сооружения полной биологической очистки с использованием активного ила для удаления органических веществ.

Принятая проектом технологическая схема очистки сточных вод предусматривает предварительную механическую очистку, осветление в первичных отстойниках, полную биологическую очистку с процессом нитри-денитрификации, доочистку и обеззараживание очищенных сточных вод. Основные параметры технологических процессов:

Основная цель исследования – разработка технологического решения существующих очистных сооружений г.Соль-Илецк с увеличением производительности и улучшением качества очистки сточных вод, сбрасываемых в водный объект рыбохозяйственного значения (река Елшанка).

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- проведен сравнительный анализ инноваций в повышении качества очистки сточных вод;
- предложено инженерное решение для повышения эффективности эксплуатации технологических объектов очистных сооружений;
- дана комплексная оценка качества предложенного решения.

Основной проблемой в модернизации системы управления очистки сточных вод является снижение эксплуатационной нагрузки на технологическое оборудование и ресурсосбережение. В качестве основных параметров исследуемой системы управления очисткой сточных вод были рассмотрены: производительность, качество очистки (химический состав воды, сливаемой в водоем), количество рециркулирующего и избыточного активного ила [1,2].

Результирующим показателем оптимизации автоматизированной системы управления (АСУ) является качество очистки сточных вод. Анализ этого показателя определил решение поставленной проблемы – улучшение качества фильтрации воды путем:

- повышения качественных характеристик используемого повторно активного ила;
- повышения качества воды перед прохождением ее через блок УФ обеззараживания.

Анализ существующей системы очистки сточных вод [1,2,3] позволил определить следующее: производительность системы избыточна (производительность насосов обеспечивает бесперебойное функционирование системы в устоявшемся режиме, а для случаев неравномерной подачи

сточной воды существуют усреднители необходимого объема) и можно не рассматривать ее влияние на результирующий показатель оптимизации.

Было решено акцентировать внимание на качестве активного ила. В процессе водоочистки активный ил увеличивается в объемах, что порождает комплекс специфических проблем (таблица 1).

Таблица 1. Комплекс проблем водоочистки, связанных с активным илом

Проблемы	Факторы возникновения	Последствия	Пути решения
Вспухивание активного ила	– изменения качественных и количественных характеристик поступающих сточных вод; – некорректность проектных решений для сооружений биологической очистки; – ошибки при эксплуатации очистных сооружений	– ухудшение качества очистки сточных вод; – сброс активного ила в водные объекты	– увеличение расхода возвратного активного ила на 30–50%; – снижение дозы активного ила в аэротенках
Всплытие активного ила	– процесс денитрификации во вторичных отстойниках активного ила	– образование темно-коричневой пены в емкости аэротенка, способной попасть во вторичный отстойник и забить выходное отверстие	– увеличение расхода возвратного активного ила до проектного значения; – уменьшение уровня осадка во вторичных отстойниках; – обеспечение нормативной концентрации растворенного кислорода на выходе из аэротенков
Пенообразование	– низкая нагрузка на ил в аэротенках по органическим соединениям; – низкая концентрация растворенного кислорода в аэробных зонах аэротенка; – резкое изменение температуры поступающих сточных вод; – недостаток биогенных элементов в поступающих сточных водах	– угроза эксплуатации сооружений биологической очистки сточных вод (до полной неосаждаемости ила во вторичных отстойниках и выноса всего ила КОС в приемник очищенных вод)	– снижение возраста активного ила до 3-5сут.; – уменьшение дозы активного ила при низких нагрузках на ил по органическим соединениям; – увеличение концентрации растворенного кислорода до 1,5–2,5 мг/л; – дозирование биогенных элементов (в случае их недостатка); – добавление пеногасителей или механическое удаление пены.

Предлагаемое решение проблемы снижения эксплуатационной нагрузки на технологическое оборудование системы очистки сточных вод г. Соль-Илецк способствует повышению производительности, улучшению качества очистки, оптимизации количества активного ила. Интегральным параметром оптимизации модели служит качество очистки сточных вод.

На первом этапе необходимо утилизировать избыточный ил. Предлагаемое технологическое решение заключается в применении реагента (гумата) для преобразования избыточного активного ила в удобрение (рис 1). Удобрение, полученное из активного ила с применением гумата, можно использовать в качестве почвоулучшителя для различных растительных культур.

