

ОЦЕНКА СЕНСОРНОСТИ ВОДОСБОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЯСЕЛЬДЫ И ВЛИЯНИЕ НА ВЫНОС БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.А. Волчек¹, И.В. Окоронко²

*¹Брестский государственный технический университет
г. Брест, Республика Беларусь, e-mail: volchak@tyt.by*

*²Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина
г. Брест, Республика Беларусь, e-mail: okoronko2007@ya.ru*

В статье рассмотрены современные подходы к экологическому нормированию качества почв бассейна р. Ясельды, посредством анализа почв по степени гидроморфизма. При нарастании степени гидроморфизма, возрастает восстановительный потенциал почв, способствующих накоплению как общего, так и легкогидролизуемого азота. Гидроморфизм почв влияет на подвижность фосфатов в почвах. Согласно используемой методики были рассчитаны показатели сенсорности почвенного покрова для выделенных элементарных водосборов речного бассейна по отношению к загрязнению азотом и фосфором.

Ключевые слова: элементарный водосбор; сенсорность почвенного покрова; антропогенная нагрузка; азот; фосфор; удобрения; животноводство; население.

ASSESSMENT OF THE SENSORITY OF WATER CATCHMENT LANDSCAPES OF THE YASELDA RIVER BASIN AND IMPACT ON THE REMOVAL OF BIOGENIC ELEMENTS

Volchak A. A.¹, Akaronka I. V.²

¹Brest State Technical University

Brest, Republic of Belarus, e-mail: volchak@tyt.by

²Brest State University named after A.S. Pushkin

Brest, Republic of Belarus, e-mail: okoronko2007@ya.ru

The article discusses modern approaches to environmental regulation of soil quality in the river basin. Yaselda, by analyzing soils according to the degree of hydromorphism. With an increase in the degree of hydromorphism, the restoration potential of soils increases, promoting the accumulation of both total and easily hydrolyzed nitrogen. Soil hydromorphism affects the mobility of phosphates in soils. According to the methodology used, the soil cover sensitivity indicators for the selected elementary watersheds of the river basin in relation to nitrogen and phosphorus pollution were calculated.

Keywords: elementary watershed; sensitivity of soil cover; anthropogenic load; nitrogen; phosphorus; fertilizers; livestock; population.

В результате интенсивного освоения территории Белорусского Полесья происходит усиление антропогенной нагрузки на окружающую природную среду, что приводит, в некоторых случаях, к ухудшению качественного состояния поверхностных вод. Главным условием нормального функционирования любой речной экосистемы является не только достаточность, но и надлежащее качество ее воды. Интенсивное использование почв в условиях современного сельскохозяйственного производства оказывает существенное влияние на трансформацию гумусовых соединений и круговорот веществ в целом, что часто приводит к потере органического вещества почвы, снижению плодородия, усилению эрозионных процессов и т.д. Для разработки оптимальных путей сохранения органического вещества почвы и предотвращения развития нежелательных явлений и процессов необходимо проведение исследований взаимосвязи содержания органического вещества и показателей биологической активности почвы, важное место среди которых принадлежит оценке содержания в них как химических элементов, так и различных загрязняющих веществ.

Цель исследований заключается в оценке сенсорности почвенного покрова элементарных водосборов бассейна р. Ясельды и ее влияние на вынос биогенных элементов. Объект исследования – почвы элементарных водосборов бассейна р. Ясельды.

Суть методики представляет собой определенную последовательность проведения следующих исследований.

1. *Выбор операционной типологической единицы рассмотрения (элементарный водосбор, бассейн малой реки и др.).* Посредством геоинформационного картирования было выделено восемь элементарных водосборов (рис. 1).

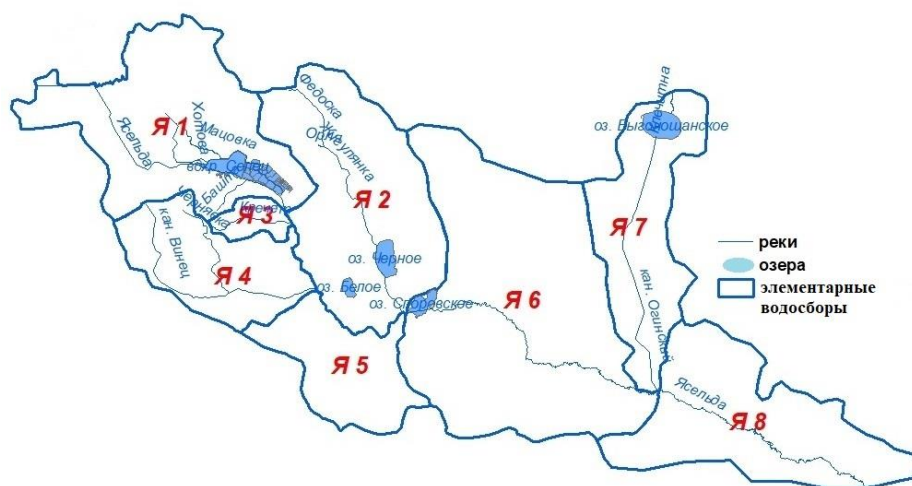


Рис. 1. Элементарные водосборы бассейна р. Ясельды [разработка автора]

