

УДК 504.4.054

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Спирин Ю. А.<sup>1</sup>, Зотов С. И.<sup>2</sup>, Таран В. С.<sup>3</sup>, Королева Ю. В.<sup>4</sup>*

*<sup>1,2,3,4</sup>Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Институт живых систем, г. Калининград, Российская Федерация*

*E-mail: <sup>1</sup>spirin1234567890@rambler.ru, <sup>2</sup>zotov.prof@gmail.com, <sup>3</sup>ronya.volkova@yandex.ru, <sup>4</sup>yu.koroleff@yandex.ru*

В статье проведена оценка геоэкологического состояния поверхностных водотоков Славского района, Калининградской области в осенний гидрологический сезон. Для достижения этой цели осуществлен выбор водотоков для исследования, которые, в совокупности, характеризуют речную сеть Славского района в целом. В качестве таковых были рассмотрены: р. Злая, р. Шлюзовая, р. Немонинка и р. Оса. Отобраны пробы воды для гидрохимических анализов и измерены гидрометрические характеристики рек. Результат исследования представлен информацией о состоянии водотоков и влиянии на них антропогенных и природных факторов. Произведен сравнительный анализ с результатами летнего пробоотбора.

**Ключевые слова:** геоэкологическая оценка, гидрохимический анализ воды, реки Калининградской области, мониторинг водотоков, загрязнение воды.

### ВВЕДЕНИЕ

Муниципальное образование «Славский городской округ» (далее Славский район) расположен в зоне с избыточным увлажнением, что в совокупности с равнинным рельефом и преобладанием глинистых и суглинистых пород на поверхности, стало определяющим фактором в формировании густой речной сети. В основном это малые водотоки первой и высшей категории, которые имеют многоцелевое использование по различным направлениям, но главным можно выделить сельское хозяйство. Большинство земель округа используются под ведение сельского хозяйства, а в частности 80,4 тыс. га (59,6% от общей площади земель). Для поддержания необходимого водного режима на сельскохозяйственных землях, здесь создана обширная осушительная мелиоративная сеть. Также 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 важное значение для Калининградской области.

Такое обилие водных ресурсов и их высокая плотность, привело к тому, что речная сеть сильно уязвима к природному и антропогенному негативному влиянию. Воздействия, связанные с загрязнением воды, отражаются не только в месте их локализации, но также постепенно распространяются на соседние водные объекты и Куршский залив. Усложняет ситуацию относительно небольшая скорость течения водотоков, что замедляет их способность к самоочищению, а также вызывает их заиливание. Подобные свойства, в совокупности с сильными западными и северо-западными ветрами, особенно в осенний и зимний периоды, приводят к сгонно-нагонным явлениям из Куршского залива, что также негативно отражается на качестве воды. Низкие уровни грунтовых вод на польдерном массиве и затопляемость территории приводит к образованию вымочек и заболачиванию

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

---

территории. Все эти природные особенности, в той или мере, косвенно, или напрямую, способствуют загрязнению водных объектов.

В Славском районе сельское хозяйство выступает потенциально крупным источником поступления загрязняющих веществ в водные объекты, а мелиоративная сеть выполняет задачи транспортировщика этих загрязнений. На территории имеется большое количество стоков с сельскохозяйственных земель. Самотечные сточные воды с пастбищ и посевных площадей попадают в мелиоративную сеть, а из неё в магистральные каналы и реки водоприемники. Данные воды не проходят очистки, вследствие чего, возможно, оказывают серьезное негативное воздействие на водные объекты. Из-за специфики данных сточных вод их тяжело контролировать, а также точно оценить их влияние на водные ресурсы.

Систематический геоэкологический мониторинг и оценка водных объектов являются неотъемлемой частью рационального природопользования и оптимального ведения водного и сельского хозяйства. В постсоветский период гидрометрических исследований водотоков этой польдерной территории не проводилось, систематический экологический мониторинг водотоков отсутствует, оценок загрязнения и геоэкологического состояния не осуществлялось.

Исследования качества воды необходимо произвести по 4 гидрологическим сезонам: летний, осенний, зимний и весенний. В данной работе будут рассмотрены результаты по осеннему гидрологическому сезону, а также произведено сравнение с ранее полученными результатами по летнему гидрологическому сезону.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первым шагом при мониторинге геоэкологического состояния речной сети Славского района стал выбор водотоков (полигонов) для исследования. Выбор водотоков осуществлялся по принципу, чтобы они в совокупности смогли максимально точно охарактеризовать речную сеть Славского района и оказываемую на нее антропогенную нагрузку. Это в дальнейшем позволит составить геоэкологическую характеристику и пространственную дифференциацию загрязнений польдерного массива в целом. В качестве необходимого условия проведён анализ природных и хозяйственных условий района исследований. При выборе модельных водотоков с целью определения их гидрохимических показателей и оценки уровня антропогенного загрязнения, учитывались следующие критерии: 1. Водотоки должны быть расположены в различных областях Славского района. 2. Исследуемым объектам необходимо иметь как можно большую протяженность по выбранным зонам. 3. Важно чтобы выбранные реки были типовыми и имели характерные для района гидрологические параметры такие как: расходы воды, приточность, внутригодовое распределение стока и т. д. 4. К водотокам желательно должен быть физический доступ и, по возможности, подъезды к точкам мониторинга.

Далее было определено географическое расположение контрольных и фоновых пунктов мониторинга. 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 близко к устьевым) части водотоков расположенные на территории Славского района, а фоновыми их верховья. Выбранные реки, и локации их фоновых и контрольных пунктов мониторинга представлены на (рис. 1) и (рис. 2) и в (табл. 1).



Рис. 1. Схема расположения исследуемых водотоков и локация их фоновых и контрольных пунктов мониторинга.

Составлено авторами.

