

## **БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА МАЛЫХ ВОДОСБОРАХ РЕКИ МУХАВЕЦ**

*Волчек<sup>1</sup> А.А., Окоронко<sup>2</sup> И.В.*

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

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

Дана краткая характеристика антропогенной нагрузки на малые водосборы реки Мухавец. Приведены результаты оценок поступления азота и фосфора на фоне антропогенной нагрузки от внесения минеральных удобрений на сельскохозяйственные угодья, животноводства и поступления на водосбор отходов от населения, не имеющего доступа к центральной канализации.

Ключевые слова: малый водосбор; антропогенная нагрузка; диффузное загрязнение; азот; фосфор; удобрения; животноводство; население.

## **BIOGENIC ELEMENTS ON SMALL DRAINS OF THE MUKHAVETS RIVER**

*Volchak A. A.<sup>1</sup>, Akaronka I. V.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Brest State Technical University*

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

*<sup>2</sup>Brest State University named after A.S. Pushkin*

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

A brief description of the anthropogenic load on small catchments of the Mukhavets River is given. The results of assessments of the input of nitrogen and phosphorus against the background of anthropogenic load from the application of mineral fertilizers to agricultural land, animal husbandry and the input of waste to the catchment from the population without access to the central sewage system are presented.

Key words: small catchment area; anthropogenic load; diffuse pollution; nitrogen; phosphorus; fertilizers; animal husbandry; population.

Антропогенные факторы являются основным источником поступления биогенных элементов в водные объекты не только за счет точечных источников (сточных вод ЖКХ, предприятий и пр.), но и за счет формирования рассредоточенной нагрузки (диффузное загрязнение) на водосбор. Опасность представляют диффузные источники соединений азота и фосфора – биогенных элементов (БЭ), в наибольшей степени влияющие на эвтрофирование водных объектов [1 – 3]. При снеготаянии и выпадении сильных дождей с этих территорий в водные объекты стекают потоки воды, насыщенные взвесью и разнообразными химическими веществами.

Диффузное загрязнение не регистрируется и не регулируется ни одним природоохранным ведомством. Оценка объема стока этих веществ проводится с использованием расчетных методов, разработанных на основе специальных экспериментальных работ [3 – 5]. Методика оценки влияния некоторых видов антропогенной нагрузки разработана в Институте географии РАН на примере водосбора Чебоксарского водохранилища [1, 4]. Сущность методики представляет собой бальную оценку антропогенных воздействий на малые водосборы с последующим их интегрированием.

Цель наших исследований заключается в использовании данной методики для оценки геоэкологической ситуации бассейнов малых рек Белорусского Полесья (на примере р. Мухавец), которые реагируют на любые антропогенные воздействия. Исследования выполнены по следующей схеме.

**1. За операционную типологическую единицу принят малый водосбор.** Посредством геоинформационного картирования выделено тринадцать малых водосборов в пределах бассейна р. Мухавец (таблица 1, рисунок 1).

**2. Выявление основных факторов антропогенной нагрузки влияющих на поступление биогенных элементов в водные объекты и их количественная оценка.** Оценка антропогенных факторов производилась по следующим показателям: численность сельского населения, количество внесенных минеральных удобрений, количество крупного рогатого скота. [1, 3, 4]. Антропогенная нагрузка от животноводства на выделенные водосборные территории оценивалась по объему твердых и жидких отходов и содержащемуся в них количеству действующего вещества [4, 5].

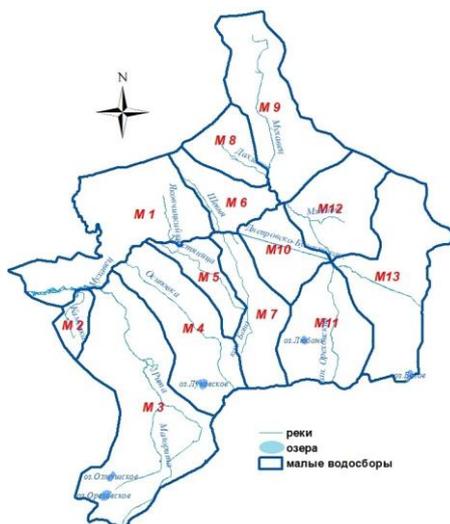


Рисунок 1 – Малые водосборы р. Мухавец [разработка автора].

**3. Картографирование выявленных антропогенных факторов для выделенных малых водосборов.** Необходимый материал 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 и отчетам

Брестского областного статистического комитета и сельских исполнительных комитетов, а также комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Брестского областного исполнительного комитета.

