

**ПОСТУПЛЕНИЕ АЗОТА И ФОСФОРА С ДИФфуЗНЫМ СТОКОМ В ВОДНЫЕ
ОБЪЕКТЫ БАСЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ В РЕЗУЛЬТАТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

Ульзетуева И.Д., Ширапова Г.С., Гармаев Е.Ж.

Байкальский институт природопользования СО РАН

Аннотация. В настоящей работе дана оценка вклада азота и фосфора в водные объекты бассейна р. Селенги (БРС) от объектов сельского хозяйства на примере растениеводства в разрезе муниципальных образований Республики Бурятия и Забайкальского края. Установлено, что основной вклад в биогенную нагрузку на водосборный бассейн р. Селенги в составе диффузных стоков вносят сельскохозяйственные угодья, засеянные однолетними травами.

Ключевые слова: азот, фосфор, диффузное загрязнение, бассейн р. Селенга, сельское хозяйство, растениеводство.

**NITROGEN AND PHOSPHORUS INPUTS WITH DIFFUSE RUNOFF INTO WATER
BODIES OF THE SELENGA RIVER BASIN AS A RESULT OF AGRICULTURAL
ACTIVITIES, USING CROP PRODUCTION AS AN EXAMPLE**

Ulzetueva I.D., Shirapova G.S., Garmaev E.Zh.

Baikal Institute of Nature Management SB RAS

Summary. This paper assesses the contribution of nitrogen and phosphorus to water bodies of the Selenga River Basin (SRB) from agricultural facilities on the example of plant growing in the context of municipalities of the Republic of Buryatia and Zabaikalskii Krai. It was determined that agricultural lands sown with annual grasses make the main contribution to the biogenic load of diffuse runoff to the Selenga River basin.

Key words: nitrogen, phosphorus, diffuse pollution, Selenga River basin, agriculture, crop production.

Введение. Река Селенга — это основной приток озера Байкал и трансграничный водный объект, ее водосборная площадь находится на территории двух государств: Российской Федерации и Монголии. Река образуется путём слияния рек Идэр и Мурэн на территории Монголии. Бассейн реки занимает 80% всего водосбора озера Байкал, а её сток составляет почти 50% общего притока в озеро. В пределах РФ длина реки — 409 км. 37% (166 060 км²) площади бассейна приходится на территорию РФ, а 63% (281 000 км²) — на территорию Монголии [2].

Развитие промышленности и сельского хозяйства в бассейне реки Селенги оказывает существенное влияние на состояние водных объектов, которые используются для различных нужд и видов водопользования. В последние годы активно развивается сельскохозяйственное производство, занимающее большие площади в водосборном бассейне реки Селенги. Воздействие сельского хозяйства проявляется в активном освоении территорий в водоохраных зонах и их прибрежных защитных полосах, вследствие чего меняется видовой состав растительности из-за распашки целинных земель, внесение удобрений приводит к ухудшению качества поверхностных и подземных вод через диффузный (рассредоточенный) сток загрязняющих веществ с водосборных территорий. К характерным загрязнителям, образующимся в результате вымывания из почв во время таяния снега, выпадения дождей, орошения полей, относятся биогенные элементы, такие как азот и фосфор, которые участвуют в различных гео- и биохимических циклах и определяют трофический статус водных экосистем [3].

Целью исследования является количественная оценка возможного поступления биогенных веществ в растворенной форме с водосборной территории бассейна р. Селенга от объектов сельского хозяйства на примере растениеводства в разрезе 18 административных районов Республики Бурятия и Забайкальского края.

Материалы и методы. Расчет массы загрязняющих веществ, формирующихся и поступающих в поверхностные водные объекты БРС от рассредоточенных (диффузных) источников загрязнения антропогенного происхождения, был определен для показателей азот общий и фосфор общий по административным районам с учетом их площади в пределах расчетного бассейна по формуле [1]:

Масса биогенных веществ, поступающих в поверхностные водные объекты от рассредоточенных (диффузных) источников загрязнения с территории сельскохозяйственных земель $M_{i,су}$ определяется по формуле (1):

$$M_{i,су} = 10000 * K_B * \sum_{j=1}^{N_p} S_{j.Б} [I_j \times k] \quad (1)$$

где $S_{j.Б}$ – площадь j -го административного района в расчетном бассейне, км²;

K_B – коэффициент выноса биогенных веществ, принимается равным 0,09 для азота общего и 0,05 для фосфора общего;

I_j – удельная величина формируемого избытка для азота общего и фосфора общего на сельскохозяйственных землях, кг/га;

k – коэффициент пересчета оксида фосфора на фосфор общий равным 0,43643 (для азота общего k не применяется).