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

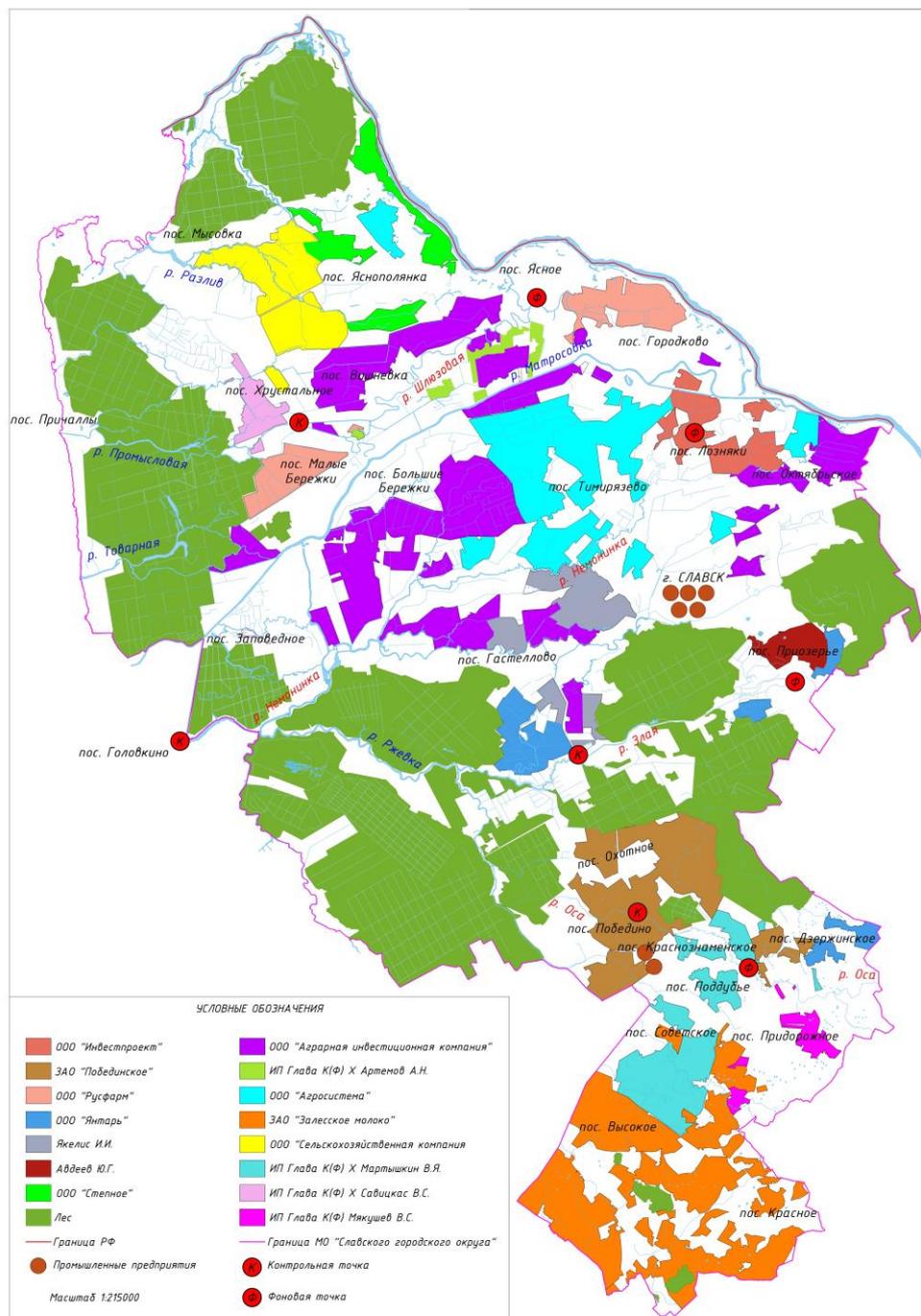


Рис. 2. Схема использования земель сельскохозяйственного назначения.  
Составлено авторами.

Таблица 1.

Выбранные реки, и локации их фоновых и контрольных точек мониторинга

№	Наименование реки	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

Отбор проб воды, измерения гидрометрических характеристик и определения первичных гидрохимических показателей проведены 15.10.2020. Погодные условия: температура воздуха 11°С, атмосферное давление 759 мм рт. ст, облачно с осадками. Пробы воды отобраны в соответствии с [1; 2]. Скорость течения воды, а также глубина и ширина русел (в тех местах, где это было возможно) измерены при помощи «Гидрологической микровертушки ГМЦМ-1» и измерительной строительной рулетки, методом, близким к описанному в [3]. В полевых условиях определена концентрация растворенного кислорода и соленость в пробах, посредством «Переносного оксиметра CYBERSCAN DO 300» (погр. ±1.5%) и «Карманного кондуктометра DIST 4 (HANNA)» (погр. ±2.0%), а водородный показатель был найден с использованием «Карманного рН-метра HI 98108 рНer+» (погр. ±1.0%). Составлено визуальное описание русел исследуемых рек.

Лабораторные исследования отобранных проб осуществлены на базе лаборатории «Института живых систем БФУ им. И. Канта» на стандартный перечень показателей из [4]. Органолептические показатели определялись в соответствии с [5]. Химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК<sub>5</sub>), хлориды, нефтепродукты, сухой остаток, взвешенные вещества найдены по методикам, описанными в [6–11]. Нитраты, нитриты, аммоний, фосфаты, железо общее, сульфаты определены на «Двухлучевом спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu)» (погр. ±0.03%), а натрий и магний на «Системе капиллярного электрофореза Капель — 105 М» (погр. ±2.63%) по следующим методикам [12–18].

На основе полученных гидрохимических данных, рассчитаны интегральные показатели для оценки качества воды, с использованием совмещенных списков предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК) [19–21]. Индекс загрязнения воды (ИЗВ) и класс качества воды рассчитан исходя из [19].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Результаты лабораторных и полевых химических анализов представлены в (табл. 2), а в (табл. 3) представлены измеренные и посчитанные гидрометрические и гидрологические данные, а также составлено описание створов рек, где происходил забор проб.

**ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Таблица 2.

Гидрохимические показатели исследуемых водотоков

Наименование реки	Злая		Шлюзовая		Немонинка		Оса		ПДК [20]	ПДК' [21]
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф		
Место отбора проб	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф		
Цветность, градусы	10	10	20	10	10	10	10	10	–	20
Запах 20 градусов, баллы	1	1	2	1	1	1	1	1	–	2
Мутность, ЕМФ	1	1	1	1	1	1	1	1	–	2
Температура воды, °С	11.6	10.2	12.0	12.3	10.0	8.2	9.0	8.6	–	–
рН, ед	7.1	7	6.7	6.9	6.4	7.1	5.8	6.6	фон	6–9
Взвеш. вещества, мг/л	0.1	1.5	0.6	1.3	12	2.3	0.9	2.2	–	–
Растворенный О <sub>2</sub> , мг/л	3.65	4.37	3.55	4.28	4.05	4.44	3.95	4.65	≥ 6	–
ХПК, мг/л	1.32	1.90	2.19	3.11	2.07	2.93	1.42	2.32	–	15
БПК <sub>5</sub> , мг/л	2.04	3.25	3.85	5.76	3.60	5.39	2.25	4.12	2.1	–
Нитраты, мг/л	3.19	2.33	4.26	2.45	3.43	2.08	16.83	14.55	40	45
Нитриты, мг/л	0.08	0.058	0.076	0.059	0.075	0.056	0.061	0.083	0.08	3
Аммоний, мг/л	1.11	0.34	0.74	0.24	0.17	0.28	0.16	0.15	0.5	1.5
Фосфаты, мг/л	0.412	0.215	0.087	0.108	0.178	0.009	0.103	0.104	0.05	3.5
Сухой остаток, мг/л	460	484	825	679	438	312	499	518	–	1 000
Хлориды, мг/л	145	90	93	261	239	205	180	103	300	350
Сульфаты, мг/л	46.43	18.29	76.96	37.24	45.73	561.71	64.62	61.27	100	500
Натрий, мг/л	200	207	217	216	200	221	202	198	120	200
Магний, мг/л	26	30	25	27	26	29	19	25	40	–
Железо общее, мг/л	0.27	0.50	0.18	0.33	0.10	1.27	0.01	0.01	0.1	0.3
Нефтепродукты, мг/л	0.007	0.064	0.147	0.119	0.130	0.058	0.095	0.071	0.05	0.1
Соленость, мг/л	0.28	0.35	0.50	0.40	0.11	0.21	0.37	0.35	–	–

Таблица 3.

