

## Гидрология

Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.

## ГИДРОЛОГИЯ

УДК 504.4.054

DOI: 10.17072/2079-7877-2021-3-92-106

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ПОЛЬДЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ  
ОБЛАСТИ****Сергей Игоревич Зотов**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6509-7398>e-mail: [zotov.prof@gmail.com](mailto:zotov.prof@gmail.com)*Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Россия***Юрий Александрович Спириин**ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3481-9666>e-mail: [spirin1234567890@rambler.ru](mailto:spirin1234567890@rambler.ru)*Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Россия***Вероника Сергеевна Таран**e-mail: [ronya.volkova@yandex.ru](mailto:ronya.volkova@yandex.ru)*Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Россия***Юлия Владимировна Королева**e-mail: [yu.koroleff@yandex.ru](mailto:yu.koroleff@yandex.ru)*Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Россия*

В статье изложены результаты исследования гидрологических особенностей и геоэкологического состояния малых водотоков польдерных территорий Калининградской области. Работа сконцентрирована на самом крупном польдерном массиве региона, расположенном на территории Неманской низменности в МО «Славский городской округ». С этой целью проведен геоэкологический мониторинг поверхностных водотоков в следующие сезоны: летний (15.07.2020), осенний (15.10.2020), зимний (03.02.2021) и весенний (27.03.2021). Для него были выбраны водотоки, которые в своей совокупности смогли бы охарактеризовать речную сеть польдерного массива в целом: реки Злая, Шлюзовая, Немонинка и Оса. Впоследствии измерены гидрометрические характеристики рек в фоновых и контрольных точках и отобраны пробы воды для гидрохимических анализов. Чтобы более объективно охарактеризовать гидрологические особенности речной сети, помимо результатов, полученных во время мониторинга, также использовались данные о многолетних гидрологических наблюдениях. Результаты исследования представлены информацией о состоянии водотоков и влиянии на них антропогенных и природных факторов. Мониторинг их геоэкологического состояния показал, что они в той или иной степени подвержены загрязнению и, в общем, имеют класс качества воды «грязная». Основные загрязняющие вещества, выделенные во время работы, это: нитриты, аммоний, фосфаты, железо общее и нефтепродукты. Также присутствуют несоответствия с нормами предельно допустимых концентраций по показателям биологического потребления кислорода и растворенного кислорода, которые отмечаются в период интенсивной жизнедеятельности живых организмов. Во время интерпретации полученных результатов обнаружена связь геоэкологического состояния с водным режимом, погодными условиями, природными и сельскохозяйственными циклами. Отмечено нестандартное протекание фаз водного режима, а именно: осенне-зимние паводки, не сильно выраженное половодье и летняя межень. Положение, в котором оказалась речная сеть, можно охарактеризовать как неблагоприятное, но все еще имеющее потенциал для корректировки за счет правильно подобранных природоохранных мероприятий.

**Ключевые слова:** геоэкологическая оценка, гидрохимический анализ воды, гидрологические особенности Славского района, сравнительный анализ загрязнений, мониторинг водотоков, загрязнение воды, польдерные земли, реки Калининградской области.

**HYDROLOGICAL FEATURES AND GEOECOLOGICAL STATE OF SMALL RIVERS  
IN THE POLDER TERRITORIES OF THE KALININGRAD REGION****Sergey I. Zotov**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6509-7398>e-mail: [zotov.prof@gmail.com](mailto:zotov.prof@gmail.com)*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

© Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В., 2021



*Гидрология**Зотов С.И., Спиринов Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.***Yuriy A. Spirin**ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3481-9666>e-mail: [spirin1234567890@rambler.ru](mailto:spirin1234567890@rambler.ru)*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia***Veronika S. Taran**e-mail: [ronya.volkova@yandex.ru](mailto:ronya.volkova@yandex.ru)*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia***Yuliya V. Koroleva**e-mail: [yu.koroleff@yandex.ru](mailto:yu.koroleff@yandex.ru)*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

The paper presents the results of research into the hydrological features and geocological state of small watercourses in the polder territories of the Kaliningrad region. The work is focused on the largest polder massif of the region located on the territory of the Neman lowland in the Slavsky urban district. There was carried out geocological monitoring of surface watercourses in the following seasons: summer (July 15, 2020), autumn (October 15, 2020), winter (February 3, 2021), and spring (March 27, 2021). For the monitoring we selected watercourses that in their totality could characterize the river network of the polder massif as a whole: the rivers Zlaya, Shlyuzovaya, Nemoninka, and Osa. Subsequently, water samples were taken for hydrochemical analysis, and the hydrometric characteristics of the rivers were measured at background and control points. In order to more objectively characterize the hydrological features of the river network, in addition to the results obtained during the monitoring, we used data on long-term hydrological observations. The research provides information on the state of the watercourses and the influence of anthropogenic and natural factors on them. Monitoring of the geocological state has shown that they are to a greater or lesser extent susceptible to pollution and, in general, have a 'bad quality' water class. The main pollutants identified in the course of research were: nitrites, ammonium, phosphates, total iron, and oil products. There are also inconsistencies with the norms of maximum permissible concentrations in terms of biological consumption of oxygen and dissolved oxygen that are noted during the period of activity of living organisms. The geocological state was found to be linked to the water regime, weather conditions, natural and agricultural cycles. A non-standard course of the water regime phases was noted, namely: autumn-winter floods, not very pronounced high water, and summer low water. The current situation of the river network can be characterized as unfavorable but still having a potential for correction due to the properly selected environmental protection measures.

**Key words:** geocological assessment, hydrochemical water analysis, hydrological features of the Slavsky region, comparative analysis of pollution, monitoring of watercourses, water pollution, polder lands, rivers of the Kaliningrad region.

**Введение**

Одной из важных задач для обеспечения экологической безопасности в природопользовании являются изучение гидрологических особенностей и мониторинг геоэкологического состояния поверхностных водотоков. Без этих направлений сложно представить рациональную природопользовательскую деятельность, поскольку пренебрежение ими чревато экономическими и экологическими рисками, и в особенности для территорий избыточного увлажнения.

Объектом нашего исследования выступили польдерные земли Калининградской области. Наибольший интерес представляет муниципальное образование «Славский городской округ» (далее Славский район). Он расположен в зоне с избыточным увлажнением, что в совокупности с равнинным рельефом и преобладанием почв глинистого и суглинистого гранулометрического составов стало определяющим фактором в формировании густой речной сети. В основном это малые водотоки первой и высшей категорий, которые имеют многоцелевое использование по различным направлениям, но главным считается сельское хозяйство. Для его ведения используется большинство земель округа, в частности 80,4 тыс. га (59,6% общей площади земель). Для поддержания необходимого водного режима на сельскохозяйственных землях создана обширная осушительная мелиоративная сеть. В Славском районе находится самый крупный в Калининградской области польдерный массив, площадь которого составляет 68,0 тыс. га (часть Нижненеманской низменности). В связи со всем вышеперечисленным рассматриваемая территория имеет большое значение для региона.

*Гидрология**Зотов С.И., Спиринов Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.*

Польдерные земли Калининградской области имеют высокую плодородность, что с учетом активно развивающейся осушительной мелиорации и оказываемой сельскохозяйственному сектору государственной поддержки, привлекает все больше сельскохозяйственных производителей. Это, в свою очередь, обуславливает возрастание антропогенной нагрузки на речные бассейны [3; 5].

