

<https://doi.org/10.47612/2079-3928-2021-1-49-61>
УДК 91:504

Поступила в редакцию 03.03.2021
Received 03.03.2021

ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ПРЕДЕЛАХ МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ БАСЕЙНА РЕКИ ЯСЕЛЬДЫ

А. А. Волчек¹, И. В. Окоронко²

¹Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь;

²Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь

Аннотация. Рассматриваются результаты геоэкологических исследований водосборных бассейнов малых рек, которые в последние годы становятся объектами пристального внимания из-за высокой степени их трансформации, связанной со значительными антропогенными нагрузками. Представлена методика геоэкологического анализа антропогенных нагрузок на водосборы малых рек, природных средообразующих факторов и комплексная характеристика экологического состояния бассейна реки Ясельды с применением ГИС-технологий. Геоэкологическое состояние малых водосборов оценивается с использованием показателей природной защищенности территории и факторов антропогенной нагрузки. Применена авторская методика оценки геоэкологической ситуации в пределах малых водосборов рек Белорусского Полесья на основе матрицы атрибутивных показателей, позволившая с учетом обобщенных балльных оценок выделить категории земель с различной геоэкологической ситуацией. Приведено гидрографическое районирование бассейна реки Ясельды, выделены восемь частных малых водосборов (суббассейнов). Представлены результаты анализа природно-ресурсного потенциала малых водосборов бассейна реки Ясельды, оценки природных средообразующих факторов, а также качественные и количественные характеристики основных антропогенных факторов.

Ключевые слова: эколого-гидрографические исследования; гидрографическая сеть; речные бассейны; водосборы малых рек; атрибутивные показатели; природные средообразующие факторы; факторы антропогенной нагрузки; геоэкологическая ситуация.

Для цитирования. Волчек А. А., Окоронко И. В. Оценка экологической ситуации в пределах малых водосборов реки Ясельды // Природопользование. – 2021. – № 1. – С. 49–61.

ASSESSMENT OF THE GEOECOLOGICAL SITUATION WITHIN THE SMALL DRAINS IN THE YASELDA RIVER BASIN

A. A. Volchak¹, I. V. Okoronko²

¹Brest State Technical University, Brest, Belarus;

²Brest State University named after A. S. Pushkin, Brest, Belarus

Abstract. The main topic of research is the drainage basins of small rivers, which in recent years have become objects of close attention due to the high degree of their transformation associated with significant anthropogenic loads. The article presents a methodology for geoecological analysis of anthropogenic loads on the catchments of small rivers, an assessment of the degree of natural protection of the territory and a comprehensive description of the ecological state of the Yaselda river basin using GIS technologies. The paper considers the results of the study of the geoecological state of small catchments by assessing various indicators of the natural protection of the territory and factors of anthropogenic load. The scientific novelty of the research consists in the development of a methodology for assessing the geoecological situation of small catchments of the rivers of the Belarusian Polesye on the basis of a matrix of attributive indicators, which allows, taking into account generalized point estimates, to identify categories of lands with different geoecological situations. As a result of the research, a hydrographic zoning of the river basin was carried out. Yaselda, eight small private catchments (sub-basins) were identified, cartographic material was digitized, statistical data were collected, a database was created on various physical-geographical, socio-economic and ecological-hydrographic indicators. In this work, for the first time, the natural resource potential of small catchments of the Yaselda river basin is studied and presented, the natural environment-forming factors are assessed, and the main anthropogenic factors are identified, their qualitative and quantitative characteristics are carried out.

Keywords: ecological and hydrographic studies; hydrographic network; river basins; catchments of small rivers; attributive indicators; natural environment-forming factors; factors of anthropogenic load; geoecological situation.

For citation. Volchak A. A., Okoronko I. V. Assessment of ecological situation within the small drains in the Yaselda river basin. *Nature Management*, 2021, no. 1, pp. 49–61.

Введение. В результате интенсивного освоения территории Белорусского Полесья происходит усиление антропогенной нагрузки на окружающую природную среду, что приводит к ухудшению качественного состояния поверхностных вод. Оценка природного потенциала водных ресурсов, факторов формирования их экологического состояния, поиск алгоритмов оптимизации рационального водопользования с применением современных методов ГИС-технологий обуславливает актуальность темы исследования. В последние годы большое внимание уделяется экологическим проблемам водосборов малых рек, которые существенно трансформируются в результате техногенного воздействия на природную среду. Главным условием нормального функционирования любой речной экосистемы является не только достаточность, но и надлежащее качество ее воды. Ясельда – типичная река Белорусского Полесья. Она является не только главной водной артерией данного региона, но и важным фактором социально-экономического развития Брестской области.

Объекты и методы исследования. Цель работы – провести оценку геоэкологической ситуации малых водосборов бассейна реки Ясельды с использованием бассейновой концепции. Объектом исследования выступают малые (частные) водосборы (суббассейны).

Основу методики составляет построение матрицы антропогенных нагрузок на водосборы малых рек по преобладающим источникам загрязнения и степени экологической опасности [1, 2]. Научная новизна исследований заключается в применении разработанной методики оценки геоэкологической ситуации малых водосборов на основе матрицы атрибутивных показателей, позволяющей с учетом обобщенных балльных оценок выделить категории земель с различной геоэкологической ситуацией. Методика, представленная в данной работе, апробирована нами при оценке антропогенной нагрузки на малые водосборы рек Пины и Лесной [3, 4].

Сущность методики геоэкологического анализа антропогенных воздействий на водосборы малых рек и водных объектов представляет собой определенную последовательность проведения следующих исследований.

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

Таблица 1. Структура гидрографической сети бассейна реки Ясельды

Table 1. The structure of the hydrographic network of the Yaselda river basin

Малый водосбор	Индекс	Площадь, км ²	Доля, % от бассейна
р. Ясельды от истока до впадения р. Кречет	Я 1	934,2	16,4
р. Жигулянки	Я 2	912,6	16,1
р. Кречет	Я 3	75,1	1,3
кан. Винец	Я 4	460,1	8,1
р. Ясельды от впадения кан. Винец до впадения р. Жигулянки	Я 5	382,6	6,7
р. Ясельды от впадения р. Жигулянки до впадения кан. Огинского	Я 6	1542,8	27,1
кан. Огинского	Я 7	594,4	10,5
р. Ясельды от впадения кан. Огинского до впадения в р. Припять	Я 8	783,7	13,8

2. Выявление основных природных средообразующих факторов и их количественная характеристика. Для каждого частного водосбора проводилась оценка природного фактора, способного в определенной мере компенсировать антропогенные воздействия. Таким образом, проанализированы следующие показатели: густота речной сети, озерность, лесистость, заболоченность, доля территорий под водными объектами, доля луговых территорий.