Гидрометрические, гидрологические характеристики и описание створов исследуемых водотоков

Название реки	Скорость течения, м/с	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Краткое описание створа реки
Злая (К)	0.20	-	Русло землисто-каменистое, на поверхности воды присутствуют кувшинки, берега плотно покрыты различной растительностью
Злая (Ф)	> 0.01	0.00	Русло землисто-каменистое, водная растительность отсутствует, берега плотно покрыты различной растительностью

Продолжение таблицы 3.

Шлюзовая (К)	0.50	-	Русло землисто-каменистое, водная растительность отсутствует, берега плотно покрыты различной растительностью
Шлюзовая (Ф)	0.20	-	Русло землистое, на берегах неплотная растительность, присутствует небольшое количество водных растений
Немнинка (К)	0.36	-	Русло землистое, с минимальным количеством водной растительности, берега покрыты не высокой травой
Немнинка (Ф)	> 0.01	0.00	Русло землистое и заболоченное, дно вязкое, много растительности в воде и на берегах, вода в реке цветет
Оса (К)	0.53	2.20	Русло землистое, берега покрыты незначительной растительностью, а в воде она отсутствует
Оса (Ф)	0.60	2.20	Русло землисто-каменистое, водная растительность отсутствует, берега плотно покрыты различной растительностью

На основе показателей из (табл. 2), рассчитаем кратность превышения ПДК, ИЗВ и класс качества воды в исследуемых реках. Результаты расчета представлены в (табл. 4), а жирным шрифтом выделены те превышения ПДК, которые использованы в расчете ИЗВ.

Таблица 4.

Кратность превышения ПДК, ИЗВ и класс качества воды в исследуемых водотоках

Наименование реки	Злая		Шлюзовая		Немнинка		Оса	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Место отбора проб								
Цветность, градусы	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Запах 20 градусов, баллы	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Мутность, ЕМФ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
рН, ед	норм.	норм.	норм.	норм.	норм.	норм.	норм.	норм.
Растворенный O <sub>2</sub> , мг/л	<b>10.96</b>	<b>4.58</b>	<b>8.45</b>	<b>4.67</b>	<b>4.94</b>	<b>4.50</b>	<b>7.59</b>	<b>4.30</b>
ХПК, мг/л	0.09	0.13	0.15	0.21	0.14	0.20	0.09	0.15
БПК <sub>5</sub> , мг/л	0.97	<b>1.55</b>	<b>1.83</b>	<b>2.74</b>	<b>1.71</b>	<b>2.57</b>	<b>1.07</b>	<b>1.96</b>
Нитраты, мг/л	0.08	0.06	0.11	0.06	0.09	0.05	0.42	0.36
Нитриты, мг/л	<b>1.00</b>	0.73	0.95	0.74	0.94	0.70	<b>0.76</b>	<b>1.04</b>
Аммоний, мг/л	<b>2.22</b>	0.68	1.49	0.47	0.34	0.55	0.32	0.29
Фосфаты, мг/л	<b>8.24</b>	<b>4.30</b>	<b>1.74</b>	<b>2.16</b>	<b>3.56</b>	0.19	<b>2.06</b>	<b>2.08</b>
Сухой остаток, мг/л	0.46	0.48	0.82	0.68	0.44	0.31	0.50	0.52

**ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Продолжение таблицы 4.

Хлориды, мг/л	0.48	0.30	0.31	0.87	0.80	0.68	0.60	0.34
Сульфаты, мг/л	0.46	0.18	0.77	0.37	0.46	<b>5.62</b>	0.65	0.61
Натрий, мг/л	<b>1.67</b>	<b>1.73</b>	<b>1.81</b>	<b>1.80</b>	<b>1.67</b>	<b>1.84</b>	<b>1.68</b>	<b>1.65</b>
Магний, мг/л	0.65	0.75	0.63	0.68	0.65	0.73	0.48	0.63
Железо общее, мг/л	<b>2.74</b>	<b>4.96</b>	<b>1.77</b>	<b>3.31</b>	<b>1.03</b>	<b>12.67</b>	0.05	0.05
Нефтепродукты, мг/л	0.14	<b>1.29</b>	<b>2.94</b>	<b>2.37</b>	<b>2.61</b>	<b>1.17</b>	<b>1.90</b>	<b>1.43</b>
ИЗВ	4.47	3.07	3.09	2.84	2.59	4.73	2.51	2.08
Класс качества воды	V	IV	IV	IV	IV	V	IV	IV

Целесообразно анализировать получившиеся результаты через сравнение с проведенными ранее исследованиями в летний гидрологический сезон, которые были проведены нами 15.07.2020 [22]. Отклонения результатов измерения гидрохимических показателей и ИЗВ осеннего гидрологического сезона относительно летнего гидрологического сезона представлены в (табл. 5). Изменения, на которые стоит обратить внимание выделенными жирным шрифтом.

Таблица 5.  
Отклонения результатов измерения гидрохимических показателей и ИЗВ осеннего гидрологического сезона относительно летнего гидрологического сезона, %

Наименование реки	Злая		Шлюзовая		Немонинка		Оса	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
Отклонение	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	Ф
рН, ед	-13.41	-12.50	-15.19	-13.75	-13.51	-13.41	-25.64	-13.16
Взвешенные вещества, мг/л	-99.17	-70.00	-96.47	-96.58	9.09	-89.55	-70.00	-68.57
Растворенный О <sub>2</sub> , мг/л	38.78	24.86	16.78	26.25	30.65	29.82	29.51	23.34
ХПК, мг/л	-32.31	-17.39	-56.97	5.78	-6.33	-1.35	-32.38	5.45
БПК <sub>5</sub> , мг/л	-26.35	-8.71	8.15	80.00	8.43	<b>113.04</b>	-45.91	14.76
Нитраты, мг/л	47.69	<b>153.26</b>	<b>116.24</b>	60.13	<b>285.39</b>	12.43	<b>1 518.27</b>	<b>1 369.70</b>
Нитриты, мг/л	-65.67	-52.85	-78.03	-42.72	-44.44	-69.23	-53.44	-41.13
Аммоний, мг/л	0.00	-81.62	-58.43	-66.67	-80.23	-72.00	-88.41	-89.51
Фосфаты, мг/л	<b>2 475.00</b>	<b>593.55</b>	<b>222.22</b>	<b>217.65</b>	95.60	-83.02	<b>505.88</b>	<b>333.33</b>
Сухой остаток, мг/л	-6.12	-10.87	-6.25	13.55	20.66	-27.94	-4.04	4.02
Хлориды, мг/л	0.69	-52.63	29.17	82.52	83.85	14.53	20.00	-14.17
Сульфаты, мг/л	-49.78	-80.71	-48.02	-58.42	-57.14	<b>396.03</b>	-23.65	-25.74
Натрий, мг/л	-5.66	-2.82	8.50	9.09	-4.76	10.50	-2.88	-2.94
Магний, мг/л	-3.70	-3.23	0.00	35.00	4.00	38.10	-17.39	13.64
Железо общее, мг/л	-70.97	6.38	-71.88	50.00	42.86	-47.08	-87.50	-95.24
Нефтепродукты, мг/л	-99.13	-93.71	-88.24	-27.44	<b>584.21</b>	-60.54	23.38	-61.41
Соленость, мг/л	-52.54	-51.39	-51.46	-44.44	-59.26	-50.00	-28.85	-36.36
ИЗВ	-43.56	-49.26	-63.56	2.22	-1.32	-26.37	-22.77	-26.95