Природные особенности польдерных территорий служат причиной того, что речная сеть, расположенная на них, сильно уязвима к негативным воздействиям. Это связано с маленькими уклонами, которые приводят к небольшой скорости течения воды в реках, что замедляет их способность к самоочищению и вызывает заиление. Еще одной отличительной чертой можно назвать высокое залегание уровня грунтовых вод и затопляемость территории, что вызывает образование вымочек и заболачиваемость. Обостряют эту ситуацию высокие концентрации железа в местных подземных водах, влияющие на гидрохимический состав воды в водотоках [7; 8]. Для изучаемой польдерной территории характерна густая речная сеть (от 1,15 до 1,34 км/км<sup>2</sup>), в связи с чем загрязнения воды не только отражаются в месте их локализации, но и постепенно распространяются на соседние водные объекты и Куршский залив [6]. Стоит упомянуть, что речная сеть состоит в основном из малых водотоков, что значительно обуславливает снижение ее устойчивости к антропогенной и природной нагрузке. Все перечисленное, в той или иной мере, косвенно или напрямую способствует загрязнению водных объектов, что подчеркивает необходимость наблюдений за геоэкологическим состоянием речной сети Славского района.

Следует учитывать гидрологические особенности территории [12]. Они сопутствуют правильной интерпретации результатов геоэкологических исследований, входят в структуру водоохранной деятельности, применяются в прогнозировании и оценке загрязнений.

Исходя из этого цель работы заключалась в исследовании гидрологических особенностей и геоэкологического состояния малых водотоков самого крупного польдерного массива Калининградской области, расположенного на территории Неманской низменности в Славском районе. Данный вопрос частично затрагивался в следующих исследованиях [4; 20], но именно системный подход, базирующийся на 4 гидрологических сезонах, с уделением большого внимания подбору водотоков и точек мониторинга, которые бы смогли дать наиболее ёмкую картину загрязнения по данной польдерной территории, здесь был применен впервые. Также проводятся исследования р. Разлив – п. Мысовка и р. Промысловая – п. Причалы с 23.04.13 по н.в., инициатором которых является СПК «Рыболовецкий колхоз «Рыбак Балтики», но эти исследования замкнуты на качестве воды двух прибрежных водотоков. В 2010 г. ООО «НИЦ ГеоГидроБалт» проводил мониторинг трансграничных водных объектов Вислинской и Куршской лагун балтийского моря, но он лишь косвенно относится к польдерным землям.

**Материалы и методы**

Выбор водотоков (полигонов) для геоэкологического мониторинга осуществлялся таким образом, чтобы они в совокупности могли максимально точно охарактеризовать речную сеть Славского района и оказываемую на нее антропогенную и природную нагрузку [2; 18; 19; 21]. Это в дальнейшем позволит составить геоэкологическую характеристику и пространственную дифференциацию загрязнений польдерного массива в целом.

Сельское хозяйство Славского района не имеет конкретных точек сброса, как, например, некоторые другие виды антропогенной деятельности, а, напротив, сточные воды равномерно стекают со всех окрестных площадей или подаются осушительными насосными станциями. Поэтому контрольными пунктами для мониторинга выступили устьевые (или расположенные близко к устьевым) части водотоков, находящиеся на территории Славского района, а фоновыми точками – их верховья. Выбранные реки и локация их фоновых и контрольных пунктов мониторинга представлены на (рис. 1, 2) и в (табл. 1).

Гидрология  
 Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.

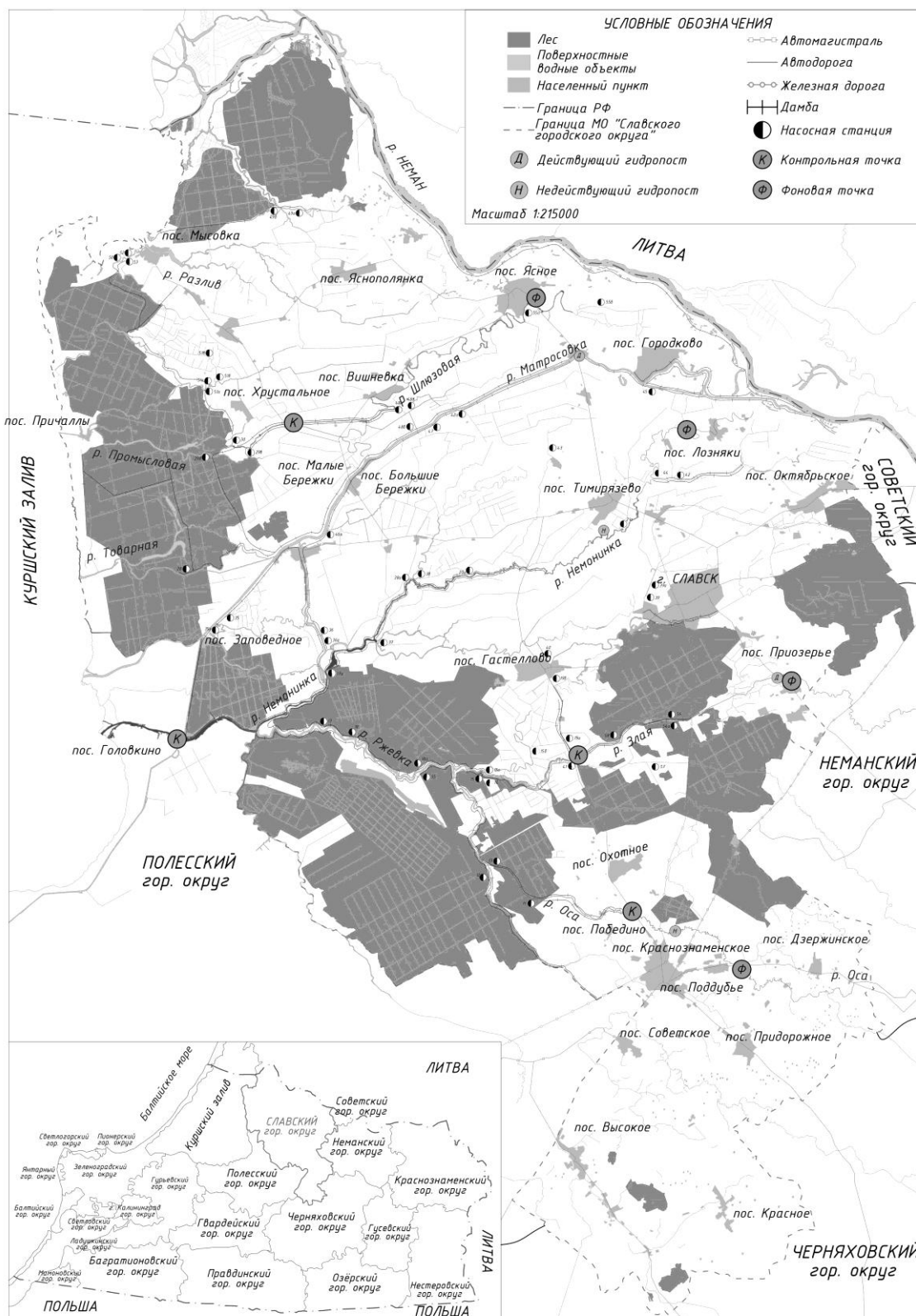


Рис. 1. Схема расположения исследуемых водотоков и локация их фоновых и контрольных пунктов мониторинга  
 Fig. 1. Layout of the studied watercourses and the location of their background and control monitoring points

Гидрология  
 Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.

