



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Гидрологии суши

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(дипломный проект)

На тему **ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СТРОИТЕЛЬСТВА ПЕРЕХОДА АВТОМОБИЛЬНОЙ
ДОРОГИ ЧЕРЕЗ РЕКУ ОХТА**

Исполнитель Чубич Светлана Сергеевна

Руководитель кандидат географических наук, доцент
Сакович Владимир Михайлович

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

к.г.н., доцент
Сикан Александр Владимирович

«08» июня 2018г.

Санкт-Петербург
2018

Содержание

Введение	3
1. Природные условия района.....	5
1.1. Климатические условия.....	5
1.2. Геоморфологические и почвенно-растительные условия.....	12
1.3. Характеристика гидрографической сети реки Охта.....	14
2. Гидрологическая характеристика.....	16
2.1. Гидрологическая изученность.....	16
2.2. Водный режим реки Охта.....	18
2.3. Термический и ледовый режим.....	20
2.4. Материалы обследования и гидрографическая характеристика.....	23
3. Расчет максимальных расходов воды.....	30
3.1. Исходные данные и анализ однородности рядов.....	30
3.2. Оценка статистических параметров и расходов различной обеспеченности реки-аналога.....	36
3.3 Расчет максимальных расходов воды в проектном створе.....	39
4. Определение расчетных уровней воды.....	41
Заключение.....	46
Список литературы.....	47

Введение

Целью выпускной бакалаврской работы был расчет максимальных уровней воды необходимых для строительства мостового перехода на участке автомобильной дороги Санкт-Петербург – Матокса.

По проекту строительство автомобильной дороги нового выхода из Санкт-Петербурга от КАД проходит в обход населенных пунктов Мурино и Новое Девяткино с выходом на существующую автомобильную дорогу «Санкт-Петербург – Матокса» во Всеволожском районе Ленинградской области.

Предполагаемый переход автомобильной дороги через р. Охта находится у ПК 57+30.

Для проектирования мостового перехода необходимо иметь расчетные гидрологические характеристики в соответствии с требованиями нормативного документа Госстроя России СП 33-101-2003[1], требуется определить максимальные уровни воды различных обеспеченностей $P_{\%} = 1\%$, $P_{\%} = 2\%$, $P_{\%} = 5\%$, $P_{\%} = 10\%$ [2] в створе мостового перехода.

Задачей дипломного проекта являлось определение расчетных максимальных уровней воды.

Для этого был произведен анализ климатических условий формирования стока; проведена оценка гидрологической изученности; определены реки-аналоги, подходящие для расчета максимальных расходов воды в створе проектирования мостового перехода.

Были собраны данные о максимальных расходах воды на реке-аналоге и составлены ряды максимальных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков; проанализированы их статистические характеристики, рассчитаны максимальные расходы воды реки-аналога и максимальные расходы воды в расчетном створе; с использованием материалов полевых изысканий, проведенных на реке Охта организацией

ЗАО «Нева-Дорсервис» , по расчетным значениям максимальных расходов воды были определены необходимые расчетные уровни воды.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы.

В первой главе описаны природные условия района, приведена характеристика гидрографической сети реки Охта.

Во второй главе даны данные по гидрологической изученности; описаны водный, термический и ледовый режимы реки Охта. Приведены материалы обследования и гидрографическая характеристика.

В третьей главе представлены исходные данные, используемые в работе; произведена оценка статистических параметров и расходов различной обеспеченности реки-аналога, выполнен расчет максимальных расходов воды.

В четвертой главе были определены расчетные уровни воды.

Общее количество страниц- 47

Количество таблиц – 23

Количество иллюстраций - 14

1. Природные условия района

1.1. Климатические условия

Климат рассматриваемого района является переходным от морского к континентальному. Характеризуется продолжительной мягкой зимой и коротким прохладным летом. Отличительной чертой является поступление в течение года воздушных масс из Атлантики. Средняя многолетняя температура воздуха составляет $4,4^{\circ}\text{C}$. Средняя температура самого холодного месяца, января, -8°C , самого теплого, июля, $17,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры достигает -36°C , абсолютный максимум 37°C .

Переход среднесуточной температуры воздуха весной через 0°C наблюдается в среднем 5 апреля, осенний переход через 0°C происходит 12 ноября. Средняя дата последнего заморозка - 29 апреля, первого - 16 октября. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 169 суток. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 0°C - 220 суток. Внутригодовой ход температуры поверхности почвы аналогичен ходу температуры воздуха. Средняя многолетняя температура поверхности почвы составляет 5°C ; абсолютный максимум достигает 50°C , абсолютный минимум -40°C . Средняя дата появления последнего заморозка на почве - 17 мая, первого заморозка осенью - 1 октября. Средняя продолжительность безморозного периода на почве составляет 136 суток. Годовая норма осадков составляет 620 мм. Наименьшее месячное количество осадков наблюдается в марте - 32 мм, наибольшее в августе - 82 мм. В жидком виде выпадает 55 % осадков, 26 %- в твердом и 19 % - в смешанном виде. Осадки в летний период носят преимущественно ливневой характер. В таблице 1.1. приведены суточные максимумы осадков различной обеспеченности.

Таблица 1.1 - Суточный максимум осадков различной обеспеченности.

P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%	P=50%	P=63%
80	71	57	47	38	30	25

Появление снежного покрова в среднем наблюдается 31 октября (крайние даты: 3 октября и 27 ноября). Образование устойчивого снежного покрова обычно происходит 7 декабря. Разрушение снежного покрова в среднем начинается 30 марта. Полный сход снежного покрова в среднем происходит 16 апреля (крайние даты: 25 марта и 9 мая). Продолжительность со снежным покровом в среднем составляет 132 дня. Наибольшей мощности снежный покров достигает в конце февраля – начале марта. Максимальная высота снежного покрова в защищенной местности изменяется от 0,1 м до 0,6 м, в среднем составляя 0,33 м. За период наблюдений 1999 - 2008 гг. максимальная высота снежного покрова за зиму составила 69 см. Район по весу снегового покрова IV , значение веса снегового покрова – 2,4 кПа. Над рассматриваемой территорией в теплый период преобладают ветры западных и юго-западных направлений. Среднегодовая скорость ветра равна 4,3 м/с. Наибольшие среднемесячные скорости ветра обычно наблюдаются в январе и ноябре (4,7 м/с), наименьшие – в августе (3,7 м/с). Сильные ветры чаще всего наблюдаются в октябре. Максимальные по направлениям скорости ветра различной обеспеченности за период апрель - октябрь приведены в таблице 1.2. Средняя многолетняя величина суммарного испарения с поверхности суши за год составляет 430 мм. Норма годовой величины испарения с водной поверхности – 540 мм. В таблице 1.3. приведены основные показатели климатических условий района.

Таблица 1.2 -Максимальные скорости ветра различной обеспеченности за период апрель – октябрь.