*Таблица 1 – Структура гидрографической сети бассейна реки Мухавец [разработка автора]*

Название малого водосбора	Индекс	Площадь, км <sup>2</sup>	Доля, % от бассейна
р. Мухавец от впадения р. Шевня до впадения в Западный Буг	М 1	717,7	12,3
р. Каменка	М 2	91,7	1,6
р. Рита	М 3	1058,0	18,1
р. Осиповка	М 4	564,7	9,6
р. Тростяница	М 5	191,9	3,3
р. Шевня	М 6	230,3	3,9
кан. Бона	М 7	343,4	5,9
р. Дахловка	М 8	210,0	3,6
р. Мухавец от истока до впадения р. Млынок	М 9	616,9	10,5
Днепровско-Бугского кан. от впадения кан. Ореховский до впадения в р. Мухавец	М 10	259,7	4,4
кан. Ореховский	М 11	460,7	7,9
р. Млынок	М 12	408,7	7,0
Днепровско-Бугского кан. до впадения кан. Ореховский	М 13	702,9	12,0

#### ***4. Анализ пространственного распределения элементарных типологических единиц на водосборе с разной степенью экологической опасности.***

На исследуемой территории расположено 480 сельских населенных пунктов, в которых проживает 74,4 тыс. чел. (таблица 2, рисунок 2). Наибольшее количество сельского населения зафиксировано на водосборах М1, М4, М9 и М6, наименьшее – на водосборах М8 и М2.

В пределах водосбора расположено более 60 предприятий агропромышленного комплекса и свыше 200 фермерских хозяйств. В сельскохозяйственной отрасли занято свыше 50 % от общего числа работающих в сфере материального производства. Регион специализируется на производстве молока и мяса в животноводстве, в растениеводстве – выращивание зерновых культур, сахарной свеклы, рапса, картофеля, а также кормопроизводства. На долю пашни приходится 28,0 % территории водосбора. Сельскохозяйственные предприятия в животноводстве в основном специализируются на разведении крупного рогатого скота (КРС).

Распределение сельскохозяйственных показателей представлено в таблице 2. Так, в отдельных хозяйствах количество КРС превышает 10 тыс. голов (ОАО «Отечество», ОАО «Журавлиное», ОАО «Агро-Колядичи»). Наибольшее количество КРС зафиксировано на водосборах М9 (63,6 тыс. гол.), а наименьшее – на водосборе М2 (0,9 тыс. гол.).

Таблица 2. – Основные источники поступления биогенных элементов [разработка автора]

Малые водосборы	Количество сельских населенных пунктов	Количество сельского населения, чел. (2018 г.)	Численность КРС, тыс. гол.	Численность птицы, тыс. гол.	Количество вносимых минеральных удобрений, т. д. в.
М 1	102	11626	26,7	-	3830
М 2	6	784	0,9	-	301
М 3	49	7533	26,9	-	2407
М 4	52	9286	19,3	-	2232
М 5	18	2493	7,5	-	1299
М 6	35	8490	8,5	532	2078
М 7	22	5299	9,4	-	1269
М 8	18	603	6,7	-	454
М 9	59	8668	63,6	355	3395
М 10	23	2588	6,7	-	922
М 11	15	6125	11,9	-	704
М 12	40	4295	17,4	-	1495
М 13	41	6647	23,5	-	893

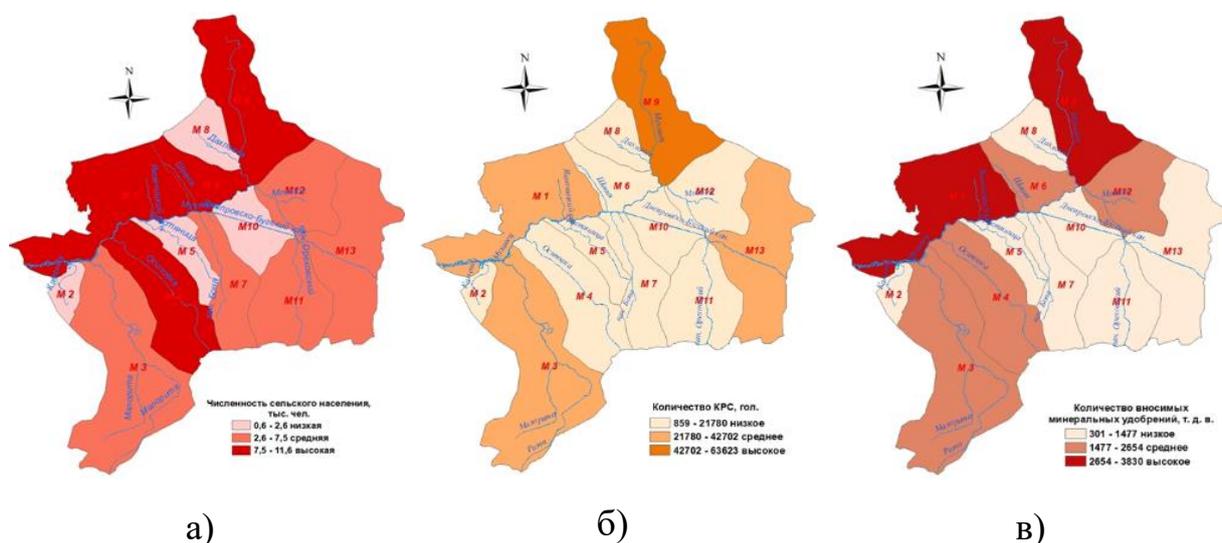


Рисунок 2 – а) численность сельского населения; б) количество поголовья КРС; в) количество вносимых минеральных удобрений [разработка автора].