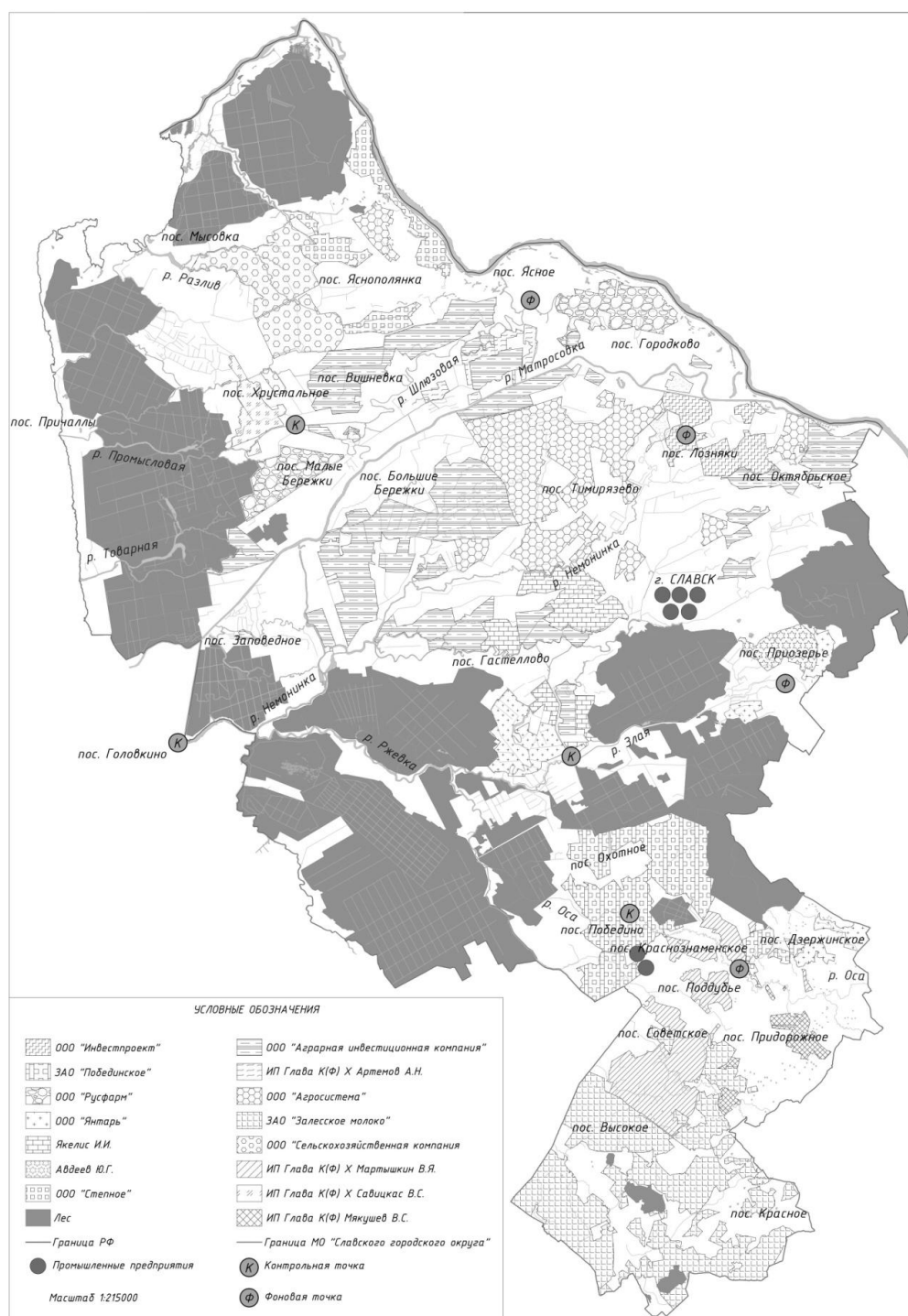


Рис. 2. Схема использования земель сельскохозяйственного назначения  
 Fig. 2. . Scheme of the use of agricultural lands

Таблица 1

Выбранные реки и локации их фоновых и контрольных точек мониторинга  
 The selected rivers and locations of their background and control monitoring points

№	Река	Контрольная точка мониторинга (К)	Фоновая точка мониторинга (Ф)
1	Злая	в районе п. Гастеллово	п. Приозерье
2	Шлюзовая	п. Хрустальное	п. Ясное
3	Немонинка	п. Головкино	п. Лозняки
4	Оса	п. Победино	п. Поддубье

*Гидрология**Зотов С.И., Спиринов Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.*

Геоэкологический мониторинг поверхностных водотоков проведен в следующие гидрологические сезоны: летний (15.07.2020), осенний (15.10.2020), зимний (03.02.2021) и весенний (27.03.2021). В рамках него осуществлены полевые исследования с целью измерения гидрометрических характеристик, составления описания русел рек и прилегающих территорий, отбора проб воды. На базе лаборатории «Института живых систем БФУ им. И. Канта» произведены анализы отобранных проб на стандартный перечень гидрохимических показателей в соответствии с методиками, описанными в действующих на территории РФ природоохранных нормативных документах. На основе полученных результатов рассчитаны интегральные показатели для оценки качества воды с использованием совмещенных списков предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК) [13–14]. Индекс загрязнения воды (ИЗВ) и класс качества воды рассчитаны исходя из руководящего документа [10]. Межсезонная динамика ИЗВ исследуемых рек построена по бассейновому принципу, а градиентами проиллюстрировано изменение интенсивности загрязнения от фоновой точки к контрольной точке [16].

При изучении гидрологических особенностей территории использовались данные из гидрологических ежегодников и автоматизированной системы государственного мониторинга водных объектов [1]. Помимо всего, во внимание приняты результаты кратковременных натуральных наблюдений, полученные авторами во время исследования. Подход к исследованию стока схож с работами [4; 11; 15].

**Результаты и их обсуждения**

Внутригодовое распределение стока исследуемых рек, в общей сложности, характерно для Калининградской области, в частности: осенне-зимние паводки, не сильно выраженное половодье и летняя межень. Региону свойственны избыточное увлажнение и мягкие зимы, во время которых продолжительные заморозки бывают редко. Это можно считать одной из определяющих причин в формировании поведения речного стока. Если рассматривать гидрологический год более детально, то видим, что осенний паводок начинается в ноябре и плавно перетекает в зимний период, где и продолжается вплоть до весеннего половодья, которое приходится на март и апрель, а с мая начинается межень, которая заканчивается в октябре. Такое нестандартное протекание фаз водного режима следует учитывать и при проведении геоэкологического мониторинга речных систем.

Во время исследования по каждому сезону проводилось сравнение фактически полученных во время полевых изысканий гидрологических данных с проанализированными результатами многолетних гидрологических наблюдений [17]. Это необходимо для того, потому что на формирование речного стока, в наибольшей степени, воздействует климат, который может существенно повлиять на его распределение и обусловит случаи иного протекания гидрологического года. Информированность о протекании фаз водного режима значительно упрощает дальнейшую интерпретацию гидрохимической информации.

Исследуемый в 2020–2021 период не стал исключением, хотя и имел ряд нехарактерных погодных явлений. В этом плане следует сделать акцент на зимне-весеннем периоде. Рассматриваемый год был отмечен нетипичной для региона зимой. Если погода в декабре была достаточно характерная, мягкая и дождливая с температурами, редко падающими ниже нуля, то январь и февраль сопровождалась несвойственными региону морозами, вплоть до  $-20$  °С, и снегопадами. Помимо этого, наблюдались резкие оттепели, во время которых происходило быстрое таяние снега и льда (за 2–3 дня), которые через несколько дней сменялись морозами с таким же быстрым наращиванием снежной и ледовой массы. Погодные циклы такого рода привели больше к паводку, нежели к межени. Визуально уровень воды остался схожим с зафиксированным уровнем в осенний паводок. Скорости течения воды в реках со свободным руслом в зимний период существенно

## Гидрология

Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.

