



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕКИ ГОЛУБОЙ (Г. КАЛИНИНГРАД)

А. А. Кустикова, магистрант, lotos\_aleks@mail.ru  
Н. Р. Ахмедова, доцент кафедры водных ресурсов  
и водопользования, natalya.ahmedova@klgtu.ru  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

В данной статье представлены результаты рекогносцировочных, полевых и камеральных работ, проведённых в 2017-2018 гг. на р. Голубой, которые осуществлялись в рамках исследования малых водотоков рыбохозяйственной категории на территории г. Калининграда.

*река Голубая, качество воды, г. Калининград, водный объект*

Основой рационального использования природных ресурсов является изучение окружающей среды. В Калининградской области малые водотоки остаются неизученными, несмотря на то, что являются важным компонентом ландшафта и обладают большой экологической значимостью. В работе представлены некоторые результаты обследования р. Голубой на территории г. Калининграда.

Река Голубая берет начало из оз. Дивное, протекает по территории Зеленоградского района Калининградской области и городскому округу «Город Калининград», впадает в Верхний пруд. Протяженность реки 12,5 км, площадь водосбора составляет 31,8 км<sup>2</sup>, водоток относится к малым рекам бассейна р. Преголи.

Густота речной сети в бассейне р. Голубой составляет 0,95 км/км<sup>2</sup> [1]. Морфометрические характеристики бассейна р. Голубой представлены в табл. 1.

По данным Западно-Балтийского территориального управления Государственного комитета Российской Федерации, р. Голубая относится к рыбохозяйственным водным объектам второй категории.

Таблица 1 – Основные морфометрические характеристики

Площадь водосбора, км <sup>2</sup>		Длина водотока, км		Ширина русла по дну, м	Притоки в городе	
общая	в черте города	общая	в черте города		количество	общая длина, км
31,8	6,94	12,5	9,1	1,5-2,0	4	5,02

В пределах пос. Чкаловск река протекает в лесопарковой зоне и в зоне жилой застройки. В районе ул. Калачева в реку впадает приток ГЧ-2. В русле реки наблюдаются древесные завалы и многочисленные пересечения с инженерными коммуникациями. На расстоянии 3,75 км от устья под руслом реки проложен дюкер для пропуска руч. Воздушный. Река протекает параллельно Советскому проспекту, на территории автозаправки «Рос&Нефть» расположен входной оголовок водовода, русло перед верхним бьефом водовода заросло травой. В центральной части города водоток пересекает ул. Нарвская, Горького, Азовская. В местах пересечений расположены автодорожные мосты.

В нижнем течении река протекает через парк отдыха «Юность», впадает в Верхнее озеро. На пересечении с ул. Тельмана расположен автодорожный мост. На территории города в реку впадают четыре притока (ГЧ-1, ГЧ-2, ГЧ-3, ГЧ-4) общей протяженностью 5,02 км.

В районе ул. Нарвской, в парке «Юность» дно реки сильно заилено, глубина илистых отложений превышает 50 см, что затрудняет изучение водотока в данных точках.

Река предназначена для сбросов излишков воды из системы озер центральной водопроводной станции во время прохождения паводков и половодий, а также является водоприемником дождевых, дренажных и хозяйственно-бытовых сточных вод с территории городского округа.

По данным МБУ «Гидротехник», на июль 2017 г. имелось 103 выпуска неочищенных сточных вод в р. Голубую, в том числе: 13 дождевых, шесть хозяйственно-бытовых и шесть смешанных (хозяйственно-бытовые и дождевые). Объемы поступления сточных вод в систему дождевой канализации на территории водосборного бассейна р. Голубой в 2016 г. составили 1403 тыс. м<sup>3</sup>: из них 1014 тыс. – дождевые, 298 тыс. – талые и 91 тыс. – поливомоечные сточные воды.

*Методы и материалы проведения исследований.* Для оценки качества воды р. Голубой был произведен отбор проб по трем контрольным створам (табл. 2). Выбор мест для отбора проб воды определялся с учетом антропогенной нагрузки на водосборный бассейн р. Голубой, а также возможности проследить изменение качества воды при сбросе в реку поверхностных, дренажных и бытовых сточных вод.