2. *Выявление основных факторов антропогенной нагрузки и оценка их количественных характеристик.* Оценка поступления биогенных элементов (азот и фосфор) проводилась на основании анализа ряда экспериментальных работ [1, с. 490; 2, с. 179] в соответствии с разработанной методикой на основании обработки полученной статистической информации по численности городского и сельского населения и показателям сельскохозяйственного производства (численность сельскохозяйственных животных, количество вносимых минеральных удобрений).

Антропогенная нагрузка от животноводства на выделенные водосборные территории оценивалась по объему твердых и жидких отходов и содержащемуся в них количеству действующего вещества. Расчёт биогенной нагрузки выполнялся исходя из численности проживающего населения. Для расчета эмиссии биогенных элементов составлен полный перечень всех населенных пунктов и жителей (данные имеют географическую привязку), а также сведения о наличии либо отсутствии центральной канализации. В материалах HELCOM (исполнительный орган Конвенции по защите морской среды региона Балтийского моря от всех источников загрязнений и реализуется в рамках межправительственного сотрудничества Германии, Дании, Европейского союза, Латвии, Литвы, Польши, России, Финляндии, Швеции и Эстонии (Хельсинкская конвенция)) [3, с. 44-53] расчет биогенной нагрузки $P_{\text{общ}}$ и $N_{\text{общ}}$ предлагается проводить при следующих значениях нагрузки от одного жителя: 0.9 кг P/год и 4.4 кг N/год.

Для определения выноса биогенных элементов с территории элементарных водосборов использована методика, предложенная коллективом белорусских ученых [4, с.47]. Сущность методики заключается в определении сенсорности почвенного покрова ($C_{\text{пн}}$) к загрязняющим биогенным элементам (азот и фосфор). По определению М.А. Глазовской [5, с. 136], сенсорность – это ответная реакция почв на определенный вид техногенного воздействия, проявляющаяся в усилении подвижности и доступности для организмов химических элементов в токсичных для биоты формах и концентрациях. По ее мнению, при оценке сенсорности почвенного покрова необходимо учитывать связь между свойствами почв и накоплением химических веществ в них в подвижных формах. Определение показателя сенсорности почвы производилась исходя из анализа почв по степени гидроморфизма. При нарастании степени гидроморфизма, возрастает восстановительный потенциал почв, способствующих накоплению как общего, так и легкогидролизуемого азота. Гидроморфизм почв влияет на подвижность фосфатов в почвах. Таким образом, с увеличением степени гидроморфизма наблюдается переход фосфатов в трудноусвояемые формы. По

степени увлажнения были выделены 5 типов почв: автоморфные, контактно- и глубокоооглеенные, временно избыточно увлажняемые, глееватые и глеевые.

Сочетание почвенного покрова по сенсорности к конкретному загрязняющему веществу оценивалась по формуле:

$$C_{\text{пп}} = (A_1 * x + A_2 * y + A_3 * z + A_m * n) / S, \quad (1)$$

где, $C_{\text{пп}}$ – сенсорность почвенного покрова к индивидуальному веществу, балл; A_1, A_2, A_3, A_m – сенсорность почвенных разновидностей к индивидуальному веществу, балл; $x, y, z \dots n$ – площади почвенных разновидностей, входящих в состав почвенного покрова, км²; S – площадь элементарного водосбора, км².

3. Картографирование выявленных природных и антропогенных факторов для выбранных типологических единиц рассмотрения. Необходимый материал был получен путем обработки картографических и справочных материалов. Все расчеты и картосхемы проводились с использованием приложения ArcGIS 10.3. Исходная база данных формировалась по справочным материалам землеустроительных служб, отчетов статистического комитета, сельских исполнительных комитетов, а также комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Брестского исполнительного комитета. Часть данных было получено с помощью созданной геоинформационной системы путём пересечения различных тематических карт.

4. Анализ полученных результатов исследования.