В растениеводстве активно используются минеральные и органические удобрения. Зачастую сельскохозяйственными организациями не соблюдаются надлежащие условия по хранению, транспортировке и внесению удобрений. Это приводит к их накоплению в почве с последующим

поступлением в поверхностные и грунтовые воды. Наибольшее количество минеральных удобрений вносится на водосборах М1 и М9, наименьшее – на водосборах – М2 и М8. Органических удобрений более всего попадает в почву в пределах водосбора М1, а наименее всего на водосборах М» и М8.

В материалах ХЕЛКОМ [1, 3, 6] расчет биогенной нагрузки  $P_{\text{общ}}$  и  $N_{\text{общ}}$  предлагается проводить при следующих значениях нагрузки от одного жителя: 0.9 кг Р/год и 4.4 кг N/год. В работе принято, что в расчетах при отсутствии центральной канализации нагрузка от населения поступает в подземный сток в пределах населенных пунктов и выносится равномерно в течение года. Содержание  $P_{\text{общ}}$  и  $N_{\text{общ}}$  в отходах жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, кг/год на 1 голову:  $P_{\text{общ}}$  для КРС – 42,0, для птицы – 1,4,  $N_{\text{общ}}$  для КРС – 82,1, для птицы – 1,5. При определении количеств азота и фосфора, внесенных с минеральными удобрениями, использовалось соотношение NPK 22 : 11 : 11.

В таблице 3 представлены оценки массы биогенных веществ, формирующейся за счет антропогенной нагрузки на водосборах реки Мухавец.

Таблица 3. – Антропогенное поступление биогенных элементов на водосбор реки Мухавец, тонн [разработка автора]

Малый водосбор	Итого от всех источников		Нагрузка от населения		Нагрузка от сельского хозяйства			
					от животноводства		от минеральных удобрений	
	Азот	Фосфор	Азот	Фосфор	Азот	Фосфор	Азот	Фосфор
1	2	3	4	5	6	7	8	9
М 1	3083	1552	51	10	2190	1120	843	421
М 2	140	70	3	1	71	36	66	33
М 3	2771	1401	33	7	2209	1130	530	265
М 4	2113	1063	41	8	1581	809	491	246
М 5	912	460	11	2	615	315	286	143
М 6	1989	1337	37	8	1495	1101	457	229
М 7	1075	540	23	5	773	395	279	140
М 8	649	330	3	1	546	279	100	50
М 9	6541	3550	38	8	5756	3169	747	374
М 10	768	387	11	2	553	283	203	101
М 11	1158	582	27	6	976	500	155	77
М 12	1773	897	19	4	1425	729	329	164
М 13	2156	1092	29	6	1930	988	196	98

Наибольшее поступление минерального азота зафиксировано на водосборах М9 и М1. На данных водосборах также наблюдается и наибольшее количество поступившего минерального фосфора. Средние показатели характерны для водосборов М3, М4, М13. Минимальное количество биогенных элементов наблюдается на водосборах М2 и М10. Таким образом, водосборы М9 и М1 требуют снижения антропогенной нагрузки и изменения существующей системы природопользования, водосборы М3, М4, М13 -

оптимизации нагрузки и поддержания ее на текущем уровне, а водосборы М2, М5, М6, М7, М8, М10 и М11 нуждаются в разработке перспективного плана их рационального использования.

### **Библиографические ссылки**

1. Антропогенная нагрузка на водосбор и ее учет при оценке выноса биогенных элементов в крупный водный объект (на примере Чебоксарского водохранилища) / С.В. Ясинский [и др.] // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Сб. науч. тр. Нижний Новгород; М.: Студия Ф1. – 2019. – С. 487 - 491.
2. Кольмакова, Е.Г. Антропогенные изменения стока растворенных веществ рек бассейна Немана / Е.Г. Кольмакова. – Минск: БГУ, 2009. – 123 с.
3. Методика определения биогенной нагрузки на водные объекты от сельскохозяйственного производства / А.Ю. Брюханов [и др.] // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства, 2016. – № 89. – С. 175 - 183.
4. Ясинский, С.В. Диффузное загрязнение водных объектов и оценка выноса биогенных элементов при различных сценариях землепользования на водосборе / С.В. Ясинский, Е.В. Веницианов, И.А. Вишневская // Вод. ресурсы, 2019. – Т. 46. – № 2. – С. 232–244.
5. Метод расчета биогенной нагрузки на водные объекты / С.А. Кондратьев [и др.] // Региональная экология, 2011. – № 3-4. – С. 50-59.
6. HELCOM Guidelines for the compilation of waterborne pollution to the Baltic Sea (PLC-water). Helsinki: HELCOM, 2005. – 80 p.