Направление ветра	Скорости ветра, м/с						
	P=1%	P=3%	P=4%	P=5%	P=10%	P=20%	P=50%
С	23,0	21,5	20,5	20,0	19,0	18,0	16,5
СВ	25,5	23,5	23,0	22,0	21,5	20,0	18,5
В	17	15,0	14,5	14,5	13,5	13,0	12,0
ЮВ	19,0	18,0	17,5	17,0	16,5	16,0	15,0
Ю	21,0	20,0	19,0	19,0	18,5	17,0	16,5
ЮЗ	21,5	20,5	20,5	20,0	19,0	18,5	17,0
З	25,5	24,5	23,5	23,0	22,0	20,5	19,0
СЗ	21,5	20,0	19,0	18,5	18,0	17,0	16,0

Таблица 1.3.- Основные показатели климатических условий района.

Основные показатели климатических условий. Метеостанция «Санкт-Петербург»	Характеристика. Значение.
Климат района, дорожно-климатическая зона	Близкий к морскому II B
Среднегодовая температура воздуха	4,4
Абсолютный минимум температуры воздуха	-36 °С (1940 г.)
Абсолютный максимум температуры воздуха	37 °С (2010 г.)
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.92	-30 °С
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.98	-33 °С
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиб. холодного месяца	5,6°С
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца	8,2°С
Температура воздуха холодного периода, °С, обеспеченностью 0,94	-11°С
Температура воздуха тёплого периода, °С, обеспеченностью 0,95	20,5°С
Средняя годовая скорость ветра, м/с	2.7

Преобладающее направление ветра за декабрь - февраль	ЮЗ
Преобладающее направление ветра за июнь - август	З
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	0
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	4,2
Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой $\leq 8^{\circ}\text{C}$	2,8
Сумма атмосферных осадков за год, мм	620
Количество осадков за ноябрь – март, мм	200
Количество осадков за апрель - октябрь, мм	420
Максимальное суточное количество осадков, мм	76
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиб. холодного месяца	86%
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиб. теплого месяца	72%
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	07 XI
Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова	30 II
Средняя дата появления снежного покрова	31 X
Средняя дата схода снежного покрова	16 IV
Число дней в году с устойчивым снежным покровом	132
Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова, см	33
Расчетная толщина снежного покрова вероятностью превышения 5%, см	70
Глубина промерзания для глинистых и суглинистых грунтов, см	120 (140)
Среднее число дней с метелью	14
Средняя продолжительность метели в день с метелью, ч	4,9
Среднее число дней с гололедом	7
Среднее число дней с туманом	27
Средняя продолжительность тумана в день с туманом, ч	3,4
Среднее число дней с грозой	18
Средняя продолжительность грозы в день с грозой, ч	1,2

Средняя многолетняя сумма осадков по МС Санкт- Петербург составляет 600-620 мм. Распределение их в течении года неравномерное,

большая часть осадков выпадает в теплый период года, данные в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Основные климатические характеристики по данным метеостанции Санкт-Петербург

Характеристика	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Среднее месячное и годовое количество осадков, мм	38	35	32	38	46	62	68	82	66	58	51	44	620
Абсолютный минимум температуры воздуха	-36	-35	-29	-18	-6	0	5	1	-3	-13	-22	-34	-36
Абсолютный максимум температуры воздуха	6	6	13	25	31	32	34	37	29	21	12	9	37
Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с	3,1	2,8	2,7	2,6	2,5	2,6	2,2	2,2	2,4	2,8	3,1	3,2	2,7
Средняя месячная и годовая упругость водяного пара, мб	3,3	3,2	3,9	5,7	8,0	11,8	14,6	14,3	10,9	7,6	5,5	4,2	7,8
Средняя	86	84	78	72	65	67	72	76	81	84	87	88	79

месячная и годовая относительная влажность воздуха, %													
Средний месячный и годовой дефицит насыщения, мб	0,5	0,6	1,1	2,5	5,1	6,7	6,6	5,0	2,8	1,5	0,8	0,6	2,8
Средняя месячная и годовая температура воздуха	-7,8	-7,8	-3,9	3,1	9,8	15,0	17,8	16,0	10,9	4,9	-0,3	-5,0	4,4

Продолжительность теплого и холодного периодов составляет 7 и 5 месяцев соответственно. Первые заморозки в среднем отмечаются в сентябре, последние - в мае, продолжительность безморозного периода в среднем составляет 124-129 дней, таблица 1.5.

Таблица 1.5 - Средние даты наступления заморозков и продолжительность безморозного периода в воздухе

Название метеостанции	Дата последнего заморозка			Дата первого заморозка			Продолжительность безморозного периода, дни		
	Сред.	Ранн.	Поздн.	Сред.	Ранн.	Позд.	Сред.	Наим.	Наиб.
Санкт-Петербург	19.05	29.04	06,06	21.09	29.08	19.10	124	89	154

Первый (временный) снежный покров образуется в последних числах октября, как правило, он сразу же сходит, поскольку почва еще недостаточно промерзла. Устойчивый снежный покров образуется в среднем в начале декабря, разрушается и сходит в апреле (табл. 1.6 — 1.7).

Таблица 1.6- Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова

Метеостанция			Санкт-Петербург		
Среднее число дней со снежным покровом			132		
Дата появления снежного покрова					
Средняя		Ранняя		Поздняя	
31.10		03.10		27.11	
Дата образования			Дата разрушения		
Устойчивого снежного покрова					
Средняя	Ранняя	Поздняя	Средняя	Ранняя	Поздняя
07.12	27.10	-	30.03	-	22.04
Дата схода снежного покрова					
Средняя		Ранняя		Поздняя	
16.04		25.03		09.05	

Таблица 1.7 - Средняя декадная высота снежного покрова (см) по постоянной рейке

Метеостанция Санкт-Петербург			Место открытия			X			XI			XII			I		
						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
						•	•	•	2	2	5	7	9	11	14	17	19
II			III			IV			V			VI			Наибольшая		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Ср	Мак.	Мин
23	26	28	27	24	16	6	•	•	•	-	-	-	-	-	33	73	8

Одной из характеристик режима увлажнения является число дней с осадками.

За день с осадками считают сутки, в течение которых выпадает 0,1 мм и более осадков. Среднее число дней с количеством осадков ≥ 20 мм за год – 2 дня, наибольшее число дней с количеством осадков равным или превышающим данную величину наблюдается в июле и августе, в таблице 1.8 даны суточные максимумы осадков различной обеспеченности.

