

## ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

scale of pollution is only increasing every year, and damage to the environment and humans is already a proven fact. In this paper, the situation with the pollution of natural waters with microplastics is considered, methods for water purification from microplastics and measures to prevent such pollution are listed.

**Keywords:** Natural waters, polymer waste, microplastics, nanoplastics, magnetic separation, oxidation, recycling

УДК 504.4.054; 504.064.2.001.18

*М.Е. Астраханов<sup>1,2</sup>, Н.М. Щеголькова<sup>1,3</sup>*

### **ЗАВИСИМОСТЬ ПОТОКОВ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ ОТ СТРУКТУРЫ БАССЕЙНОВ КАНАЛИЗОВАНИЯ: ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ**

<sup>1</sup> Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»

<sup>3</sup> Институт водных проблем РАН

Россия, г. Москва

79197743019@yandex.ru, nshegolkova@mail.ru

**Аннотация.** Не существует единой методологии расчета технологических решений, направленных на использование потоков биогенных элементов от коммунально-бытового сектора городов/поселений. Для разработки единой методологии изучения ПБЭ внутри водосборного бассейна (как основной единицы геоэкологических исследований водного баланса) необходимо выделить внутри ВБ бассейны канализования (как единицы для расчета балансов биогенных элементов). В статье приводятся принципы построения классификации бассейнов канализования.

**Ключевые слова:** водосборный бассейн, бассейн канализования, биогеохимические потоки, сточные воды, очистка стоков.

### Введение

Потоки биогенных элементов (ПБЭ), формируемые возросшим населением Земли (коммунальные сточные воды, бытовые отходы), становятся материальным и энергетическим ресурсом для формирования технологических решений в энергетике, в сельском хозяйстве, в ландшафтном строительстве современных городов. При этом преобладающая часть научных разработок/статей о ПБЭ связано с изучением их отрицательного влияния на ландшафты и на водные системы.

Единой методологии расчета технологических решений, направленных на использование этих потоков, не существует по причине того, что такая методология находится на стыке наук, имеющих чрезвычайно разные предметы исследований (от речного/водосборного бассейна до молекулярно-биологических процессов). Методы исследований биогеохимических потоков также отличаются: от применения геоинформационных систем (ГИС) до газового хроматографического анализа и секвенирования ДНК/РНК.

Для разработки единой методологии изучения ПБЭ внутри водосборного бассейна (как основной единицы геоэкологических исследований водного баланса) необходимо выделить внутри ВБ бассейны канализования (как единицы для расчета балансов биогенных элементов). При этом, граница и тип бассейна канализования (БК) напрямую связаны с типом очистного сооружения и технологическими решениями по сбору коммунальных отходов и стоков внутри этого бассейна.

В настоящее время классификация бассейнов канализования (систем водоотведения) остается на уровне разработок середины прошлого века (общесплавная, полная раздельная и полураздельная сеть водоотведения) и эта классификация не зависит от трех главных факторов формирования ПБЭ: технологии очистки стоков, технологии сбора стоков/отходов, технологии утилизации/использования полученных очищенных сточных вод и осадков.

Перераспределение ПБЭ внутри каждого БК могут быть количественно оценены исходя из известных закономерностей и процессов для конкретной технологии очистки и/или утилизации стоков и осадков. Подобные инженерно-экологические подходы существуют. Существуют и научно-экологические подходы к изучению процессов трансформации соединений биогенных элементов в разных очистных сооружениях и в разных ландшафтах.

## **ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ**

Однако отсутствует единое описание ПБЭ внутри БК, от которых зависит количественная оценка потоков и их “дихотомия” внутри БК. Изучение биогеохимических потоков веществ является основой всех экологических обоснований. Новшеством в природоохранном законодательстве РФ стало комплексное экологическое разрешение (КЭР), содержащее сведения об использовании предприятием воды, энергии, обоснование нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, которое предполагает комплексное решение экологических проблем [1].