не изменились по отношению к осеннему гидрологическому сезону. К началу весны не смогла сформироваться настолько объемная снежная и ледовая масса, чтобы вызвать половодье в классическом его виде. Но все же оно получилось более выраженное, чем в среднем по году, однако, несмотря на погодные условия, их изменчивость незначительно повлияла на обыденный характер речного стока.

Проведенная рекогносцировка местности показала развитую флору и фауну в водотоках и прилегающих к ним территориям. Почти все русла землястые или землясто-каменистые. Скорости воды находятся в интервале от 0 до 0,6 м/с в зависимости от сезона. Каких-либо необычных факторов не обнаружено. Все эти условия следует учитывать при описании результатов геоэкологического мониторинга.

На (рис. 3) представлена межсезонная динамика ИЗВ исследуемых рек.

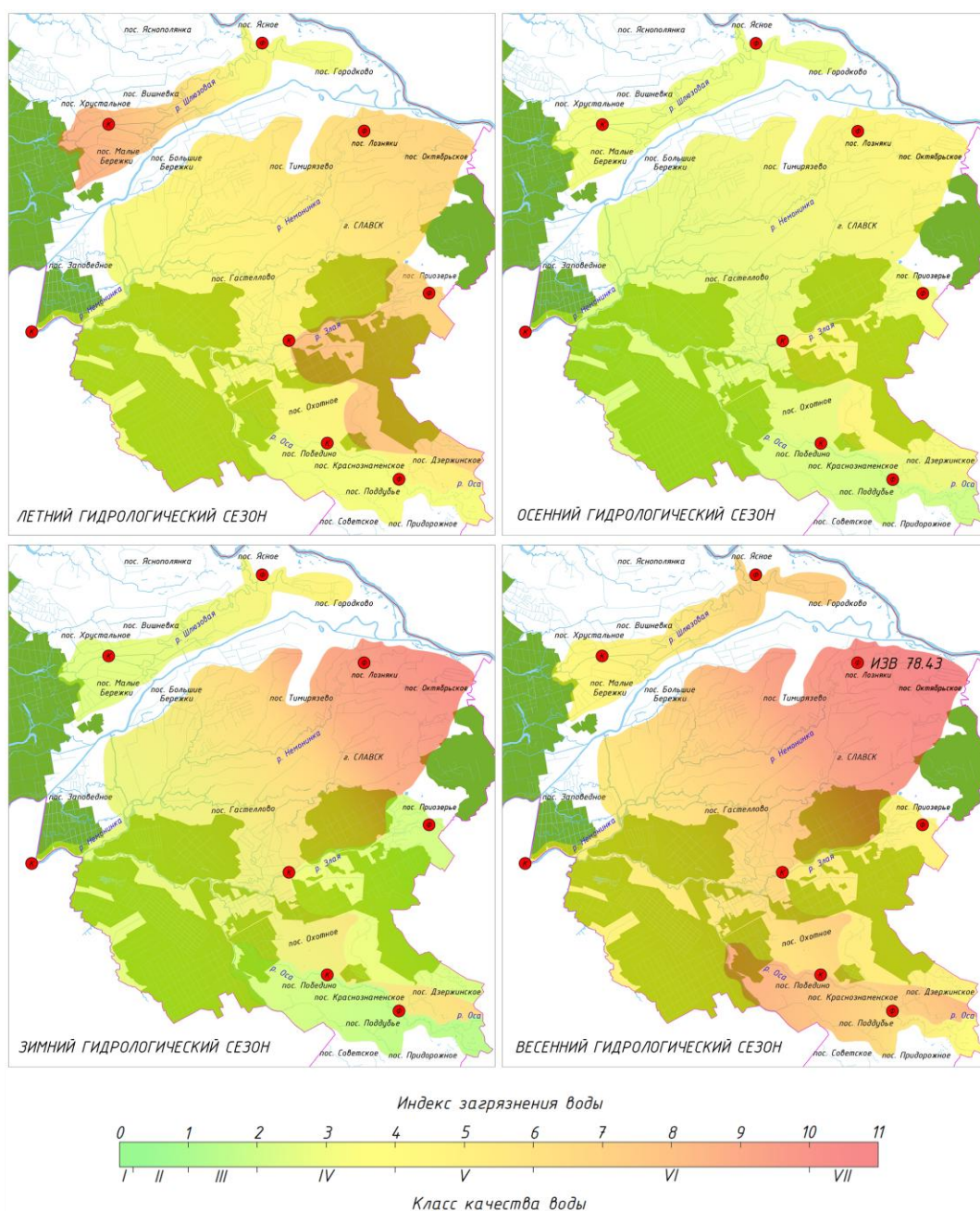


Рис. 3. Межсезонная динамика ИЗВ исследуемых рек  
 Fig. 3. Interseasonal dynamics of the WPI of the studied rivers

*Гидрология**Зотов С.И., Спиринов Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.*

Из рис. 3 видно, что реки Славского района подвержены существенному загрязнению, вызванному как антропогенными, так и природными воздействиями. Самыми благоприятными сезонами стали осенний и зимний, на протяжении которых класс качества воды в среднем характеризуется как «загрязненная», а самым неблагоприятными стали летний и весенний, на протяжении которых класс качества воды в среднем характеризуется как «грязная». Класс качества воды речной сети, по всем данным наблюдения за 2020–2021 гидрологический год, можно охарактеризовать как «грязная», что для территории с минимальными антропогенными воздействиями достаточно критично.

В работе выделяются фоновые точки рек Немонинка и Оса: первая, как самая загрязненная, с классом качества воды в интервале от VI до VII, а вторая, как самая чистая, с классом качества воды в интервале от III до IV. Различия между фоновыми и контрольными точками исследуемых рек, на первый взгляд, не имели явной закономерной градации загрязнения как по ИЗВ, так и по отдельным химическим показателям. Такая беспорядочность прослеживалась от сезона к сезону, но при рассмотрении ситуации через призму всего года она приобрела логическую обоснованность. Если исследовать, например, данные по р. Шлюзовая за весь год, то различие ИЗВ между фоновой и контрольной точками составляет меньше 1%. С учетом данных по рекам Злая и Оса контрольная точка сильнее загрязнена, чем фоновая. Это все вписывается в типичную картину транспортировки загрязнителей вниз по течению реки. Исключением является р. Немонинка, в которой от фоновой до контрольной точки происходит улучшение качества воды. Это объясняется несоизмеримыми размерами створов устья и истока, в связи с чем последнее является более уязвимым к антропогенным и природным воздействиям, а также возрастающей естественной приточностью, которая снижает концентрацию загрязняющих веществ. В р. Немонинка рядом с устьем впадает питьевой канал (Полесский канал), что вносит свои коррективы в качество воды.

Во время анализа полученных результатов обнаружена связь геоэкологического состояния с водным режимом, погодными условиями, природными и сельскохозяйственными циклами. В летний сезон сильная нагрузка на водные ресурсы обусловлена межнным периодом, активной фазой сельскохозяйственных работ и деятельностью живых организмов. В осенний период начинается паводок, происходит уменьшение сельскохозяйственной и природной активности, что благоприятно влияет на гидрохимическое состояние водотоков. Затем в зимний период заданная осенью тенденция сохраняется, почти во всех случаях качество воды улучшилось на 20–30%. Причины такого явления те же: паводок, сменяющийся заморозками, и фактически полное отсутствие сельскохозяйственной и природной деятельности. Исключением стали реки Шлюзовая (Ф) и Немонинка (Ф), где уровень железа превысил ПДК в 21 и 55 раз соответственно, что способствовало сильному ухудшению общей оценки. В весенний период отмечалось самое плохое качество воды, несмотря на половодье, и еще не совсем активизировавшийся живой мир. Причина этого – начало сельскохозяйственных работ, а также высокая водность, которая не только повышает разбавления загрязнений, но и повышает их смыв с прилегающих территорий. Более подробно рассмотрим структуру загрязнений, представленную в табл. 2 и на рис. 4.

