

## БИОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАЛЫХ РЕК ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ МИНСКА

М. И. Струк, С. Г. Живнач, Г. М. Бокая

*Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь,  
zhyunach@gmail.com*

Представлена оценка биогенного загрязнения малых рек пригородной зоны Минска, на которых построены водохранилища, используемые для массового отдыха и оздоровления городского населения. Определены основные источники и каналы поступления в эти реки загрязняющих веществ, связанные с ландшафтным строением и хозяйственным использованием их водосборных бассейнов. Предложены водоохранные меры по его снижению.

**Ключевые слова:** малые реки; водосборный бассейн; пригородная зона; ландшафты; лесистость; биогенные вещества; загрязнение.

**Введение.** Для удовлетворения водохозяйственных и рекреационных потребностей крупнейшего города используются водные объекты не только собственно городской, но и прилегающей к нему территории. Наличие таких объектов, а также их свойства зависят от особенностей ее природно-ландшафтного строения.

Основной особенностью подобного рода строения пригородной зоны Минска является размещение в ее центральной части ландшафтного района холмисто-моренно-эрозионных и камово-моренно-эрозионных возвышенностей, на который приходятся самые высокие в Беларуси гипсометрические отметки, превышающие 300 м [1]. Вследствие этого по данному району проходит главная водораздельная линия водосборных бассейнов двух морей – Балтийского и Черного. Она делит пригородную зону на две части: северо-западную и юго-восточную. К первой из них относятся бассейны двух больших рек – Немана и его притока Вилии, ко второй – р. Березины и ее притока – р. Свислочи, а также р. Птичи – притока р. Припяти.

С отмеченным ландшафтным строением пригородной зоны связано отсутствие в ее пределах больших естественных водотоков и водоемов. Протекающие здесь реки представлены лишь верховьями и относятся преимущественно к категории малых. На этих реках построены водохранилища, выступившие ядрами создания крупных зон отдыха и оздоровления

городского населения. Соответственно, экологическое состояние последних будет зависеть от качества вод этих рек, из чего следует важность изучения их загрязнения, в том числе химического.

В вещественном составе химического загрязнения указанных рек особое значение имеют биогенные вещества. Это обусловлено их способностью вызывать антропогенное эвтрофирование водоемов, «цветение» воды в них и непригодность для рекреационного использования.

Целью исследования выступила оценка биогенного загрязнения малых рек пригородной зоны Минска. Для ее достижения решались задачи по определению предпосылок загрязнения, его интенсивности и вещественного состава, а также обоснованию водоохранных мер. Объектами исследования выступили 5 малых рек: Вяча, Волма, Усяжа, Птичь, Тростянка, на которых расположены основные пригородные рекреационные водохранилища.

**Материалы и методы исследования.** Оценка химического загрязнения исследуемых рек выполнена с использованием собственных фактических данных авторов, полученных в ходе полевых изысканий, проведенных в период 2009–2022 гг., с отбором водных проб и их последующим лабораторным химическим анализом. Всего отобрано 97 таких проб во все сезоны года.

В качестве веществ-загрязнителей рассмотрены нитриты, аммонийный азот, нитраты и фосфор фосфатов. Оценка химического загрязнения рек этими веществами базировалась на использовании их ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

**Результаты и их обсуждение.** *Предпосылки загрязнения.* Факторы, влияющие на формирование качества вод малых рек, включают в себя внутренние, касающиеся гидрологических свойств самих рек и внешние, связанные с экологическим состоянием их водосборных бассейнов. Данное состояние зависит от наличия и размещения в пределах бассейнов объектов, выступающих источниками воздействий на водные ресурсы, с одной стороны, и объектов экологической стабилизации, с другой.

Исследуемые малые реки существенно различаются по своей длине до верхнего бьефа построенных на них водохранилищ, а также расходу воды (таблица). Наибольшей длиной выделяются реки Вяча и Птичь, у которых она составляет 25 и 27 км, соответственно, наименьшей (в 5 раз) – р. Тростянка, длина которой 5 км. Кроме того, у всех этих рек имеют притоки: от одного (рр. Птичь, Волма, Тростянка) до трех (рр. Усяжа, Вяча).

Более высокими расходами воды, а также площадью бассейнов отличаются рр. Усяжа и Волма. Самыми низкими (в 4 и 2 раза меньше, соответственно) – р. Тростянка. Аналогичным образом будет распределяться их устойчивость к загрязнению.