Таблица 1.8 Среднее число дней с различным количеством осадков по данным МС Санкт-Петербург

	$\geq 0,1$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	$\geq 5,0$	$\geq 10,0$	$\geq 20,0$	$\geq 30,0$
I	20,4	12,4	8,7	1,4	0,2	0,01	-
II	17,4	11,4	8,4	1,4	0,1	-	-
III	13,9	9,4	7,2	1,3	0,2	0,01	-
IV	12,8	9,7	7,7	2,0	0,6	0,1	-
V	12,4	9,6	7,8	2,8	1,0	0,2	0,04
VI	13,3	10,8	9,3	3,9	1,7	0,3	0,1
VII	13,8	11,3	9,5	4,0	2,0	0,4	0,1
VIII	15,0	12,5	10,8	4,9	2,3	0,7	0,2
IX	16,2	12,9	10,8	4,3	1,6	0,2	0,1
X	16,8	13,2	10,7	3,7	1,2	0,1	-
XI	18,7	13,4	10,6	2,8	0,6	0,1	-
XII	20,7	13,8	10,4	1,8	0,3	-	-
Год	191	140	112	34	12	2	0,5

Для климатической характеристики были использованы данные пособия - Климат Санкт-Петербурга и его изменения. СПб.: ГГО, 2010. [3]

1.2. Геоморфологические и почвенно-растительные условия

Рассматриваемая территория расположена на северо-западе Восточно-Европейско равнины в пределах Прибалтийской низменности. Прибалтийская низменность занимает большую часть рассматриваемой

территории и представляет собой полого наклоненную на север волнистую равнину с абсолютными отметками поверхности 50-100 м. С юга к Прибалтийской низменности примыкает Силурийское (Ордовикское плато), где берут начало большинство рек района. Абсолютные отметки Ордовикского плато достигают 155 м. В пределах Ордовикского плато развит карст, о чем свидетельствуют ключи и родники, выклинивающиеся на периферийных частях плато. Вдоль северного края Силурийского плато прослеживается Балтийско - Ладожский глинт, отделяющий Предглинтовую низменность от плато. Прибалтийская низменность пересечена густой речной сетью. Долины врезаны неглубоко. Современный рельеф рассматриваемой территории сформирован в четвертичный период после валдайского оледенения и представляет собой аккумулятивную террасированную озерно-ледниковую равнину с абсолютными отметками 10,0-18,5 м. Сложен бассейн четвертичными морскими и ледниковыми отложениями (глины, суглинки, пески) на коренных осадочных породах протерозоя. Так же стоит отметить, что исследуемая территория, расположена в лесной зоне, где преобладают дерново-подзолистые и болотные почвы. Дерново-подзолисто-глееватые почвы занимают небольшие повышения рельефа. По механическому составу выделяются песчаные и суглинистые разновидности. Оглеение выражено в виде сизых и ржавых пятен в верхней части почвенного профиля. Содержание гумуса среднее. Эти почвы занимают пониженные элементы рельефа: плоские равнинные участки, тальвеги, подножья склонов. По механическому составу выделяются супесчаные и суглинистые разности. Дерново-подзолисто-глеевые почвы сильно кислые, иногда среднекислые. Содержание гумуса различное и колеблется от 1,3 % до 8,7 %. Дерново-глеевые почвы развиты на наиболее пониженных элементах рельефа.

Морфологический профиль этих почв отличается слабой дифференцированностью на горизонты. По механическому составу эти

почвы тяжелосуглинистые, сформировавшиеся на тяжелых озерно-ледниковых суглинках. Содержание гумуса в этих почвах высокое 7,7-12,0%.

На землях, прилегающих к садоводствам, трассам ЛЭП, железной дороге, преобладающим типом растительности являются мелколиственные леса - березовые, осиновые, серой ольхи и кустарниковые заросли с преобладанием ивы. Как правило, эти участки характеризуются затрудненным оттоком поверхностных вод и заболочены.

1.3. Характеристика гидрографической сети реки Охта

Территория Ленинградской области характеризуется хорошо развитой

гидрографической сетью. Гидрографическая сеть рассматриваемой территории относится к Северо - Западному району. Реки Северо - Западного района принадлежат бассейну Балтийского моря.

Основные гидрографические характеристики водотока приведены в таблице 1.9. Река Охта является одним из главных притоков р. Нева и самым крупным из правобережных притоков. Верхнюю часть реки, до впадения левобережного притока – р. Оккервиль, называют Большая Охта. Река относится к бассейну Балтийского моря (р. Охта –р. Нева – Финский залив). Исток реки Охта расположен в 2,5 км северо-восточнее д. Термолото, на южном склоне Лемболовских высот (Всеволожский район Ленинградской области) на высоте 130 м над уровнем моря. Основное направление течения р. Охта – с севера на юг. Река Охта впадает в р. Нева в 12 км от устья. Длина реки Охта 90 км, площадь водосбора 768 км², средний уклон реки – 1,40‰. Густота речной сети бассейна р. Охта равна 1,29 км/км². Средний расход воды в устье реки 7,2 м³/с. Река Охта на участке проектируемого мостового перехода несудоходна. Гидрографические характеристики водотока (площадь водосбора до створа

перехода, залесенность, заболоченность и др.) определены по картам масштаба 1:50000, 1:25000, 1:10000.

Таблица 1.9 - Гидрографические характеристики р. Охта

Водоток	Р. Охта
Пикет	57+30
А, км ²	329
Залесенность, %	63
Заболоченность %	2
Озерность, %	2
Длина от истока, км	60,8
Уклон водотока средневз., ‰	2,04
Уклон склонов, ‰	12,3

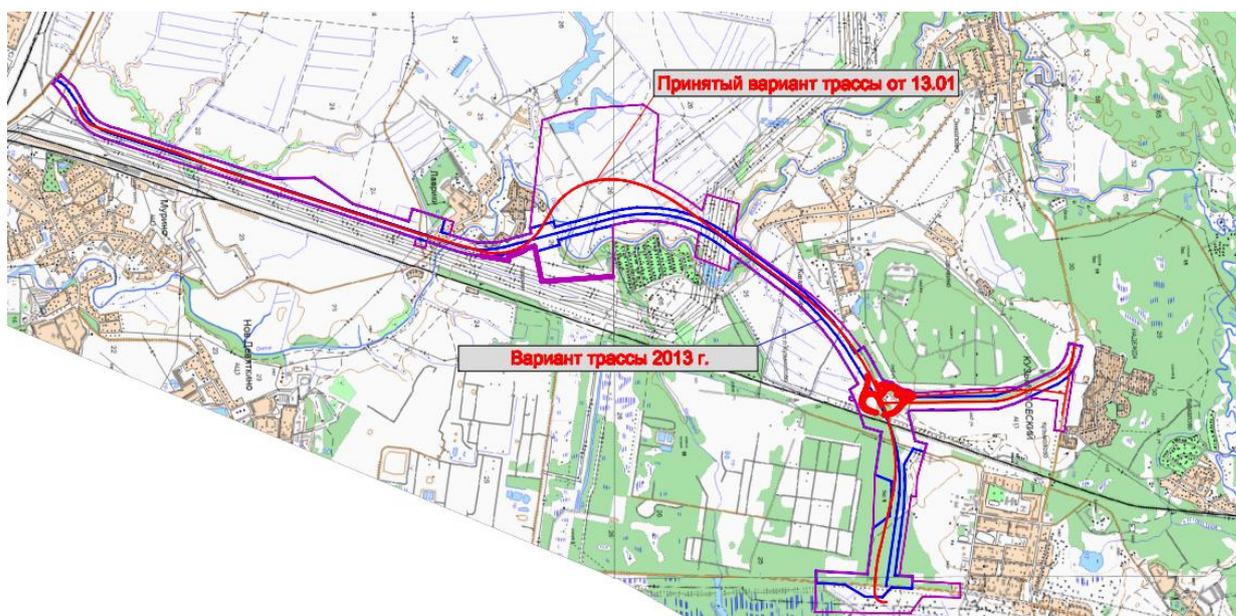


Рисунок 1.1. Участок проектируемой автомобильной дороги в местах пересечения р. Охта