Таблица 2 – Характеристика контрольных створов

Номер створа	Местонахождение	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>
I	Пос. Чкаловск, на границе города	9,1	24,86
II	Советский проспект, д. 108, территория АЗС «Рос&Нефть»	2,7	27,0
III	Устье, парк «Юность»	0	31,8

Отбор, транспортировка и хранение проб осуществлялись в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012 [2]. Анализ отобранных проб воды производился сразу же или на следующий день, срок и способ хранения пробы не превышали нормативных требований. Условия отбора проб представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Условия отбора проб

Показатель, единица измерения	Дата отбора проб		
	22.09.2017	22.03.2018	24.04.2018
Температура воздуха, градус	15,6	3,3	13,2
Атмосферное давление, мм рт ст	763,6	758,3	758,4
Относительная влажность, %	88	76	59
Направление ветра	Штиль	Западный, юго-западный	Западный, юго-западный
Скорость ветра, м/с	Штиль	До 2	До 3
Общая облачность, %	100	100	90
Количество выпавших осадков, мм	Осадков нет	Осадков нет	Осадков нет

Качество воды в р. Голубой оценивалось по двум органолептическим и двенадцати химическим показателям.

Запах воды характеризуется наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем или со сточными водами. Запах определяют при нормальной (20°C) или повышенной (60°C) температурах воды. Интенсивность запаха оценивают органолептическим способом по пятибалльной шкале [3].

Мутность воды обусловлена наличием в ней мелкодисперсных нерастворимых веществ. Определяется визуально – по степени мутности столба жидкости высотой 10-12 см в мутномерной пробирке и дается качественная характеристика [3].

Химические показатели, кроме водородного и общей жесткости, характеризуют минеральный состав исследуемой воды. Минеральный состав отражает взаимодействие воды как физической фазы и среды жизни с другими фазами (береговыми, подстилающими, атмосферой и др.). На минеральный состав поверхностных вод большое влияние оказывают химические реакции, протекающие в атмосфере или других средах с участием соединений кислорода, азота и углерода. Основной вклад в минеральный состав воды вносят соли «главных анионов» (хлориды, карбонаты, гидрокарбонаты, сульфаты) и соответствующие катионы (калий, натрий, кальций, магний) [3].

Жесткость воды является важным показателем качества при водопользовании и обусловлено наличием в воде растворимых и малорастворимых солей-минералов, главным образом, кальция и магния.

Биогенными элементами являются соединения азота, натрия, а также кальций, магний и др.

Наличие катионов аммония в воде обусловлено разложением белков животного и растительного происхождения, значительное содержание аммонийных соединений в воде может свидетельствовать о фекальном загрязнении хозяйственно-бытовыми сточными водами водного объекта или нерациональное использование удобрений в сельском хозяйстве. В соответствии с Приказом № 552 [4] установлены ПДК аммония в воде водных объектов рыбохозяйственного значения, лимитирующий показатель вредности (ЛПВ) – общесанитарный [5].

Содержание в природной воде нитрат-анионов подвержено сезонным колебаниям. Значительное повышение концентрации нитрат-анионов в водном объекте может указывать на загрязнение воды хозяйственно-бытовыми сточными водами или поверхностными стоками с сельскохозяйственных угодий, на которых применяют азотные удобрения.

Нитрит-анионы являются промежуточными соединениями распада органических продуктов, их содержание в природной воде незначительно. Повышение концентрации нитрит-анионов обусловлено загрязнением воды в водном объекте [5].

Химический анализ воды проводился в соответствии с «Руководством по определению показателей качества воды полевыми методами» [3] при помощи оборудования полевой лаборатории «Крисмас +».

Запах и мутность определялись органолептическим методом анализа воды. Химические показатели, кроме магния, натрия и калия, определялись титриметрическим или колориметрическим методами анализа качества исследуемой воды (табл. 4).

Таблица 4 – Методы определения основных показателей качества воды

Показатель	Единица измерения	Метод определения
Запах	балл	Органолептический метод
Мутность	-	Метод качественного определения мутности
Гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ )	мг/л	Титриметрический
Карбонаты ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	мг/л	Титриметрический
Хлорид-анион ( $\text{Cl}^-$ )	мг/л	Титриметрический
Нитрит-анион ( $\text{NO}_2^-$ )	мг/л	Колориметрический
Нитрат-анион ( $\text{NO}_3^-$ )	мг/л	Колориметрический
Ион-аммоний ( $\text{NH}_4^+$ )	мг/л	Колориметрический
Железо общее (сумма катионов $\text{Fe}^{2+}$ и $\text{Fe}^{3+}$ )	мг/л	Колориметрический
Кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ )	мг/л	Титриметрический
Общая жесткость (сумма катионов $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Mg}^{2+}$ )	ммоль/л	Титриметрический
Водородный показатель pH	-	Колориметрический
Магний ( $\text{Mg}^{2+}$ )	мг/л	Расчетный
Натрий, Калий* (сумма катионов $\text{Na}^+$ и $\text{K}^+$ )	мг/л	Расчетный

\* Концентрацию катиона калия для природных вод условно учитывают в виде концентрации катиона натрия [3].