### Гидрологические параметры и характеристика водосборных бассейнов малых рек пригородной зоны Минска

Реки	Гидрологические параметры		Характеристика водосборных бассейнов					
	Длина до верхнего бьефа, км	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Площадь, км <sup>2</sup>	Ландшафты, %			Лесистость, %	Селитебная застройка, %
				возвышенные	равнинные	низинные		
Вяча	25	0,8	97	77	-	23	55	6
Усяжа	18	1,7	161	92	-	8	29	10
Волма	12	1,4	163	54	35	11	53	8
Тростянка	5	0,4	75	11	76	13	21	30
Птичь	27	1,0	132	94	-	6	15	12

Малые реки дренируют, как правило, только верхний маломощный водоносный горизонт четвертичных отложений. С этим связана повышенная зависимость качества их вод от экологического состояния водосборных бассейнов.

Для оценки экологического состояния изучаемых речных водосборных бассейнов рассмотрены их ландшафтная структура и особенности землепользования. Ландшафтную структуру бассейнов формируют ландшафты различных высотных уровней: возвышенные, средневысотные и низинные. Возвышенные ландшафты характеризуется высокой устойчивостью к загрязнению грунтовых вод и низкой – к эрозии почв, низинные – наоборот, средневысотные – занимают промежуточное положение [3].

В бассейнах трех рек: Вячи, Усяжи и Птичи преобладающая часть площади – от 77 до 94 % приходится на возвышенные ландшафты. В бассейне р. Волмы их доля ниже, но больше половины; и самая низкая – 11 % в бассейне р. Тростянки, где доминируют равнинные ландшафты – 3/4 площади.

Приведенной ландшафтной структуре бассейнов в основном соответствует эрозионная опасность их территории. Выполненные расчеты потенциального смыва почв показали, что максимальное значение данного показателя отмечается для бассейна р. Птичи – 7 т/га. Затем оно снижается на треть для бассейнов рр. Усяжа и Волма и на половину – рр. Вяча и Тростянка.

Принимая во внимание особенности ландшафтного строения бассейнов и их эрозионной опасности можно заключить, что основным каналом поступления загрязняющих веществ в 4 из пяти рассматриваемых рек выступит поверхностный сток. Исключение составляет р. Тростянка, где повышается значение их привнесения с грунтовыми водами.

Главными источниками биогенных загрязняющих веществ выступают сельскохозяйственные земли, населенные пункты с животноводческими фермами, отдельные техногенные объекты, в особенности, полигон складирования отходов. Ведущим фактором экологической стабилизации являются леса. Лесистость и сельскохозяйственная освоенность территории находятся в обратном соотношении.

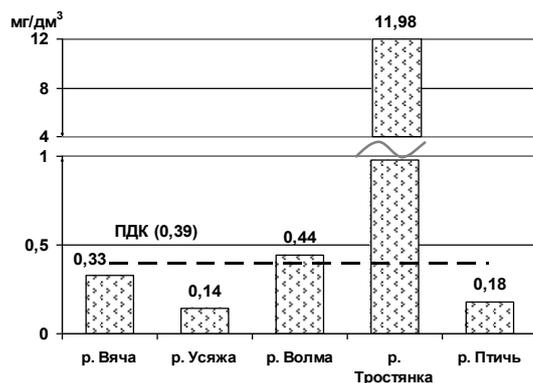
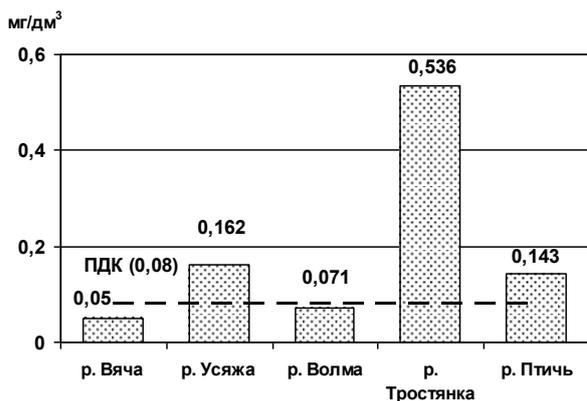
Среди изучаемых водосборных бассейнов самой высокой лесистостью (больше половины площади) выделяются бассейны рр. Вячи и Волмы, самой низкой (15 %) – р. Птичь.