Из-за нестандартного протекания фаз водного режима, их необходимо определять с использованием многолетних результатов гидрологических наблюдений [23]. Сопоставив данные из (табл. 3), с такими наблюдениями, можно говорить о протекании периода паводка. Это подтверждают и результаты проведенного исследования. Прирост речного стока, исходя из данных гидрологических наблюдений за р. Оса, составил 300%, по отношению к летнему периоду. В местах, где расход воды фактически равен нулю, наблюдается увеличение площади поперечного сечения на 200%. В других реках, где получилось измерить только скорость, уровень воды также увеличился, о чем свидетельствует подтопление поймы.

Как видно из (табл. 4), класс качества воды в р. Злая (К) и Немонинка (Ф) характеризуется как «грязная», а во всех остальных пунктах мониторинга как «загрязненная». Это говорит о негативном влиянии антропогенной деятельности и частично о природных особенностях региона. В осенне-паводковый период поверхностные водные объекты менее подвержены различным типам загрязнения, что необходимо учитывать при интерпретации полученных данных, поскольку в другие гидрологические сезоны ситуация может измениться. Способствует повышению устойчивости водотоков к загрязнению такие естественные причины как: понижение температуры воды, разбавление веществ, уменьшение деятельности растений и живых организмов.

На гидрохимический состав воды в реках также влияет и изменение антропогенной деятельности в этот период. Осень знаменуется окончанием активных сельскохозяйственных работ и переходом в более размеренный режим по подготовке почвы к весенне-летнему сезону и посадке озимых культур, в основном озимого рапса и озимой пшеница. Мелиоративная осушительная сеть, как и в прошлый период, продолжает интенсивный водоотвод в реки водоприемники, из-за повышенного увлажнения земель.

Исходя из (табл. 5) видно, что класс качества воды улучшился на 1–2 пункта, по отношению к летнему гидрологическому сезону, не считая р. Шлюзовая (Ф) и р. Немонинка (К). Створы этих двух рек, несоизмеримо больше, чем другие представленные в работе, и перечисленные природные факторы, сдерживающие загрязнения, отражаются на них не так существенно. Следует учитывать и концентрации веществ, принимающих участие в расчете ИЗВ. Ряд показателей уменьшился в осенний сезон, но на смену одним загрязнениям, пришли другие.

Ситуация с растворенным кислородом сезонно улучшилась, но также, по всем пробам остается несоответствие нормам ПДК. Показатели БПК<sub>5</sub>, которые также должны были уменьшиться, ведут себя неоднозначно. В некоторых точках отмечено уменьшение, а в каких-то наоборот, увеличение концентрации. Несмотря на такую неоднозначность, по 7 из 8 пробам БПК<sub>5</sub> выше нормы, что нетипично для осени. Можно выдвинуть предположение, что это связано с погодными условиями. Фактически весь сентябрь, и первая половина октября, стояла теплая солнечная погода, что вероятно замедлило цикл гибели растительности и насекомых, как в воде, так и на прилегающей территории рек. Имеется и доля вероятности того, что дождями могло вымыть часть растительного материала с сельскохозяйственных территорий. Первое и второе предположение, подразумевает активизацию

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

потребления кислорода на окисление органических и минеральных веществ, что уменьшает концентрацию растворенного кислорода и повышает БПК<sub>5</sub>.

Показатели аммония и нитритов уменьшились в среднем на 60%, это привело к тому, что концентрации аммония соответствует нормам ПДК по 6 из 8 пробам, а концентрации нитритов соответствуют нормам ПДК по всем пробам. Остаточный эффект наблюдается лишь в р. Злая (К) и р. Шлюзовая (К). Завершилось внесение азотных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, и увеличения скорости набора массы растениями и их плодами, которое происходило весной и летом. Это могло благоприятно повлиять на показатели рассматриваемых веществ в исследуемых реках. Не стоит исключать и окончание фазы отмирания водных организмов, с дальнейшим разложением органических остатков, а также уменьшение прижизненных выделений гидробионтов, что возможно, оказало воздействие на полученные результаты. Но если догадка касательно причин повышения концентрации БПК<sub>5</sub> и понижения концентрации растворенного кислорода окажется верной, это подтвердит то, что данные природные процессы влияют незначительно на концентрации этой группы азотных соединений в воде. Второе исследование еще не дает однозначного ответа, касаясь источника азотных загрязнений, является ли оно антропогенным, природным или комбинированным, а если комбинированным, то в каких пропорциях происходят эти загрязнения.

Почти по всем пунктам мониторинга отмечается значительный рост фосфатов и нитратов, а также намного менее значительный рост хлоридов. Пиковые значения прироста этих веществ в осеннем сезоне составили: фосфаты 2 475% р. Злая (К), нитраты 1 518 и 1370% р. Оса (К; Ф), хлориды 83 и 84% р. Шлюзовая (Ф) и р. Немонинка (К). Не смотря на бурный рост этих показателей, концентрации хлоридов и нитратов соответствуют нормам ПДК, чего, к сожалению, нельзя сказать про концентрации фосфатов. Превышение нормы ПДК по фосфатам наблюдается по 7 из 8 пробам, а кратность превышения в них варьируется от 1.74 до 8.24. Это с большой долей вероятности свидетельствует о попадании фосфорных удобрений вместе с самотечными и дренажными сточными водами в речную сеть. 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. В подкормке почвы принимают участие фосфорные, нитратные и калийные (хлорид калия) удобрения, что также может объяснить сложившуюся картину.

Менее значительные возможные причины, которые вносят дополнительный вклад в общее загрязнение фосфатами, это вымывание дождем остаточного фосфора с сельскохозяйственных земель и сточные воды домохозяйств. Действительно, фосфорные удобрения вносятся в небольших количествах в весенне-летний период, а его способность к накоплению, могла привести к такому явлению. Сточные воды домохозяйств, из-за невысокой плотности населения, составляющей 14.1 чел./км<sup>2</sup>, воздействуют на водные объекты в меньшей степени.

В 1 из 8 проб замечается существенное превышение ПДК по сульфату, а в частности в р. Немонинка (Ф). Значительные количества сульфатов поступают в водоемы в процессе отмирания организмов, окисление наземных и водных веществ

растительного и животного происхождения. Об этом сигнализирует и концентрация БПК, которая также возросла в 2 раза по сравнению с прошлым сезоном. Из-за характеристик створа, описанного в (табл. 3), этот эффект возымел накопительный характер.