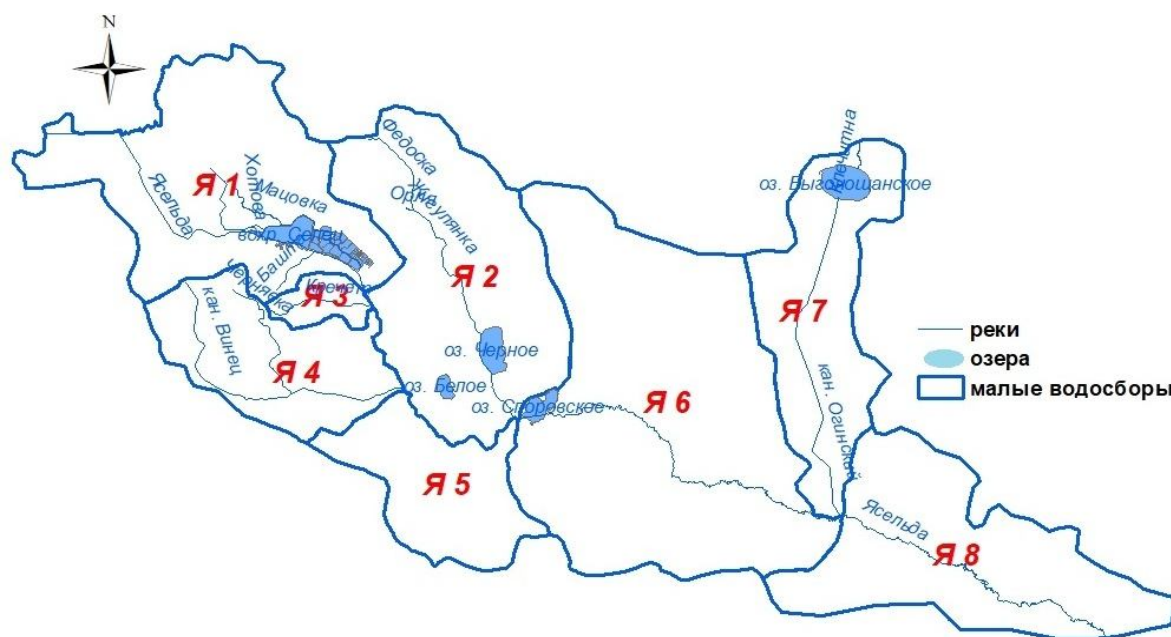


Рис. 1. Малые водосборы бассейна реки Ясельды

Fig. 1. Small catchments of the Yaselda river basin

3. Выявление основных факторов антропогенной нагрузки и оценка их количественных характеристик. Оценка антропогенных факторов производилась по следующим показателям: доля городских территорий, доля территорий сельских населенных пунктов, численность населения, плотность населения, распаханность территории, густота автомобильных дорог, количество внесенных минеральных и органических удобрений, количество крупного рогатого скота [5–7]. Влияние сельского хозяйства оценивалось по животноводческой отрасли и растениеводству, оказывающих наибольшее негативное влияние на водные ресурсы и окружающую среду в целом. Антропогенная нагрузка от животноводства на выделенные водосборные территории оценивалась по объему твердых и жидких отходов и содержащемуся в них количеству действующего вещества [8–10].

4. 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 и создавались с использованием приложения ArcGIS, позволяющего создавать различные электронные карты, проводить расчеты и моделирование. Базовыми для ее создания являются карта OpenStreetMap с нанесенным на нее функциональным зонированием и разновременные топографические карты. Информация по различным показателям получена в результате дешифрирования и оцифровки карт OpenStreetMap высокого разрешения. При этом каждому идентифицированному участку соответствует атрибутивная таблица, содержащая информацию о количественных и качественных характеристиках по изучаемым показателям. Картографическая база данных охватывает географический блок, который включает тематические карты и оценочный блок, содержащий синтетические карты. Исходная база данных формировалась по справочным материалам землеустроительных служб, отчетам статистического комитета, сельских исполнительных комитетов, а также комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Брестского областного исполнительного комитета. Часть данных была получена с помощью созданной геоинформационной системы путем наложения различных тематических карт.

5. Составление матрицы характеристик природных факторов и антропогенной нагрузки в балльных показателях. Для оценки использована трехбалльная оценочная шкала с дополнительным баллом при отсутствии данного показателя в пределах водосбора. Для расчета комплексных показателей положительной и отрицательной составляющих оценки использовался метод сложения соответствующих балльных значений показателей и последующего трехуровневого равноинтервального ранжирования их суммы.

6. Анализ полученных результатов. В результате проведенного исследования выделены малые водосборы, характеризующиеся наибольшей антропогенной напряженностью, а также предложены мероприятия для их дальнейшего рационального использования.

Результаты и их обсуждение. Река Ясельда – левый приток Припяти. Длина реки составляет 250 км. Берет исток из болота Дикое в 4 км к северу от д. Клепахи Пружанского р-на вблизи восточной границы Национального парка «Беловежская пуща» 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 верхнем течении русло реки является границей между Гродненской и Брестской обл. [11, 12]. В верховье течет по Прибугской равнине, далее – по Припятскому Полесью, относится к бассейну Черного моря. Река имеет невыраженную долину шириной 2–4 км, максимальная ширина составляет 6–8 км. Пойма реки двухсторонняя, в среднем течении имеет ширину 0,8–1,2 км, в нижнем – 1,5–6 км. Русло реки канализовано на протяжении 39 км от истока, а также 15 км на территории Берёзовского р-на. На неканализованных участках русло очень извилистое, имеет ширину 10–40 м, максимальная ширина составляет 80 м. Имеет правые (реки Кречет, Башта, Чернявка, Плёса, кан. Винец) и левые (рр. Мацовка, Хотова, Федоска, Орля, Жигулянка, кан. Огинский) притоки [12, 13].

Река Жигулянка образуется в результате слияния рр. Орля и Федоски в 9 км севернее д. Бронна Гора Берёзовского р-на. Длина реки составляет 58 км, впадает в оз. Черное в Березовском р-не. После выхода из озера река называется Дорогобуж. Впадает в р. Ясельду в 3 км севернее д. Кокорица Дрогичинского р-на. Река Орля берет начало в 5 км юго-западнее д. Хрищеновичи Ивацевичского р-на, протекает по заболоченной и лесистой территории, длина реки составляет 14 км. Русло почти полностью канализовано. Исток р. Федоска расположен в 4 км южнее д. Иодчики Ивацевичского р-на, длина реки – 22 км.

Исток р. Кречет находится в 2 км западнее д. Оницевичи Березовского р-на, протекает через г. Береза и на его восточной окраине впадает в р. Ясельду. Длина реки – 26 км. Русло канализовано на всем протяжении реки.

До сравнительно недавнего времени кан. Винец был рекой. На всех географических картах до 1960-х гг. Винец обозначен как река. Затем, в результате мелиорации и спрямления, река превратилась в канал. Берет начало в 3 км к юго-западу от д. Россохи Пружанского р-на, впадает в р. Ясельду в 1 км севернее д. Матвеевичи Берёзовского р-на. Длина составляет 71 км. Основные притоки: р. Чернявка, каналы Давыдовичский, Черничный, Залужьевский, Мошковичский, Ястребельский. В пойме кан. Винец в Берёзовском р-не построены наливные пруды около д. Малеч, площадь водного зеркала – 2,9 га, д. Лукомер – 0,5, д. Павловичи – 6,3 га. Река Чернявка является левым притоком кан. Винец. Берет начало мелиоративным каналом в 2 км юго-западнее д. Ворожбиты Берёзовского р-на. Русло реки на всем протяжении канализовано, длина составляет 33 км. В 1 км южнее аг. Ревятичи Берёзовского р-на впадает в кан. Винец.

