

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД****Чириканова Ю.С.****Научный консультант - канд. физ.-мат. наук, доц. Осипов Ю.В.**

*(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, 129337, Ярославское шоссе, 26)*

**Аннотация.** В работе рассматривается задача математического моделирования биологической очистки сточных вод. Особенность биологической системы очистки заключается в том, что для очистки воды используется блок с активным илом, называемый аэротенком. Для описания процесса биологической очистки сточных вод в аэротенках предложена математическая модель, разработанная в программном комплексе GPS-X.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, сточные воды, биологическая очистка.

**MODELING OF WASTEWATER TREATMENT****Chirikanova Yu.S.****Scientific adviser –** Candidate of Physics and Math. Sciences, associate Professor **Osipov Yu.V.**

*(Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoye Sh., 129337, Moscow, Russia)*

**Abstract.** The paper deals with the problem of mathematical modeling of biological wastewater treatment. The peculiarity of the biological treatment system is that a block with activated sludge, called an aeration tank, is used for water purification. To describe the process of biological wastewater treatment in aeration tanks a mathematical model developed in the GPS-X software package is proposed.

**Keywords:** Mathematical modeling, wastewater, biological treatment.

В настоящее время из-за роста численности населения Земли, всё более остро стоит проблема нехватки чистой воды, что приводит к необходимости улучшения её очистки. Так как на начальном этапе нужно производить расчеты для проектирования очистных сооружений, то следует выбрать наиболее точный и быстрый метод расчетов параметров очистных сооружений.

Поиск наиболее эффективных методов моделирования очистки сточных вод играет важную роль в экологии, так как запасы пресной воды ограничены, а её загрязнение

только возрастает, поэтому требуется больше очистных станций, которым необходимы более эффективные методы расчётов. Важнейшим критерием очистки является соблюдение предельных концентраций загрязняющих веществ.

Значения предельных концентраций загрязняющих веществ содержатся в приказе Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 [1], часть из них представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Показатели качества очищенных сточных вод для водоемов рыбохозяйственного назначения

№п/п	Наименование показателя	Норматив ПДК очищенной сточной воды, поступающей в водоем рыбохозяйственного назначения
1	БПК полн.	3 мг/дм <sup>3</sup>
2	Фосфаты по(Р)	1-2 мг/ дм <sup>3</sup>
3	Взвешенные вещества	10 мг/ дм <sup>3</sup>
4	Нитраты	40 мг/дм <sup>3</sup>
5	Нитриты	0,08 мг/дм <sup>3</sup>

Для численного решения используется одномерное дифференциальное уравнение диффузии при постоянном коэффициенте диффузии:

$$\frac{\partial}{\partial t} c(x, t) = D \frac{\partial^2}{\partial x^2} c(x, t) + f(x, t)$$

В частности, уравнение массового баланса [2]:

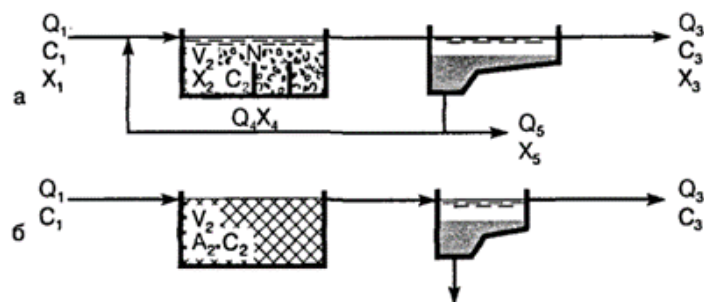
$$Q_1 C_1 - r_{V,S} \cdot V_2 = Q_3 C_3,$$

где Q – объёмная скорость потока воды (1-на входе, 3- на выходе)

C – концентрация вещества (1-на входе, 3- на выходе)

r – скорость химической реакции

V – объём реактора

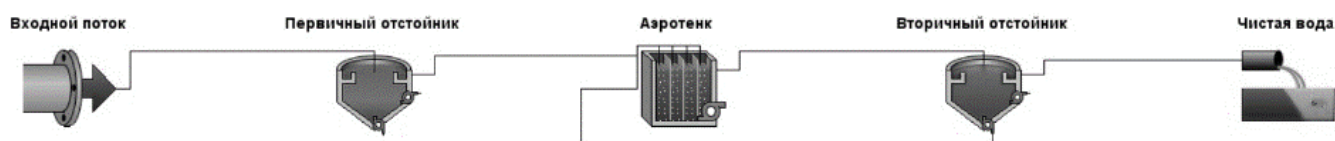


**Рисунок 1.** Схематичное изображение реакторов

При заданных объёмах, потоке воды и скоростях химических реакций, нужно найти каждую концентрацию на выходе из реактора:

$$C_3 = \frac{Q_1 C_1 - rV}{Q_3}$$

Моделирование процессов очистки сточных вод реализуется при помощи программного комплекса GPS-X



**Рисунок 2.** Модель очистного сооружения в GPS-X

На вход подаётся сточная вода с параметрами:

- БПК=150 мг/л
- ВВ=200 мг/л
- Общий азот=40 мг/л
- Вода=4000 м.куб/сут

Преимуществом такого моделирования является более быстрый по сравнению с ручным расчет и универсальность применения, однако для настройки решателя понадобится некоторое время, которое окупится универсальностью решателя.

Программа за несколько минут определяет искомые концентрации веществ на выходе из стока, при заданных объёмах в очистном сооружении с аэротенком.

При моделировании процесса был задан 1 день симуляции, после чего были получены концентрации очищенной воды, равные:

- БПК=2,55 мг/л
- ВВ=9,97 мг/л
- Общий азот=1,42 мг/л
- Нитраты и нитриты=24,02 мг/л

Полученные концентрации соответствуют нормам из таблицы 1, что говорит о достоверности модели и перспективе применения её на реальных объектах.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Вавилин В. А. Математическое моделирование процессов биологической очистки сточных вод активным илом // Москва: Наука, 1979. 119 с.
2. Henze M., Gujer W., Mino T. Activated Sludge Models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3// Scientific and Technical Report No. 9. London: IWA Publishing, 2001