



ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ Р. ТОВАРНОЙ

Е. Р. Васильева, студентка
E-mail: ev4303791@gmail.com
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»,
АО институт «Заповодпроект»

Статья посвящена комплексной оценке современного состояния р. Товарной – малого водотока в Калининграде и его окрестностях. На основе результатов инженерно-гидрометеорологических изысканий 2024 г., выполненных АО Институт «Заповодпроект», дано подробное описание морфологии русла, выявлены антропогенные воздействия (загрязнение, захламленность, зарегулированность) и установлены ключевые гидрологические характеристики. Поскольку гидрология реки не изучена, расчеты максимальных расходов воды и уровней выполнены с использованием реки-аналога. Наши результаты показали, что определяющими для проектирования являются расходы дождевых паводков, превышающие показатели весеннего половодья. Выявлены участки поймы, подверженные затоплению. Материалы исследования создают научно обоснованную базу для разработки проекта расчистки и экологической реабилитации р. Товарной, что является актуальной задачей в контексте устойчивого развития городских водных объектов.

Ключевые слова: река Товарная, малые реки, Калининград, инженерно-гидрометеорологические изыскания, гидрологические расчеты, морфология русла, антропогенная нагрузка, расчистка русла, дождевые паводки, река-аналог.

ВВЕДЕНИЕ

Малые реки являются важнейшим компонентом степного и урбанизированного ландшафта, выполняя значительную природообразующую, водохозяйственную и экологическую роль [2]. Они способствуют поддержанию биоразнообразия, участвуют в формировании микроклимата, обеспечивают водой население и сельское хозяйство, а также служат средой обитания для многих видов гидробионтов. Однако именно малые реки наиболее уязвимы перед лицом антропогенного давления: загрязнения сточными водами, зарегулирования стока, захламления русел, застройки прибрежных зон и деградации водосборных территорий.

В условиях интенсивной урбанизации и климатических изменений проблема сохранения и восстановления малых рек приобретает особую остроту. Особенно это актуально для Калининградской области, где плотная городская застройка, промышленная и транспортная инфраструктура оказывают постоянное давление на поверхностные водные объекты.

На сегодняшний день в регионе крайне мало исследований, посвященных количественной оценке гидрологического режима и экологического состояния малых рек. Единственным достаточно изученным водотоком является р. Злая, на которой были проведены гидрологические изыскания студенткой А. А. Кустиковой (ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет») [8]. Это подчеркивает необходимость расширения исследований на другие малые реки области, в том числе в черте Калининграда.

Р. Товарная – типичный пример малого водотока (ручья), полностью расположенного в городской черте Калининграда. Ее протяженность составляет около 15,1 км. Исток реки

находится в болотистых зарослях к югу от городского парка. Далее она течет в западном и северном направлениях по заболоченной низменности, проходит мимо товарной железнодорожной станции, пересекает ул. Транспортную и впадает в р. Преголю, через которую связана с Калининградским заливом и Балтийским морем.

Как и многие городские водотоки, р. Товарная принимает поверхностный сток и неочищенные (или недостаточно очищенные) сточные воды [3]. Согласно официальному ответу Федерального агентства по рыболовству (Росрыболовство) № У05-4045 от 24 июля 2024 г., р. Товарная имеет вторую категорию рыбохозяйственного значения [4], что предполагает определенные требования к качеству воды и экологическому состоянию водного объекта.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования: р. Товарная, протекающая по территории городского округа «Город Калининград» и муниципального образования «Гурьевский муниципальный округ».

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования: получение комплекса актуальных инженерно-гидрометеорологических данных для разработки научно обоснованного проекта расчистки и экологической реабилитации русла р. Товарной.

Задачи исследования:

1. Сбор и анализ фондовых материалов: провести сбор, систематизацию и анализ существующих гидрометеорологических, картографических данных и материалов предыдущих исследований по району изысканий.

2. Оценка гидрометеорологической изученности: проанализировать степень изученности р. Товарной и определить ее статус как гидрологического объекта (изученная/ неизученная).