Превышения концентраций натрия остались приблизительно в тех же пропорциях, что больше наводит на мысли о его природном происхождении, нежели об антропогенной деятельности.

Количественные показатели нефтепродуктов, в своем большинстве, сильно уменьшились, но всё равно остаются неудовлетворительными. Превышение нормы ПДК по нефтепродуктам наблюдается по 7 из 8 пробам. Понижение концентрации этого вещества можно связать с прекращением мероприятий по борьбе с вредителями и сорняками, путем использования нефтесодержащих ядохимикатов, а также с завершением внесения азотных удобрений в виде аммиачной селитры, но это лишь гипотезы. Более конкретные источники нефтепродуктов на данном этапе исследования назвать трудно, что наводит на мысль о том, что полученные осенью концентрации находятся в пределах естественного фона. На это указывает отсутствие, каких-либо явных антропогенных факторов, и то, что нефтепродукты обнаружены почти в равной степени во всех водотоках.

Открытым вопросом остается и повышение на 584% концентрации нефтепродуктов в р. Немонинка (К). Для русла таких размеров, и с учетом приточности питьевого канала, концентрация в 0.130 мг/л осенью, достаточно существенная. Как-то прокомментировать полученный результат, на основе имеющихся данных, пока сложно.

Также уменьшились и показатели железа, источником которого в регионе чаще всего бывают подземные воды [24; 25], которые, как и реки, сейчас разбавляются дождями. Немонинка (Ф) всё еще демонстрирует большую концентрацию железа, хоть и меньше чем в прошлом сезоне. Потенциальная причина всё та же, заболочиваемость русла.

В (табл. 6) представлены отклонения результатов измерения гидрохимических показателей и ИЗВ контрольной точки мониторинга относительно фоновой.

Таблица 6.

Отклонения результатов измерения гидрохимических показателей и ИЗВ контрольной точки мониторинга относительно фоновой

Наименование реки	Злая		Шлюзовая		Немонинка		Оса	
	отн., %	абс.	отн., %	абс.	отн., %	абс.	отн., %	абс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Взвеш. вещества, мг/л	-93.33	-1.40	-53.85	-0.70	421.74	9.70	-59.09	1.30
Растворенный О <sub>2</sub> , мг/л	-16.48	-0.72	-17.06	-0.73	-8.78	-0.39	-15.05	0.70
ХПК, мг/л	-30.53	-0.58	-29.58	-0.92	-29.35	-0.86	-38.79	0.90
БПК <sub>5</sub> , мг/л	-37.23	-1.21	-33.16	-1.91	-33.21	-1.79	-45.39	1.87

**ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Продолжение таблицы 6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нитраты, мг/л	36.91	0.86	73.88	1.81	64.90	1.35	15.67	2.28
Нитриты, мг/л	37.93	0.02	28.81	0.02	33.93	0.02	-26.51	-0.02
Аммоний, мг/л	226.47	0.77	208.33	0.50	-39.29	-0.11	6.67	0.01
Фосфаты, мг/л	91.63	0.20	-19.44	-0.02	1877.78	0.17	-0.96	0.00
Сухой остаток, мг/л	-4.96	-24.00	21.50	146.00	40.38	126.00	-3.67	-19.00
Хлориды, мг/л	61.11	55.00	-64.37	-168.00	16.59	34.00	74.76	77.00
Сульфаты, мг/л	153.85	28.14	106.66	39.72	-91.86	-515.98	5.47	3.35
Натрий, мг/л	-3.38	-7.00	0.46	1.00	-9.50	-21.00	2.02	4.00
Магний, мг/л	-13.33	-4.00	-7.41	-2.00	-10.34	-3.00	-24.00	-6.00
Железо общее, мг/л	-46.00	-0.23	-45.45	-0.15	-92.13	-1.17	0.00	0.00
Нефтепродукты, мг/л	-89.06	-0.06	23.53	0.03	124.14	0.07	33.80	0.02
Соленость, мг/л	-20.00	-0.07	25.00	0.10	-47.62	-0.10	5.71	0.02
ИЗВ	29.57	1.02	-4.33	-0.14	-41.29	-2.11	2.87	0.07

Как видно из (табл. 6), разница показателей ИЗВ у р. Злая, между контрольной и фоновой точкой составляет 30%. Основной вклад в эту цифру вносят увеличившиеся по течению реки концентрации фосфатов, аммония, нитритов, а нефтепродукты напротив, упали почти до нуля. Эта ситуация может быть косвенным признаком, подтверждающим сельскохозяйственное воздействие на водотоки.

В р. Шлюзовая, между пунктами наблюдения, изменения минимальны, чего нельзя сказать про прошлый сезон, когда ИЗВ от фоновой до контрольной точки выросло на 168%. Сейчас такого состояния не наблюдается, вероятно, из-за снижения сельскохозяйственной деятельности в районе протекания реки, где работают 7 сельскохозяйственных предприятий.

Качество воды в р. Оса, на фоне других исследуемых объектов, выделяется в лучшую сторону. Рост загрязнения от фоновой точки до контрольной точки отсутствует, поэтому полученное в результате исследования качество воды в реке, можно характеризовать в целом, а не на отдельных ее участках. Это связано с меньшей, в районе протекания водотока, плотности мелиоративной сети, а также его протеканием на относительной возвышенности.

В р. Немонинка, качество воды в области истока сильно улучшилось, по отношению к качеству воды в области устья, что легко поддается объяснению. Во-первых, на такую разницу повлияла высокая естественная приточность, которая разбавила загрязненность, в том числе в р. Немонинка впадает питьевой канал (Полесский канал). Во-вторых, как следует из описания створа фоновой точки, вода в ней стоячая и заболоченная, в отличие от контрольной точки, что также создает разницу в качестве. И в-третьих, это несоизмеримые размеры устья и истока, что делает последнее более уязвимым к антропогенным и природным воздействиям. Несмотря на относительно хорошее качество воды и благоприятные факторы, в зоне истока реки, концентрации фосфатов и нефтепродуктов серьезно возросли на

1 877 и 124% соответственно. Бассейн р. Немонинки охватывает почти всю рассматриваемую территорию, поэтому можно сказать, что в контрольной точке этого водотока, концентрируется большая часть речного стока Славского района. Если не брать в расчет Полесский канал, то концентрации фосфатов, и не только, была бы еще выше, что подтверждает предположения о загрязнении рек со стороны сельского хозяйства. Необходимо озвучить, что если концентрации фосфатов закономерны, то для такой концентрации нефтепродуктов, а самое главное роста, как относительно прошлого сезона, так и фоновой точки, пока нет объяснения. Дальнейшие исследования, возможно, покажут истоки этого явления.

