

В дальнейшем планируется провести сравнительный анализ результатов применения рассмотренных в работе трех процедур коллективного выбора при построении агрегированного рейтинга высших учебных заведений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наводнов В. Г., Мотова Г. Н., Рыжакова О. Е. Сравнение международных рейтингов и результатов российского Мониторинга эффективности деятельности вузов по методике анализа лиг // Вопросы образования. – 2019. – № 3. С. 130–151.

2. URL: [https:// best-edu.ru/ratings/nacionalnyj-agregirovannyj-rejting](https://best-edu.ru/ratings/nacionalnyj-agregirovannyj-rejting) (дата обращения: 16.01.2020).

3. Алескеров Ф.Т., Курбанов Э. О степени манипулируемости правил коллективного выбора // Автоматика и телемеханика. – 1998. – № 10. С.134-145.

4. Литвак Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа.- М., «Радио и связь», 1982.

УДК 628.381.1

О. А. Белый, канд. техн. наук, доц.;

В. Н. Марцуль, канд. техн. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

ПОДХОДЫ К ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

В настоящее время задача определения выбросов загрязняющих веществ в системах очистных сооружений не является однозначно решенной из-за множественности влияющих на данный процесс факторов, а также невозможности полного контроля над ними. К таким факторам относятся значения температур воздуха и водной поверхности очистного сооружения, наличие пленок органических веществ на поверхности, гидрометеорологические условия, распределение и градиенты скорости ветра в различных слоях атмосферы, наличие ледового покрова и ряд других. Кроме того, практически не поддаются контролю биологические, физические, химических процессы, происходящие в конкретной системе, а потому не имеющие четко определенной математической закономерности, которую можно было бы однозначно применять для данного очистного сооружения. Задача усложнена тем, что здесь невозможно однозначно решить уравнение массопереноса для многокомпонентной си-

стемы жидкость-газ.

В этом ключе во всем мире проводятся исследования с целью выявить такие закономерности и определить такие параметры влияния на выбросы загрязняющих веществ, которые бы позволяли с высокой степенью адекватности рассчитывать выбросы, используя математические модели с наименьшим количеством констант, которые можно определить из экспериментальных измерений и обработки статистических данных по выбросам загрязняющих веществ. На данный момент эта задача является актуальной как с научной точки зрения, так и для практических приложений. Следует отметить, что к настоящему времени разработан ряд математических моделей и методик, используемых в мировой практике оценки выбросов загрязняющих веществ, в которых авторы прибегают к ряду допущений для получения желаемых результатов. Вместе с тем, необходимо учесть и то, что каждое очистное сооружение при схожей конструкции, может эксплуатироваться в различных технологических схемах, принимая потоки на очистку различного состава и температуры.

В этой связи, для более точного определения объемов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ необходима разработка индивидуальных экологических нормативов выбросов.

На практике используются различные методики количественной оценки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух очистных сооружений канализации (ОСК). Ряд руководств, устанавливающих процедуры для оценки выбросов ОСК разработано в США (USEPA 1997; AUEPA 1999; NSWERA2001) [1]. Среди наиболее часто используемых методов количественной оценки выбросов в атмосферный воздух ОСК:

- непосредственное измерение выбросов с объектов очистных сооружений с использованием соответствующих методик отбора проб и выполнения измерений;
- составление материального баланса по отдельным веществам и элементам;
- определение количественного и качественного состава загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух, с использованием уравнений, описывающих массообмен между жидкой (сточные воды) и газовой (атмосферный воздух) фазами в условиях установившегося равновесия;
- использование коэффициентов выбросов (факторов эмиссии), значения которых определены путем статистической обработки резуль-

татов инвентаризации технологических параметров процесса очистки. Как правило, такие коэффициенты определяются путем статистической обработки результатов инвентаризации выбросов большого числа ОСК. Коэффициенты выбросов (КВ) получают путем анализа результатов измерений для стабильно работающего в нормальном режиме очистного оборудования.

Непосредственное измерение выбросов с объектов очистных сооружений с использованием инструментально- расчетных методик, которые основаны на сравнении состава проб воздуха, отбираемых непосредственно над поверхностью источника выделения или на определенном расстоянии от него с наветренной и подветренной сторон с учетом метеорологических условий. Такие методики в Беларуси регламентируются ТКП 17.08-16-2011 [2]. К наиболее информативным, позволяющим получить количественную информацию по выбрасываемым загрязняющим веществам, относятся методы, позволяющие отбирать для выполнения измерений пробы непосредственно с поверхности источников выбросов, а не на прилегающей территории.

Учитывая то, что в Республике Беларусь в настоящее время не введен в действие технический нормативный правовой акт, регламентирующий инвентаризацию и прогнозирование выбросов очистных сооружений канализации, при разработке такого документа необходимо учесть накопленный опыт выполнения работ такого вида в других странах. Следует разработать процедуру и выбрать инструментальные и инструментально-расчетные методики инвентаризации и контроля выбросов, учитывающие специфику данных сооружений [3].

Рассмотрим исходную модель: мощность M_i (г/с) выброса каждого i -того компонента загрязняющего вещества с открытой поверхности очистного сооружения в атмосферу можно рассчитать, используя формулу:

$$M_i = 0,9 \cdot 10^{-5} \cdot u \cdot a_1 \cdot (\tilde{N}_{i, \max} - \tilde{N}_{\delta, i}) \cdot S^{0,93}, \quad (1)$$

где: u (м/с) – скорость ветра на стандартной высоте флюгера $z_{\phi} = 10$ м, зафиксированная в период времени, когда была измерена концентрация $C_{i, \max}$; a_1 – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние превышения ΔT температуры водной поверхности источника выброса над температурой воздуха; $C_{i, \max}$ (мг/м³) – максимальная концентрация i -го компонента загрязняющего вещества, измеренная в воздухе вблизи водной по-

верхности; $\bar{N}_{o,i}$ (мг/м³) – средняя фоновая концентрация i -го компонента загрязняющего вещества в воздухе; S (м²) – полная площадь водной поверхности (без учета укрытия).

ЛИТЕРАТУРА

1 EPA-453/R-94-080A AIR EMISSIONS MODELS FOR WASTE AND WASTEWATER U.S. EPA Contract No. 68D10118, November 1994.

2 ТКП 17.08-16-2011. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов от объектов предприятий нефтехимической отрасли.

3 Методические рекомендации по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от неорганизованных источников станций аэрации сточных вод// Санкт-Петербург. – 2015. – 28 с.

УДК 628.316.12

А. С. Василевский, асп.; И. В. Войтов, проф. д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТОВ

Поступление избыточного количества фосфорсодержащих сточных вод является огромной проблемой, угрожающей как пресноводным водоемам, так и морским водам. Даже умеренное антропогенное увеличение доступности фосфора влияет на конкуренцию между видами, что приводит к необратимым изменениям в водной экологической системе.

Для снижения содержания фосфора в сбрасываемой воде хорошо изучен ряд методов, включая биологические, химические, физические и физико-химические. Наиболее перспективным из вышеупомянутых методов является процесс адсорбции, учитывая, что загрязняющие вещества могут быть удалены в широком диапазоне рН и при низком их содержании, что приводит к эффективному улавливанию фосфатов.

Среди перспективных направлений получения сорбционных материалов является термическая модификация природных материалов, содержащих в своем составе Fe, Al, Ca и Mg. Природные материалы характеризуются низкой исходной стоимостью и простотой перевода их в активное состояние. Среди таких материалов особо можно выделить при-