3. Рекогносцировочное обследование русла: выполнить полевое обследование русла р. Товарной для оценки его современного морфологического состояния, включая описание русла, берегов, выявление участков деградации, загрязнения и наличия гидротехнических сооружений.

4. Определение расчетных гидрологических характеристик:

✓ Рассчитать максимальные расходы воды весеннего половодья и дождевых паводков заданной обеспеченности (1, 5, 10 %) для ключевых расчетных створов.

✓ Рассчитать минимальные летние расходы воды обеспеченностью 95 %.

✓ Установить, какой тип максимального стока (дождевой или весенний) является определяющим для проектирования.

5. Выбор и обоснование реки-аналога: подобрать и обосновать выбор реки-аналога (р. Злая) для выполнения гидрологических расчетов в условиях отсутствия данных по р. Товарной.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели и решения задач в ходе исследования применялся комплекс методов, соответствующий требованиям действующих нормативных документов в области инженерных изысканий:

1) метод сбора и анализа литературных данных;

2) метод рекогносцировочного обследования;

3) гидролого-морфологический метод и метод реки-аналога;

4) расчетные методы определения гидрологических характеристик;

5) статистические методы обработки гидрологических рядов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Р. Товарная – малый водоток длиной 15,1 км, берущий начало северо-восточнее поселка Поддубное и впадающий в р. Преголя [10]. Площадь ее водосбора составляет 28,8 км². Река является водоприемником осушительной сети, дождевой канализации и хозяйственно-бытовых стоков, что определяет ее высокую антропогенную нагрузку.

Гидрологическая изученность и методы расчетов

Систематические гидрологические наблюдения на р. Товарной не проводятся, поэтому в гидрологическом отношении она отнесена к неизученным. Для определения расчетных характеристик (максимальных и минимальных расходов воды) применялся региональный метод с использованием реки-аналога. В качестве аналога была выбрана р. Злая у с. Приозерье, что обусловлено сходством физико-географических условий и морфометрических характеристик водосборов. Расчеты выполнены в соответствии с требованиями СП 529.1325800.2023 [12] и Пособия по определению расчетных гидрологических характеристик [9].

Рекогносцировочное обследование р. Товарной выполнено методом маршрутного обследования с целью определения коэффициента шероховатости, возможности затопления участка, с фотофиксацией.



Рисунок 1 – Шлюз-регулятор на р. Товарной на ПК3+24 (из личного архива автора)

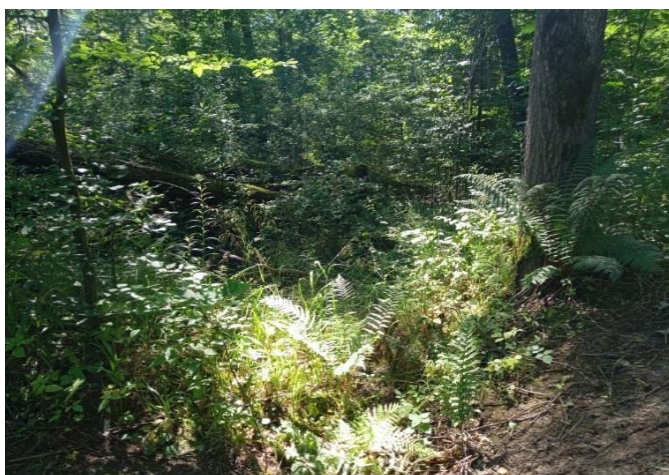


Рисунок 2 – Вид русла р. Товарной в истоке (из личного архива автора)

Р. Товарная является водоприемником существующей осушительной сети, дождевой канализации, хозяйственно-бытовых сточных вод коммунальных и промышленных предприятий и поверхностного стока.