Водосборный бассейн реки Москвы относится к территориям с постоянным и быстрым увеличением населения. Это приводит к возрастающей биогенной нагрузке на бассейн Москвы-реки. Существующие сооружения очистки сточных вод (СОСВ) отчасти решают задачу перераспределения потоков биогенных элементов (БЭ), применяя в своей технологической схеме современные решения биологической очистки стоков. При увеличении числа абонентов и соответственно объемов стоков, для поддержания экологического состояния бассейна решающее значение играет общая сумма поступающих биогенных элементов, которая лимитирована способностью водного объекта к самоочищению. Кроме крупнейших СОСВ России и Европы – Курьяновских и Люберецких, в бассейне Москва-реки формируют сточные воды другие очистные сооружения (средние и малые), а также населенные пункты без централизованной канализации.

Этот довольно изученный водосборный бассейн является базисом нашего исследования для создания первичной классификации бассейнов канализования. В данной работе приводятся принципы, на которых базируется предлагаемая нами классификация бассейнов канализования, которая позволит разработать методологию расчётов потоков БЭ в водосборных бассейнах.

### **Подходы к классификации бассейнов канализования**

Для наиболее эффективного регулирования биогеохимических потоков от очистных сооружений предложено выделение следующих классов/подклассов бассейнов канализования региона Московской области.

#### **1. По сбору сточных вод:**

1.1. отсутствие централизованных очистных сооружений: селитебные зоны неканализованных частных домовладений, где

## ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УПРАВЛЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ОХРАНА

установлены септики либо выгребные ямы. Данная категория характерна для небольших поселений области с населением до 2 тыс. человек. Характеризуется диффузным (опосредованным и равномерным) поступлением биогенов в водный объект согласно [2], а также потерей части биогенов на пути их миграции в водоем в других средах, например, в почве. Расчет потоков биогенных элементов может быть выполнен исходя из коэффициентов производительности биогенов в зависимости от количества населения и согласно рекомендациям [3, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

### 1.2. Канализованный сбор стоков на централизованные СОСВ.

Здесь важным фактором перераспределения БЭ является тип очистного сооружения. Ранее авторами [5] были проведены оценочные расчеты перераспределения БЭ сооружениями с активным илом, фито-очистными сооружениями (ФОС) или фотобиореакторами (выбраны три наиболее отличающихся по биологическим процессам технологии). Было показано, что три технологии принципиально по-разному перераспределяют углерод, азот и фосфор в выходящих потоках (газовые выбросы, сточная вода, осадок). Если в сооружениях с активным илом большая часть углерода улетучивается в атмосферу в результате процессов биохимического окисления, то в ФОС большая часть остается в почво-подобном осадке.

Поэтому тип очистного сооружения является следующей категорией внутри группы БК с централизованным сбором стоков.

### 2. По обработке осадка сточных вод на СОСВ.

#### 2.1. Без обеззараживания.

2.2. С биологическим обеззараживанием (например, термофильное метановое сбраживание для получения биогаза).

2.3. С химическим обеззараживанием (применение извести или других реагентов).

Обработка осадка на СОСВ является классификационной категорией для бассейна канализования, так как характеризует потенциал утилизации осадка сточных вод, это важно для выбора технологического решения.

### 3. По утилизации очищенной сточной воды

3.1. Использование сточной воды на орошение с/х угодий.

3.2. Использование сточной воды на орошение лесопосадок.

## **ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ**

3.3. Использование сточной воды для рыборазведения (в прудах доочистки в границах очистного сооружения).

Для этой категории важно учесть вовлечение сточной воды в биогеохимический цикл, где может быть отслежен и рассчитан баланс БЭ в экосистемах [6, 7]. При этом, возможно и внедрение энергосбережения за счет того, что требования к очищенной воде могут быть установлены с учетом ее непитьевого или рекреационного пользования.

4. По утилизации осадка сточных вод.

4.1. Использование осадка сточных вод для сельскохозяйственного использования.

4.2. Использование осадка сточных вод для лесоразведения или ландшафтного строительства.

4.3. Сжигание осадка с его последующей утилизацией.

5. По потенциальной возможности бассейна канализования преобразовать потоки БЭ внутри самого БК.

5.1. С утилизацией потоков БЭ внутри БК.

5.2. С утилизацией потоков БЭ вне БК.

Основным фактором, определяющим возможность и направление БК модифицировать потоки БЭ, выступает назначение земель внутри и рядом с бассейном канализования. В этом случае, экономические и энергетические затраты на перераспределение ПБЭ могут быть обоснованы, а сами количественные характеристики по отдельным биогенным элементам посчитаны в рамках одной экосистемы.