Отметим даже, что в структуре загрязнения будут описаны, на наш взгляд, наиболее вероятные источники загрязнения, которые еще нельзя считать однозначными. Для формирования более точной причинно-следственной связи необходимо провести анализ, затрагивающий более широкий спектр аспектов и критериев [9; 22; 23].



*Гидрология*  
Зотов С.И., Спиринов Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.

Таблица 2

Осредненная за 4 сезона кратность превышения ПДК  
Frequency of the MPC exceedance averaged over 4 seasons

Гидрохимические показатели	Река							
	Злая		Шлюзовая		Немонинка		Оса	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Растворенный O <sub>2</sub> , мг/л	7,00	3,72	5,02	3,82	4,03	3,76	4,74	3,47
ХПК, мг/л	0,08	0,10	0,16	0,13	0,12	0,13	0,09	0,10
БПК <sub>5</sub> , мг/л	0,90	1,18	1,32	1,38	1,37	1,28	1,18	1,24
Нитраты, мг/л	0,28	0,19	0,10	0,08	0,38	0,11	0,39	0,39
Нитриты, мг/л	1,52	1,00	1,86	1,04	1,16	1,28	1,09	1,22
Аммоний, мг/л	2,46	2,17	2,47	1,59	2,09	1,72	1,70	1,72
Фосфаты, мг/л	3,38	2,42	1,79	1,84	2,51	1,18	1,61	1,43
Сухой остаток, мг/л	0,38	0,42	0,51	0,44	0,36	0,30	0,35	0,42
Хлориды, мг/л	0,68	0,64	0,39	0,72	0,60	0,72	0,65	0,66
Сульфаты, мг/л	0,58	0,47	0,79	0,68	0,65	2,01	0,58	0,55
Натрий, мг/л	1,64	1,73	1,72	1,58	1,55	1,72	1,60	1,44
Магний, мг/л	0,59	0,68	0,58	0,52	0,63	0,52	0,52	0,53
Железо общее, мг/л	8,26	5,51	5,49	14,36	4,54	31,74	3,20	2,75
Нефтепродукты, мг/л	7,24	9,03	9,81	2,86	3,29	108,12	10,88	3,74

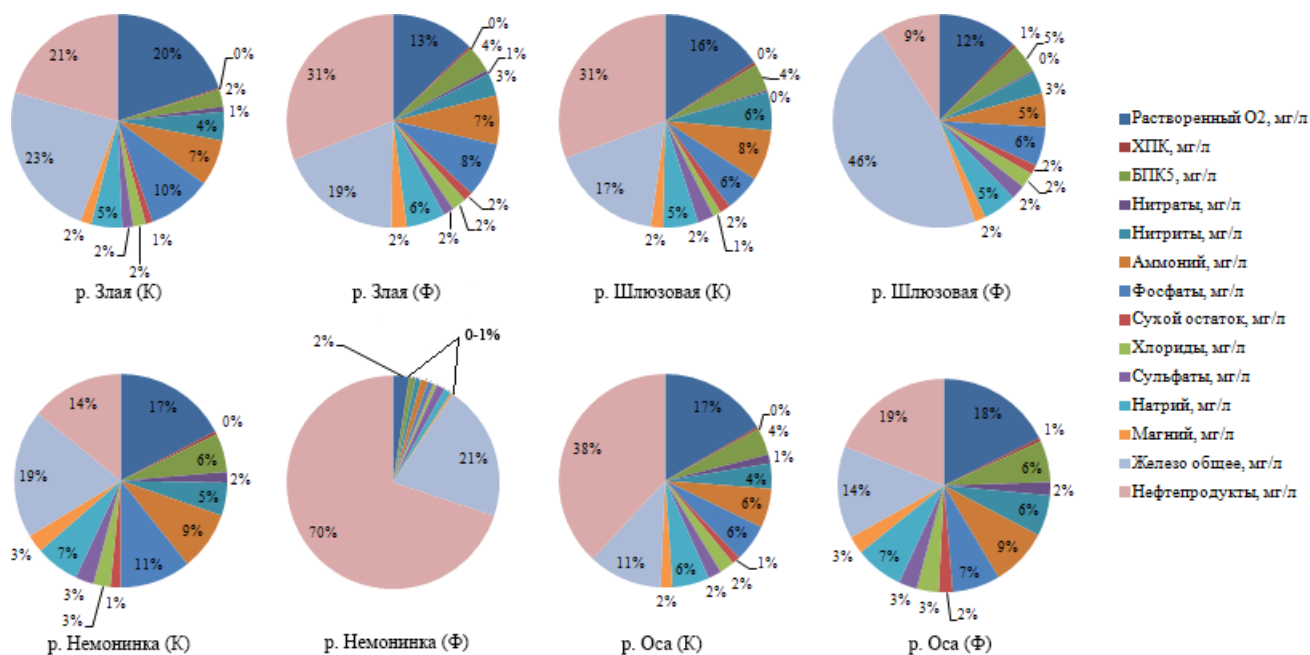


Рис. 4. Процентное распределение осредненной за 4 сезона кратности превышения ПДК  
Fig. 4. Percentage distribution of the frequency of the MPC exceedance averaged over 4 seasons

Первая группа показателей: растворенный кислород, ХПК и БПК<sub>5</sub>. Из них несоответствие нормам ПДК отмечалось по растворенному кислороду и БПК<sub>5</sub>. Пиковые кратности превышения этих характеристик фиксировались летом, в период активной деятельности живых организмов, которая частично продолжилась и осенью благодаря комфортным для живой природы погодным условиям. Зимой кислородные показатели стабилизировались и вошли в норму. Весной, после зимнего перерыва, начался рост показателей БПК<sub>5</sub>, которые снова начали превышать ПДК, правда, в незначительной

*Гидрология**Зотов С.И., Спиринов Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.*

степени. Одна из причин – нерест рыбы, зашедшей из Куршского залива, чья жизнедеятельность могла повлиять на этот показатель, наряду с этим существенно смогли повлиять сезонное бактериальное разложение органики и цветение воды при массовом развитии водорослей.

Сложившаяся ситуация отмечается по всем пунктам мониторинга, занимая почти везде одинаковую долю от всех превышений от 17 до 24%. В абсолютных значениях самые большие осредненные превышения в реках Злая (К) и Шлюзовая (К), а в остальных точках различия между ними несущественны.

Следующая группа показателей – это азотные соединения, представленные в работе нитратами, нитритами и аммонием. Превышение нитритов наблюдались по всем пробам только в летний и весенний сезоны, что совпадает с циклом внесения азотных удобрений. Аммоний также превышал ПДК в обозначенные сезоны, но помимо них были отмечены превышения и зимой, что «выбивается» из общей картины, потому что зимой азотсодержащие удобрения не вносятся, а также осенью, если говорить об остаточных концентрациях. Одно из возможных объяснений – это стоки животноводческого происхождения, но наряду с этим возникает логичный вопрос относительно отсутствия такого превышения осенью. В итоге происхождение загрязнения аммонием зимой по имеющимся данным установить не удалось. Что касается уровня нитратов, то за весь гидрологический год он не выходил за пределы нормы.