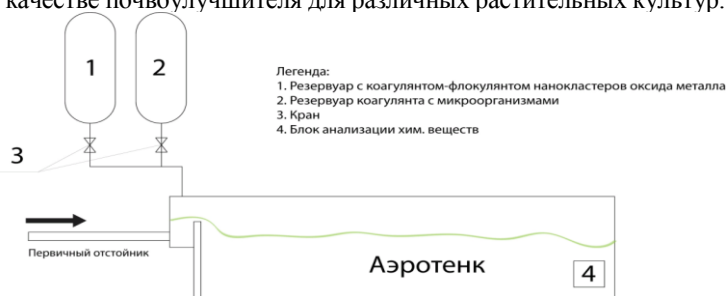


Рис 1. Принципиальная схема подсистемы дозированной подачи реагентов

Для снижения эксплуатационной нагрузки на все оборудование, в частности, на блок биологической очистки, необходима дополнительная фильтрация воды перед прохождением ее через блок УФ обеззараживания.

Техническое решение состоит в применении на стадии доочистки аппарата вихревого слоя с целью повышения степени очистки вод перед прохождением стадии обеззараживания (рис. 2) [3,4].

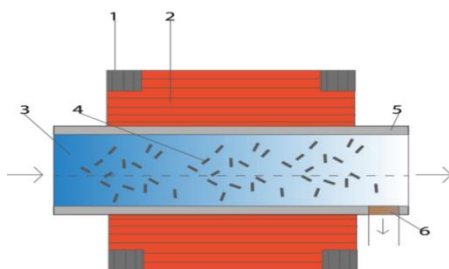


Рис.2. Принципиальная схема аппарата вихревого слоя: 1 – сердечник индуктора; 2 – обмотка индуктора; 3 – рабочая зона; 4 – ферромагнитные частицы; 5 – немагнитный корпус; 6 – дно отвод для осадков

Таким образом, технико-технологическое решение может быть визуализировано в принципиальной схеме системы управления процессом очистки сточных вод (рис. 3).

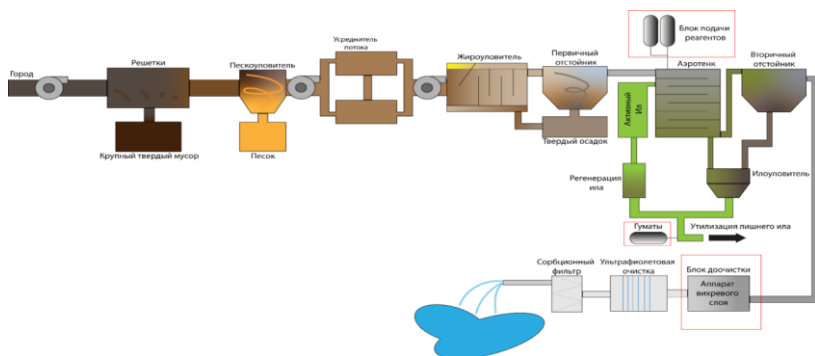


Рис. 3. Принципиальная схема системы управления процессом очистки сточных вод с добавлением подсистемы доочистки воды аппаратом вихревого слоя и подсистемы дозированной подачи реагентов

Для оценки качественных показателей эффективности моделируемой системы управления авторами были построены ее структурные схемы в среде SimInTech до (рис. 4,5) и после (рис. 6,7) модернизации [5].

