

УДК 556.51(470.26)(06)

Н. Н. Нагорнова, Т. А. Берникова, Н. А. Цупикова

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

160

По многолетним данным представлен обзор гидрологических и гидрохимических особенностей малых водотоков региона, подверженных интенсивному загрязнению. Приведены результаты расчета биогенной нагрузки от малых рек Калининградской области на Балтийское море. Информация может быть использована при организации и планировании экологического мониторинга водотоков.

This article analyses the hydrological and hydrochemical characteristics of minor rivers of the region subject to intensive pollution on the basis of long-term data. The author presents the results of calculating the biogenic pressure of minor rivers of the Kaliningrad region on the Baltic Sea. This information can be used for organising and planning the environmental monitoring of watercourses.

Ключевые слова: гидрология, гидрохимия, водный режим, биогенная нагрузка, малые реки

Key words: hydrology, hydrochemistry, water regime, biogenic pressure, minor rivers.

Введение

На долю малых водотоков приходится 96 % от общего числа рек Калининградской области [5]. Многие малые реки имеют высокое рыбохозяйственное значение и потенциально большое рекреационное значение. В то же время они вносят определенный вклад в загрязнение Балтийского моря и, особенно, его заливов.

Гидрологические условия малых рек весьма изменчивы, в них резко снижен потенциал самоочищения. Малые равнинные реки — начальное звено формирования водных ресурсов определенной территории, от экологической ситуации в бассейне этих рек во многом зависит количественное и качественное состояние средних и крупных водотоков и водоемов изучаемого региона. Исследования малых водотоков — одно из актуальных направлений природоохранной деятельности.

Цель работы — обобщить многолетние данные по загрязненным малым рекам и представить их гидрогеохимическую характеристику.

Материал и методика

Регулярные исследования экологического состояния малых рек проводятся сотрудниками кафедры ихтиологии и экологии КГТУ начиная с 1993 г. В методику наблюдений входят следующие виды работ: гидрометрические (измерение скорости течения вертушкой типа ИСП 1



№323, расчет расхода воды основным методом «сечение — скорость»); гидрохимические (определение содержания кислорода и температуры прибором WTW-3751, pH — Hanna HI 8314, электропроводности воды — WTW Multiline P3, отбор проб на гидрохимический анализ со стрежня реки с поверхностного горизонта).

Анализ проб осуществлялся в гидрохимической лаборатории КГТУ по общепринятым методикам [8]. Сеть гидрологических створов включает около 150 точек, расположенных в приустьевых, устьевых и приграничных участках рек, выше и ниже основных потенциальных источников загрязнения. Расчет коэффициентов корреляции между расходами рек производился в соответствии с действующим сводом правил [9].

Результаты и обсуждение

161

Анализ гидрологических особенностей малых рек показал следующее. Наибольшая водность отмечена в р. Прохладной, Мамоновке, Нельме. Среднегодовые расходы воды в них составляют 1,25 (р. Нельма) — 6,45 (р. Прохладная) м³/с, модули стока — 6–9 л/с/км². Из группы самых малых рек самой высокой водностью обладают водотоки в пределах Полесской низменности. Для этих рек расходы — 0,05–1 м³/с, модули стока — 5–7 л/с/км². Наименьшая водность отмечена в реках Самбийского полуострова, впадающих в Балтийское море: их среднегодовые расходы — 0,06–0,5 м³/с, модули стока — не более 6 л/с/км².

Водный режим рек характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней и зимней меженью, осенними паводками (рис. 1). Меженные периоды неустойчивые — в мягкие зимы с частыми оттепелями и летом во время интенсивных обложных дождей могут прерываться достаточно продолжительными паводками.