Канал Огинский был построен в 1783 г., соединив рр. Ясельда и Щара, таким образом соединив бассейны Черного и Балтийского морей. Частью канала являются озера Выгонощанское и Вульковское. Длина канала составляет 54 км.

Бассейн р. Ясельды расположен на территории восьми административных р-нов (Пружанского, Березовского, Дрогичинского, Ивановского, Ивацевичского, Пинского, Ляховичского и Ганцевичского) Брестской обл. (рис. 2).

Население водосбора проживает в 350 населенных пунктах, из которых три города районного подчинения (Береза, Белоозёрск, Коссово), два поселка городского типа (Телеханы, Логишин), 45 агрогородков, 300 сельских населенных пунктов (297 деревень, 3 поселка), выделяется 50 сельских исполнительных комитетов (рис. 2, 3; табл. 2).

Таблица 2. Демографические показатели малых водосборов реки Ясельды

Table 2. Demographic indicators of small catchments of the Yaselda river

Малый водосбор	Количество населенных пунктов	Количество населения, чел.		Прирост населения, чел.	Плотность населения, чел/км ²	
		2009 г.	2018 г.		2009 г.	2018 г.
Я 1	55	5403	5571	+168	5,8	6,0
Я 2	41	27 558	27 063	-495	30,2	29,7
Я 3	8	32 103	32 493	+390	427,4	432,6
Я 4	62	10 181	9701	-480	22,1	21,1
Я 5	34	5273	4517	-756	13,8	11,8
Я 6	74	22 919	20 768	-2151	14,9	13,5
Я 7	16	9642	8577	-1065	16,2	14,4
Я 8	60	21 319	21 472	+153	27,2	27,4

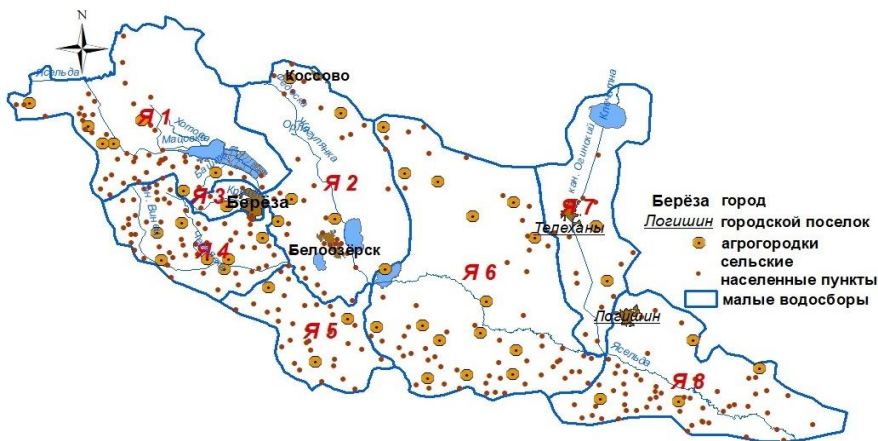


Рис. 3. Размещение населенных пунктов в границах бассейна

Fig. 3. Placement of settlements within the basin

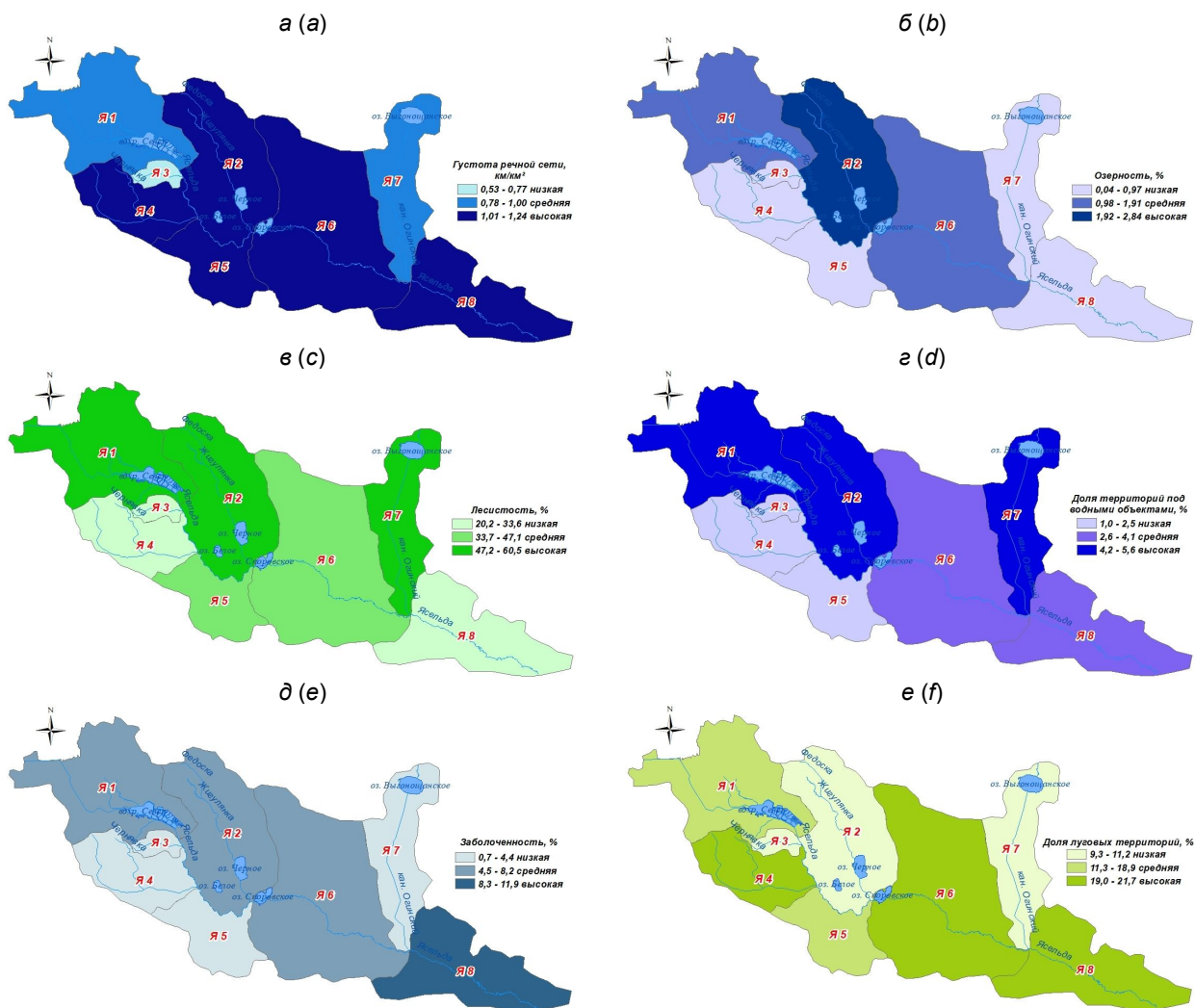


Рис. 4. Распределение показателей природных средообразующих факторов:
 а – густота речной сети; б – озерность; в – лесистость; г – доля территорий под водными объектами;
 д – заболоченность; е – доля луговых территорий