Расчет удельной величины избытка для азота общего и оксида фосфора на сельскохозяйственных землях I_j для территории административного района определяется по формуле (2):

$$I_j = (\sum_{i=1}^{K_i} [m_{min,j}^i - A_i \times Y_i / 100]) / S_{j,Б} \quad (2)$$

где K_i – номер сельскохозяйственной культуры, согласно таблице 1;

A_i – валовый сбор i -й сельскохозяйственной культуры, т, на основании информации в разрезе административных районов, размещенной в ежегодном статистическом сборнике «Сельское хозяйство Республики Бурятия», опубликованном на официальном сайте Бурятстата [5];

Y_i – вынос биогенных веществ из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур, с учетом побочной продукции для K_i -й сельскохозяйственной культуры, кг/т (табл. 1);

$m_{min,j}^i$ – масса внесенных азотных и (или) фосфорных минеральных удобрений (для азотных удобрений в пересчете на азот общий, для фосфорных удобрений в пересчете на оксид фосфора) под i -ю сельскохозяйственную культуру на территории j -го административного района, т, на основании официальной статистической информации, размещенной на официальном сайте Бурятстата [5];

Таблица 1

Вынос питательных веществ из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур (кг/ц)

Наименование сельскохозяйственной культуры	Вынос питательных веществ из почвы с урожаем с/х культур (Y_i)	
	азот общий (N)	оксид фосфора, P_2O_5
Рожь	2.8	1.21
Пшеница	3.04	1.16
Ячмень	2.91	1.19
Овес	2.59	1.24
Культуры зернобобовые (суммарно)	0.45	0.13
Картофель	0.54	0.16

Корнеплодные	0.4	0.13
Однолетние травы	1.39	0.55
Капуста	0.4	0.1
Морковь столовая	0.4	0.15
Свекла столовая	0.5	0.16
Лук репчатый	0.4	0.15

Предполагается, что из общего количества возможного выноса азота и фосфора от сельскохозяйственных культур в водные объекты поступает 15% общего азота и 3 % общего фосфора [1,7], остальная часть удерживается водосбором.

Результаты и их обсуждение. Сельское хозяйство в бассейне р. Селенга развивается в сложных природных условиях. На большей части территории БРС преобладает резко континентальный климат с засушливым периодом и продолжительной суровой зимой. Почвы малопродуктивные, подвержены ветровой и водной эрозии. Треть общей площади пахотных земель сосредоточена в горно-таёжной зоне, а более половины всей пашни приходится на степную и сухостепную зоны. Для современного земледелия характерно сокращение числа сельскохозяйственных культур, выращиваемых в промышленных масштабах. Из полевых севооборотов постепенно исключаются зернобобовые культуры и корнеплоды. Преобладание в севооборотах зерновых культур, таких как пшеница, овёс, ячмень и рожь, приводит к постепенному ухудшению фитосанитарного состояния почв и посевов, а также к истощению почвенного плодородия пахотного слоя. [7].

По данным Бурятстата [5] в 2022 году общая площадь посевов на территории БРС составила 95,7 тысяч гектаров. Большая часть площадей отведена под зерновые культуры — 60%. Среди них: пшеница (37%), овёс (16 %), ячмень (7%). Также выращиваются однолетние травы -35%, картофель (4%), овощи (1%).

Распределение посевных площадей по категориям хозяйств выглядит следующим образом: сельскохозяйственные организации занимают 61,1%, крестьянские фермерские хозяйства — 32,2%, хозяйства населения — 6,7%. В сельскохозяйственных организациях 66,7% площадей отведено под зерновые культуры, 12,3% — под картофель и овощи, 64,7% — под кормовые культуры. В хозяйствах населения структура посевных площадей выглядит иначе: 0,2% приходится на зерновые, 80,8% — на картофель и овощи, 2,5% — на кормовые культуры. Крестьянско-фермерские хозяйства используют 33,1% площадей под зерновые, 6,9% — под картофель и овощи, 32,8% — под кормовые культуры.

По данным Бурятстата [5] наибольшая площадь для посевов пшеницы отведена в Мухоршибирском районе, овса и однолетних трав – в Бичурском районе, ячменя в – Кяхтинском, картофеля и овощей – в Кабанском районе, наименьшие площади засеяны в Хилокском районе.

Для определения возможного уровня антропогенной нагрузки на водные объекты за счет плоскостного (диффузного) смыва загрязняющих веществ – общего азота и общего фосфора с водосборной площади р. Селенга выполнен расчет количества загрязняющих веществ, поступающих от растениеводства, где учитывался коэффициент выноса питательных веществ из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур.