Процентная доля кратности превышения азотных веществ почти по всем точкам колеблется от 10 до 17%. Абсолютные значения незначительно отличаются друг от друга: по нитритам – от 1,00 до 1,86, а по аммонии – от 1,59 до 2,46. За гидрологический год азотные соединения значительно выделяются из-за их сезонности, но следует учитывать, что в определенные периоды нагрузка от них на водотоки существенная. В отличие от превышений кислородных показателей, которые сами по себе не являются загрязнителями, а лишь следствием других, как правило, негативных для водных ресурсов природных процессов, азотные соединения – это уже прямое антропогенное загрязнение для изучаемой территории.

Помимо азотных веществ с сельскохозяйственными циклами коррелируют и превышения фосфатов. Летом превышение ПДК по этому показателю было лишь в одной точке, р. Немонинка (К), что не может сигнализировать о каких-либо систематических загрязнениях всей сети (и этот случай должен разбираться в частном порядке). Основной же рост пришелся на осень, что вновь совпало с циклом внесения удобрений, только уже другого типа. Осенью для хорошего роста и перезимовки озимых должно быть обеспечено повышенное фосфорно-калийное питание, для чего и вносятся соответствующие удобрения. Помимо удобрения озимых культур осуществляется подкормка почвы к весенне-летнему сезону. Подкормка может объяснить и рост в рамках норм ПДК хлоридов и нитратов в этом сезоне, потому что помимо фосфорных удобрений в ней принимают участие нитратные и калийные (хлорид калия) удобрения, что еще раз подкрепляет выдвинутое утверждение. В зимний сезон показатели фосфатов пошли на убыль, но все еще оставались выше нормы по всем пробам, что обусловлено аккумулятивными свойствами вещества. Весной концентрации фосфатов по 6 пробам почти не изменились по отношению к зимнему сезону, а по 2 другим пробам выросли на 86 и 49% в реках Шлюзовая (К) и Оса (К). В этот сезон вносятся непродолжительное время фосфорные удобрения для различных видов растений, но уже не в таких больших количествах, как, например, осенью, что в свое время отражается и на концентрациях фосфатов, которые весной значительно ниже.

Как и с азотными соединениями, фосфаты не играют большой роли в общей структуре загрязнений, и их доля составляет 6–11%. Осредненная кратность превышения у р. Злой (К) – 3,38, по остальным рекам превышения – от 1,43 до 2,42, а в р. Немонинка (Ф) и вовсе –

*Гидрология**Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.*

1,18. Но осенью, в период вымывания удобрений с сельскохозяйственных земель, уровень загрязнителя занимает одну из доминантных позиций. К тому же, если суммировать эти загрязнения с азотными, то вклад сельского хозяйства в геоэкологическое состояние водотоков за год будет куда весомей.

Концентрации натрия в водах хотя и превышают ПДК, но, на наш взгляд, они находятся на естественной отметке. На протяжении всех 4 сезонов они сохраняли один и тот же уровень, а если он и менялся, то возвращался к исходным значениям в тех же пропорциях. Поэтому заострять внимание на этом показателе нет необходимости.

Одним из главных загрязнителей природного происхождения является железо. Превышения концентраций фиксировались весь год и имели хаотичный характер. Из всего года лишь по 4 из 32 проб не было превышений. Разброс показателей находится в широком диапазоне по долям – от 11 до 46% и по осредненным кратностям превышения – от 2,75 до 31,74. Выделяются 2 пункта мониторинга с самыми крупными среднегодовыми кратностями превышения реках Шлюзовая (Ф) – 14,36 и Немонинка (Ф) – 31,74. Максимальные же кратность превышения за весь период составили 30,96 и 54,84 в тех же точках. Меньше всего железа обнаружено в р. Оса.

Причина, как говорилось ранее, – подземные воды, обогащенные железом. Выявить какую-либо взаимосвязь загрязнения с сезонами и водностью не удалось. Для изучения таких природных процессов требуется больший массив наблюдений в комплексе с изучением поведения подземных вод и их химического состава.

В качестве основного загрязнителя в исследуемый период рассматриваются нефтепродукты, но и этот показатель не однозначен. Доля нефтепродуктов в структуре загрязнения составляет от 9 до 70%, а осредненные кратности превышения варьируется от 2,86 до 108,12, несмотря на то, что в Славском районе нет видимых источников такого нефтяного загрязнения. Первый скачок концентраций нефтепродуктов был отмечен летом, что, возможно, связано с уязвимостью рек в межень и сельскохозяйственными работами. Единственная точка, где не было загрязнения, это р. Немонинка (К), по уже озвученным причинам. В осенний сезон загрязнения пошли на убыль, хотя превышения ПДК по 7 из 8 пробам были незначительные: от 1,29 до 2,94. Высокая водность, вкупе с прекращением мероприятий по борьбе с вредителями и сорняками, путем использования нефтесодержащих ядохимикатов, а также с завершением внесения азотных удобрений в виде аммиачной селитры, благоприятно отразилось на качестве воды. Зимой тренд продолжился, и превышение осталось лишь по р. Немонинка (Ф), которое составляло 1,25, что показалось незначительным особенно на фоне обнаруженной в воде нефтяной пленки. Весной в водотоках обнаружены наибольшие концентрации нефтепродуктов. Такие обстоятельства сложно объяснить, особенно в период весеннего половодья, когда водотоки наиболее устойчивы к загрязнениям, а сельское хозяйство, скорее всего, не смогло бы нанести такого ущерба в период высокой водности, что свидетельствует о наличии дополнительных факторов загрязнения. Если по большинству рек мы наблюдали подобное количество загрязнений летом, то р. Оса (К) и особенно р. Немонинка (Ф) продемонстрировали очень высокий и экстремально высокий уровень нефтепродуктов в воде с превышением ПДК по первой реке в 39,76 раз, а по второй реке в 427,12 раз. В зимний сезон наблюдалась нефтяная пленка на воде, но показатель нефтепродуктов был невысокий, видимо, в тот момент это было лишь начало загрязнения. Источник загрязнения отследить не удалось, какие-то потенциальные объекты сброса не обнаружены. В р. Немонинка (Ф) всегда отмечались неудовлетворительное качество воды и высокие концентрации нефтепродуктов, что свидетельствует о причинах загрязнения, которые мы не смогли установить.

*Гидрология**Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.*

Не учитывая экстремальные концентрации, которые могут иметь частный точечный характер загрязнения, можно предположить следующие причины повышения концентраций нефтепродуктов в районе исследования: применение нефтесодержащих удобрений (синтетический аммиак, аммиачная селитра и т.д.), использование нефтесодержащих ядохимикатов для борьбы с вредителями, наличие сточных вод с промышленных предприятий, выход нефти из Славского месторождения, загрязнение из других округов. Но эти причины имеют свои тонкости. Отметим, что количество промышленных предприятий в Славском районе незначительные, и они расположены неравномерно, чтобы обусловить почти равномерное загрязнение нефтепродуктами. Славское месторождение расположено вблизи р. Злая, и если бы ущерб шел от него, то именно в этом водотоке наблюдались бы наибольшие концентрации нефтепродуктов, что, однако, не отмечено. Использование нефтесодержащих удобрений, конкретно, синтетического аммиака и различных ядохимикатов, – одна из значимых причин загрязнения в летний межень период, но она не совсем релевантная в период весеннего половодья, по крайней мере, в рамках единственного источника загрязнения. Удобрения вследствие сельскохозяйственной направленности района используются равномерно по всей территории, однако могла ли такая обработка земли существенно повлиять на нефтепродукты в воде весной. Не менее реалистичным является то, что загрязнения попали в воду с других районов, исходя из этого нужно осуществить схожие исследования по другим районам. Не стоит отбрасывать комплексное воздействие озвученных причин как самое обоснованное.