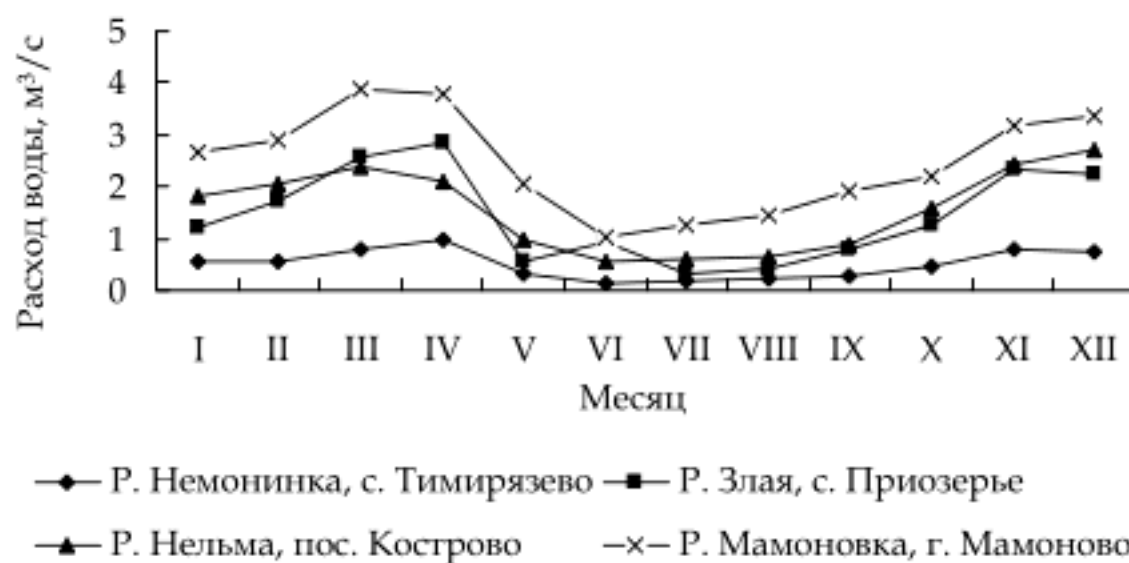


Рис. 1. Среднегодовые гидрографы некоторых малых рек Калининградской области (построены по данным, взятым из работы [7])

В связи с географической близостью водосборов водный режим рек в целом проявляется одинаково. Об этом свидетельствуют, в частности, достаточно высокие коэффициенты корреляции, которые вычислены по взятым из гидрологических ежегодников данным среднемесячных расходов рек [6; 7] (табл. 1).



Таблица 1

Коэффициенты корреляции между расходами некоторых малых рек

Реки	Год						
	1965	1966	1973	1974	1975	1976	1977
Немнинка — Злая	0,85	0,83	0,88	0,89	0,9	0,75	0,82
Немнинка — Мамоновка	0,78	0,7	0,64	0,86	0,81	0,9	0,8
Злая — Мамоновка	0,84	0,75	0,62	0,76	0,84	0,81	0,79
Мамоновка — Нельма	0,88	0,86	0,67	0,8	0,86	0,8	0,78
Немнинка — Нельма	0,69	0,57	0,73	0,78	0,94	0,81	0,75
Нельма — Злая	0,75	0,64	0,74	0,71	0,82	0,75	0,85

162

Максимальные коэффициенты приходятся на 1975 г., минимальные — на 1973 г. Анализ особенностей рек и сведений о погодных условиях и водности этих лет [6; 7] показал, что коэффициенты корреляции не связаны ни с площадью водосбора, ни с типом ландшафта, в котором находятся реки. Например, расходы р. Злая — р. Мамоновка в 1975 г. обладали коэффициентом корреляции 0,84, хотя площадь водосбора р. Злой в 4 раза меньше, чем Мамоновки. В 1973 г. он составил 0,62. Ландшафты: Мамоновка — холмисто-моренных возвышенностей, Нельма — холмисто-моренных гряд и плато, Немнинка — дельтовый. Злая протекает по нескольким типам ландшафтов — сначала по холмисто-моренным грядам и плато, затем по приледниково-озерным низменностям и по дельтовому типу ландшафта [5].

Корреляция водотоков по водности может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от погодных условий. Так, 1972/73 гидрологический год в целом характеризовался повышенной температурой воздуха, пониженным количеством осадков и водностью рек, а 1974/75-й — повышенной температурой воздуха, близким к норме количеством выпавших осадков и аномальным режимом рек: характерны высокие зимние дождевые паводки, выраженное весеннее половодье, отсутствие ледостава.

С учетом данных можно заключить, что водный режим малых и очень малых рек существенно различается только в маловодные годы, что находит отражение в снижении коэффициента корреляции между их расходами.