*Результаты исследований.* Первая проба воды была взята на расстоянии 9,1 км от устья, на границе городского округа. По берегам растут лиственные деревья, в русле реки наблюдаются древесные завалы (рис. 1). Скорость течения на поверхности воды достигает 0,1 м/с.



Рисунок 1 – Древесные завалы в русле створа №1, апрель 2018

Взятая проба воды имеет заметный запах естественного происхождения – землистый. Вода бесцветная слабо мутная и опалесцирующая (табл. 5). Водородный показатель соответствует нормативному значению для водных объектов рыбохозяйственного значения. Общая жесткость воды не превышает 4 ммоль/л, вода считается мягкой. Карбонат-анионы и общее железо не обнаружены ни в одной пробе.

Таблица 5 – Результаты анализа качества воды в первом створе

Показатель	Единица измерения	Дата проведения анализа			ПДК
		23.09.2017	22.03.2018	25.04.2018	
Запах	балл	3	2	3	-
Мутность	-	Слабо мутная	Слабо опалесцирующая	Опалесцирующая	-
Гидрокарбонаты (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	122	183	122	-
Хлорид-анион (Cl <sup>-</sup> )	мг/л	71	89	71	300,0
Нитрит-анион (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	0,01	0,02	2,0	0,08
Нитрат-анион (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	5	10	45	40,0
Ион-аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/л	0,2	2,0	0,5	0,5
Кальций (Ca <sup>2+</sup> )	мг/л	120	100	240	180,0
Общая жесткость (сумма катионов Ca <sup>2+</sup> и Mg <sup>2+</sup> )	ммоль/л	4	4	3	-
Водородный показатель pH	-	7,4	7	7,1	6,5-8,5
Магний (Mg <sup>2+</sup> )	мг/л	24	37	143	40
Натрий, Калий* (сумма катионов Na <sup>+</sup> и K <sup>+</sup> )	мг/л	2	35	41	50,0

\* Концентрацию катиона калия для природных вод условно учитывают в виде концентрации катиона натрия [3].

В табл. 5 результаты анализа воды в первом створе сравниваются с показателями ПДК, установленными Минсельхозом России в Приказе №552 [4] для водных объектов рыбохозяйственного значения. Весной в пробах воды отмечались превышения ПДК по азотистым соединениям: аммоний превысил ПДК в 4 раза; нитрит-анион и нитрат-анион в 2,5 и 1,13 раза соответственно. Также в апреле содержание кальция и магния в воде были превышены. Причиной загрязнения воды могло стать прохождение весеннего половодья. Воды реки вымыли из почвы удобряемых угодий соединения азота и магния, которые пагубно влияют на рыбные запасы в водном объекте. Также при визуальном осмотре состояния водного объекта в июле 2017 г. было отмечено загрязнение воды (пленка на поверхности) неизвестного происхождения.

Отбор второй пробы воды производился на расстоянии 2,7 км от устья, на территории АЗС «Рос&Нефть», Советский проспект, д. 108. Отбор производился перед водоводом. Рядом был обнаружен водовыпуск (рис. 2). Берега укреплены камнем (мощение), русло реки заросло травой, поверхностная скорость течения достигает 0,34 м/с.



Рисунок 2 – Водовыпуск рядом с местом отбора проб, май 2018

Взятая проба воды имеет выраженный гнилостно-землистый запах. Вода бесцветная опалесцирующая или слабо мутная (табл. 6). Водородный показатель находится в пределах нормы, общая жесткость воды в пределах 4-8 ммоль/л, вода считается средней жесткости. Карбонат-анион и общее железо не были обнаружены ни в одной пробе.

Таблица 6 – Результаты анализа качества воды во втором створе

Показатель	Единица измерения	Дата проведения анализа			ПДК
		23.09.2017	22.03.2018	25.04.2018	
Запах	балл	4	2	4	-
Мутность	-	Опалесцирующая	Слабо опалесцирующая	Слабо мутная	-
Гидрокарбонаты (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	183	320	305	-
Хлорид-анион (Cl <sup>-</sup> )	мг/л	36	107	107	300,0
Нитрит-анион (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	0,1	0,06	0,1	0,08
Нитрат-анион (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	10	10	20	40,0
Ион-аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/л	0,2	1,5	1,5	0,5
Кальций (Ca <sup>2+</sup> )	мг/л	120	140	200	180,0
Общая жесткость (сумма катионов Ca <sup>2+</sup> и Mg <sup>2+</sup> )	ммоль/л	5	4,5	5,3	-

Показатель	Единица измерения	Дата проведения анализа			ПДК
		23.09.2017	22.03.2018	25.04.2018	
Водородный показатель pH	-	7,33	7,5	7,2	6,5-8,5
Магний ( $Mg^{2+}$ )	мг/л	49	24	7	40
Натрий, Калий* (сумма катионов $Na^+$ и $K^+$ )	мг/л	19	90	70	50,0

\* Концентрацию катиона калия для природных вод условно учитывают в виде концентрации катиона натрия [3].