По результатам расчетов со всей территории БРС в водные объекты предположительно выносятся 660 кг/год общего азота, 1064 кг общего фосфора. (рис. 1, 2). Наибольшее количество общего азота выносятся с посевных площадей в Бичурском районе (313,9 т/год), наименьшее – в Тарбагатайском районе (2,1 т/год), общего фосфора - в Бичурском (0,445 т/год), наименьшее – в Красночикойском (0,006 т/год). Поступление общего азота и фосфора от однолетних трав составляет 91% и 74%, соответственно. Из общего количества поступления азота в водные объекты на долю пшеницы приходится 5%, овса, ячменя и картофеля по 1%. Нагрузка по общему фосфору распределяется следующим образом: 12% приходится на пшеницу, 4% – на овёс, по 2% – на ячмень и овощи открытого грунта, 6% – на картофель (рис. 3, 4).



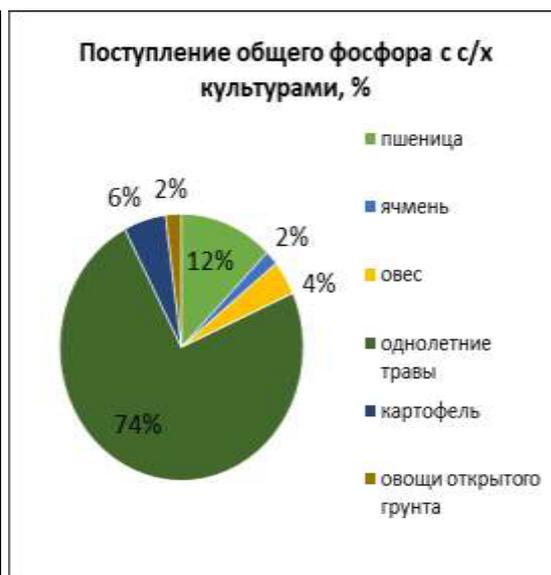
Рис. 1. Поступление общего азота в административных районах Республики Бурятия и Забайкальского края в пределах бассейна р. Селенги, кг/год



Рис. 2. Поступление общего фосфора в административных районах Республики Бурятия и Забайкальского края в пределах бассейна р. Селенги, кг/год



3



4

Рис. 3, 4. Поступление общего азота и фосфора с сельскохозяйственными животными в бассейне р. Селенги, %.

Выводы.

Согласно проведенным расчётам, максимальный объём выноса биогенных элементов (общего азота и общего фосфора) в водные объекты БРС от сельскохозяйственных культур происходит за счёт посевов однолетних трав. Основными источниками поступления азота и фосфора в водные объекты на территории БРС являются сельскохозяйственные предприятия преимущественно Бичурского района, а также Тарбагатайского, Мухорширбирского и Джидинского районов Республики Бурятия.

Благодарность. Работа выполнена в рамках государственного задания Байкальского института природопользования СО РАН

Литература

1. Власов Б. П., Витченко А. Н. Гагина Н. В., Грищенко Н. Д. Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала антропогенно нарушенных озерных бассейнов: метод. рекомендации и др.]. Минск: БГУ, 2015. 44 с.
2. Гармаев, Е.Ж., Христофоров, А.В. Водные ресурсы рек бассейна озера Байкал: основы их использования и охраны. Новосибирск: ГЕО, 2010. 227 с.
3. Данилов-Данильян В.И., Веницианов Е.В., Беляев С.Д. Некоторые проблемы снижения загрязнения водных объектов от диффузных источников // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 5. С. 493–502.
4. Кондратьев С. А. Опыт математического моделирования и прогнозирования внешней биогенной нагрузки на Чудско-Псковское озеро с российской части водосборного бассейна / С. А. Кондратьев, М. М. Мельник, М. В. Шмакова // Региональная экология. 2017. № 2 (48). С. 26-34.
5. Районы Республики Бурятия. Статистический сборник /Бурятстат – Улан- Удэ, 2023. 101 с.
6. Цыбекмитова Г.Ц., Фалейчик Л.М., Михеев И.Е. Антропогенная нагрузка на водосборный бассейн Ивано-Арахлейских озер (Восточное Забайкалье) // Вода: химия и экология. 2013. Т. 2. № 56. С. 3–11.
Электронный ресурс:
7. <https://bigenc.ru/c/respublika-buriatiia-khoziaistvo-sel-skoe-khoziaistvo-6b33d9>.