В годы с повышенной водностью на первое место выходит объем водного питания, поступающий в реки, — теснота связи между их расходами заметно возрастает. Таким образом, существенная короткопериодная изменчивость малых рек диктует необходимость учета всех местных факторов при составлении их гидрогеохимической характеристики, которая может быть впоследствии использована при подборе рек-аналогов. В результате анализа физико-географических и климатических условий, представленных в [2; 4; 5], определены районы с относительно однородными климатическими характеристиками, в пределах которых представлены подрайоны с одинаковым типом ландшафтов (рис. 2). Всего выделено три района (I — западный, II — центральный, III — восточный), отличающихся степенью влияния моря на формирование климатических условий, и подрайоны (1–3) с учетом местной специфики, от которой зависит состояние речных экосистем.

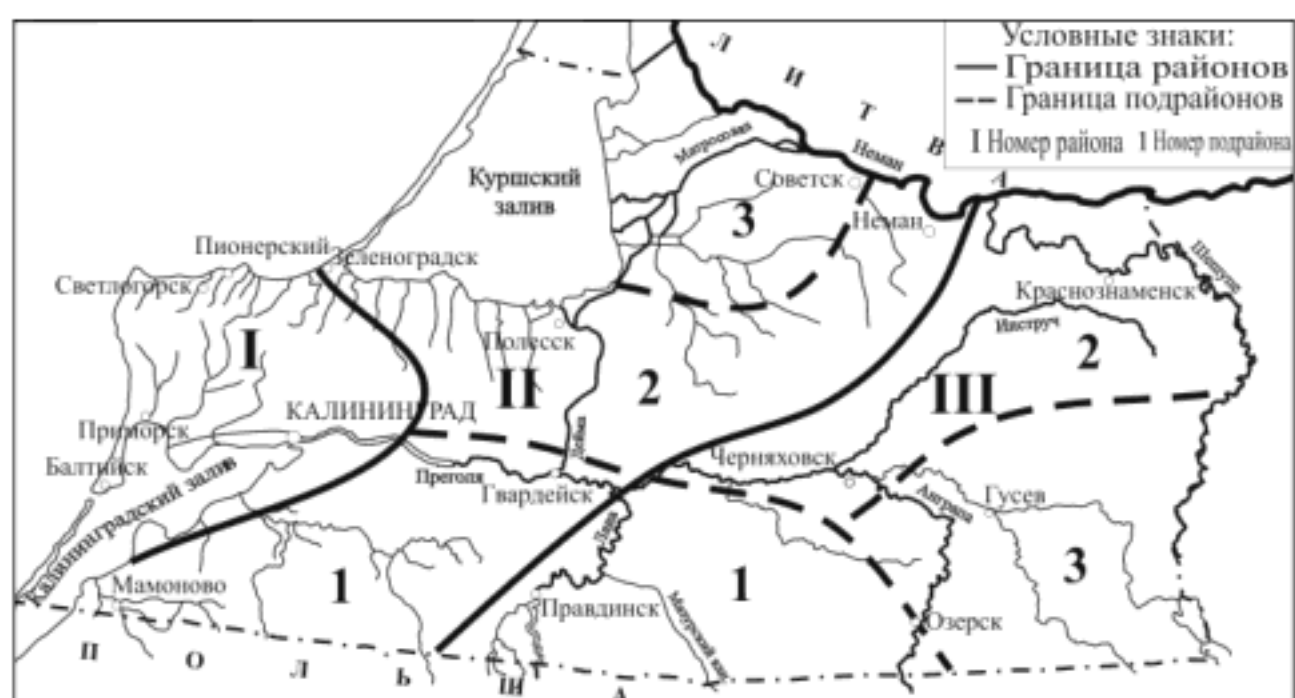


Рис. 2. Ландшафтно-климатические районы Калининградской области

Выделение районов послужило основой для типизации бассейнов водотоков. С учетом морфометрических особенностей, вида дренируемого ландшафта и географической близости водосборов малые реки были объединены в следующие группы (табл. 2).

Таблица 2

Бассейны рек в пределах ландшафтно-климатических районов

Климатический район	Ландшафтные районы	Реки
I — западный	Самбийская возвышенность, приустьевые песчаные низменности	Нельма, Приморская, Граевка, Зеленая, Светлогорка, Чистая, Спокойная, Медвежья, Мотыль, Алейка, Забава
II — центральный	1. Вармийская возвышенность, западная часть Прегольской низменности	Мамоновка, Прохладная
	2. Полесская низменность, Северо-восточная равнина	Зеленоградка, Б. Морянка, Куровка, Лобовка, Ольховка, Гурьевка, канал Западный, канал Восточный, Дейма
	3. Дельтовая низменность р. Немана	Реки и каналы дельты р. Немана
III — восточный	1. Прегольская низменность	Реки бассейна Лавы, Голубая
	2. Немано-Шешупская равнина, Шешупская низменность, Анграпо-Шешупская равнина, Инстручская гряда	Инструч, Анграпа
	3. Виштынецкая возвышенность	Писса, Красная, Черная