## **ВЫВОДЫ**

Мониторинг геоэкологического состояния показал, что исследуемые водотоки, в той или иной степени подвержены загрязнению. Класс качества воды в них варьируется от «загрязненная» до «грязная». Об экологическом неблагополучии исследуемых водотоков свидетельствуют пониженные концентрации растворённого кислорода и повышенные значения БПК<sub>5</sub>. Основные загрязнители в реках: железо и фосфорные соединения. Сильная распространенность последних, подразумевает попадание неочищенных сточных вод с сельскохозяйственных земель в водные объекты, что говорит о нерациональном природопользовании на территории.

На этом этапе исследования реки показали достаточно равномерное загрязнение, что видно из разницы показателей ИЗВ между собой. Этому способствует повышение водности района исследований и увеличение скорости течения. Благодаря этому водотоки быстрее транспортируют вещество между собой, а это определяющий фактор при высокой плотности и взаимосвязи речных объектов.

Была отмечена и сезонная изменчивость, в которой замешены природные и антропогенные причины. Азотные соединения, за некоторым исключением, теперь отвечают нормам ПДК, но им на смену пришли превышения фосфатов. В целом уровень загрязнения воды по большинству показателей снизился, но все равно остается превышенным.

На данный момент в мелиоративный комплекс Калининградской области вкладываются значительные финансовые ресурсы, что позволяет ему успешно развиваться и реконструироваться, а особая экономическая зона привлекает новых сельскохозяйственных производителей. Это хорошие предпосылки для обеспечения продовольственной безопасности региона и его устойчивого развития, но в отсутствие должных эколого-ориентированных, природоохранных и водоочистных мероприятий, геоэкологическое состояние водных ресурсов будет только ухудшаться.

Важно продолжить запланированные исследования, чтобы составить более целостную картину, и проясняющую те, или иные, выдвинутые в статье предположения. По завершению комплекса исследований, можно будет спроецировать результаты работы, на всю речную сеть Славского района, дав ей современную геоэкологическую характеристику и оценку. Это, в дальнейшем,

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

---

позволит более рационально составить программу мероприятий по уменьшению текущего негативного влияния от антропогенной деятельности и восстановлению уже пострадавших от нее водных объектов.

### Список литературы

1. Вода. Общие требования к отбору проб: ГОСТ 31861-2012: Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 15 ноября 2012 г. № 42) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520> (дата обращения 27.12.2020).
2. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа: ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006): Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (по переписке, протокол от 3 декабря 2012 г. № 54) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097811> (дата обращения 27.12.2020).
3. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства: СП 11-103-97: Одобрен Департаментом развития научно-технической политики и проектно-исследовательских работ Госстроя России (письмо от 10.07.97 № 9-1-1/69) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704792> (дата обращения 27.12.2020).
4. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши: РД 52.24.309. 2016: Утвержден Заместителем Руководителя Росгидромета 08.12.2016: введен в действие приказом Росгидромета от 20.12.2016 № 585 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/495872993> (дата обращения 27.12.2020).
5. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности: ГОСТ Р 57164-2016: Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2016 г. № 1412-ст [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200140391> (дата обращения 27.12.2020).
6. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом: ПНД Ф 14.1:2.100-97: Утвержден Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А.А. Соловьяновым 21 марта 1997 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (дата обращения 27.12.2020).
7. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах: ПНД Ф 14.1:2.3:4.123-97: Утвержден Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А.А. Соловьяновым 21 марта 1997 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (дата обращения 27.12.2020).
8. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и очищенных сточных вод argentометрическим методом (Издание 2014 года): ПНД Ф 14.1:2.96-97: Утверждена Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А.А. Соловьяновым 21 марта 1997 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200044244> (дата обращения 27.12.2020).
9. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и сточных вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим окончанием: ПНД Ф 14.1:2.116-97: Утверждена Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьяновым 21 марта 1997 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200079417> (дата обращения 27.12.2020).
10. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом: ПНД Ф 14.1:2.4.114-97: Утверждена И.о директора ФБУ «Федеральный центр анализа и оценки

- техногенного воздействия» С. А. Хахалин 23.03.2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293808/4293808591.htm> (дата обращения 27.12.2020).
11. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовых концентраций взвешенных и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом (Издание 2017): ПНД Ф 14.1:2:4.254-09: Утвержден И.о. директора ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» А. Г. Кудрявцев 15 декабря 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556339176> (дата обращения 27.12.2020).
  12. Массовая концентрация нитратного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редукторе: РД 52.24.380-2017: Утвержден Руководителем Росгидромета 11.12.2017: Введен в действие приказом Росгидромета от 10.01.2018 № 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/551160241> (дата обращения 27.12.2020).
  13. Массовая концентрация нитритного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса: РД 52.24.381-2017: Утвержден Руководителем Росгидромета 11.12.2017: Введен в действие приказом Росгидромета от 10.01.2018 № 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/550609473> (дата обращения 27.12.2020).
  14. Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего: РД 52.24.383-2018: Утвержден Руководителем Росгидромета 02.03.2018: Введен в действие приказом Росгидромета от 02.04.2018 № 125 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/551160238> (дата обращения 27.12.2020).
  15. Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом: РД 52.10.738-2010: Утвержден Руководителем [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200088047> (дата обращения 27.12.2020).
  16. Массовая концентрация железа общего и железа валового в водах. Методика измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином: РД 52.24.358-2019: Утвержден Руководителем Росгидромета 15.03.2019: Введен в действие приказом Росгидромета от 25.06.2019 № 294 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293727/4293727847.htm> (дата обращения 27.12.2020).
  17. Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика измерений турбидиметрическим методом: РД 52.24.405-2018: Утвержден Руководителем Росгидромета 24.07.2018: Введен в действие приказом Росгидромета от 17.08.2018 № 358 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/551785676> (дата обращения 27.12.2020).
  18. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций катионов калия, натрия, лития, магния, кальция, аммония, стронция, бария в пробах питьевых, природных, сточных вод методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «капель» (с Изменениями) (Издание 2007 года): ПНД Ф 14.1:2:4.167-2000: Утверждена Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А. А. Соловьяновым 2000 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200079417> (дата обращения 27.12.2020).
  19. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-2002: Утвержден и введен в действие Росгидрометом 03.12.2002 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293831/4293831806.htm> (дата обращения 27.12.2020).
  20. 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 № 45203 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения 27.12.2020).
  21. 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

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

- санитаром врачом Российской Федерации первый заместитель министра здравоохранения Российской Федерации Г. Г. Онищенко 26 сентября 2001 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (дата обращения 27.12.2020).
22. Спирин 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.
  23. Спирин Ю. А. Анализ внутригодичного распределения стока рек Славского района Калининградской области // Региональные геосистемы. 2020. Т. 44 № 2. С. 231–242.
  24. Спирин Ю. А., Зотов С. И. Проблемы геоэкологического состояния и использования поверхностных вод Калининградской области // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2019. Т. 29. № 2. С. 221–227.
  25. 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.