Fig. 4. Distribution of indicators of natural environment-forming factors:
 а – channel network density; б – lakes; в – forest cover; д – share of territories under water bodies;
 е – waterloggedness; ф – proportion of meadow areas

Показатели лесистости варьируют от 20,2 до 60,5 %. В целом, по водосбору р. Ясельды средняя лесистость составляет 41,4 %, при среднереспубликанском показателе 39,8 % и среднем по Брестской обл. – 36,4 % [17]. Наибольшая доля лесных фитоценозов характерна водосборам Я7 (60,5 %, или 35,9 тыс. га), Я1 (51,8 %, или 48,4 тыс. га) и Я2 (51,1 %, или 46,7 тыс. га). В пределах водосбора Я7 расположен ландшафтный заказник «Выгонощанское» (13,8 тыс. га), на территории водосбора Я1 – биологический заказник «Бусловка» (8,5 тыс. га) и Национальный парк «Беловежская пуща» (1,1 тыс. га), а на водосборе Я2 – биологический заказник «Споровский» (5,6 тыс. га) [18]. Наряду с этим водосбору Я1 присущ также невысокий показатель селитебной освоенности, плотность населения здесь составляет 6,0 чел/км². Средние показатели лесистости отмечаются на водосборах Я6 (36,4 %, или 56,1 тыс. га) и Я5 (33,7 %, 12,9 тыс. га). Наименьшие показатели лесистости наблюдаются на водосборах Я4 (20,2 %, или 9,3 тыс. га) и Я8 (29,5 %, или 23,1 тыс. га).

Наибольшая доля болотных экосистем характерна для водосбора Я8 (11,9 %, 9,3 тыс. га), Я2 (7,0 %, 6,4 тыс. га) и Я6 (5,9 %, 9,1 тыс. га). В пределах водосбора Я8 расположен ландшафтный заказник «Средняя Припять», созданный в 1999 г. с целью сохранения уникальных ландшафтов Белорусского Полесья, в том числе и низинных болот. На водосборах Я2 и Я6 находится биологический заказник «Споровский», созданный в 1991 г. и представляет собой крупнейший массив низинных болот Полесья [18]. Наименьшие показатели заболоченности выявлены на водосборах Я3 (0,7 %, или 55 га) и Я7 (1,6 %, или 971 га). В целом, для всей территории бассейна р. Ясельды характерен высокий показатель заболоченности (5,8 %, или 32,9 тыс. га), при среднем показателе по Брестской области 1,25 % [13, 17].

Доля луговых территорий в пределах бассейна варьирует от 9,3 до 21,7 %. Наибольшими показателями характеризуются водосборы Я8 (21,7 %, или 17,0 тыс. га), Я4 (20,0 %, или 9,2 тыс. га) и Я1 (18,9 %, или 48 014 га). Наименьшие показатели наблюдаются на водосборах Я3 (9,3 %, 1891 га) и Я2 (10,9 %, или 17,7 тыс. га). В целом, средний показатель доли луговых территорий бассейна р. Ясельды выше среднеобластного (12,5 %) и составляет 17,6 % [13, 17].

Распределение демографических показателей представлено на рис. 3, 5 и в табл. 2. На исследуемой территории проживает 130,1 тыс. чел. (50,0 тыс. городское и 80,1 тыс. сельское). Уровень урбанизации бассейна р. Ясельды составляет 38,4 %, при среднереспубликанском показателе 78,0 % и среднем по Брестской области – 70,5 % [19]. Самым урбанизированным является водосбор Я3 (90,6 %). Здесь расположен г. Берёза (29,5 тыс. чел.), который является городом районного подчинения и административным центром Берёзовского района. На долю городских территорий здесь приходится 20,9 % водосбора. Средними показателями характеризуются водосбор Я7 (1,3 %), который представлен городским поселком Телеханы (4,0 тыс. чел.). Минимальные показатели доли городских территорий отмечаются на водосборах Я2 (1,1 %) и Я8 (1,0 %). На водосборе Я2 расположены г. Белоозёрск (12,3 тыс. чел.) и г. Коссово (1,8 тыс. чел.), а на водосборе Я8 – г. п. Логишин (2,2 тыс. чел.) На территории остальных водосборов представлены только сельские населенные пункты (агрокотидки, деревни, поселки).

Сельские населенные пункты присутствуют на всех исследуемых водосборах, но наибольшая их площадь наблюдается на водосборах Я3 (9,7 %, или 3,0 тыс. чел.), Я5 (9,5 %, или 4,5 тыс. чел.), Я6 (9,5 %, или 20,7 тыс. чел.) и Я4 (9,4 %, или 9,7 тыс. чел.). На водосборе Я3 расположено всего восемь сельских населенных пунктов, их суммарная площадь составляет 7,3 км², но в сравнении с другими малыми водосборами водосбор Я3 характеризуется наименьшей площадью территории. Самые многолюдные сельские населенные пункты – д. Пинковичи (4,3 тыс. чел.), аг. Мотоль (4,0 тыс. чел.), аг. Пески (2,0 тыс. чел.), аг. Первомайская (1,8 тыс. чел.), аг. Малеч (1,7 тыс. чел.) и д. Заполье (1,5 тыс. чел.). Согласно материалам переписи населения 2009 года и данным по количеству населения на 2018 г. только водосборы Я1, Я3 и Я8 характеризуются положительным показателем прироста населения. Водосбор Я1 расположен в незначительном удалении от г. Пружаны, Я3 – от г. Берёза, а водосбор Я8 – в непосредственной близости от г. Пинска. Возможно, именно фактор географического положения данных водосборов, близость районных центров и обусловили здесь положительную динамику прироста населения. На остальных водосборах наблюдается сокращение численности населения, и за временной период 2009–2018 гг. все население бассейна сократилось на 4,3 тыс. чел. Наименьшими показателями доли сельских населенных пунктов характеризуется водосбор Я1 (2,2 %, или 5,6 тыс. чел.).