Наименее благоприятны кислородные условия в реках дельты р. Немана и Полесской низменности: насыщенность их вод кислородом составила от 24–34 (р. Хлебная, Лобовка) до 63 % (р. Шлюзовая, Зеленоградка). Катастрофические условия отмечены в р. Лобовке (18 %), Хлебной (24 %), Медвежьей (6 %). Наиболее благоприятные — в реках Самбийского полуострова. Средняя насыщенность воды кислородом составила 91 (р. Забава) — 101 % (р. Зеленая); Виштынецкой возвышенности — 80 в р. Красной — 100 % в р. Писсе (табл. 3). Перманганатная окисляемость для многих исследованных рек попадала в класс «повышенная». Больше всего органических веществ обнаружено в приграничных створах малых рек: 13 (р. Путиловка) — 17 мгО/дм³ (р. Струга Барыцка). Меньше всего — в малых реках Самбийского полуострова: 7 (р. Спокойная) — 9 (р. Зеленая) и в р. Писсе (5–6 мгО/дм³).

Повышенное содержание биогенных веществ отмечено в реках Полесской низменности, некоторых трансграничных водотоках (р. Стоговка, Правда, Путиловка) и определенных реках Самбийского полуострова (р. Чистая, Мотыль, Спокойная, Медвежья). Меньше всего — в р. Алейке, Светлогорке, Гурьевке, Прохладной, Анграпе, Красной, Писсе. В среднем за период исследований зафиксированы превышения ПДК в реках области по азоту аммонийному — в 1,3–2,5 раза, фосфору фосфатов — в 1–1,3 раза.

Таблица 3

**Гидрохимическая специфичность малых рек
в пределах ландшафтно-климатических районов**

Район	Реки	Минерализация, мг/дм ³	Общая жесткость, мг экв./дм ³	Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	pH	O ₂ , %	N _{am} , мгN/дм ³	P-PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	Fe _{общ} , мг/дм ³
I	Малые реки, впадающие в Балтийское море	400	3–4	5–10	7,3–8,1	90–100	1–2	0,1–0,3	0,3–1
	Малые реки, впадающие в Калининградский залив	400–500	4–5	До 20	7,4–7,6	60–90	1–5	0,2–0,5	0,5–0,8
II	1. Прохладная, Мамоновка	500–600	4–6	11–12	7,7–7,9	70–90	1–3	0,1–0,3	0,4–0,5
	2. Малые реки Полесской низменности	500–600	5–6	10–13	7,6–7,8	60–80	1–3	0,1–0,2	0,2–0,7
	3. Реки и каналы дельты р. Немана	600	2–5	10–16	7–7,6	30–70	1–3	0,1	0,2–1,5
III	1. Малые реки бассейна р. Лавы	400–500	4–5	13–15	7,7–8	70–90	2–4	0,1–0,2	0,2–0,6
	2. Анграпа, Инструч	500–600	4–5	10–13	7,9–8	80–100	1–2	0,1	0,3–0,5
	3. Писса, Красная	400–500	4–5	5–10	7,9–8	90–100	1	0,01–0,1	0,1–0,4



Суммарная биогенная нагрузка некоторых рек (Прохладная, Мамонька, Нельма, Приморская, Алейка, Забава, Медвежья, Чистая, Б. Морьянка, Зеленоградка), впадающих в Балтийское море, представлена в таблице 4.

Таблица 4

Ориентировочная суммарная нагрузка (т/г) от малых рек на Балтийское море, включая Калининградский (российская часть) и Куршский заливы

Биогенное вещество	Суммарная нагрузка, т/г
БПК ₇	1000
БПК ₂₀	2 200
ХПК	2 400
P-PO ₄ ³⁻	50
NH ₄ -N	300
NO ₂ -N	10
NO ₃ -N	350

Анализ результатов, полученных в период с 1993 по 2010 г., показал, что нагрузка от каждой реки обычно прямо пропорциональна суммарным значениям среднего расхода и модуля стока. Исходя из этого, одним из критериев степени загрязненности речной экосистемы можно признать тот предел, выше которого нагрузка от реки перестает быть пропорциональной названным показателям, т.е. река практически теряет способность к самоочищению. Нагрузка от реки в значительной степени связана с фазами водного режима и по разным показателям может увеличиваться или уменьшаться по мере изменения соотношения подземного и поверхностного питания и сезонности в жизнедеятельности гидробионтов [1; 3].