### ASSESSMENT OF THE GEOECOLOGICAL STATE OF SURFACE WATER CURRENTS OF THE SLAVSKY DISTRICT, KALININGRAD REGION

*Spirin Yu. A.<sup>1</sup>, Zotov S. I.<sup>2</sup>, Taran V. S.<sup>3</sup>, Koroleva Yu. V.<sup>4</sup>*

*<sup>1,2,3,4</sup>Immanuel Kant Baltic Federal University, Institute of Living Systems, Kaliningrad, Russian Federation*

*E-mail: <sup>1</sup>[spirin1234567890@rambler.ru](mailto:spirin1234567890@rambler.ru), <sup>2</sup>[zotov.prof@gmail.com](mailto:zotov.prof@gmail.com), <sup>3</sup>[ronya.volkova@yandex.ru](mailto:ronya.volkova@yandex.ru), <sup>4</sup>[yu.koroleff@yandex.ru](mailto:yu.koroleff@yandex.ru)*

The paper provides an assessment of the geoeological state of surface watercourses in the Slavsky district, Kaliningrad region in the autumn hydrological season. To achieve this goal, the choice of watercourses for research was carried out, which, in aggregate, characterize the river network of the Slavsky district as a whole. As such were considered: r. Zlaya, r. Shluzovaya, r. Nemoninka and r. Osa. Water samples were taken for hydrochemical analyzes and the hydrometric characteristics of the rivers were measured. The result of the study is presented by information on the state of watercourses and the influence of anthropogenic and natural factors on them. A comparative analysis was made with the results of summer sampling. Monitoring of the geoeological state has shown that the studied watercourses are, to one degree or another, subject to pollution. The water quality class in them varies from "polluted" to "dirty". The ecological disadvantage of the studied watercourses is evidenced by the lowered concentration of dissolved oxygen and the increased values of biological oxygen consumption. The main pollutants in rivers are iron and phosphorus compounds. The high prevalence of the latter implies the ingress of untreated wastewater from agricultural lands into water bodies, which indicates the irrational use of natural resources in the territory. At this stage, the studies of the river showed a fairly uniform pollution, which is evident from the difference in the indicators of the water pollution index among themselves. This is facilitated by an increase in the water content of the study area and an increase in the flow rate. Due to this, watercourses quickly transport matter between themselves, and this is a determining factor at high density and interconnection of river objects. Seasonal variability was also noted, in which natural and anthropogenic causes were mixed. Nitrogen compounds, with some exceptions, now meet the maximum permissible concentration standards, but they have

been replaced by excess phosphates. In general, the level of water pollution by most indicators has decreased, but still remains exceeded.

**Keywords:** geocological assessment, hydrochemical analysis of water, rivers of the Kaliningrad region, monitoring of watercourses, water pollution.

### References

1. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob (Water. General requirements for sampling): GOST 31861-2012: Prinyat Mezhdgosudarstvennym sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii (protokol ot 15 noyabrya 2012 g. no. 42). [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
2. Voda. Otbor prob dlya mikrobiologicheskogo analiza (Water. Sampling for microbiological analysis): GOST 31942-2012 (ISO 19458:2006): Prinyat Mezhdgosudarstvennym sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii (po perepiske, protokol ot 3 dekabrya 2012 g. no. 54). [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097811> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
3. Inzhenerno-gidrometeorologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva (Engineering and hydrometeorological surveys for construction): SP 11-103-97: Odobren Departamentom razvitiya nauchno-tehnicheskoy politiki i proektno-izyskatel'skih rabot Gosstroya Rossii (pis'mo ot 10.07.97 no. 9-1-1/69). [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704792> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
4. Organizaciya i provedenie rezhimnyh nablyudenij za sostoyaniem i zagryazneniem poverhnostnyh vod sushi (Organization and conduct of routine observations of the condition and pollution of surface waters): RD 52.24.309.-2016: Utverzhden Zamestitelem Rukovoditelya Rosgidrometa 08.12.2016: vvedyon v dejstvie prikazom Rosgidrometa ot 20.12.2016 no. 585. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/495872993> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
5. Voda pit'evaya. Metody opredeleniya zapaha, vkusa i mutnosti (Drinking water. Methods for determining odor, taste and turbidity): GOST R 57164-2016: Utverzhden i vveden v dejstvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 17 oktyabrya 2016 g. no. 1412-st. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140391> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
6. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij himicheskogo potrebleniya kisloroda v probah prirodnyh i ochishchennyh stochnyh vod titrimetricheskim metodom (Quantitative chemical analysis of water. Methods for measuring the chemical oxygen consumption in samples of natural and treated wastewater by the titrimetric method): PND F 14.1:2.100-97: Utverzhden Zamestitelem Predsedatelya Gosudarstvennogo komiteta RF po ohrane okruzhayushchej sredy A. A. Solov'yanovym 21 marta 1997. [Electronic resource]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
7. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij biokhimicheskoy potrebnosti v kislorode posle n-dnej inkubacii (BPKpoln.) v poverhnostnyh presnyh, podzemnyh (gruntovyh), pit'evykh, stochnyh i ochishchennyh stochnyh vodah (Quantitative chemical analysis of water. Technique for measuring the biochemical oxygen demand after n-days of incubation (BOD full) in surface fresh, underground (ground), drinking, waste and treated waste waters): PND F 14.1:2:3:4.123-97: Utverzhden Zamestitelem Predsedatelya Gosudarstvennogo komiteta RF po ohrane okruzhayushchej sredy A. A. Solov'yanovym 21 marta 1997. [Electronic resource]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293832/4293832514.htm> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
8. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii hloridov v probah prirodnyh i ochishchennyh stochnyh vod argentometricheskim metodom (Izdanie 2014 goda) (Quantitative chemical analysis of water. Methods for measuring the mass concentration of chlorides in samples of natural and treated wastewater by the argentometric method (Edition 2014)): PND F 14.1:2.96-