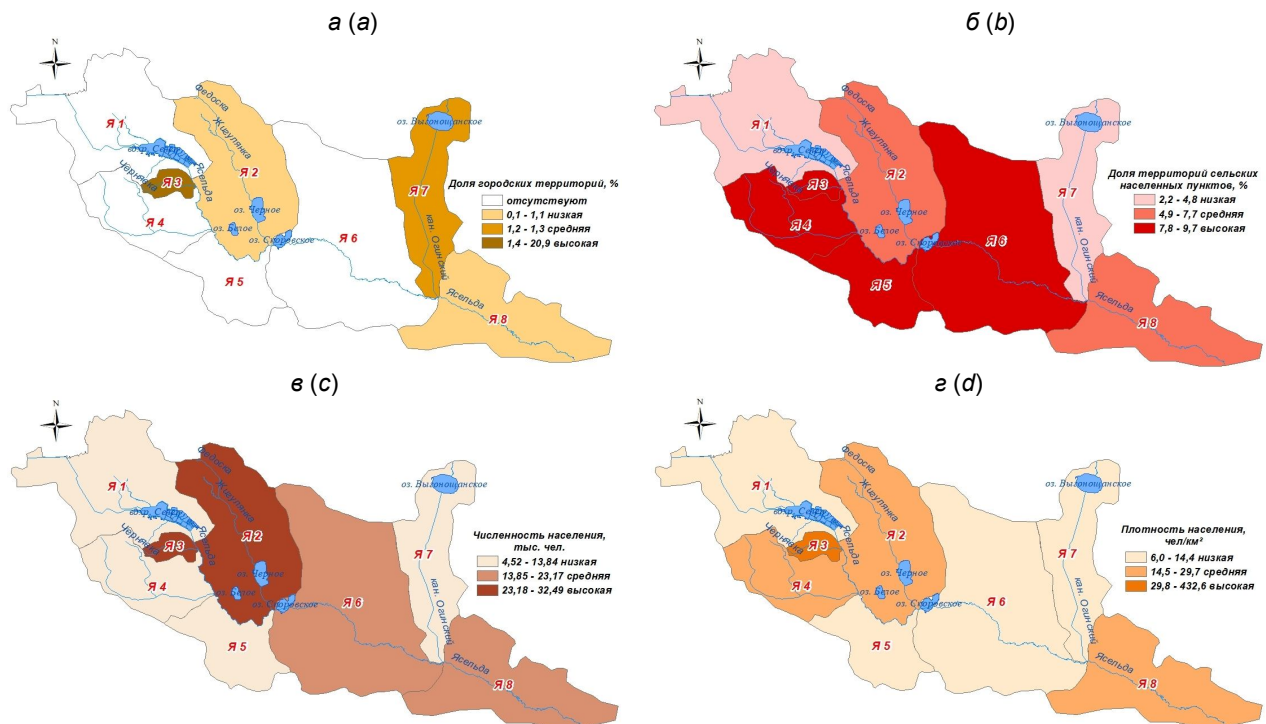


Рис. 5. Распределение демографических показателей: а – доля городских территорий; б – доля территорий сельских населенных пунктов; в – численность населения; г – плотность населения

Fig. 5. Distribution of demographic indicators: а – share of urban areas; б – share of rural areas; в – population size; г – population density

В границах исследуемой территории проживает 130,1 тыс. чел. По данным первой всероссийской переписи 1897 года, население г. Берёза составляло 6226 чел., г. Коссово – 3092 чел. В 1959 г. в г. Берёза проживало 5600 чел., а в г. Коссово – 2600 чел. Город Белоозёрск был основан в 1958 г. недалеко от с. Нивки как посёлок энергетиков в связи со строительством Берёзовской ГРЭС. С 12 января 1960 г. существует как рабочий посёлок Берёзовский, 25 июня 1960 г. переименован в Белоозёрск. 16 сентября 1970 г. поселку присвоен статус города районного подчинения. В 1969 г. население города составляло 6,4 тыс. чел. По состоянию на 2018 г. население в г. Берёза составляло 29 450 чел., г. Коссово – 1832 чел., г. Белоозёрска – 12 304 чел. [19, 20]. Если проанализировать динамику численности городского населения за период с 2009 по 2018 г., то положительная динамика наблюдается только в г. Берёза. В остальных городских населенных пунктах за анализируемый временной период зафиксировано сокращение количества жителей. Анализ численности населения по водосборам показал, что наибольшее его количество проживает на водосборах Я3 (32,5 тыс. чел) и Я2 (27,1 тыс. чел.), а наименьшее – на водосборах Я5 (4,5 тыс. чел.) и Я1 (5,6 тыс. чел.).

В целом, исследуемый регион характеризуется невысокой степенью антропогенной и хозяйственной освоенности территории. Средняя плотность населения составляет 22,9 чел/км², при среднем показателе для Беларуси 45 чел/км² и для Брестской обл. – 42 чел/км² [19]. Наибольшая концентрация населенных пунктов наблюдается на «правобережье» бассейна р. Ясельды, это наименее заболоченная территория, которая характеризуется наибольшей селитебной освоенностью. Оценка антропогенной преобразованности территории региона проводилась на основе анализа карт 1930-х гг. [21–23] и статистической информации [19, 20]. По данным переписи 2009 года население водосбора составляло 134,4 тыс. чел., а в 2018 г. – 130,1 тыс. чел. Наибольшая плотность населения зафиксирована на водосборе Я3 (432,6 чел/км²), собственно, здесь и насчитывается наибольшее количество жителей (32,5 тыс. чел.). Наименьший показатель плотности населения характерен для водосборов Я1 и Я5 и составляет 6,0 и 11,8 чел/км² соответственно.

Автомобильные дороги оказывают влияние на гидрологический режим малых водосборов. Наибольший показатель густоты автомобильных дорог характерен для водосбора Я3 (3,98 км/км²) (рис. 6). Данный регион является самым малым по площади и самым урбанизированным водосбором, характеризуется наибольшими показателями количества и плотности населения, что и поспособствовало развитию транспортной инфраструктуры. Менее всего линейные транспортные объекты представлены на водосборах Я5, Я6 и Я7.

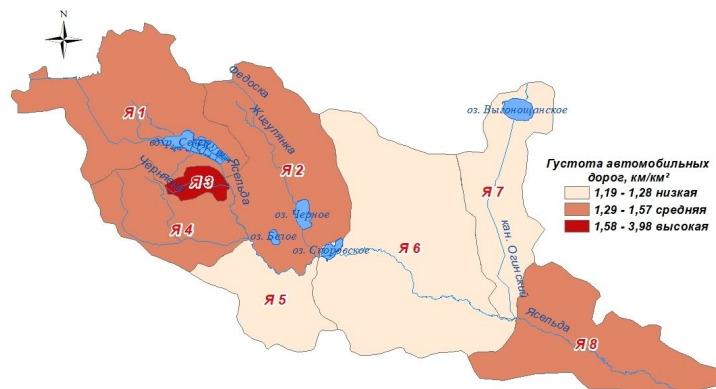


Рис. 6. Густота автомобильных дорог

Fig. 6. Density of roads

Исследуемая территория характеризуется относительно невысоким показателем сельскохозяйственной освоенности (рис. 7). В пределах водосбора расположено 52 предприятия агропромышленного комплекса и свыше 150 фермерских хозяйств. В сельскохозяйственной отрасли занято свыше 50 % от общего числа работающих в сфере материального производства. Регион в животноводстве специализируется на производстве молока и мяса, в растениеводстве – на выращивании зерновых культур, сахарной свеклы, рапса, картофеля, а также на кормопроизводстве. На долю пашни приходится 24,3 % территории бассейна, при среднереспубликанском показателе 42 % [19]. Наибольшими площадями пахотных угодий характеризуются водосборы Я4 (46,8 %) и Я3 (41,1 %). Наименьшая степень распаханности отмечена на водосборах Я2 (16,1 %) и Я7 (16,3 %). Данные водосборы претерпели наименьшие антропогенные воздействия, и в их земельном фонде доминируют природные экосистемы (болота, лес, луга, водные объекты).