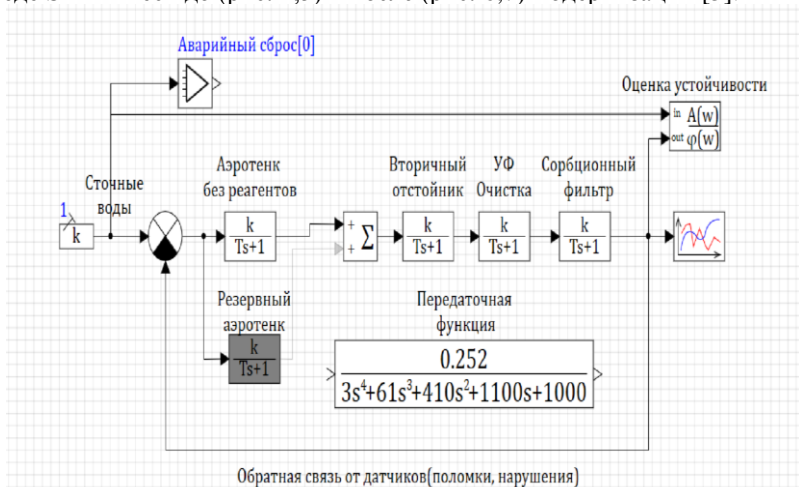


Рис. 4. Структурная схема системы управления очисткой сточных вод до модернизации

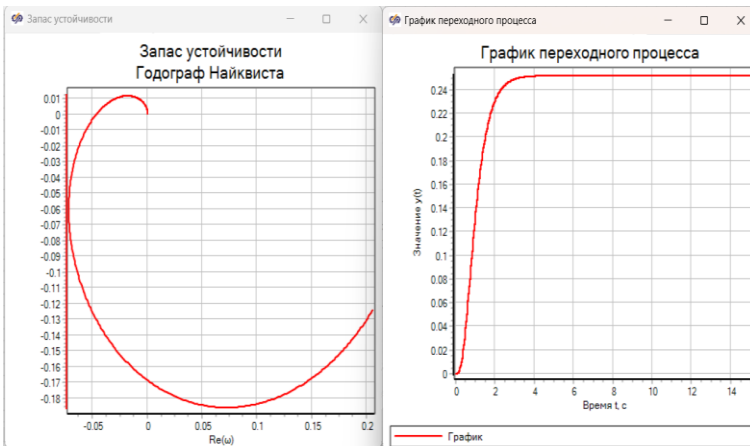


Рис. 5. Качественные показатели системы управления очисткой сточных вод до модернизации

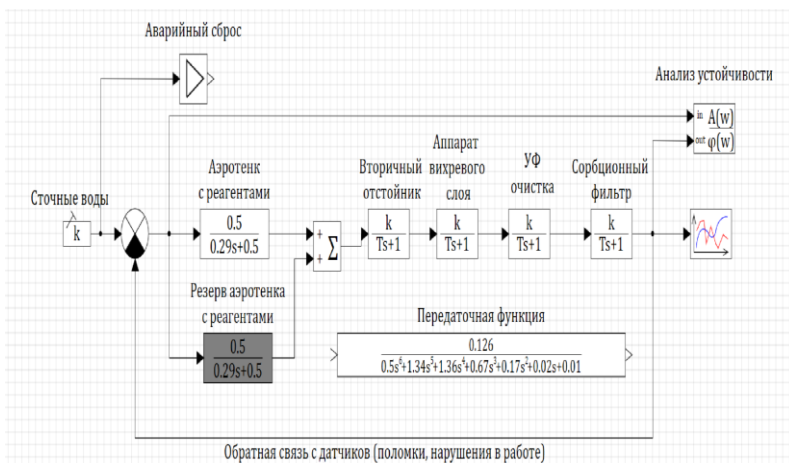


Рис. 6. Модернизированная структурная схема системы управления очисткой сточных вод с учетом функциональных элементов: азротенк с реагентами и аппарат вихревого слоя (АВС)

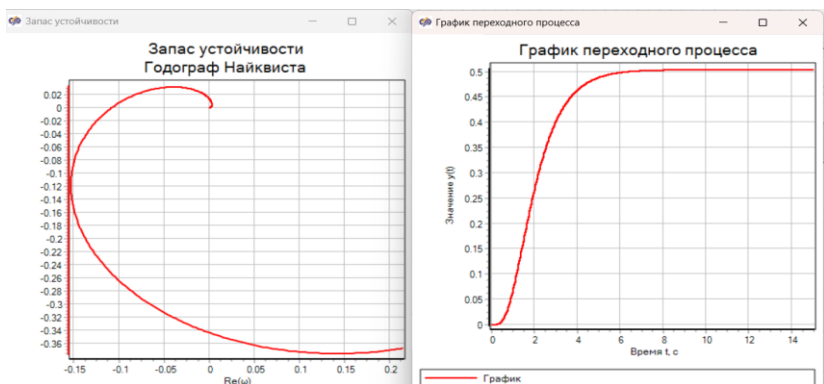


Рис.7. Качественные показатели системы управления очисткой сточных вод после модернизации

Анализ полученных результатов моделирования показал, что внесение новых функциональных элементов в систему управления увеличило время отклика, но при этом существенно улучшило устойчивость системы, доведя ее до стандартных показателей по амплитуде и фазе.