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

---

- 97: Utverzhdena Zamestitelem Predsedatelya Gosudarstvennogo komiteta RF po ohrane okruzhayushchej sredy A. A. Solov'yanovym 21 marta 1997 g. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200044244> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
9. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probah prirodnyh i stochnyh vod metodom kolonochnoj hromatografii s gravimetricheskim okonchaniem (Quantitative chemical analysis of water. Technique for measuring the mass concentration of oil products in samples of natural and waste waters by column chromatography with a gravimetric end): PND F 14.1:2.116-97: Utverzhdena Zamestitelem Predsedatelya Gosudarstvennogo komiteta RF po ohrane okruzhayushchej sredy A. A. Solov'yanovym 21 marta 1997 g. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200079417> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
  10. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika izmerenij massovoj koncentracii suhogo ostatka v pit'evykh, poverhnostnyh i stochnyh vodah gravimetricheskim metodom (Quantitative chemical analysis of water. Methods for measuring the mass concentration of dry residue in drinking, surface and waste waters by the gravimetric method): PND F 14.1:2:4.114-97: Utverzhdena I.o direktora FBU "Federal'nyj centr analiza i ocenki tekhnogenogo vozdejstviya" S. A. Hahalin 23.03.2011. [Electronic resource]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293808/4293808591.htm> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
  11. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika izmerenij massovykh koncentracij vzveshennyh i prokalennykh vzveshennykh veshchestv v probah pit'evykh, prirodnyh i stochnyh vod gravimetricheskim metodom (Izdanie 2017) (Quantitative chemical analysis of water. Methods for measuring mass concentrations of suspended and calcined suspended solids in samples of drinking, natural and waste water by the gravimetric method (Edition 2017)): PND F 14.1:2:4.254-09: Utverzhden I.o direktora FGBU "Federal'nyj centr analiza i ocenki tekhnogenogo vozdejstviya" A.G. Kudryavcev 15 dekabrya 2017 g. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556339176> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
  12. Massovaya koncentraciya nitratnogo azota v vodah. Metodika izmerenij fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa posle vosstanovleniya v kadmievom reduktore (Mass concentration of nitrate nitrogen in waters. Measurement procedure by photometric method with Griss reagent after reduction in a cadmium reducer): RD 52.24.380-2017: Utverzhden Rukovoditelem Rosgidrometa 11.12.2017: Vveden v dejstvie prikazom Rosgidrometa ot 10.01.2018 no. 1. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551160241> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
  13. Massovaya koncentraciya nitritnogo azota v vodah. Metodichka izmerenij fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa (Mass concentration of nitrite nitrogen in waters. Procedure for measurements by photometric method with Griss reagent): RD 52.24.381-2017: Utverzhden Rukovoditelem Rosgidrometa 11.12.2017: Vveden v dejstvie prikazom Rosgidrometa ot 10.01.2018 no. 1. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550609473> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
  14. Massovaya koncentraciya ammonijnogo azota v vodah. Metodika izmerenij fotometricheskim metodom v vide indofenolovogo sinego (Mass concentration of ammonium nitrogen in waters. Measurement procedure by photometric method in the form of indophenol blue): RD 52.24.383-2018: Utverzhden Rukovoditelem Rosgidrometa 02.03.2018: Vveden v dejstvie prikazom Rosgidrometa ot 02.04.2018 no. 125. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/551160238> (reference date: 27.12.2020).
  15. Massovaya koncentraciya fosfatov v morskikh vodah. Metodika izmerenij fotometricheskim metodom (Mass concentration of phosphates in sea waters. Measurement technique by photometric method): RD 52.10.738 2010: Utverzhden Rukovoditelem. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200088047> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
  16. Massovaya koncentraciya zheleza obshchego i zheleza valovogo v vodah. Metodika izmerenij fotometricheskim metodom s 1,10-fenantrolinom (Mass concentration of total iron and total iron in waters.

- Measurement procedure by photometric method with 1,10-phenanthroline): RD 52.24.358-2019: Utverzhden Rukovoditelem Rosgidrometa 15.03.2019: Vveden v dejstvie prikazom Rosgidrometa ot 25.06.2019 no. 294. [Electronic resource]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293727/4293727847.htm> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
17. Massovaya koncentraciya sul'fatov v vodah. Metodika izmerenij turbidimetriceskim metodom (Mass concentration of sulfates in waters. Technique of measurements by the turbidimetric method): RD 52.24.405-2018: Utverzhden Rukovoditelem Rosgidrometa 24.07.2018: Vveden v dejstvie prikazom Rosgidrometa ot 17.08.2018 no. 358. [Electronic resource]. URL: Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/551785676> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
18. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovyh koncentracij kationov kaliya, natriya, litiya, magniya, kal'ciya, ammoniya, stronciya, bariya v probah pit'evykh, prirodnykh, stochnykh vod metodom kapillyarnogo elektroforeza s ispol'zovaniem sistemy kapillyarnogo elektroforeza "kapel'" (s izmeneniyami) (Izdanie 2007 goda) (Quantitative chemical analysis of water. Methods for measuring mass concentrations of potassium, sodium, lithium, magnesium, calcium, ammonium, strontium, barium cations in drinking, natural, and waste water samples by capillary electrophoresis using a system of capillary electrophoresis "drops" (with Changes) (2007 Edition)): PND F 14.1:2:4.167-2000: Utverzhdena Zamestitelem Predsedatelya Gosudarstvennogo komiteta RF po ohrane okruzhayushchej sredey A. A. Solov'yanovym 2000 g. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200079417> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
19. Metod kompleksnoj ocenki stepeni zagryaznennosti poverhnostnykh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam (Method for a comprehensive assessment of the degree of pollution of surface waters by hydrochemical indicators): RD 52.24.643-2002: Utverzhden i vveden v dejstvie Rosgidrometom 03.12.2002. [Electronic resource]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293831/4293831806.htm> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
20. Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob'ektov rybohozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednykh veshchestv v vodah vodnykh ob'ektov rybohozyajstvennogo znacheniya (s izmeneniyami na 10 marta 2020 goda) (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)): Zaregistririrovano v Ministerstve yusticii Rossijskoj Federacii 13 yanvarya 2017 goda, registracionnyj no. 45203. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
21. Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody centralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva. Gigienicheskie trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti sistem goryachego vodosnabzheniya (Drinking water. Hygienic requirements for water quality in centralized drinking water supply systems. Quality control. Hygienic requirements for ensuring the safety of hot water supply systems): SanPiN 2.1.4.1074-01: Utverzhdeno Glavnym gosudarstvennom sanitarom vrachom Rossijskoj Federacii pervyj zamestitel' ministra zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii G.G.Onishchenko 26 sentyabrya 2001 goda. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (reference date: 27.12.2020). (in Russian).
22. Spirin YU. A, Zotov S. I. Ocenka geoeologicheskogo sostoyaniya poverhnostnykh vodotokov Slavskogo rajona Kaliningradskoj oblasti (letnij gidrologicheskij sezon) (Assessment of the geoeological state of surface watercourses in the Slavsky district of the Kaliningrad region (summer hydrological season)), Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle. 2021. vol. 21. no. 1. pp. 33–43.
23. Spirin YU. A. Analiz vnutrigodovogo raspredeleniya stoka rek Slavskogo rajona Kaliningradskoj oblasti (Analysis of the intra-annual distribution of river flow in the Slavsky district of the Kaliningrad region), Regional geosystems. 2020. vol. 44 no. 2. pp. 231–242. (in Russian)..

ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОДОТОКОВ СЛАВСКОГО РАЙОНА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

---

24. Spirin YU. A., Zotov S. I. Problemy geokologicheskogo sostoyaniya i ispol'zovaniya poverhnostnyh vod Kaliningrad-skoj oblasti (Problems of the geoecological state and the use of surface waters of the Kaliningrad region), Bulletin of the Udmurt University. Series "Biology. Earth Sciences". 2019. vol. 29. no. 2. pp. 221–227. (in Russian)..
25. Velikanov N. L., Naumov V. A., Markova L. V., Smirnova A. A. Rezul'taty naturnyh issledovaniy malyh vodotokov na meliorirovannyh zemlyah regiona (Results of field studies of small watercourses on the reclaimed lands of the region), Water: chemistry and ecology. 2013. no. 7. pp. 18–26. (in Russian).

*Поступила в редакцию 28.12.2020*