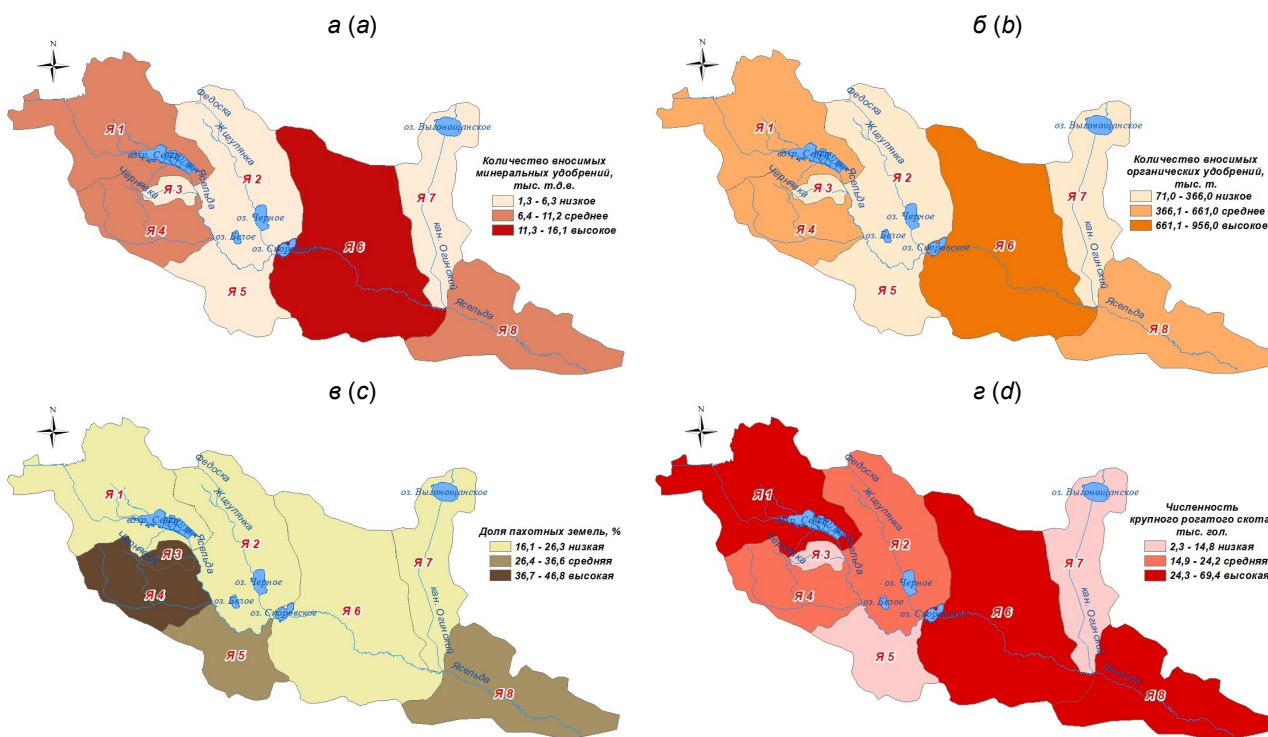


Рис. 7. Распределение сельскохозяйственных показателей:

а – количество вносимых минеральных удобрений; б – количество вносимых органических удобрений; в – распаханность территории; г – численность крупного рогатого скота

Fig. 7. Distribution of agricultural indicators:

а – amount of applied mineral fertilizers; б – amount of applied organic fertilizers; в – plowed up territory; г – number of cattle

Сельскохозяйственное производство и активное животноводство негативно влияют на природные экосистемы. Хозяйственная деятельность на водосборах малых рек нарушает естественный круговорот веществ, изменяет потоки биогенных элементов, что приводит к снижению их концентрации в одних местах и накоплению в других. Избыточное поступление биогенных элементов в водоемы и водотоки вызывает их эвтрофикацию [4–7]. Сельскохозяйственные предприятия исследуемого региона в животноводстве в основном специализируются на разведении крупного рогатого скота (КРС). Так, в отдельных хозяйствах количество КРС превышает 10 тыс. голов (ОАО «Парахонское», ОАО «Отечество», ОАО «Ружаны-Агро», ОАО «Журавлиное»). Наибольшее количество КРС зафиксировано на водосборах Я1 (69,4 тыс. гол.), Я6 (65,9 тыс. гол.), а наименьшее – на водосборах Я3 (2,3 тыс. гол.) и Я5 (13,8 тыс. гол.).

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. В отдельных хозяйствах минеральные и органические удобрения вносятся в большом количестве. Так, свыше 10 т органических удобрений на один гектар пахотных угодий вносят УП «Молодово-Агро» (18,5 т/га), СПК «Святая Воля» (17 т/га), ОАО «Парахонское» (14,3 т/га), ОАО «Почапово» 13,8 т/га и свыше 300 кг действующего вещества на один гектар сельхозугодий минеральных удобрений (азотные, фосфорные и калийные) – СПК «Святая Воля» (320 кг д. в/га), ОАО «Великосельское-Агро» (293 кг д. в/га), ОАО «Агро-Колядичи» (256 кг д. в/га). Наибольшее количество минеральных удобрений попадает в почву в пределах водосборов Я6 (16,1 тыс. т д. в.) и Я4 (8,1 тыс. т д. в.), наименьшее количество – на водосборах Я3 (1,3 тыс. т д. в.) и Я5 (2,6 тыс. т д. в.). Органических удобрений больше всего вносится в пределах водосборов Я6 (956 тыс. т) и Я4 (479 тыс. т), меньше всего – на водосборах Я3 (71 тыс. т) и Я7 (181 тыс. т). В границах бассейна р. Ясельды в год в почву попадает 3,1 млн т органических и 50,2 тыс. т д. в. минеральных удобрений.

На основе трехинтервального ранжирования природных средообразующих и антропогенных оценочных показателей были рассчитаны общие положительный и отрицательный показатели, представленные на рис. 8.

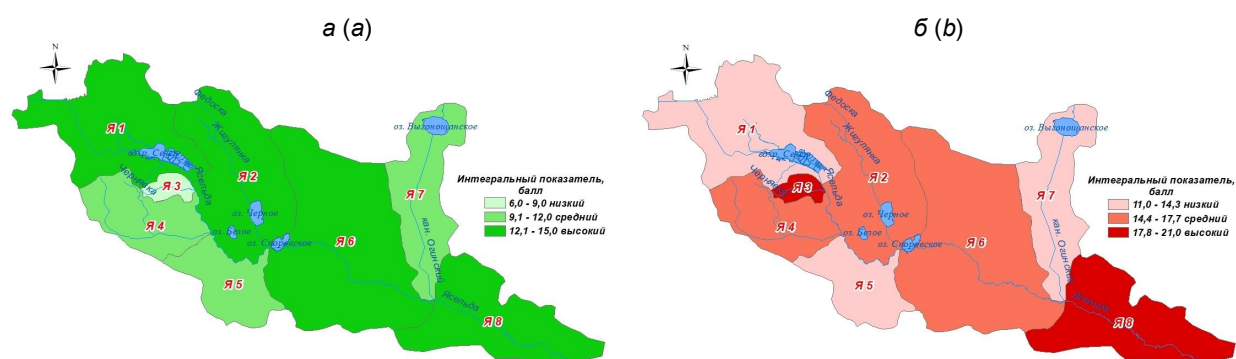


Рис. 8. Распределение интегральных показателей комплексной оценки: а – природных средообразующих факторов; б – факторов антропогенной нагрузки

Fig. 8. Distribution of integral indicators integrated assessment: а – natural environment-forming factors; б – factors of anthropogenic load

Наибольшими показателями наличия природных средообразующих факторов характеризуются водосборы Я1, Я2, Я6 и Я8. Водосборы Я4, Я5 и Я7 имеют средний показатель, а водосбор Я3 характеризуется низкой степенью защищенности.