В верховьях русло слабоизвилистое, шириной около 7 м, часто безводное и сильно заросшее. В среднем течении ширина достигает 10–15 м, глубина – 0,4–1,2 м. Наблюдаются участки с признаками загрязнения (следы мазута), заросли камыша, поваленные деревья. В нижнем те-

Р. Товарная берет начало 1,3 км северо-восточнее поселка Поддубное Багратионовского района, протекает по территории Гурьевского муниципального округа и территории города Калининграда, впадает в небольшую гавань судоремонтного предприятия на берегу р. Преголя в 4,8 км от устья. Р. Товарная до ж/д Калининград-Москва течет в северном направлении, далее в северо-западном и западном направлениях. В границах городской черты р. Товарная течет от ул. Цветочной до впадения в р. Преголю.



Рисунок 3 – Вид русла р. Товарной ниже ул. Суворова (из личного архива автора)

чении река проходит в коллекторе под ст. Сортировочной и далее течет по заболоченной местности с шириной до 20 м и глубиной до 1,5 м. В районе устья расположен шлюз-регулятор. Водосбор реки отличается полого-холмистым рельефом, сочетающим природные ландшафты и городскую застройку.

В таблице 1 приведены основные характеристики, которые были получены в результате инженерно-гидрометеорологических изысканий АО Институт «Заповодпроект», выполненных в 2024 г.

Таблица 1 – Основные характеристики площади водосбора р. Товарной

Расчетный створ ПК	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, А, км ²	В том числе		
			озер	болот	лесов
			%	%	%
ПК3+26	0,0	28,8	0	8,5	9,0
ПК33+92	3,39	24,0	0	3,42	10,6
ПК65+29	6,53	18,2	0	4,41	13,3
ПК106+34	10,6	13,4	0	5,97	13,9
ПК109+11	10,9	5,90	0	8,81	13,4
ПК130+60	13,1	3,56	0	14,6	22,1

Расчетные гидрологические характеристики определялись в соответствии с СП 529.1325800.2023 [12] и Пособием по определению расчетных гидрологических характеристик [9]. Выбор методов расчета определялся наличием и качеством необходимой гидрологической информации.

Максимальные расходы воды весеннего половодья определялись по редуccionной формуле.

Максимальные расходы воды дождевых паводков определялись по формуле предельной интенсивности.

Расчет максимальных расходов воды весеннего половодья

Предварительно была проведена обработка рядов наблюдений за максимальными расходами воды и слоями стока весеннего половодья по реке-аналогу р. Злая с. Приозерье.

При обработке рядов использовались данные, приведенные в гидрологических ежегодниках и данные ФГБУ «Калининградский «ЦГМС».

Результаты расчета слоев стока весеннего половодья реки-аналога приведены в таблице 2 [1].

Таблица 2 – Характеристики распределения слоев стока весеннего половодья реки-аналога

Река-пост	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	Характеристики распределения						
			Примененный тип распределения	Средний h_0 , мм	C_v	C_s	C_s/C_v	Слой стока воды обеспеченностью	
								1 %	10 %
р. Злая – с. Приозерье	142	1961–1986, 1990–1991, 1993–2021 гг.	Пирсона	124,3	0,38	0,65	1,70	257	188