Соответственно, для последней сельское хозяйство выступит особенно значимым источником загрязнения.

Наибольшая доля селитебной застройки присуща бассейну р. Тростянки – 30 %, при этом 2/3 ее приходится на г. Минск. Кроме того, в его пределах располагается полигон складирования коммунальных отходов «Тростянец», который является существенным источником биогенного загрязнения грунтовых вод [2].

Совместный учет приведенного экологического состояния водосборных бассейнов исследуемых рек и их гидрологических свойств позволяет оценить предпосылкам формирования качества их вод. Наиболее благоприятными они являются для р. Волма благодаря более высоким показателям расхода воды и лесистости водосбора. Менее благоприятными – для рек Вячи (низкий расход), Усяжи и Птичи (высокое сельскохозяйственное освоение водосборов) и самыми неблагоприятными – для р. Тростянки (сочетание низкого расхода с высокой застройкой и хозяйственным использованием водосбора).

*Уровни загрязнения.* Выполненный химический анализ отобранных водных проб показал, что из четырех рассматриваемых биогенных веществ только по нитратам не выявлено среднегодовых концентраций выше ПДК (40 мг/дм<sup>3</sup>) ни в одной из исследуемых рек (рисунок 1). По трем остальным (нитриты, азот аммонийный и фосфор фосфатов) зафиксированы превышения ПДК: по азоту нитритному – рр. Усяжа (в 2 раза), Птичь (в 1,8 раза), Тростянка (в 6,7 раза), азоту аммонийному – рр. Тростянка (в 30,7 раза), Волма (в 1,1 раза), фосфору фосфатов – р. Птичь (в 1,1 раза). Соответственно, водосборные бассейны рек, на которых построены водохранилища, играют существенную роль в биогенном загрязнении самих водохранилищ.



*а*

*б*



*в*



*г*

Среднегодовые концентрации биогенных веществ в малых реках пригородной зоны Минска:

*а* – нитритов; *б* – аммонийного азота; *в* – нитратов; *г* – фосфора фосфатов

В отличие от среднегодовых концентраций биогенных веществ повторяемость случаев текущего загрязнения ими вод в реках пригородной зоны Минска достаточно высока. Доля водных проб с превышением ПДК по этим веществам для каждой из них составила более трети. В порядке

увеличения данного показателя эти реки располагаются в следующем порядке: Усяжа (35 %) – Волма (47 %) – Вяча (48 %) – Птичь (68 %) – Тростянка (100 %).

В приведенном ранжировании прослеживается определенная зависимость уровня загрязнения речных вод от указанных выше предпосылок подверженности рек загрязнению. Более высоким является данный уровень для рек с низким расходом воды и высоким хозяйственным использованием – Тростянки и Птичи. В то же время довольно большая его величина (почти половина случаев) отмечается также для рр. Вяча и Волма, несмотря на высокую лесистость их водосборов.

**Заключение.** Все малые реки пригородной зоны Минска, на которых построены основные рекреационные водохранилища, подвержены биогенному загрязнению соединениями азота аммонийного, азота нитритного и фосфора фосфатов, повторяемость которого для различных рек колеблется от 35 до 100 % случаев.

В ландшафтной структуре водосборных бассейнов большинства рек преобладают возвышенные ландшафты, что обуславливает их высокую эрозионную опасность, а также поверхностный смыв почв с сельскохозяйственных земель как ведущий канал поступления в реки загрязняющих веществ.

Приоритетное значение в составе мер по снижению биогенного загрязнения рек должно получить внедрение противоэрозионных способов обработки почв в пределах их водосборных бассейнов, совершенствование технологий применения удобрений для их максимально полного усвоения растениями и минимизации поступления в грунтовые воды и поверхностного смыва, обеспечение благоприятного санитарного состояния сельских территорий и животноводческих ферм, создание барьеров на путях миграции загрязняющих веществ.

### Библиографические ссылки

1. Республика Беларусь. Ландшафтная карта. Масштаб 1: 500 000. Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. Минск : РУП «Белкартография», 2014.

2. *Лысухо Н. А., Ерошина Д. М.* Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду. Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. 210 с.

3. *Струк М. И., Хомич А. А., Бакарасов В. А.* Оценка ландшафтной устойчивости территории административных районов Беларуси // Природопользование: сб. научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Институт природопользования, 2001. Вып. 7. С. 57-60.