2. Гидрологическая характеристика

2.1. Гидрологическая изученность

Река Охта изучена достаточно хорошо, наблюдения за стоком воды на гидрологическом посту д. Новое Девяткино проводились в период с 1932 по 1994, 2005 гг. и по настоящее время. С 1995 г. по 2004 г. на ГП р. Охта – д. Новое Девяткино велись наблюдения только за уровнями воды. Створ проектируемых переходов через р. Охта расположен на расстоянии 6,2 км вверх по течению от гидрологического поста. Гидрологическая изученность - сведения по основному посту р.Охта-д.Новое Девяткино - приведена в таблице 2.1..На рисунке 2.1 показан действующий гидрологический пост р. Охта. Общий вид участка реки у поста показан на рисунке 2.2

Таблица 2.1- Данные по основному посту р.Охта-д.Новое Девяткино

Река-пост	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Период наблюдений	
			открыт	закрит
р.Охта-д.Новое Девяткино	23	340	26.05.1932	действует

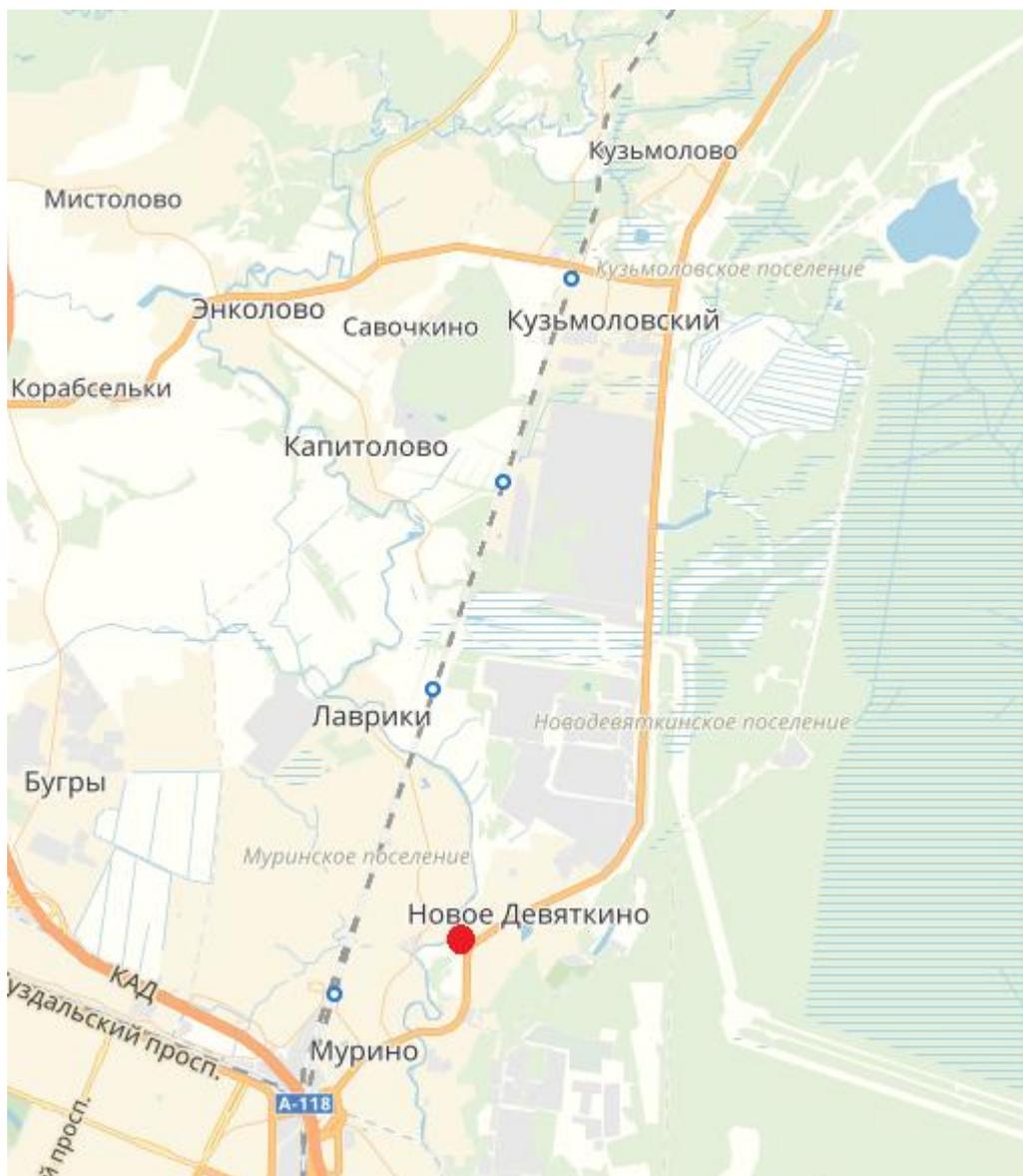


Рисунок 2.1. Действующий гидрологический пост р.Охта-д.Новое Девяткино
(красная точка – пост)



Рисунок 2.2. Общий вид р. Охта в створе поста д. Новое Девяткино, вид одной из свай поста.

2.2. Водный режим реки Охта

Пересекаемый проектируемой трассой водоток принадлежит к типу равнинных рек, для которого характерно смешанное питание с преобладанием снегового. В годовом ходе уровня воды четко выражены четыре фазы: весеннее половодье, летне-осенняя межень, практически ежегодно нарушаемая дождевыми паводками, затем короткий осенне-зимний период с несколько повышенной водностью реки, зимняя межень, в отдельные годы прерываемая подъемами уровней, вызванных подпором от зажорных явлений. Весеннее половодье начинается, как правило, в последней декаде марта. В отдельные годы, в зависимости от характера весны, сроки начала половодья смещаются от среднемноголетних на одну - две недели. Средняя продолжительность подъема уровней составляет 10-15 дней, т.е. пик половодья проходит обычно в первой декаде апреля. Средняя интенсивность подъема

весеннего половодья составляет 10-15 см/сутки, максимальная может достигать 40 см/сутки. Высота подъема уровня воды весеннего половодья над меженным уровнем достигает 1,5-2,5 м. Спад весеннего половодья, как правило, более продолжительный, и всегда менее интенсивный. Заканчивается половодье в конце апреля. Естественный водный режим реки Охта на исследуемом участке изменён работой плотин ниже створа ПК 57+30, сбросами сточных вод Северной ТЭЦ.