**Заключение**

Выявлены особенности водного режима пойменных территорий Славского района за исследуемый период 2020–2021 гидрологического года. Отмечено нестандартное протекание фаз водного режима: вместо зимней межени на рассматриваемой территории проходят паводки, а весеннее половодье фактически является продолжением зимнего паводка.

Исследование геоэкологического состояния речной сети показало, что она подвержена загрязнениям различного характера. Рассматриваемые нами водотоки, в целом, имеют класс качества воды «грязная». Основные загрязняющие вещества, выделенные во время работы, это: нитриты, аммоний, фосфаты, железо общее и нефтепродукты. Наряду с этим отмечаются несоответствия с нормами ПДК по показателям БПК<sub>5</sub> и растворенного кислорода, которые наблюдаются в период деятельности живых организмов. Экологическая ситуация для территории с низкой урбанизацией и плотностью населения (14,1 чел/км<sup>2</sup>), а также отсутствием крупных промышленных секторов оценивается как сложная.

Одним из основных антропогенных источников загрязнения выступает сельскохозяйственный сектор. Суммарные загрязнители от него в виде азотных соединений и фосфатов совместно занимают немалую долю от всех загрязнений – от 16 до 28%. А если отнести хотя бы часть нефтяного загрязнения применительно к сельскому хозяйству, то ситуация выглядит пессимистичнее. И такая доля образуется исходя из гидрологического года при рассмотрении сельскохозяйственной нагрузки в период цикла ее активности (процент будет еще больше).

Не менее значимо и загрязнение нефтепродуктами, в которых однозначный источник загрязнения отследить не удалось вследствие отсутствия явных источников нефтяного загрязнения на территории. Из-за привязки загрязнений к циклам внесения азотных удобрений и ядохимикатов, содержащих нефтепродукты, можно предположить, что сельское хозяйство – это основной источник поступления таких загрязнений в водоемы. Но в то же время в весеннее половодье количество нефтепродуктов столько же, сколько и в летнюю межень, что не объясняет очень высокие и экстремальные концентрации этих веществ

## Гидрология

*Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.*

в реках Оса (К) и Немонинка (Ф). Исходя из этих обстоятельств можно предполагать нахождение в районе исследования точечных источников загрязнения, поступление их извне. Этот вопрос требует дополнительной проработки в будущем.

В значительной степени на показатели ИЗВ влияли причины природного происхождения, такие как деятельность живых организмов и, что более важно, обогащенные железом подземные воды.

Геоэкологическое состояние речной сети изучаемых польдерных территорий можно назвать неблагоприятным, но все еще корректируемым за счет правильно подобранных природоохранных мероприятий.

**Библиографический список**

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 29.03.19).
2. Алферов В.О., Цветкова Н.Н. Результаты гидрохимического мониторинга реки Светлогорки и оз. Тихого в осенне-зимний период по наблюдениям в 2019-2020 гг // Вестник молодежной науки. 2020. № 5(27). С. 14. doi: 10.46845/2541-8254-2020-5(27)-14-14.
3. Ахмедова Н.Р., Великанов Н.Л., Наумов В.А. Оценка качества воды малых водотоков Калининградской области // Вода: химия и экология. 2015. № 10(88). С. 19–24.
4. Бабкин В.И., Бабкин А.В., Мёрзлый О.В. Синхронность колебаний стока крупнейших рек европейской части России // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2019. № 54. С. 38–46. doi: 10.33933/2074-2762-2019-54-38-47.
5. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Маркова Л.В., Смирнова А.А. Результаты натурных исследований малых водотоков на мелиорированных землях региона // Вода: химия и экология. 2013. № 7. С. 18–26.
6. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002.
7. Глуценко А.И. Экологическое состояние и качество подземных вод Калининградского скважинного водозабора // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2008. № 1. 28 с.
8. Государственный доклад «Об экологической обстановке в Калининградской области в 2017 году». Калининград: ООО «ВИА Калининград», 2019. 29 с.
9. Константинова Т.Г., Васильева Л.В. Экологический мониторинг состояния малой реки Кукшум в условиях антропогенного воздействия // Вестник Чувашского университета. 2013. № 3. С. 114–122.
10. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-2002: Утвержден и введен в действие Росгидрометом 03.12.2002 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293831/4293831806.htm> (дата обращения: 29.03.19).
11. Наумов В.А. Результаты статистического анализа региональных гидрологических и климатических рядов // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2016. Т. 1. № 3. С. 1–6.
12. Наумов В.А., Маркова Л.В. Материалы инженерно-гидрометеорологических изысканий в бассейне реки Преголи. Внутригодовое распределение стока // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Т. 1. №4. С. 1–9.
13. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года): Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 13 января 2017 года, регистрационный N 45203 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 29.03.19).
14. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения: СанПиН 2.1.4.1074-01: Утверждено Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, первым заместителем министра здравоохранения Российской Федерации Г.Г. Онищенко 26 сентября 2001 года [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (дата обращения: 29.03.19).
15. Решетникова Л.К., Лебедева М.Г., Петина М.А. Внутригодовое распределение стока на примере реки Оскол // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. 2010. 9 (80). Вып. 11. С. 137–142.
16. Спириин Ю.А., Зотов С.И. Оценка геоэкологического состояния поверхностных водотоков Славского района Калининградской области (летний гидрологический сезон) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21. Вып. 1. С. 33–43. doi: 10.18500/1819-7663-2021-21-1-33-43.
17. Спириин Ю.А. Анализ внутригодового распределения стока рек Славского района Калининградской области // Региональные геосистемы. 2020. Т. 44 № 2. С. 231–242. doi: 10.18413/2712-7443-2020-44-2-231-242.

## Гидрология

Зотов С.И., Спириин Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.

18. Тихановская Г.А., Машихина Ю.В. Оценка экологического состояния водотоков Рыбинского водохранилища // Природные системы и ресурсы. 2016. №1 (15). С. 33–39. doi: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu11.2016.1.4/>.
19. Цупкиова Н.А., Берникова Т.А., Кривоускова Е.В., Цветкова Н.Н. Экологическое состояние реки Неман в пределах Калининградской области // Известия КГТУ. 2018. № 50. С. 66–78.
20. Шибяев С.В., Нагорнова Н.Н., Берникова Т.А., Цупкиова Н.А. Геоэкологические аспекты переноса биогенных веществ трансграничными реками (на примере Калининградской области) // Известие КГТУ. 2011. № 22. С. 133–141.
21. Bernikova T.A., Nagornova N.N., Tsoupiikova N.A., Shibaev S.V. Environmental features of watercourses in the Kaliningrad Region // The Handbook of Environmental Chemistry. 2018. Vol. 65. P. 223–267. doi: 10.1007/698\_2017\_108.
22. Justyna Hachol, Elżbieta Bondar-Nowakowska An Assessment of the Ecological Status of Diverse Watercourses of Lower Silesia, Poland // Polish Journal of Environmental Studies. 2012. Vol. 21. No. 1. P. 75–81.
23. Urszula Aleksander-Kwaterczak, Dominika Plenzler Contamination of small urban watercourses on the example of a stream in Krakow (Poland) // Environmental Earth Sciences. 2019. 78:530. P. 1–13. doi: 10.1007/s12665-019-8509-4.