Таким образом результат модернизации приведет к снижению эксплуатационных затрат на функционирование системы очистки сточных вод и будет способствовать повышению эффективности сельскохозяйственного производства в регионе.

Список используемой литературы

1. Повышение эффективности систем очистки промышленных сточных вод перед их сбросом в хозяйственно-бытовую канализацию / Д. В. Сталинский, С. И. Эпштейн, З. С. Музыкаина, И. В. Варнавская // Экология и промышленность. – 2013. – № 2(35). – С. 39-46. – EDN JDIHNE.
2. Дудоров, В. Е. Методы очистки сточных вод, виды очистных сооружений и инновации в области очистки сточных вод / В. Е. Дудоров, Д. Н. Хисматулина, Э. Р. Исхакова // Наука среди нас. – 2019. – № 4(20). – С. 43-48. – EDN PREGZQ.
3. Гетманцев, С. В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С. В. Гетманцев, И. А. Нечаев, Л. В. Гандурина ; С. В. Гетманцев, И. А. Нечаев, Л. В. Гандурина. – Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2008. – 271 с. – ISBN 978-5-93093-573-8. – EDN QNNDXB.
4. Патент № 2430889 С1 Российская Федерация, МПК C02F 1/48, C02F 9/00. Способ электроимпульсной очистки загрязненных промышленных сточных вод и установка для электроимпульсной очистки загрязненных промышленных сточных вод : № 2010107725/05 : заявл. 03.03.2010 : опубл. 10.10.2011 / Ю. О. Бобылев. – EDN YHVLVH.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022664211 Российская Федерация. Программа расчета качественных показателей линейных динамических систем : № 2022663564 : заявл. 12.07.2022 : опубл. 26.07.2022 / В. Д. Павлидис, М. В. Чкалова, Д. Р. Хафизов, А. А. Степанов. – EDN QWWUTT.

УДК 58.009:338.48

А.В. Голочалава, ассистент, В.В. Баскакова, ст. преподаватель,
*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный
университет им. В.Я. Горина» пос. Майский*

ФИТОТУРИЗМ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ЛЬСКОГО ТУРИЗМА

Ключевые слова: фитотуризм, сельский туризм, развитие сельских территорий, кадровое обеспечение.

Key words: phytotourism, rural tourism, development of rural areas, staffing

Аннотация: в работе представлены статистические данные о возможности развития нового туристического направления в рамках проекта программы сельского туризма. Предложены пути развития данного направления на начальном этапе.

Summary: the paper presents statistical data on the possibility of developing a new tourist destination within the framework of the rural tourism program project. Ways of development of this direction at the initial stage are offered.

Сельский туризм – одно из самых молодых направлений туристической отрасли Российской Федерации. Согласно ГОСТ Р 56641-2015 : «Сельский туризм – деятельность по организации отдыха в сельской местности или в малых городах (при отсутствии промышленных зон и застройки) с предоставлением услуг гостеприимства в частном секторе с возможностью трудового участия, ориентированная на использование природных, культурно-исторических и других ресурсов, традиционных для нашей местности» [1].

С 1 января 2022 вступил в силу Федеральный закон о внесении изменений в Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» и статью 7 Федерального закона «О развитии сельского хозяйства»[2]. Именно этот закон закрепил понятие «сельский туризм» в законодательный лексикон. К масштабным задачам нового закона можно отнести: диверсификацию сельской экономики, включение сельского туризма в перечень основных направлений в сфере развития сельского хозяйства, грантовую поддержку фермерских хозяйств, увеличение числа рабочих мест на селе, привлечение молодежи на село, улучшение инфраструктуры и комфортности в сельской местности [3].