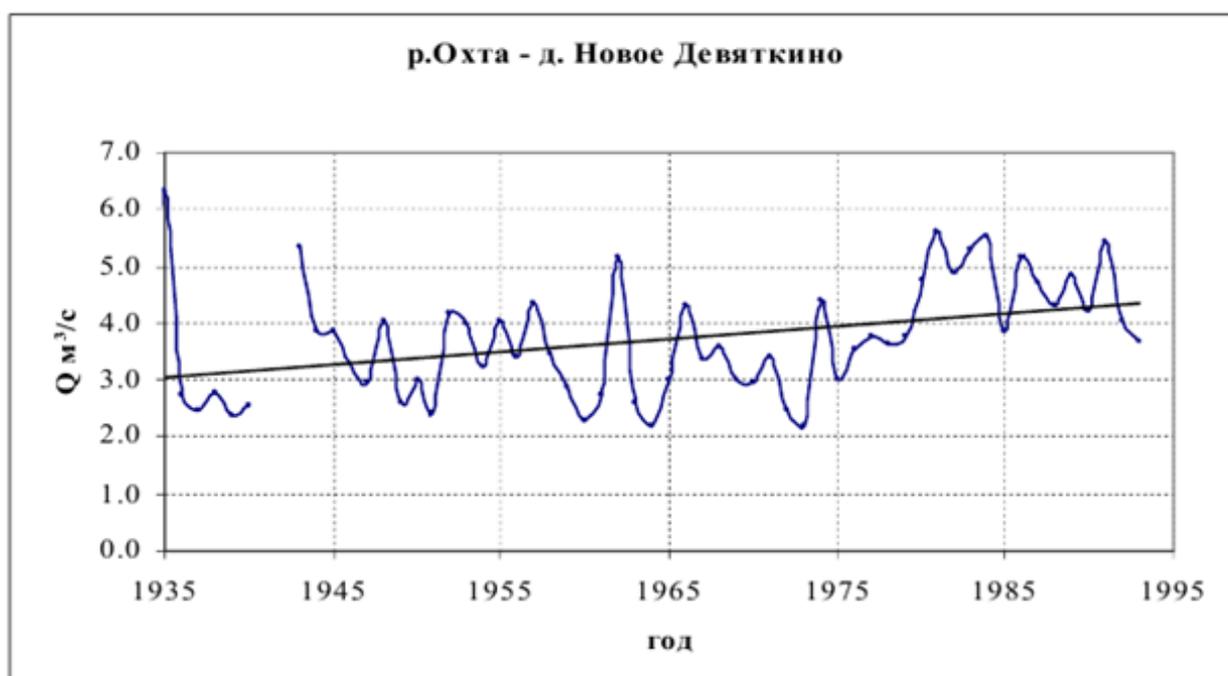


Рисунок 2.3. Многолетняя динамика годового стока р. Охта – д. Новое Девяткино.

Общая продолжительность весеннего половодья в среднем составляет 30 - 40 дней, наибольшая - до 50. Причиной увеличения общей продолжительности половодья может служить наложение на него дождевых паводков. Доля весеннего стока в годовом объеме составляет 30 - 40 %. Летне-осенняя межень обычно наступает в середине мая - начале июня и заканчивается в октябре. Она характеризуется незначительными колебаниями уровней. Наименьшие уровни отмечаются в июле, августе, реже сентябре; средняя продолжительность стояния их на реке 15-20, наибольшая наблюденная - до 70 дней. Ежегодно 2 - 3 раза межень

нарушается дождевыми паводками. Особенно дождливыми бывают август-октябрь. По высоте подъема уровня воды эти паводки, как правило, значительно ниже снеговых, а по объему составляют 0,4-0,5 величины весеннего половодья. Доля летне-осеннего стока с дождевыми паводками составляет до 30-40 %. Зимняя межень устанавливается в конце ноября - середине декабря; наиболее ранние сроки приходятся на конец октября, наиболее поздние - на январь. Заканчивается зимняя межень с началом подъема весеннего половодья в среднем в середине-конце марта. Наиболее маловодный период в феврале, марте, средняя продолжительность 15-20 дней. Зимний сток в годовом объеме составляет 15-20 дней.

2.3. Термический и ледовый режим

Термический режим рек определяется, в основном, климатическими условиями, теплообменом, происходящим между атмосферой, водой и грунтом речного ложа. Значительное влияние оказывают сточные воды Северной ТЭЦ, сбрасываемые в реку. Годовой ход температуры воды рек в общих чертах повторяет годовой ход температуры воздуха. Прогрев воды в реках начинается ранней весной еще при наличии ледяного покрова, но быстрое нарастание температуры воды происходит после очищения рек ото льда. Весеннее повышение температуры речных вод начинается примерно с середины апреля. В мае средняя многолетняя температура воды достигает 5 - 7 °С. Наиболее сильный нагрев воды происходит в июне. Среднемесячная температура воды в июне по сравнению с маем

повышается на 7 - 9 °С. В июле интенсивность нагревания воды значительно снижается и наступает годовой максимум температуры

воды – 25 - 28,6 °С. Среднемесячная температура воды в июле 16 - 21 °С. После наступления годового максимума температуры воды начинается вначале медленное, а затем более ускоренное охлаждение. В августе температура воды падает на 1,5 - 2 °С, а в сентябре на 5 - 8 °С.

Дата перехода температуры воды через 0,2 °С весной является показателем начала устойчивого повышения температуры и исчезновения ледяных образований, осенью – начала охлаждения воды в период появления ледяных образований. Переход температуры воды через 0,2 °С для рек рассматриваемого района происходит в среднем весной 15 IV, осенью – XI.

Ледовый режим рек рассматриваемого района формируется в условиях переходной зоны между западноевропейским морским и евроазиатским континентальным климатами. Морские воздушные массы, поступающие с Атлантического океана, оказывают значительное влияние на

образование ледяного покрова, его устойчивость и продолжительность. Первое появление ледовых образований на водотоке происходит в среднем во второй декаде октября. Осенний ледоход наблюдается на большинстве рек и длится обычно 5-10 дней. Ледостав устанавливается в среднем в конце ноября, продолжительность его около 120- 130 дней. Наибольшая толщина льда, как правило, наблюдается в марте. К концу зимы толщина льда на реках составляет в среднем 40-50 см. В суровые зимы, а также в зимы с чередованием оттепелей и морозов, толщина льда может достигать 70 см. Малые водотоки и канавы, каналы осушительной сети промерзают до дна. Следует отметить, что на мелиорированных водосборах водотоков, русла канав и каналов к концу зимы оказываются забитыми снегом и льдом, что сказывается на условиях водоотведения в период начала снеготаяния. Вскрытие водотока происходит, обычно, в первой декаде апреля. В среднем на рассматриваемой территории вскрытие рек происходит в течение 20 дней.

Весенний ледоход наблюдается на реках в течение 4-6 дней и не каждый год. Разрушение ледяного покрова, как правило, начинается с появления промоин, течения воды по ледяному покрову. На участке водпоста ст. Новое Девяткино отмечены небольшие заторы льда. Общая продолжительность периода с ледовыми явлениями составляет в среднем 150-160 дней.

Образования мощных заторов для большинства рек рассматриваемой территории не характерно, так как весенний ледоход отличается малой интенсивностью. Образующиеся заторы, как правило, не достигают больших размеров и практического значения не имеют.