Наименьшую суммарную биогенную нагрузку испытывают реки Самбийского полуострова, впадающие непосредственно в Балтийское море. Суммарный вынос биогенных веществ малыми реками Полеской низменности значительно выше, а максимальный характерен для рек, впадающих в Калининградский залив.

Выводы

В целом современное экологическое состояние большинства малых и самых малых рек области оценивается в целом как весьма неблагоприятное. Самая благоприятная экологическая ситуация в малых реках, впадающих непосредственно в Балтийское море, и малых реках Виштынецкой возвышенности. Исключение — р. Медвежья, которая перегружена органическими, биогенными веществами и практически полностью потеряла способность к самоочищению. Менее благоприятные условия отмечены в малых реках Полеской низменности (особенно в Лобовке и Куровке) и дельте р. Немана, где кроме антропогенного фактора на экологическое состояние оказывают влияние природные условия — подпор со стороны Куршского залива, способствующий удержанию биогенов на территории водосбора, заболоченность местности, которая обеспечивает питание рек болотными водами, обедненными кислородом и содержащими большое количество органических и биогенных веществ. Самая неблагоприятная экологическая обстановка



отмечена в малых реках бассейна р. Лавы (р. Стоговка, Путиловка, Правда). Здесь наряду с потенциальной неустойчивостью ландшафтов к химическому загрязнению и интенсивным развитием сельского хозяйства [5] значительное количество загрязняющих веществ может поступать с трансграничным стоком.

Для оптимизации управления водными ресурсами в регионе и контроля за экологическим состоянием водотоков необходимо создание новых пунктов наблюдений в замыкающих створах малых водосборов в типичных ландшафтах региона, зонах интенсивного сельскохозяйственного, промышленного и рекреационного воздействия, створах трансграничных водотоков, максимально приближенных к границе, и восстановление постов наблюдений на р. Прохладной, Нельме, Писсе, Красной.

Список литературы

1. Bernikova T., Malyavkina A., Nagornova N. Discharge of organic and boigenic substances from small rivers of Kaliningrad Region in the Baltic Sea // Proceedings, 6th International Conference. Kalmar, 2007. Pt. 2. P. 569–573.
2. Барникова Г.М. Калининградская область. Климат. Калининград, 2002.
3. Берникова Т., Шибяева М., Шкицкий В. А. Оценка экологического состояния некоторых малых рек Калининградской области по гидрологическим показателям // Экологические проблемы Калининградской области: сб. науч. тр. Калининград, 1997. С. 24–29.
4. Борисов А. А. Климатические особенности Калининградской области // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. 1972. Т. 104, № 2. С. 102–108.
5. Географический атлас Калининградской области / под ред. В.В. Орленка. Калининград, 2002.
6. Гидрологический ежегодник 1976 г. Бассейн Балтийского моря. Бассейны рек Нямунаса, Преголи и Вислы / под ред. О.Д. Жукаускан. Вильнюс, 1979. Вып. 5–6. Т. 1.
7. Государственный водный кадастр. Бассейны рек Калининградской области. Л., 1988. Вып. 4. Т. 1.
8. Привезенцев Ю.А. Гидрохимия пресных водоемов. М., 1973.
9. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33-101-2003 (взамен СНиП 2.01.14-83). М., 2004.

Об авторах

Надежда Николаевна Нагорнова — ст. преп., Калининградский государственный технический университет, e-mail: nagornova@klgtu.ru

Татьяна Александровна Берникова — канд. геогр. наук, проф., Калининградский государственный технический университет, e-mail: bernikovy@gmail.com

Надежда Александровна Цупикова — канд. геол.-мин. наук, доц., Калининградский государственный технический университет, e-mail: tsoupikova@mail.ru

About authors

Nadezhda N. Nagornova — Assistant Professor, Kaliningrad State Technical University, e-mail: nagornova@klgtu.ru

Prof. Tatyana A. Bernikova — Kaliningrad State Technical University, e-mail: bernikovy@gmail.com

Dr. Nadezhda A. Tsupikova — Associate Professor, Kaliningrad State Technical University, e-mail: tsoupikova@mail.ru