

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЁТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

*И. В. ПАВЛОВИЧ, А. В. РОДЕНКО*  
*ООО «ГЕФЛИС», г. Гомель, Республика Беларусь,*  
*gefliis2013@yandex.ru*

**Актуальность.** Сооружения биологической очистки сточных вод (аэротенки) являются самыми распространёнными и эффективными для очистки городских и промышленных сточных вод от загрязняющих веществ, подверженных биохимическому разложению. В условиях ужесточения требований к очищенным сточным водам основным мероприятием по повышению качества очистки на очистных сооружениях является перевод их на технологии удаления азота и фосфора [1]. Результат этой работы во многом зависит от того, насколько правильно будут выполнены технологические расчёты будущих сооружений. Наиболее актуальной задачей в области проектирования сооружений биологической очистки сточных вод является внедрение современных технологий, в том числе компьютерного моделирования и расчёта технологических процессов, которые позволят наиболее полно и точно описывать происходящие процессы в проектируемых сооружениях, прогнозировать результаты, а также анализировать работу существующих сооружений в текущих условиях.

**Цель работы** – сравнительный анализ современных и наиболее применяемых методик расчёта сооружений биологической очистки и оценка целесообразности их применения при компьютерном моделировании технологических процессов и сооружений биологической очистки сточных вод.

**Основные результаты.** Методики расчёта процессов и сооружений биологической очистки сточных вод подразделяются на эмпирические и теоретические (математические).

*Эмпирические* модели представляют собой результаты анализа массива данных, полученных в ходе экспериментов и измерений. В результате такого анализа выявляется влияние одних величин на другие, выводятся соответствующие корреляционные зависимости, графики и таблицы. Главными недостатками эмпирических моделей являются их применимость только для тех условий, для которых эта модель была подобрана, а также необходимость проведения большого количества измерений для уточнения каких-либо параметра модели.

*Теоретические* модели описывают процессы биологической очистки сточных вод с помощью формул ферментативной кинетики. Теоретический подход не требует избыточного набора опытных данных, так как параметры

модели имеют физический, химический и биологический смысл и могут быть определены (измерены) непосредственно, что, в свою очередь, является гарантией работоспособности данной модели в широком диапазоне исходных данных.

Наиболее известной эмпирической моделью является «*Standard ATV-DVWK-A131 E. Dimension of Single-Stage Activated Sludge Plants 2000*». Данная модель была разработана в Германии и не позволяет выполнять расчёт сооружений биологической очистки с глубоким удалением азота [2].

Применяемые в Республике Беларусь методики расчёта [3] являются эмпирическими моделями. Они предназначены для определения минимального объема и не позволяют смоделировать процесс очистки в существующих сооружениях. Удельные скорости окисления загрязняющих веществ, как и прочие коэффициенты, принимаются по таблицам в соответствии с типом сточных вод, что не позволяет учесть особенностей конкретного объекта.

К классу теоретических моделей относятся методика ВОДГЕО/СамГТУ, разработанная НИИ ВОДГЕО и кафедрой «Водоснабжение и водоотведение» Самарского государственного технического университета, и семейство моделей ASM, разработанных Международной водной ассоциацией (IWA).

Методика расчёта ВОДГЕО/СамГТУ позволяет выполнять расчёт аэротенков с нитри- денитрификацией и биологическим удалением фосфора как городских, так и промышленных сточных вод, определять степень очистки не только по БПК<sub>5</sub> и соединениям азота, но и по другим, индивидуальным компонентам загрязнений (нефтепродукты, СПАВ, жиры и др.). Основа методики – исследования, проведённые на лабораторных и пилотных установках на различных городских и промышленных сточных водах [4].

Модели ASM (ASM1, ASM2, ASM2d, ASM3) являются самыми продвинутыми и популярными моделями активного ила, проверенными временем на множестве очистных сооружений. Наиболее известной и полной математической моделью работы активного ила является модель ASM3, дополненная модулем биологического удаления фосфора. Данная модель была протестирована на ряде объектов с хорошими результатами [5]. Также модели ASM2d и ASM3 активно используются компанией SUEZ [6].

**Выводы.** Сравнительный анализ современных методов моделирования и расчёта технологических процессов и сооружений биологической очистки сточных вод показал, что эмпирические модели непригодны для компьютерного моделирования биологических процессов в аэротенках. Теоретические (математические) модели требуют высокой квалификации технолога для корректного определения значений констант в уравнениях в зависимости от типа и особенностей сточных вод. Самыми известными и проверенными теоретическими моделями являются модели ASM3 и ASM2d.

## Список литературы

- 1 Новикова, О. К. Технология очистки сточных вод : учеб. пособие / О. К. Новикова. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 306 с.
- 2 Харькина, О. В. Методы расчёта сооружений биологической очистки: сравнительный анализ / О. В. Харькина // НДТ. – 2021. – № 6. – С. 50–62.
- 3 П1-2019 к ТКП 45.4.01-321-2018 (33020) / Канализация. Наружные сети и сооружения ; рук. разработ. : В. Н. Ануфриев. – Минск : Стройтехнорм, 2020. – 128 с.
- 4 Швецов, В. И. Расчёт сооружений биологической очистки городских и производственных сточных вод в аэротенках с удалением биогенных элементов / В. Н. Швецов, К. М. Морозова, С. В. Степанов // ВСТ. – 2018. – № 9. – С. 26–38.
- 5 Мешенгиссер, Ю. М. Ретехнологизация сооружений очистки сточных вод / Ю. М. Мешенгиссер. – М. : Вокруг цвета, 2012. – 211 с.
- 6 Харькина, О. В. Подходы к расчёту сооружений биологической очистки сточных вод, обеспечивающие стабильное качество очистки: опыт компании SUEZ / О. В. Харькина, Р. Р. Закиев // НДТ. – 2020. – № 6. – С. 55–63.

## MODERN METHODS OF MODELING AND CALCULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND STRUCTURES BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

*I. V. PAVLOVICH, A. V. RODENKO  
OOO «GEFLIS», Gomel, Republic of Belarus*

УДК 628.144:004.94(075.8)

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ИЛОВЫХ ПЛОЩАДОК

*А. Б. НЕВЗОРОВА  
Гомельский государственный технический университет  
им. П. О. Сухого, Республика Беларусь  
anevzorova@gstu.by*

**Актуальность.** Перспективы использования солнечной энергии, способствующей снижению капитальных затрат на обработку осадков сточных вод в естественных условиях, обеспечивают лидерство в выборе природно-технических систем обработки осадков сточных вод – иловых площадок (карт) [1]. Отличительной чертой функционирования иловых площадок является прямая зависимость режима их эксплуатации от климатической нагрузки ( $\mu$ ) – совокупного влияния среднегодовых значений температуры воздуха и атмосферных осадков. Увеличение атмосферных осадков может способствовать потере эксплуатационных и природозащитных свойств природно-технических систем обработки осадков сточных вод, спроектирован-