Образование зажоров на р. Охта происходит главным образом в период установления ледостава, таблица 2.2. В таблице 2.3. даны данные по толщине льда р. Охта по декадам.

Таблица 2.2- Характеристика зажоров на реке р. Охта – д. Новое Девяткино (1936-1994 гг.)

Река	Пункт	Годы с зажорами	Максимальный заторный подъем, см
р. Охта	д. Новое Девяткино	1949-1956, 1958, 1959, 1962, 1963	105 (1958 г.)

Таблица 2.3 -Толщина льда р. Охта – д. Новое Девяткино по декадам, см

Толщина льда	XI			XII			I		
	10	20	30	10	20	31	10	20	31
Средняя			6	11	21	25	37	45	53
Максимальная	6	16	20	31	58	63	69	76	91
Минимальная	0	0	0	0	0	0	0	-	21
Толщина льда	II			III			IV		
	10	20	29	10	20	31	10	20	30
Средняя	59	66	70	64	69	56			
Максимальная	98	100	138	147	152	-	108	80	-
Минимальная	27	35	38	0	0	0	0	0	0

2.4. Материалы обследования и гидрографическая характеристика

Инженерно-гидрологические изыскания на исследуемом участке проектируемой автомобильной трассы в основном выполнены в августе – сентябре 2013 г.

В период проведения изысканий выполнены следующие работы:

- сооружение водомерного поста на исследуемом участке р. Охта, наблюдение за уровнями воды в период проведения работ;

- разбивка и нивелирование основных морфостворов на участке проектируемого мостового перехода реки Охта:

1-й морфоствор – выше оси проектируемого моста, 2-й по оси, 3-й ниже оси проектируемого перехода.

- по оси морфостворов выполнено нивелирование до отметок, превышающих отметки максимально наблюдаемых уровней воды на 1,0 м;

- нивелирование мгновенного уклона водной поверхности на участках реки от морфоствора №1 до морфоствора №3;

- обследование реки на участке между верхним и нижним морфостворами с целью выявления направления течения в половодье, характера и интенсивности русловых переформирований, установления меток высоких вод и т.п.;

- нивелирование установленных на обследуемых участках рек меток высоких вод;

- измерение скоростей течения (расходов воды);

- промеры глубин на исследуемых участках рек (русовая съёмка).

Основные полевые работы на реках выполнены в период летне-осенней межени. Средние скорости течения воды реки в период проведения изысканий-0,09-0,2 м/с, измеренные расходы воды соответственно составили – 2,77.

Ниже створа расчетного перехода ПК 57+30 в 0,6 км расположена плотина руслового водохранилища, слив воды осуществляется через горизонтальный водосливной гребень плотины.

Таблица 2.4 - Виды и объемы работ по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям

№п/п	Виды работ	Измеритель	Назначение работ	Объемы работ
I	ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ			
1	Рекогносцировочное обследование водотоков	1 км маршрута	Выполняются для определения типа состояния водотоков – берегов, поймы, русла; установления меток высоких вод; выбор местоположения промерных створов	4
2	Рекогносцировочное обследование водотоков бассейнов	1 км маршрута	Выполняются для установления гидрографической сети условий её питания, растительности, почв и др.	5
3	Установление высот высоких уровней воды	1 комплекс	Необходимо для установления высоких исторических и других характерных уровней воды водотоков	4
4	Нивелирование реки проложением нивелирного хода 4 класса	1 км	Выполняются для связки горизонтов воды при русловой съёмке	3,9
5	Определение мгновенного уклона поверхности воды	1 определение	Выполняются для определения уклона водной поверхности	4
6	Сооружение водомерного поста из одной сваи	1 пост	Выполняются для выполнения гидрометрических наблюдений	4
7	Промеры глубин с составлением плана в масштабе	1 профиль	Выполняются для установки водомерного поста, гидравлических расчётов и пр.	100

	1:500			
8	Разбивка и нивелирование морфометрического створа	1 км	Необходимо для установления границ бассейнов, определения площади бассейна, коэффициента шероховатости русла и склонов, составления ведомостей исходных данных для расчёта стока.	1,8
9	Фотоработы	1 снимок	Выполняются для получения изображений состояния водотоков, залеленности бассейнов, меток УВВ, створов переходов и пр.	17
II	КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ			
1	Обработка результатов Рекогносцировочного обследования водотоков	1 км маршрута	Выполняются для определения типа состояния водотоков – берегов, поймы, русла; установления меток высоких вод; выбор местоположения промерных створов	4
2	Обработка результатов Рекогносцировочного обследования бассейнов водотоков	1 км маршрута	Выполняются для установления гидрографической сети условий её питания, растительности, почв и др.	5
3	Обработка результатов изыскания для расчёта стока с бассейна водотока	1 бассейн	Необходимо для установления границ бассейнов, определения площади бассейна, коэффициента шероховатости русла и склонов, составления ведомостей исходных данных для расчёта стока.	10
4	Составление таблицы гидрологической изученности бассейна водотока	1 таблица	Выполняются для установления изученности территории, в т. ч. выбора рек - аналогов	1

5	Составление схемы Гидрометеоролог ической изученности бассейна водотока	1 схема	Выполняются по готовой таблице изученности	1
6	Определение площади водосбора	1 дм2	Необходимо для выполнения расчётов гидрологических характеристик, СП 33-101-2003	20
7	Определение средней высоты водосбора	1 водосбор	Необходимо для выполнения расчётов гидрологических характеристик, СП 33-101-2003	3
8	Определение уклона водосбора	1 водосбор	Необходимо для выполнения расчётов гидрологических характеристик, СП 33-101-2003	3
9	Выбор аналога	1 расчёт	Необходимо для выполнения расчётов гидрологических характеристик, СП 33-101-2003	1
10	Определение максимального расхода воды по формуле предельной интенсивности	1 расчет	Определение расчетных гидрологических характеристик для обоснования проектных решений в соответствии с требованиями нормативных документов, гл. 6,7 СП 33-101- 2003	9
11	Определение максимального расхода воды дождевых паводков	1 расчет	Определение расчетных гидрологических характеристик для обоснования проектных решений в соответствии с требованиями нормативных документов, гл. 6,7 СП 33-101-2003	9
12	Построение кривой расходов гидравлическим методом	1 график	Необходимо для определения расчётных уровней воды водотоков	5
13	Определение смещения русла в плане	1 участок	Выполняются для определения скоростей деформаций	1

При выполнении инженерных изысканий использовались приборы и оборудование, прошедшие в установленном порядке метрологическое обеспечение (наличие свидетельств о поверке средств измерений) в соответствии с требованиями государственных стандартов. Полевые инженерно-изыскательские работы производились с соблюдением требований Законодательства об охране окружающей среды и техники безопасности.



Рисунок 2.4 - Общий вид участка р. Охта у створа перехода ПК 57+30



Рисунок 2.5- Левый берег в створе перехода трассы р. Охта ПК 57+30

Участок реки в створе перехода проектируемой трассы ПК 57+30 представляет собой русловое водохранилище, обеспечивающее водоснабжение предприятия ГИПХ (водозабор и насосная станция расположены в 0,2 км выше плотины, рисунок 2.6).