Река Ясельда – левый приток Припяти. Длина реки составляет 250 км. Водосборный бассейн расположен на территории восьми административных р-нов (Пружанского, Березовского, Дрогичинского, Ивановского, Ивацевичского, Пинского, Ляховичского и Ганцевичского) Брестской обл. Берёт исток из болота Дикое в 4 км к северу от д. Клепачи Пружанского района вблизи восточной границы Национального парка «Беловежская пуца» и впадает в р. Припять в 3 км северо-западнее д. Качановичи Пинского р-на. Протекает по территории Пружанского, Березовского, Дрогичинского, Ивановского и Пинского р-нов Брестской обл. В верховье течёт по Прибугской равнине, далее по Припятскому Полесью. Имеет правые (р. Кречет, р. Башта, р. Чернявка, р. Плёса, кан. Винец) и левые (р. Мацовка, р. Хотова, р. Федоска, р. Орля, р. Жигулянка, кан. Огинский) притоки.

Население водосбора Ясельды составляет 130,1 тыс. чел. (50,0 тыс. городское и 80,1 тыс. сельское). Население проживает в 350 населенных пунктах, из которых три города районного подчинения (Береза, Белозёрск, Коссово), два поселка городского типа (Телеханы, Логишин), 45 агрогородков, 300 сельских населенных пунктов (297 деревень, 3 поселка). Исследуемый регион характеризуется невысокой степенью антропогенной освоенности территории. Средняя плотность населения составляет

22,9 чел./км. В границах бассейна расположено 52 предприятия агропромышленного комплекса и свыше 150 фермерских хозяйств.

На рис. 2 представлены оценки массы биогенных веществ, формирующихся за счет антропогенной нагрузки на элементарных водосборах р. Ясельды.

Наибольшее количество $N_{\text{общ}}$ поступает в пределах водосборов Я3 (124,4 кг/га) и Я4 (122,0 кг/га), соответственно $P_{\text{общ}}$ – на водосборах Я1 (43,9 кг/га) и водосборе Я4 (41,8 кг/га). В границах бассейна р. Ясельды превышение по азоту не фиксируется, а по фосфору превышения фиксируются на элементарных водосборах Я1, Я3, Я4, Я6 и Я8.

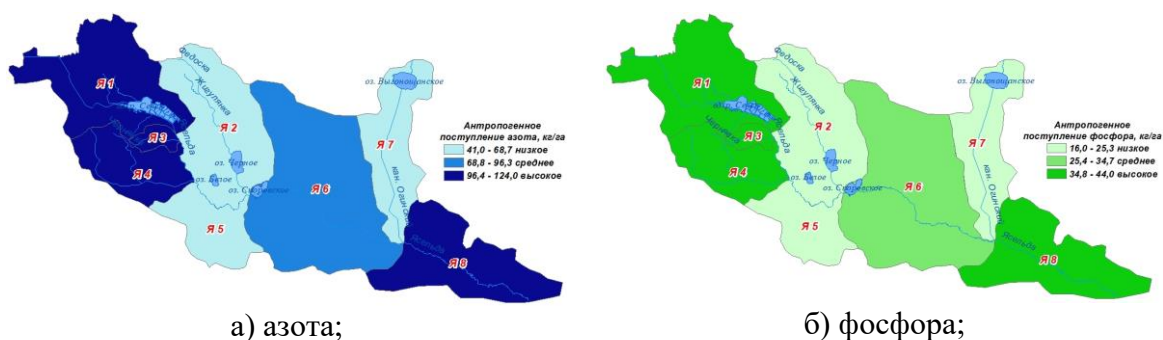


Рис. 2. Антропогенное поступление биогенных элементов бассейна р. Ясельды [разработка автора]

В почвенном покрове бассейна р. Ясельды наиболее часто встречаются временно избыточно увлажненные (33,8 %), глееватые (25,1 %) и глеевые (21,9 %) почвы (рис. 3). Контактно- и глубокооглеенные составляют 10,7 %, а автоморфные – 8,4 %.

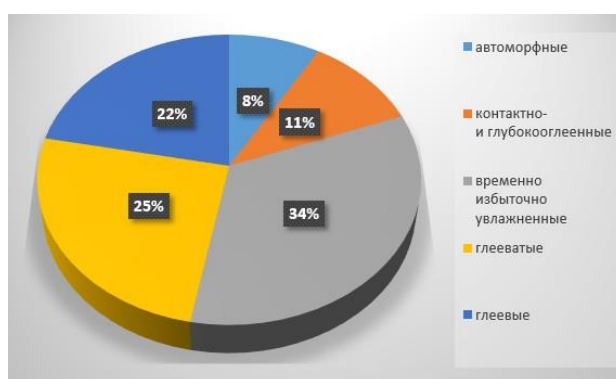


Рис. 3. Распределение почв бассейна р. Ясельды по степени гидроморфизма

Распределение почв по степени гидроморфизма в границах элементарных водосборов представлены в таблице.