## References

1. Automated information system of state monitoring of water bodies (AIS GMVO). Available at: <https://gmvo.skniivh.ru/> (accessed 03/29/19).
2. Alferov, V.O. Tsvetkova, N.N. (2020), The results of hydrochemical monitoring of the Svetlogorka River and Lake Teehoe in the autumn-winter period according to observations in 2019-2020, *Vestnik molodezhnoj nauki*, no. 5(27), pp. 14. (In Russ.). doi: 10.46845/2541-8254-2020-5 (27)-14-14.
3. Akhmedova, N.R., Velikanov, N.L., Naumov, V.A. (2015), Assessment of water quality in small streams of the Kaliningrad region, *Voda: himiya i ekologiya*, no. 10(88), pp. 19–24. (In Russ.).
4. Babkin, V.I., Babkin, A.V., Murzly, O.V. (2019), Synchronous fluctuations in the runoff of the largest rivers of the European part of Russia, *Uchyonye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta*, no. 54, pp. 38–46. (In Russ.). doi: 10.33933/2074-2762-2019-54-38-47.
5. Velikanov, N.L., Naumov, V.A., Markova, L.V., Smirnova, A.A. (2013), Results of field studies of small streams on reclaimed lands of the region, *Voda: himiya i ekologiya*, no. 7, pp. 18–26. (In Russ.).
6. Geographical atlas of the Kaliningrad region. Ch. ed. V.V. Orlyonok. Kaliningrad: KSU Publishing House; CNIT, 2002. (In Russ.).
7. Glushchenko, A.I. (2008), Ecological state and quality of underground waters of the Kaliningrad borehole water intake, *Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Estestvennye i medicinskie nauki*, no. 1, 28 p. (In Russ.).
8. State report "On the environmental situation in the Kaliningrad region in 2017". Kaliningrad: LLC "VIA Kaliningrad", (2019), 29 p. (In Russ.).
9. Konstantinova, T.G., Vasilyeva, L.V. (2013), Ecological monitoring of the state of the small river Kukshum in conditions of anthropogenic impact, *Chuvashskogo universiteta*, no. 3, pp. 114–122. (In Russ.).
10. The method of comprehensive assessment of the degree of surface water pollution by hydrochemical indicators: RD 52.24.643-2002: Approved and put into effect by Roshydromet on 03.12.2002. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293831/4293831806.htm> (accessed 03/29/19).
11. Naumov, V.A. (2016), Results of statistical analysis of regional hydrological and climatic series, *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*, vol. 1, no. 3, pp. 1–6. (In Russ.).
12. Naumov, V.A., Markova, L.V. (2015), Materials of engineering and hydrometeorological surveys in the Pregolya river basin. Intra-annual runoff distribution, *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*, vol. 1, no. 4, pp. 1–9. (In Russ.).
13. On approval of water quality standards for fishery water bodies, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of fishery water bodies (as amended on March 10, 2020): Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on January 13, 2017, registration No. 45203. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (accessed 03/29/19).
14. Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control. Hygienic requirements for ensuring the safety of hot water supply systems: SanPiN 2.1.4.1074-01: Approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, First Deputy Minister of Health of the Russian Federation GG Onishchenko September 26, 2001. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (accessed 03/29/19).
15. Reshetnikova, L.K., Lebedeva, M.G., Petina, M.A. (2010), Intra-annual runoff distribution on the example of the Oskol River, *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Estestvennye nauki*, no. 9(80), issue 11, pp. 137–142. (In Russ.).

## Гидрология

Зотов С.И., Спири́н Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В.

16. Spirin, Yu.A., Zotov, S.I. (2021), Assessment of the geocological state of surface watercourses in the Slavsky district of the Kaliningrad region (summer hydrological season), *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle*, vol. 21, no. 1, pp. 33–43. (In Russ.). doi: 10.18500/1819-7663-2021-21-1-33-43.

17. Spirin, Yu.A. (2020), Analysis of the intra-annual distribution of river flow in the Slavsky district of the Kaliningrad region. *Regional'nye geosistemy*, vol. 44, no. 2, pp. 231–242. (In Russ.). doi: 10.18413/2712-7443-2020-44-2-231-242.

18. Tikhonovskaya, G.A., Mashikhina, Yu.V. (2016), Evaluation of the ecological state of watercourses of the Rybinsk reservoir, *Prirodnye sistemy i resursy*, no. 1(15), pp. 33–39. (In Russ.). doi: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu11.2016.1.4>.

19. Tsupikova, N.A., Bernikova, T.A., Krivopuskova, E.V., Tsvetkova, N.N. (2018), Ecological state of the Neman River within the Kaliningrad region, *Izvestiya KGTU*, no. 50, pp. 66–78. (In Russ.).

20. Shibaev, S.V., Nagornova, N.N., Bernikova, T.A., Tsupikova, N.A. (2011), Geoecological aspects of nutrient transfer by transboundary rivers (on the example of the Kaliningrad region), *Izvestiya KGTU*, no. 22, pp. 133–141. (In Russ.).

21. Bernikova, T.A., Nagornova, N.N., Tsoupikova, N.A., Shibaev, S.V. (2018), Environmental features of watercourses in the Kaliningrad Region, *The Handbook of Environmental Chemistry*, vol. 65, pp. 223–267. doi: 10.1007/698\_2017\_108.

22. Justyna, Hachoł, Elżbieta, Bondar-Nowakowska (2012), An Assessment of the Ecological Status of Diverse Watercourses of Lower Silesia, Poland, *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 21, no. 1, pp. 75–81.

23. Urszula, Aleksander-Kwaterczak, Dominika, Plenzler (2019), Contamination of small urban watercourses on the example of a stream in Krakow (Poland), *Environmental Earth Sciences*, pp. 1–13. doi: 10.1007/s12665-019-8509-4.

Поступила в редакцию: 09.06.21

## Сведения об авторах

## About the authors

**Сергей Игоревич Зотов**

доктор географических наук, профессор кафедры географии океана, Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Институт живых систем; Россия, 236041, Калининград, ул. Университетская, 2  
e-mail: zotov.prof@gmail.com

**Sergey I. Zotov**

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Ocean Geography, Immanuel Kant Baltic Federal University, Institute of Living Systems; 2, Universitetskaya st., Kaliningrad, 236041, Russia

**Юрий Александрович Спири́н**

аспирант кафедры географии океана, Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Институт живых систем; Россия, 236041, Калининград, ул. Университетская, 2  
e-mail: spirin1234567890@rambler.ru

**Yuriy A. Spirin**

Postgraduate Student, Department of Ocean Geography, Immanuel Kant Baltic Federal University, Institute of Living Systems; 2, Universitetskaya st., Kaliningrad, 236041, Russia

**Вероника Сергеевна Таран**

магистрант кафедры географии океана, Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Институт живых систем; Россия, 236041, Калининград, ул. Университетская, 2  
e-mail: ronya.volkova@yandex.ru

**Veronika S. Taran**

Master's Student, Department of Ocean Geography, Immanuel Kant Baltic Federal University, Institute of Living Systems; 2, Universitetskaya st., Kaliningrad, 236041, Russia

**Юлия Владимировна Королева**

кандидат географических наук, доцент кафедры географии океана, Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Институт живых систем; Россия, 236041, Калининград, ул. Университетская, 2  
e-mail: yu.koroleff@yandex.ru

**Yuliya V. Koroleva**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Ocean Geography, Immanuel Kant Baltic Federal University, Institute of Living Systems; 2, Universitetskaya st., Kaliningrad, 236041, Russia

**Пробьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

Зотов С.И., Спири́н Ю.А., Таран В.С., Королева Ю.В. Гидрологические особенности и геоэкологическое состояние малых водотоков польдерных территорий Калининградской области // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. № 3(58). С. 92–106. doi: 10.17072/2079-7877-2021-3-92-106.

**Please cite this article in English as:**

Zotov, S.I., Spirin, Yu.A., Taran, V.S., Koroleva, Yu.V. (2021). Hydrological features and geoecological state of small rivers in the polder territories of the Kaliningrad Region. *Geographical bulletin*. No. 3(58). Pp. 92–106. doi: 10.17072/2079-7877-2021-3-92-106.