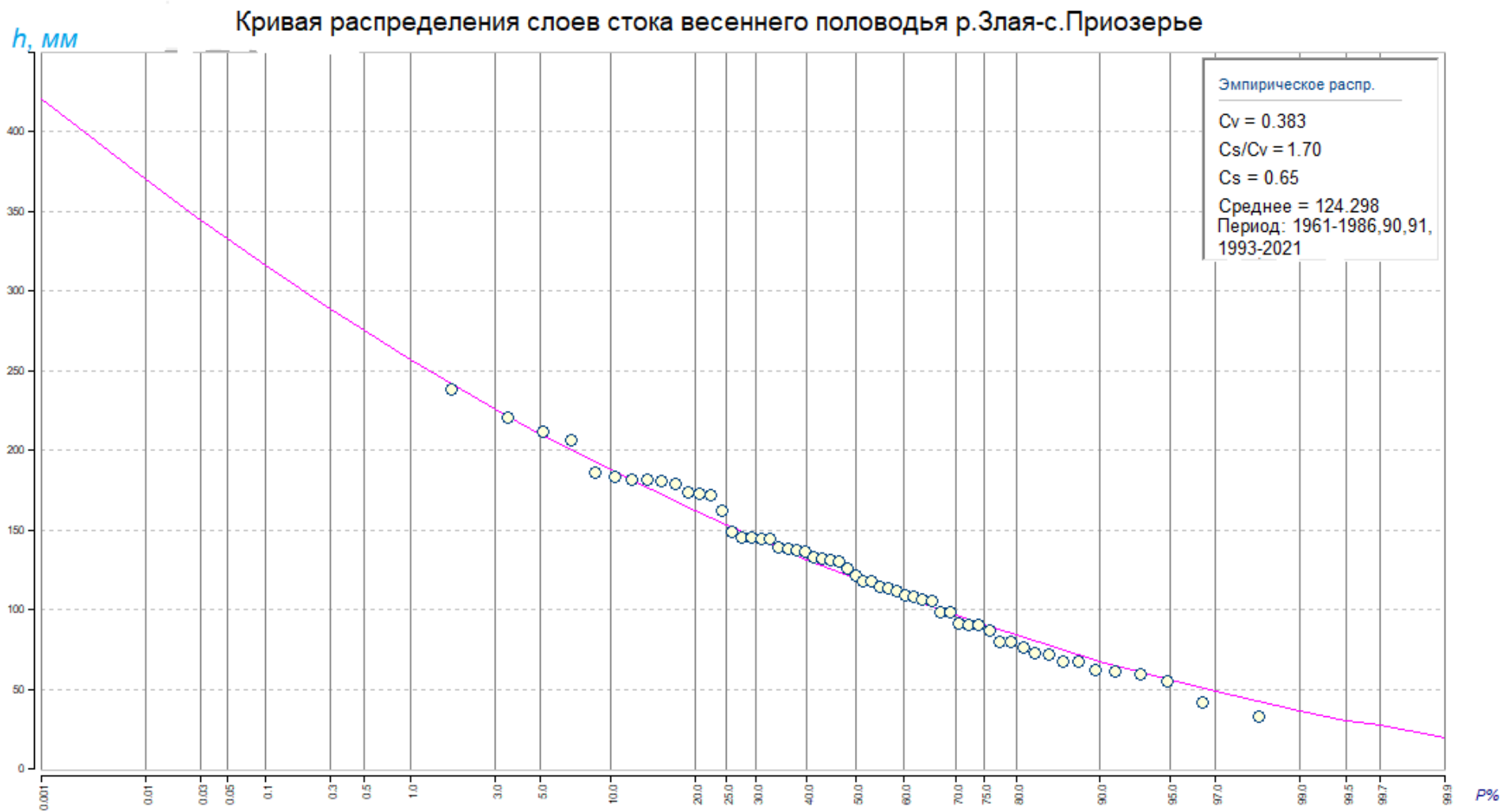


Рисунок 4 – Кривая распределения максимальных слоев стока весеннего половодья р. Злая – с. Приозерье построена с помощью программы КРЕДО МОРФОСТВОР 1.0

Кривая распределения максимальных расходов воды весеннего половодья р.Злая-с.Приозерье