Уровни воды р. Охта на участке водохранилища полностью определяются отметкой водослива плотины и расходом воды, проходящим через плотину. В настоящее время на плотине нет регулирующих щитов, затворов. Вода свободно перетекает через гребень плотины. От створа перехода плотина водохранилища расположена в 0,62 км ниже по течению реки.

Для данного рассматриваемого участка р. Охта выполнена русловая съёмка для оценки деформаций русла (составления характеристики естественного русла реки). На исследованном участке реки карчеход не отмечен, также не наблюдаются наледи в водотоке, пересекаемом проектируемой трассой автодороги.



Рисунок 2.6 - Общий вид на плотину руслового водохранилища, нижний бьеф



Рисунок 2.7 - Общий вид на плотину руслового водохранилища, верхний бьеф.

3. Расчет максимальных расходов воды

3.1. Исходные данные и анализ однородности рядов

Определение расчетного расхода у проектируемого искусственного сооружения выполнено в соответствии с требованиями СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», М. 2003. [1]. Весеннее половодье на водотоке исследуемого района является основной фазой водного режима. В этот период проходит в среднем от 40 до 60% суммарного стока за год. При этом большая часть объема весеннего половодья (75-80%) формируется за счет поверхностного стока талых вод.

Данные о максимальных срочных и среднесуточных расходах весеннего половодья и дождевых паводков с 1933 по 1980 гг были выписаны из справочников - основные гидрологические характеристики [4] и многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши [5]. Материалы с 1980 по 2014 гг были самостоятельно выписаны и обработаны из гидрологических ежегодников в библиотеке Государственного гидрологического института [6]

С 1995г. по 2004г. на р. Охта – д. Новое Девяткино материалы максимальных расходов воды отсутствуют, т.к. велись наблюдения только за уровнями воды.

Исходные данные приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Данные по максимальным срочным и среднесуточным расходам весеннего половодья и дождевых паводков на р. Охта – д. Новое Девяткино

№	Год	Весеннее половодье		Дождевые паводки		Смешан ные	Индекс
		Q _{max} срочные	Q _{max} ср.сут.	Q _{max} срочные	Q _{max} ср.сут.	Q _{max} срочные	
1	1933	27	23	27	27	27	1
2	1934	18	18	9	9	18	1
3	1935	33	33	30	30	33	1
4	1936	31	31	9	9	31	1
5	1937	17	17	8	8	17	1
6	1938	36	36	9	8	36	1
7	1939	32	32	9	8	32	1
8	1940	22	22	9	8	22	1
9	1941	28	28	6	6	28	1
10	1942	-	-	14	14	14	2
11	1943	41	41	24	24	41	1
12	1944	38	38	5	4	38	1
13	1945	33	33	24	19	33	1
14	1946	53	53	3	3	53	1
15	1947	28	27	9	9	28	1
16	1948	64	64	13	12	64	1
17	1949	34	33	3	3	34	1
18	1950	25	25	6	6	25	1
19	1951	35	35	3	3	35	1
20	1952	50	46	24	22	50	1
21	1953	36	36	10	10	36	1
22	1954	16	16	12	12	16	1
23	1955	49	46	-	23	49	1
24	1956	39	37	7	7	39	1
25	1957	65	59	14	13	65	1
26	1958	31	30	8	8	31	1
27	1959	39	39	7	6	39	1
28	1960	38	34	3	3	38	1
29	1961	20	19	12	11	20	1
30	1962	47	45	20	19	47	1
31	1963	20	20	13	13	20	1
32	1964	28	28	5	5	28	1
33	1965	32	32	10	9	32	1
34	1966	41	40	22	22	41	1

35	1967	30	30	17	17	30	1
36	1968	26	25	18	18	26	1
37	1969	30	29	-	15	30	1
38	1970	23	21	10	10	23	1
39	1971	26	26	11	10	26	1
40	1972	28	27	6	6	28	1
41	1973	18	15	7	7	18	1
42	1974	15	14	18	18	18	2
43	1975	24	21	4	4	24	1
44	1976	32	31	10	9	32	1
45	1977	21	20	13	13	21	1
46	1978	21	19	15	15	21	1
47	1979	16	16	7	6	16	1
48	1980	22	21	4	4	43	2
49	1981	29	29	18	16	29	1
50	1982	28	25	14	14	28	1
51	1983	44	42	21	20	44	1
52	1984	42	40	22	20	42	1
53	1985	20	18	12	12	20	1
54	1986	23	21	15	15	23	1
55	1987	21	21	19	18	21	1
56	1988	15	15	21	21	21	2
57	1989	18	17	14	14	18	1
58	1990	22	22	7	7	22	1
59	1991	25	25	21	21	25	1
60	1992	22	20	8	8	22	1
61	1993	20	20	8	7	20	1
62	1994	25	25	-	-	25	1
63	1995	-	-	-	-	-	-
64	1996	-	-	-	-	-	-
65	1997	-	-	-	-	-	-
66	1998	-	-	-	-	-	-
67	1999	-	-	-	-	-	-
68	2000	-	-	-	-	-	-
69	2001	-	-	-	-	-	-
70	2002	-	-	-	-	-	-
71	2003	-	-	-	-	-	-
72	2004	-	-	-	-	-	-
73	2005	-	-	6	6	6	2
74	2006	25	25	18	18	25	1
75	2007	11	11	4	4	11	1
76	2008	28	28	22	22	28	1

77	2009	14	14	17	17	17	2
78	2010	32	31	22	22	32	1
79	2011	32	30	16	16	32	1
80	2012	30	30	20	19	30	1
81	2013	33	32	20	20	33	1
82	2014	11	11	13	13	13	2

Данные о расходах воды и слоях стока р. Охта обработаны методами математической статистики.

По данным материалам построен совмещенный график (рис. 3.1) многолетних изменений максимальных срочных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков.

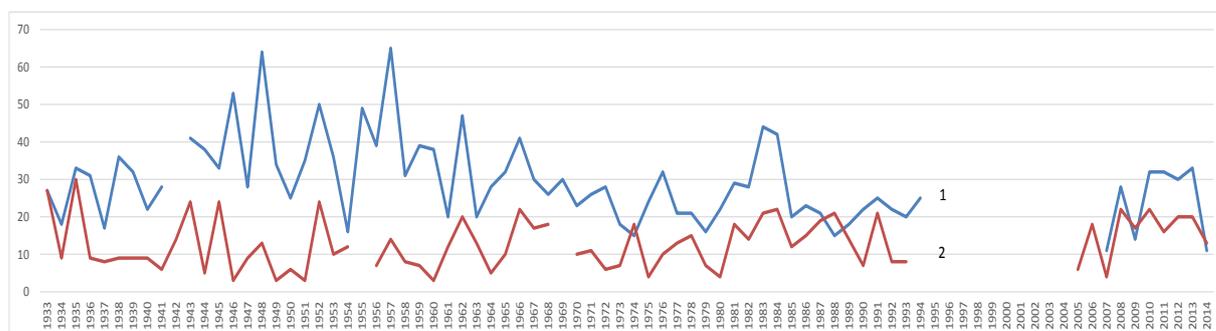


Рисунок 3.1 - график максимальных срочных расходов воды весеннего половодья и дождевых паводков реки Охты в створе гидрологического поста Новое Девяткино (1- весеннее половодье, 2- дождевые паводки)

Графическое сопоставление показало, что весеннее половодье, на р. Охта в створе поста Новое Девяткино, в среднем в 2 раза выше дождевых паводков.