**Структура почвенного покрова элементарных водосборов бассейна
р. Ясельды, % [разработка автора]**

Элементарный водосбор	Автоморфные	Контактно-и глубоко оглеенные	Временно избыточно увлажненные	Глееватые	Глеевые
Я 1	12,5	10,5	43,5	18,9	14,7
Я 2	5,7	7,3	47,7	19,7	19,7
Я 3	18,3	8,1	30,0	35,9	7,8
Я 4	8,7	8,1	33,7	34,0	15,5
Я 5	3,2	3,3	26,6	53,3	13,6
Я 6	6,3	17,6	27,3	23,2	25,7
Я 7	2,7	7,7	43,7	18,4	27,5
Я 8	12,6	9,0	30,6	16,6	31,2

Распределение показателей *Snp* представлены на рис. 4.

Наименьший балл сенсорности почвенного покрова к загрязнению азотом (*SnnN*) зафиксирован для водосборов Я1 и Я3. В данных водосборах наблюдается наибольший показатель по поступлению азота. Средними показателями характеризуются водосборы Я2, Я4, Я6 и Я8, при этом в водосборы Я4 и Я8 попадает наибольшее количество азота. Наивысший балл *SnnN* выявлен для водосборов Я5 и Я7, в которые поступает наименьшее количество азота от антропогенных источников.

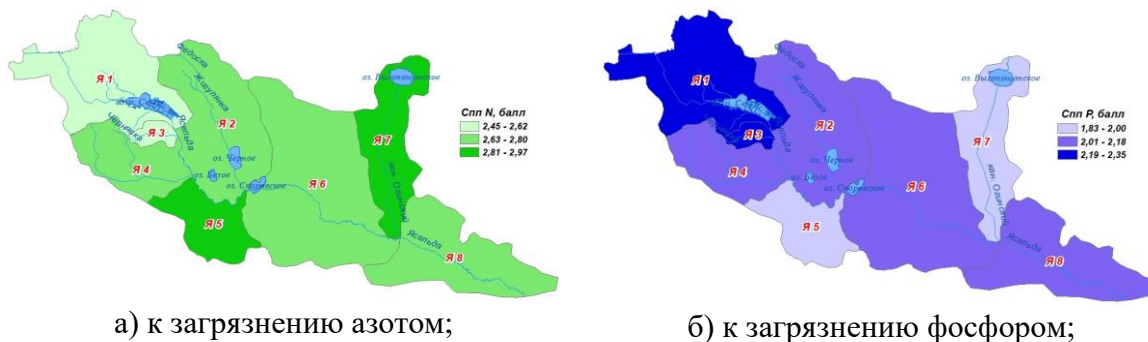


Рис. 4. Распределение показателей *Snp* бассейна р. Ясельды [разработка автора]

Для элементарных водосборов Я5 и Я7 выявлен наименьший балл сенсорности почвенного покрова к загрязнению фосфором (*SnnP*). Данные водосборы характеризуются минимальными показателями по поступлению фосфора. Средние показатели *SnnP* зафиксированы для 4 водосборов (Я2, Я4, Я6, Я8), из которых водосборы Я4 и Я8 характеризуются наибольшими показателями по поступаемому фосфору. Водосборы Я1 и Я3 имеют

наибольший балл *CnnP*, однако для данных водосборов отмечен также и наибольший показатель по поступлению фосфора.

Следовательно, наиболее острая гидроэкологическая ситуация по поступлению биогенных элементов сложилась в элементарных водосборах Я1, Я3, Я4 и Я8.

Библиографические ссылки

1. Ясинский С.В., Кашутина Е.А., Сидорова М.В., Нарыков А.Н. Антропогенная нагрузка на водосбор и ее учет при оценке выноса биогенных элементов в крупный водный объект (на примере Чебоксарского водохранилища) // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Сб. науч. тр. Нижний Новгород; М.: Студия Ф1, 2019. С. 487 - 491.

2. Брюханов А.Ю., Кондратьев С.А., Обломкова Н.С., Оглуздин А.С., Субботин И.А. Методика определения биогенной нагрузки на водные объекты от сельскохозяйственного производства // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 89. С. 175 - 183.

3. HELCOM Guidelines for the compilation of waterborne pollution to the Baltic Sea (PLC-water). Helsinki: HELCOM, 2005. 80 p.

4. Феденя В.М., Романова Т.А., Матвеева В.А., Ивахненко Н.Е. Сенсорность почв к химическому загрязнению как основа экологического нормирования техногенных химических нагрузок // Природные ресурсы. 2000. №2. С. 41 - 49.

5. Глазовская М.А. Качественные и количественные оценки сенсорности и устойчивости природных систем к техногенным кислотным воздействиям // Почвоведение. 1991. №1. С. 134 – 139.