

Назарова О.В.

магистрант

Научный руководитель: Кравцова М.В., к.п.н.

доцент, Заведующий кафедрой «Химическая технология и ресурсосбережение»

Тольяттинский государственный университет

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ
ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Аннотация. В работе рассмотрена возможность применения методов математического моделирования при анализе работы биологических очистных сооружений. Очистка смешанных стоков производственного объекта химической промышленности и стоков городской канализации осуществляется непрерывно и существует необходимость прогнозирования протекающих процессов биологической очистки. Применение методов математического моделирования имеет значение для определения потенциальных возможностей изучаемых процессов очистки.

Ключевые слова: биологическая очистка, сточные воды, математическое моделирование, воздействие на водный объект.

Nazarova O.V.

undergraduate

Scientific adviser: Kravtsova M.V., Ph.D.

Associate Professor, Head of the Department of Chemical Technology and Resource

Saving

Togliatti State University

**MATHEMATICAL MODELING AS A POSSIBILITY OF FORECASTING
QUALITY OF CLEANING THE STOCK OF CHEMICAL INDUSTRY
ENTERPRISES**

Annotation. The paper considers the possibility of using mathematical modeling methods in analyzing the operation of biological treatment facilities. The treatment of

mixed wastewater from a chemical industry production facility and urban sewage is carried out continuously and there is a need to predict the ongoing biological treatment processes. The use of mathematical modeling methods is important for determining the potential capabilities of the studied cleaning processes.

Key words: *biological treatment, wastewater, mathematical modeling, impact on a water body.*

На качество воды поверхностных водных объектов большое влияние оказывают в том числе и выпуски сточных вод предприятий химической отрасли города. Куйбышевское водохранилище является источником водоснабжения для промышленных объектов химической промышленности г. Тольятти, а Саратовское водохранилище является «приемником» сточных вод. Объем и качество сбрасываемых сточных вод оказывают значительное негативное воздействие на водный объект. В настоящее время механизмы самовосстановления водной экосистемы естественным способом не справляются с антропогенной нагрузкой промышленных предприятий, что указывает на необходимость проведения работ, направленных на улучшение качества и снижение токсичности сбросов [1, 2].

Контроль качества и количества сбрасываемых сточных вод в поверхностный водный объект, в том числе превышений установленных нормативов, регламентируются требованиями законодательства Российской Федерации.

Сточные воды представляют собой воду, загрязненную большим количеством посторонних веществ органического и минерального происхождения и населенную огромным количеством микроорганизмов. Состав сточных вод разнообразен. Обычно разделяют хозяйственно-фекальные (бытовые) и промышленные стоки.

Состав бытовых сточных вод, как показывают многолетние исследования, более или менее однороден и представлен в основном взвешенными веществами, азотом аммонийным, фосфатами, калием, патогенной микрофлорой и др.

Сточные воды промышленных предприятий специфичны и имеют различный состав, в зависимости от специфики производства и используемого сырья в производственных процессах.

Основные схемы очистных сооружений с использованием аэротенков для биологической очистки стоков, были описаны еще в 1949 году профессором, доктором технических наук Б.О. Ботуком: к предварительно осветленной сточной воде прибавляли культуры специфических микроорганизмов (активный ил), смесь интенсивно аэрировали в течении определенного промежутка времени, после чего (в очищенном состоянии) сбрасывали в водный объект. Также было отмечено, что на состав биоценоза активного ила значительное влияние оказывает состав сточной воды, способы обработки и другие параметры [3].

Процесс биологической очистки сточных вод основывается на ферментативных процессах, осуществляемых микроорганизмами, входящих в состав биоценоза активного ила [4].

Основной задачей биологической очистки является удаление органических и минеральных примесей, которые могут быть растворены в стоках, находиться в коллоидном или взвешенном состояниях.

В типовом составе активного ила очистных сооружений содержатся бактерии, простейшие, грибы и дрожжи [5].

Комфортная жизнедеятельность биоценоза напрямую зависит от концентрации поступающих на очистку стоков.

В рамках постановки научного эксперимента проведен анализ поступающих на биологическую очистку смешанных стоков химического производства и стоков городской канализации, а также анализы стоков прошедших биологическую очистку. Было исследовано порядка 24 определяемых показателей загрязняющих веществ входящих в состав стоков. Результаты проведенных экспериментов показали, что значения концентраций некоторых веществ после биологической очистки снизились, но предельно допустимых не достигли.

Для прогнозирования и анализа контрольных показателей, может применяться метод математического моделирования процессов. Любую динамическую систему с происходящими в ней превращениями можно описать с помощью математической модели.

Математическая модель, которая описывает процессы очистки жидких стоков биологическими методами, представляет собой систему дифференциальных

уравнений материального баланса, которая характеризует кинетику поглощения органических соединений и других загрязняющих веществ микроорганизмами активного ила, изменение концентрации биомассы в иловой смеси и содержание растворенного кислорода в системе:

$$\frac{dL_{out}^j}{dt} = \frac{Q \cdot (1 + R_i)}{V} \cdot (L_{out(i-1)}^j - L_{out(i)}^j) + R_{Li}^j$$

где $L_{out(i)}^j$ и $L_{out(i-1)}^j$ – концентрация j-го компонента в рассматриваемой i-й ячейке и в предыдущей, мг/л; Q – расход поступающей сточной воды, м³/ч; V – объем ячейки, м³; R_i – коэффициент рециркуляции активного ила; R_{Li}^j – скорость потребления j-го субстрата в i-й ячейке, мг/л·ч [6].

Расчет по максимальным значениям концентраций приоритетных загрязняющих веществ, которые были определены при исследованиях работы очистных сооружений, выполняется в программа Mathcad. Произведенный расчет показывает, что концентрация загрязняющих веществ на входе в аэротенк высока и может нести угрозу жизнедеятельности биоценоза активного ила и как следствие качеству очистки. Необходимо, как минимум, применение системы дополнительного разбавления стоков перед попаданием на биологическую очистку.

Использованные источники:

1. Яковлева А.Н. Саратовское водохранилище//Изв. ГосНИОРХ, 1975. Т.102. С.118 – 129
2. Селезнева А.В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН. 2007. С. 107.; Селезнева А.В. Пространственная неоднородность антропогенной нагрузки на реки // Экология и промышленность России. 2007. Декабрь. С. 31-38.
3. Ботук Б.О. Очистка бытовых сточных вод. М.: Издательство Министерства коммунального хозяйств, 1949.

4. Козлов М.Н. Микробиологический контроль активного ила биореакторов очистки сточных вод от биогенных элементов / М.Н. Козлов, А.Г. Дорофеев, В.Г. Асеева. – М.: Наука, 2012. – 80 с. – ISBN 978-5-02-038455-2.
5. Загорская Е.П. Биоценоз активного ила в процессах нитри-денитрификации как индикатор качества очистки сточных вод. / Инновации и «зеленые» технологии: Вторая Всероссийская научно-практическая конференция: сборник материалов и докладов / под ред. С.В. Афанасьева, Т.С. Кобзарь, С.В. Сердюковой. Тольятти, 2019.
6. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. — М.: Мир, 1973. 957 с.