В пробе воды, взятой во втором створе, дважды отмечались превышения ПДК по нитрит-аниону, ион-аммонию и натрию в 1,25; 3 и 1,5 раза соответственно. Концентрации в воде кальция и магния превысили ПДК один раз.

В зимний период дороги обрабатывают смесями, в состав которых входит натрий и калий. Возможно, что последующий смыв этих солей может объяснять загрязнение воды в водном объекте и превышение ПДК по этим показателям.

Третья проба воды отбиралась в устье р. Голубой на территории парка «Юность». На данном участке реки состояние русла считается удовлетворительным, откосы берегов укреплены плитами (рис. 3). Течение реки практически отсутствует.



Рисунок 3 – Место отбора проб, парк «Юность», май 2018

Взятая проба воды имеет заметный землистый запах. Вода бесцветная, опалесцирующая. При проведении последнего анализа вода оказалась мутной, содержание мелкодисперсных частиц увеличилось (табл. 7).

Водородный показатель воды находится в пределах нормы, вода средней жесткости. Содержание карбонат-аниона и общего железа обнаружено не было. Во всех пробах отмечается превышение ПДК по показателям: нитрит-анион и натрий, калий. Заметно ухудшилось качество воды в апреле 2018 г. по сравнению с предыдущими опытами (табл. 7). Ион-аммоний превышает ПДК в 4 раза, это может указывать на загрязнение воды хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Таблица 7– Результаты анализа качества воды в третьем створе

Показатель	Единица измерения	Дата проведения анализа			ПДК
		23.09.2017	22.03.2018	25.04.2018	
Запах	балл	2	2	3	-
Мутность	-	Слабо опалесцирующая	Слабо опалесцирующая	Мутная	-
Гидрокарбонаты (НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	244	214	305	-
Хлорид-анион (Сl <sup>-</sup> )	мг/л	178	249	160	300,0
Нитрит-анион (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	0,1	0,1	0,3	0,08
Нитрат-анион (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	20	15	30	40,0
Ион-аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг/л	0,1	0,4	2,0	0,5
Кальций (Са <sup>2+</sup> )	мг/л	160	120	200	180,0
Общая жесткость (сумма катионов Са <sup>2+</sup> и Mg <sup>2+</sup> )	ммоль/л	6	4	5,5	-
Водородный показатель рН	-	7,56	6,8	7,0	6,5-8,5
Магний (Mg <sup>2+</sup> )	мг/л	49	24	12	40
Натрий, Калий* (сумма катионов Na <sup>+</sup> и K <sup>+</sup> )	мг/л	77	156	104	50,0

\* Концентрацию катиона калия для природных вод условно учитывают в виде концентрации катиона натрия [3].

Таким образом, можно предположить, что в р. Голубой загрязнение воды происходит сточными водами, так как стоки в реку и ее притоки сбрасываются неочищенными. В апреле 2018 г. отмечается резкое ухудшение качества воды в водотоке.

Для того чтобы улучшить качество воды в водотоке и не допустить повторного загрязнения, необходимо провести комплекс мероприятий по очистке, охране и защите водного объекта. В первую очередь мероприятия должны включать в себя установку локальных очистных сооружений бытовых и ливневых стоков. Также необходимо рассмотреть возможность снижения антропогенной нагрузки на водный объект, провести проверку несанкционированных сбросов сточных вод в реку и предотвратить их.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орленок, В. В. Географический атлас Калининградской области / В. В. Орленок [и др.]. – Калининград, 2002. – 276 с.
2. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 15 ноября 2012 г. №42). Дата введения 2014-01-01.
3. Муравьев, А. Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А. Г. Муравьев. – Санкт-Петербург: «Крисмас +», 2009. – 220 с.
4. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 г. №552, Москва. – 153 с.
5. Ахмедова, Н. Р. Водоподготовка и очистка сточных вод: учебно-методическое пособие по лабораторным работам / Н. Р. Ахмедова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. – 58 с.

RESULTS OF ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL RESEARCH R. GOLUBAYA (CITY  
OF KALININGRAD)

A. A. Kustikova, Kaliningrad State Technical University  
E-mail: lotos\_aleks@mail.ru

N. R. Akhmedova, Kaliningrad State Technical University  
E-mail: isfendi@mail.ru

This article presents the results of reconnaissance, field and cameral works had place in 2017-2018 on the river Golubaya, which were carried out the study of small watercourses of the fishing category in the city of Kaliningrad.

*river Golubaya, water quality, Kaliningrad, water object*