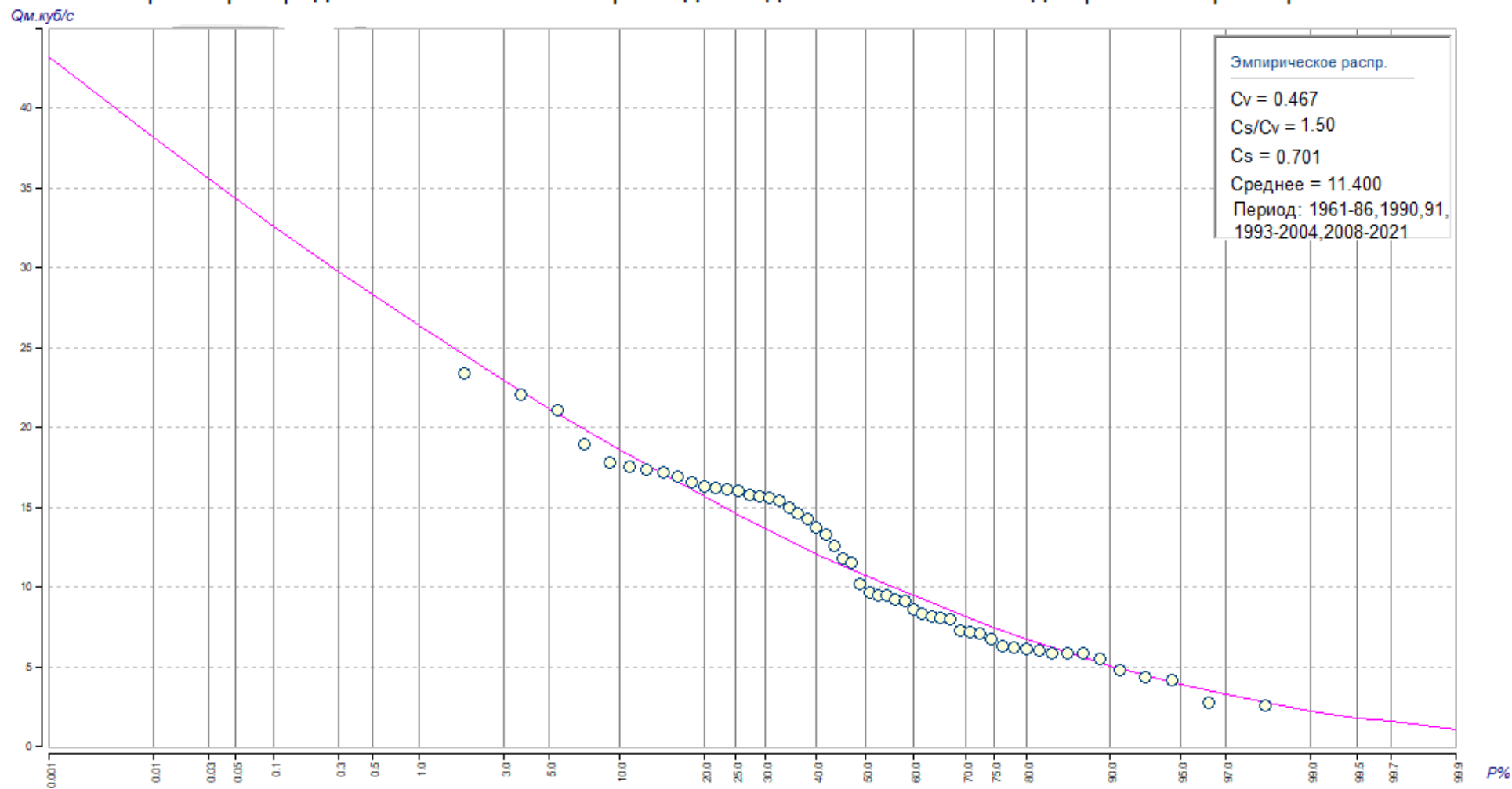


Рисунок 5 – Кривая распределения максимальных расходов воды весеннего половодья построена с помощью программы КРЕДО МОРФОСТВОР 1.0

Результаты расчета максимальных расходов воды весеннего половодья реки-аналога приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики распределения расходов воды весеннего половодья реки-аналога

Река-пост	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	Характеристики распределения						
			Примененный тип распределения	Средний Q, м ³ /с	C _v	C _s	C _s /C _v	Расходы воды обеспеченностью	
								1 %	10 %
р. Злая – с. Приозерье	142	1961–1986, 1990–1991, 1993–2004, 2008–2021 гг.	Крицкого – Менкеля	11,4	0,47	0,70	1,50	26,4	18,6

Расчет максимальных расходов весеннего половодья производится по формуле:

$$Q_{p\%} = \frac{K_0 h_{p\%} \mu_{p\%} \delta \delta_1 \delta_2 A}{(A + A_1)^n}, \quad (1.1)$$

где K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, определяемый с использованием материалов наблюдений по рекам-аналогам.