### **Заключение**

Представлены подходы к классификации бассейнов канализования в геосистеме единого водосборного бассейна. Принципы данной классификации основаны на понимании важности вторичных ресурсов – сточной воды и осадка сточных вод. Под рациональным использованием этих ресурсов понимается вовлечение биогенных элементов в круговорот экосистем бассейнов канализования. Выделение бассейнов канализования с присвоением им статуса на основе новой классификации позволяет упростить учет

потоков биогенных элементов и оптимизировать принятие технологических решений.

*Постановка проблемы и разработка методологических подходов выполнены в рамках государственного задания ИВП РАН тема № FMWZ-2022-0002 «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий», разработка классификации бассейнов канализации выполнена в рамках темы государственного задания МГУ № 122011800459-3 «Почвенные биомаркеры: идентификация, устойчивость, активность, возможность использования для мониторинга».*

### **Список цитируемой литературы**

1. Астраханов М.Е., Бурвикова Ю.Н., Новиков В.А. Технологическое нормирование сбросов сточных вод на основе показателей НДТ // Компетентность. – 2023. – № 4, С. 34–39.
2. HELCOM Guidelines for the annual and periodical compilation and reporting of waterborne pollution inputs to the Baltic Sea (PLC-Water) – HELCOM Publ., Helsinki, Finland, 2015. – 143 p.
3. Брюханов А.Ю., Кондратьев С.А., Обломконе Н.С., Оглуздин А.С., Субботин И.А. Методика определения биогенной нагрузки сельскохозяйственного производства на водные объекты // АгроЭкоИнженерия. – 2016. – № 89. – С. 175–182.
4. Кондратьев С.А. Формирование внешней нагрузки на водоёмы: проблемы моделирования. — СПб.: Наука, 2007. — 253 с.
5. Карташова Е.П., Щеголькова Н.М. Методология расчёта биогеохимических потоков веществ очистных сооружений / в сборнике «Почвоведение. Горизонты будущего. 2022» Сборник тезисов докладов шестой конференции молодых ученых Почвенного института им. В.В. Докучаева, посвященной 95-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева, место издания Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Москва, тезисы, 2022. С. 76-78.
6. Чичекина Е.М., Щеголькова Н.М. Создание искусственных ландшафтов на основе перераспределения биогеохимических потоков от очистных сооружений на примере модели городского округа Электросталь / в сборнике «Почвоведение. Горизонты будущего. 2022» Сборник тезисов докладов шестой конференции молодых ученых Почвенного института им. В.В. Докучаева, посвященной 95-

## ЭКОЛОГИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

летию Почвенного института им. В.В. Докучаева, место издания Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Москва, тезисы, 2022. С. 72-74.

7. Щеголькова, Н. М., Веницианов, Е. В., Рыбка, К. Ю., и др. / Многолетняя динамика процессов самоочищения как интегральный показатель для выбора управляющих воздействий (на примере реки Москвы). // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2016. - № 4. – С. 103–117.

*M.E. Astrakhanov<sup>1,2</sup>, N.M. Shchegolkova<sup>1,3</sup>*

### THE DEPENDENCE OF THE FLOWS OF BIOGENIC ELEMENTS IN THE CATCHMENT BASIN OF THE RIVER ON THE STRUCTURE OF THE SEWERAGE BASIN

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University

<sup>2</sup> Federal State Autonomous Body Research Institute “Environmental  
Industrial Policy Centre”

<sup>3</sup> Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences  
Russia, Moscow

79197743019@yandex.ru, nshegolkova@mail.ru

**Abstract.** Today there is no unified methodology for calculating technological solutions aimed at using flows of biogenic elements from the municipal and domestic sector of cities. In order to develop a unified methodology for studying flows of biogenics within the catchment water basin (as the main unit of geoecological studies of the water balance), it is necessary to allocate sewerage basins within the catchment water basins (as units for calculating the balances of biogenic elements). The article presents the principles of developing such classification.

**Key words:** basin approach, catchment water basin, sewerage basin, biogeochemical flows, wastewater, WWTPs.