По данным оценки антропогенной нагрузки, водосборы Я3 и Я8 имеют самый высокий интегральный показатель антропогенной преобразованности территории, водосборы Я2, Я4 и Я6 – средний показатель, а водосборы Я1, Я5 и Я7 характеризуются минимальной антропогенной преобразованностью.

Выводы. На основе проведенного анализа по оценке природной защищенности и антропогенной нагрузке на территорию малых водосборов р. Ясельды можно сделать следующие выводы.

1. Бассейн р. Ясельда является уникальным объектом для геоэкологического исследования с применением ГИС-технологий. Данный регион характеризуется ландшафтным, почвенным, геоботаническим и зоогеографическим разнообразием.

2. Впервые для исследуемой территории, с использованием бассейнового подхода, проведено гидрографическое районирование бассейна р. Ясельды, выделены восемь частных малых водосборов (суббассейнов), оцифрован картографический материал, собраны статистические данные, создана база данных по различным физико-географическим, социально-экономическим и эколого-гидрографическим показателям.

3. В работе впервые изучен и представлен природно-ресурсный потенциал малых водосборов бассейна р. Ясельды, проведена оценка природных средообразующих факторов территории малых водосборов, а также выявлены основные антропогенные факторы, проведена их качественная и количественная характеристика.

4. Выявлено, что наиболее напряженная экологическая ситуация характерна малым водосборам ЯЗ и Я8 и при этом водосбор ЯЗ характеризуется минимальными показателями наличия природных средообразующих факторов. На водосборах Я4, Я5 и Я7 наблюдаются средние показатели природных средообразующих факторов, и при этом на водосборах Я5 и Я7 выявлен средний показатель антропогенной нагрузки на территорию. Остальные водосборы характеризуются высокими показателями природных средообразующих факторов и низкими показателями природной преобразованности. Следовательно, на водосборах ЯЗ и Я8 рекомендуется снизить антропогенную нагрузку, повысить показатели природных средообразующих факторов территории, изменить существующую систему природопользования.

Полученные в ходе исследования данные будут использованы для дальнейших исследований, а также в планировании территории и землеустройстве. Для органов различного уровня управления практическая значимость исследования выражается в рекомендациях по интенсивности использования земель, выбору оптимального направления дальнейшего развития, ориентированного на сбалансированное экологически безопасное землепользование и устойчивое развитие территории. Предложения по совершенствованию региональной системы управления природопользованием и природоохранной деятельностью будут полезны для районных инспекций природных ресурсов и охраны окружающей среды, для работников землеустроительных служб, сельскохозяйственным предприятиям. Результаты исследований могут быть также использованы в учебном процессе при подготовке студентов географов, геоэкологов и экологов высших учебных заведений Республики Беларусь.

Список использованных источников

1. Ясинский, С. В. Геоэкологический анализ антропогенных воздействий на водосборы малых рек / С. В. Ясинский // Изв. Акад. наук. Сер. географическая. – 2000. – № 4. – С. 74–82.
2. Мухина, Л. И. Принципы и методы технологической оценки природных комплексов / Л. И. Мухина. – М. : Наука, 1973. – 96 с.
3. Окоронко, И. В. Оценка антропогенной нагрузки на р. Пина с применением ГИС-технологий / И. В. Окоронко // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – Брест, 2020. – № 1. – С. 112–122.
4. Волчек, А. А. Оценка антропогенной преобразованности водосборов малой реки (на примере реки Лесной) / А. А. Волчек, И. В. Окоронко // Земля Беларуси. – 2021. – № 1. – С. 51–59.
5. 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.
6. 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 // Водные ресурсы. – 2019. – Т. 46, № 2. – С. 232–244.
7. Кондратьев, С. А. Структура поверхности водосбора как определяющий фактор биогенной нагрузки на водоем (по данным математического моделирования) / С. А. Кондратьев, А. Ю. Брюханов, А. В. Терехов // Вопросы географии. – 2018. – № 145. – С. 89–108.
8. Метод расчета биогенной нагрузки на водные объекты / С. А. Кондратьев [и др.] // Региональная экология. – 2011. – № 3–4. – С. 50–59.
9. 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.
10. Иванов, А. А. Экологическая оценка водосборов малых рек (на примере Республики Марий Эл) / А. А. Иванов, П. М. Мазуркин. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2007. – 108 с.
11. Ясельда / под общей ред. А. А. Волчека. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 416 с. – (Реки Полесья).
12. Блакітная кніга Беларусі : энцыклапедыя / рэдкал.: Н. А. Дзісько [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 1994. – 415 с.
13. Волчек, А. А. Водные ресурсы Брестской области / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин. – Минск : Изд. центр БГУ, 2002. – 440 с.
14. Якушко О. Ф. Озера Беларуси / О. Ф. Якушко, И. А. Мысливец, А. Н. Рачевский ; под ред. О. Ф. Якушко. – Минск : Ураджай, 1988. – 216 с.

15. Рэкі, азёры і вадасховішчы Беларусі. – Мінск : БелЭн, 1979. – 216 с. – (Энцыклапедычная бібліятэчка «Беларусь»).
16. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы / маст.: Ю. А. Тарэеў, У. І. Цярэнцьеў. – Мінск : БелЭн, 2007. – 480 с.
17. Геаграфія Брэсцкай вобласці : дапам. для студэнтаў геаграф. спец. ВНУ / С. В. Арцеменка [і інш.] ; пад рэд. С. В. Арцеменкі, А. У. Грыбко. – Мінск : Выд. цэнтр БДУ, 2002. – 388 с.
18. Особо охраняемые природные территории Брестской области / под ред. Н. В. Михальчука, В. Т. Демянчика, А. В. Грибко. – Брест : Изд-во Лаврова, 1997. –164 с.
19. Брестская область в цифрах. – Минск : Главное статистическое управление Брестской области, 2019. – 88 с.
20. Населённые места Российской империи в 500 и более жителей с указанием всего наличного в них населения и числа жителей преобладающих вероисповеданий, по данным первой всеобщей переписи населения 1897 года / предисл. : Н. Троицкий. – СПб. : Типография «Общественная польза», 1905. – 120 с.
21. Chomsk. Mapa topograficzna. 1 : 100 000. – Warszawa : WIG, 1931. 1 m.
22. Motol. Mapa topograficzna. 1 : 100 000. – Warszawa : WIG, 1931. 1 m.
23. Bereza Kartuska. Mapa topograficzna. 1 : 100 000. – Warszawa : WIG, 1931. 1 m.