Расчет коэффициента дружности весеннего половодья, K_0 , по реке-аналогу приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет дружности весеннего половодья реки-аналога

Река-пост	Площадь водосбора, км ²	Расчетный расход воды Q, м ³ /с	Расчетный слой стока половодья h _п %, мм	Коэффициент $\mu_{п\%}$	Озерность водосбора f _{оз} %	Коэффициент влияния озер δ	Залесенность водосбора f _л , %	Коэффициент влияния леса δ_1	Заболоченность водосбора f _{бол} , %	Коэффициент влияния болот δ_3	Параметр редукции F ₁	Параметр редукции n	Коэффициент дружности половодья ПК _о
р. Злая – с. Приозерье	142	26,4	257	1	0	1	2	0,79	1	1	1	0,17	0,0021

Расшифруем использованные показатели: $h_{p\%}$ – расчетный слой суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания) ежегодной вероятности превышения $P\%$, мм, определяется в зависимости от коэффициента вариации C_v и отношения C_s / C_v этой величины, а также среднего многолетнего слоя стока h_0 ; n – показатель степени редукции находится в зависимости от природной зоны района и категории рельефа. Для района прохождения трассы значение $n = 0,17$ [12]; μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоев стока и максимальных расходов талых вод, определяется в зависимости от природной зоны и расчетной обеспеченности (1 % – 1,0, 5 % – 0,96, 10 % – 0,93); δ – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды весеннего половодья на реках, зарегулированных проточными озерами, следует определять по формуле:

$$\delta = \frac{1}{1 + C \cdot A_{03}} \quad (1.2)$$

где C – коэффициент, принимаемый равным 0,2 для лесной и лесостепной зон; δ_1 – коэффициент, учитывающий влияние залесенности бассейна водотока, определяется по формуле:

$$\delta_1 = \frac{\alpha}{(A_{л} + 1)^{n'}}, \quad (1.3)$$

где n' – коэффициент редукции; устанавливают по зависимости $q_{\max} = f(A_{л})$ с учетом преобладающих на водосборе почвогрунтов; α – коэффициент, учитывающий расположение леса на водосборе (в верхней или нижней частях водосбора), а также природную зону (лесная или лесостепная); δ_2 – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах, определяют по формуле:

$$\delta_2 = 1 - \beta \cdot \log(0,1 \cdot A_6 + 1), \quad (1.4)$$

где β – коэффициент, определяемый в зависимости от типа болот и механического состава почвогрунтов вокруг болот и заболоченных земель (со слоем торфа не менее 30 см); A_6 – относительная площадь болот, заболоченных лесов и лугов в бассейне реки, %; A_1 – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, принимается равной 1.

Расчет максимальных расходов воды дождевых паводков

Расчет расходов производится по формуле:

$$Q_{p\%} = q_{1\%} \cdot \varphi \cdot H_{1\%} \cdot \delta \cdot \lambda_{p\%} \cdot A, \quad (1.5)$$

где $q_{1\%}$ – максимальный модуль максимального расхода воды ежегодной вероятности превышения $P = 1\%$, определяют в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла Φ_r и продолжительности склонового добега $\tau_{ск}$, мин, определяется по таблицам; $H_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения $P = 1\%$, мм, принимаемый по ближайшей метеостанции; φ – сборный коэффициент стока:

$$\varphi = \frac{C_2}{(A + 1)^{n_3}}; \varphi_0 = \left(\frac{I_{ск}}{50}\right)^{n_3}, \quad (1.6)$$

где C_2 – эмпирический коэффициент, принимается для лесной зоны; φ_0 – сборный коэффициент стока; $I_{ск}$ – средний уклон водосбора; n_3 – принимается по таблице 11, Приложение 2 Пособия по определению расчетных гидрологических характеристик; n_3 – принимается для лесной зоны; $\lambda_{p\%}$ – переходной коэффициент от максимальных расходов воды вероятностью превышения $P = 1\%$ к другой вероятности превышения; A – площадь водосбора, км²; δ – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды проточными озерами.

Расчет минимальных расходов воды

Расчет производится по формуле:

$$Q_{p\%} = b \cdot (A + A_1) \cdot m \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \lambda_{p\%} \quad (1.7)$$

где A – площадь водосбора, км²; A_1 – дополнительная площадь водосбора; b , m – районные параметры; δ_1 – коэффициент, учитывающий увеличение минимальных расходов воды на озерных реках; δ_2 – коэффициент, учитывающий увеличение минимальных расходов воды

заболоченных водосборов; $\lambda_p\%$ – переходный коэффициент от ежегодной вероятности превышения 80 % к другим.

Результаты расчетов расходов воды

На основании принятых для расчетов исходных данных и формул, приведенных выше, для р. Товарной рассчитаны максимальные расходы воды весеннего половодья и дождевых паводков, минимальные летние среднемесячные расходы воды. Максимальные и минимальные расходы воды по р. Товарной приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов расходов воды

Название водотока	Расчетный створ ПК	Площадь водосбора, м ²	Максимальные расходы воды весеннего половодья, м ³ /с			Максимальные расходы воды дождевых паводков, м ³ /с			Минимальные расходы воды, м ³ /с			
			Обеспеченностью, р ⁰ %									
			1	5	10	1	5	10		95		
Р. Товарная	ПК3+26	28,8	4,13	3,25	2,81	5,11	3,42	2,81	0,006			
Р. Товарная	ПК33+92	24,0	3,92	3,08	2,66	5,07	3,40	2,79	0,005			
Р. Товарная	ПК65+29	18,2	2,89	2,27	1,96	4,99	3,34	2,74	0,003			
Р. Товарная	ПК106+34	13,4	2,12	1,67	1,44	4,72	3,16	2,60	0,003			
Р. Товарная	ПК109+11	5,90	0,796	0,626	0,541	2,54	1,70	1,40	0,0009			
Р. Товарная	ПК130+60	3,56	0,383	0,301	0,261	2,45	1,64	1,34	0,0005			

По результатам расчетов максимальные расходы воды дождевых паводков превышают максимальные расходы воды весеннего половодья и принимаются за расчетные.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные гидрологические расчеты для р. Товарной позволили количественно оценить ее водный режим в условиях отсутствия прямых наблюдений. В качестве основного метода использован региональный подход с привлечением реки-аналога – р. Злая у с. Приозерье, обладающей сопоставимыми физико-географическими и морфометрическими характеристиками водосбора.

Анализ расчетных данных выявил ключевую особенность гидрологического режима р. Товарной: максимальные расходы воды при дождевых паводках значительно превышают расходы весеннего половодья во всех расчетных створах. Так, в устье (ПК3+26) расход дождевого паводка обеспеченностью 1 % составляет 5,11 м³/с, в то время как для весеннего половодья – всего 4,13 м³/с. Это свидетельствует о том, что определяющим фактором для проектирования гидротехнических мероприятий являются именно ливневые паводки, что типично для малых рек, протекающих в условиях плотной городской застройки с развитой системой поверхностного стока.

Минимальные летние расходы воды (обеспеченностью 95 %) оказались крайне низкими – от 0,0005 м³/с в верховьях до 0,006 м³/с в устье. Такие значения указывают на высокую вероятность обмеления и даже пересыхания реки в теплый период года, что создает угрозу для ее экологического состояния и поддержания требований второй категории рыбохозяйственного значения.