References

1. Yasinskij S. V. *Geoekologicheskij analiz antropogennyh vozdeystvij na vodosbory malyh rek* [Geoeological analysis of anthropogenic impacts on catchments of small rivers]. *Izvestiya AN = Bulletin of the Academy of Sciences* 2000, no. 4, pp. 74–82. (in Russian)
2. Muhina L. I. *Principy i metody tekhnologicheskoy ocenki prirodnyh kompleksov* [Principles and methods of technological assessment of natural]. Moscow, 1973, 96 p. (in Russian)
3. Okoronko I. V. *Ocenka antropogennoj nagruzki na r. Pina s primeneniem GIS-tekhnologii* [Assessment of anthropogenic load on the river Pina using GIS technologies]. *Vesnik Brestskago universiteta = Bulletin of Brest University*. Brest, 2020, no. 1, pp. 112–122. (in Russian)
4. Volchek A. A., Okoronko I. V. *Ocenka antropogennoj preobrazovannosti vodosborov maloj reki (na primere reki Lesnoj)* [Assessment of anthropogenic transformation of catchments of a small river (on the example of the Lesnaya river)]. *Zemlya Belarusi = Land of Belarus*. Minsk, 2021, no. 1, pp. 51–59. (in Russian)
5. Bryuhanov A. Y., Kondratjev S. A., Oblomkova N. S., Ogluzdin A. S., Subbotin I. A. *Metodika opredeleniya biogennoj nagruzki na vodnye objekty ot sel'skohozyajstvennogo proizvodstva* [Methodology for determining the nutrient load on water bodies from agricultural production]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkciy rastenievodstva i zhivotnovodstva = Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products*, 2016, no. 89, pp. 175–183. (in Russian)
6. Yasinskij S. V., Venicianov E. V., Vishnevskaya I. A. *Diffuznoe zagryaznenie vodnyh objektov i ocenka vynosa biogenykh elementov pri razlichnykh scenariyah zemlepolzovaniya na vodosbore* [Diffuse pollution of water bodies and assessment of nutrient removal under different land use scenarios in the catchment]. *Vodnije resursy = Water resources*, 2019, vol. 46, no. 2, pp. 232–244. (in Russian)
7. Kondratjev S. A., Bryuhanov A. Y., Terekhov A. V. *Struktura poverhnosti vodosbora kak opredelyayushchij faktor biogennoj nagruzki na vodoem (po dannym matematicheskogo modelirovaniya)* [The structure of the catchment surface as a determining factor in the biogenic load on the reservoir (according to mathematical modeling)]. *Vo prosy geografii = Geography issues*, 2018, no. 145, pp. 89–108. (in Russian)
8. Kondrat'ev S. A., Kazmina M. V., SHmakova M. V., Markova E. G. *Metod rascheta biogennoj nagruzki na vodnye objekty* [Method for calculating nutrient load on water bodies]. *Regionalnaya ekologiya = Regional ecology*, 2011, no. 3–4, pp. 50–59. (in Russian)
9. Yasinskij S. V., Kashutina E. A., Sidorova M. V., Narykov A. N. *Antropogennaya nagruzka na vodosbor i ee uchet pri ocenke vynosa biogenykh elementov v krupnyj vodnyj objekt (na primere CHEboksarskogo vodohranilishcha)* [Anthropogenic load on the catchment and its consideration when assessing the removal of nutrients into a large water body (by the example of the Cheboksary reservoir)]. *Sb. nauch. tr. Nizhnij Novgorod = Collection of scientific papers Nizhny Novgorod*. Moscow, 2019, pp. 487–491. (in Russian)
10. Ivanov A. A. *Ekologicheskaya ocenka vodosborov malyh rek (na primere Respubliki Marij El)*. *Nauchnoe izdanie* [Environmental assessment of catchments of small rivers (on the example of the Republic of Mari El)]. Jshkar-Ola, 2007, 108 p. (in Russian)
11. Volchek A. A. [et al.]. *Yaselda. Reki Polesya* [Yaselda. Polesie rivers]. Minsk, 2017, 416 p. (in Russian)
12. Dys'ko N. A. [et al.]. *Blakitnaya kniga Belarusi: Encyklopedyya* [The Blue Book of Belarus: Encyclopedia]. Minsk, 1994, 415 p. (in Belarusian)
13. Volchek A. A., Kalinin M. Y. *Vodnye resursy Brestskoj oblasti* [Water resources of the Brest region]. Minsk, 2002, 440 p. (in Russian)
14. Yakushko O. F. [et al.]. *Ozera Belarusi* [Lakes of Belarus]. Minsk, 1988, 216 p. (in Russian)
15. *Reki, azory i vadaskhovishchy Belarusi* [Rivers, lakes and reservoirs of Belarus]. Minsk, 1979, 216 p. (in Belarusian)
16. Tareev Y. A., Terentyev Y. I. *Blakitny skarb Belarusi: Reki, azery, vadaskhovishchy* [Blue treasure of Belarus: Rivers, lakes, reservoirs]. Minsk, 2007, 480 p. (in Belarusian)
17. Artemenko S. W. [et al.]. *Geografiya Brestskaj voblasti* [Geography of the Brest region]. Minsk, 2002, 388 p. (in Belarusian)

18. Michalthuk N. V. [et al.]. *Osobo ohranyaemye prirodnye territorii Brestskoj oblasti* [Specially protected natural areas of the Brest region]. Brest, 1997, 164 p. (in Russian)
19. *Brestskaya oblast v cifrah* [Brest region in figures]. Minsk, 2019, 88 p. (in Russian)
20. Trojnickij N. *Naselyonnye mesta Rossijskoj imperii v 500 i bolee zhitelej s ukazaniem vsego nalichnogo v nih naseleniya i chisla zhitelej preobladayushchih veroispovedanij, po dannym pervoj vseobshchej perepisi naseleniya 1897 goda* [Inhabited places of the Russian Empire of 500 or more inhabitants, indicating the total population in them and the number of inhabitants of prevailing religions, according to the first general population census of 1897]. Sankt-Peterburg, 1905, 120 p. (in Russian)
21. *Chomsk. Mapa topograficzna* [Chomsk. Topographic map]. 1 : 100 000. Warsaw, 1931. 1 m. (in Polish)
22. *Motol. Mapa topograficzna* [Motol. Topographic map]. 1 : 100 000. Warsaw, 1931. 1 m. (in Polish)
23. *Bereza Kartuska. Mapa topograficzna* [Bereza Kartuska. Topographic map]. 1 : 100 000. Warsaw, 1931. 1 m. (in Polish)

Информация об авторах

Волчек Александр Александрович – доктор географических наук, профессор, Брестский государственный технический университет (ул. Московская, 267, 224017, г. Брест, Беларусь). E-mail: volchak@tut.by

Окоронко Игорь Васильевич – старший преподаватель, Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина (бульвар Космонавтов, 21, 224016, г. Брест, Беларусь). E-mail: okoronko2007@ya.ru

Information about the authors

Alexandr A. Volchak – D. Sc. (Geography), Professor, Brest State Technical University (267, Moskovskaya Str., 224017, Brest, Belarus). E-mail: volchak@tut.by

Ihar V. Akaronka – Senior Lecturer, Brest State University named after A. S. Pushkin (21, Kosmonavtov Boulevard, 224016, Brest, Belarus). E-mail: okoronko2007@ya.ru