Таким образом, расчеты подтвердили, что гидрологический режим р. Товарной формируется преимущественно за счет кратковременных, но интенсивных дождевых паводков, обусловленных урбанизацией водосбора, в то время как естественное весеннее половодье

играет второстепенную роль. Полученные количественные характеристики (максимальные и минимальные расходы воды заданной обеспеченности) являются достоверной и достаточной основой для проектирования мероприятий по расчистке русла, регулированию стока и экологической реабилитации водотока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации (АИС ГМВО) [Электронный ресурс]. – URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 27.11.2025).
2. Алентьев, Ю. Ю. Экспресс-оценка экологического состояния малых рек на примере реки Малая Истра / Ю. Ю. Алентьев // Сергеевские чтения: геоэкологические аспекты реализации национального проекта «Экология». Диалог поколений: материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (Москва, 24 марта 2020 г.). – Вып. 22. – Москва: РУДН, 2020. – С. 339–342. (дата обращения: 27.11.2025).
3. Великанов, Н. Л. Расчет распространения загрязнения в р. Товарная / Н. Л. Великанов, В. А. Наумов, М. Н. Великанова // Вода: химия и экология. – 2011. – № 8 (38). – С. 89–94 (дата обращения: 27.11.2025).
4. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (в ред. от 08.12.2020) [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60407/ (дата обращения: 27.11.2025).
5. ГОСТ 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – Введ. 2009-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 44 с. (дата обращения: 27.11.2025).
6. Данные гидрологических наблюдений за 1961–2024 гг. по посту р. Злая – с. Приозерье / ФГБУ «Калининградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». – Калининград, 2024 (дата обращения: 27.11.2025).
7. Зотов, С. И. Гидрологические особенности и геоэкологическое состояние малых водотоков пойменных территорий Калининградской области / С. И. Зотов, Ю. А. Спирин, В. С. Таран, Ю. В. Королева // Географический вестник. – 2021. – № 3 (58). – С. 92–106. – DOI: 10.17072/2079-7877-2021-3-92-106. – EDN AEOFSU (дата обращения: 27.11.2025).
8. Кустикова, А. А. Гидрологические изыскания малого водотока: река Злая / А. А. Кустикова // Вестник молодежной науки. – 2018. – Вып. 1. – С. 12–30. (дата обращения: 27.11.2025).
9. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / под ред. В. С. Яковлева. – Москва: Федеральное агентство водных ресурсов, 2019. – 218 с. (дата обращения: 27.11.2025).
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 4. Вып. 3: Литовская ССР и Калининградская область / Госкомгидромет СССР. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. – 367 с. (дата обращения: 27.11.2025).
11. СП 482.1325800.2020. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 48 с. (дата обращения: 27.11.2025).
12. СП 529.1325800.2023. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – Москва: Стандартинформ, 2023. – 62 с. (дата обращения: 27.11.2025).

ENGINEERING AND HYDROMETEOROLOGICAL RESEARCHES OF R. TOVARNAYA

E. R. Vasilyeva, student
E-mail: ev4303791@gmail.com
Kaliningrad State Technical University,
Zapvodproekt Institute

The article is devoted to a comprehensive assessment of the current state of the Tovarnaya River, a small watercourse in Kaliningrad and its environs. Based on the data of engineering and hydrometeorological surveys conducted in 2024 by Zapvodproekt Institute JSC, a detailed description of the riverbed morphology is provided, anthropogenic impacts (pollution, debris, and regulation) are identified, and key hydrological characteristics are established. Since the river is hydrologically unexplored, calculations of maximum water flows and levels are performed using an analogue river. The results showed that the design is determined by the discharge of rain floods, which exceed the discharge of spring floods. The flood-prone areas of the floodplain have been identified. The research materials provide a scientific basis for the development of a project for the clearing and ecological rehabilitation of the Tovarnaya River, which is an important task in the context of sustainable development of urban water bodies.

Key words: *Tovarnaya River, small rivers, Kaliningrad, engineering and hydrometeorological surveys, hydrological calculations, riverbed morphology, anthropogenic load, riverbed clearing, rain floods, analog river.*