Дополнительно были сопоставлены эмпирические кривые обеспеченности максимальных расходов половодья и паводков, которые показаны на рисунке 3.2.

Сопоставление кривых обеспеченности также хорошо показало, что на реке Охта максимальные расходы половодья значительно превосходят максимальные расходы паводков. Поэтому в дальнейшем

необходимые для определения уровней воды расчетные значения максимальных расходов определялись только по ряду максимальных расходов половодья.

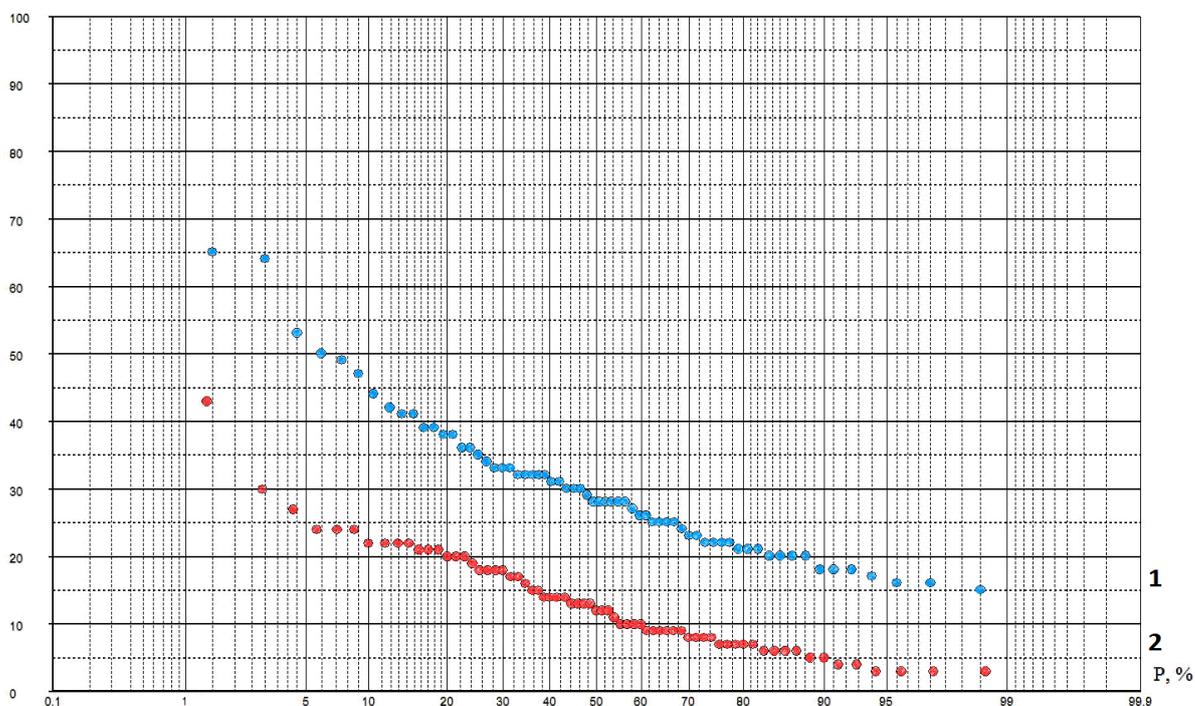


Рисунок 3.2. - эмпирические кривые обеспеченности максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков. (1- весеннее половодье, 2- дождевые паводки)

Была проведена проверка ряда на однородность по среднему и по дисперсиям с использованием параметрических критериев Фишера и Стьюдента. При проверке ряд делился на две половины и рассчитывались для них среднее значение и дисперсию при уровне значимости $2\alpha = 5\%$, таблица 3.2.

Критерий Стьюдента (по среднему значению):

Нулевая гипотеза	$\bar{Q}_1 = \bar{Q}_2$
Критерий	$\hat{t} < t$

Критерий Фишера (по дисперсии):

Нулевая гипотеза	$D_1 = D_2$
Критерий	$F^* < F$

Таблица 3.2 – Проверка ряда на однородность по среднему и по дисперсиям с использованием параметрических критериев Фишера и Стьюдента

Выборка	Длина ряда	Среднее значение, м ³ /с	Дисперсия
Весеннее половодье			
1 половина	35	34,3	141,4
2 половина	35	24,2	57,6
Дождевой паводок			
1 половина	35	12,1	54,5
2 половина	34	14,8	58,0

Таблица 3.3 Результат проверки ряда на однородность

Критерий	Значение при $2\alpha = 5\%$		Гипотеза об однородности
	Эмпирические	Критическое	
Весеннее половодье			
Стьюдента	4,27	2,0	Опровергается
Фишера	2,46	1,98	Опровергается
Дождевой паводок			
Стьюдента	1,50	2,0	Не опровергается
Фишера	0,94	0,50	Не опровергается

Проверка показала, что по критерию Стьюдента и Фишера весеннее половодье было неоднородным, это так же хорошо видно на графике (рис.3.1. и 3.2) это может быть связано с тем, что в 1971 году в деревне Лаврики на реке Охта была сооружена плотина, для водоснабжения базы ГИПХа в Капитолово и активизировалась хозяйственная деятельность на территории водосбора.

Ряды дождевых паводков по критерию Стьюдента и Фишера являются однородными.

3.2. Оценка статистических параметров и расходов различной обеспеченности реки-аналога

При отсутствии данных наблюдений на р. Охта в проектируемом створе максимальные расходы воды могут быть рассчитаны по данным наблюдений реки-аналога. [1]

В нашем случае расчетный створ мостового перехода через р. Охта располагается выше по течению от гидрологического поста р. Охта – д. Новое Девяткино на расстоянии 6,2 км, площадь водосбора для проектируемого створа равна 329км (табл. 1.8.) на посту р. Охта – д. Новое Девяткино площадь водосбора равна 340 км (табл. 2.1.), поэтому для естественной аналогии для проектируемого створа является створ гидрологического поста.

По ряду наблюдений максимальные расходы весеннего половодья р. Охта – д. Новое Девяткино были рассчитаны статистические параметры, построены эмпирическая кривая обеспеченности и аналитическая Крицкого-Менкеля. Методом определения параметров был метод моментов [1],[7].

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \quad (1)$$

$$Cv = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (ki - 1)^2}{n - 1}} \quad (2)$$

$$Cs = n \frac{\sum_{i=1}^n (ki - 1)^3}{(n - 1)(n - 2) Cv^3}, \text{ где} \quad (3)$$

Cv - коэффициент вариации,

Cs - коэффициент асимметрии,

k - модульный коэффициент,

n - длина ряда;

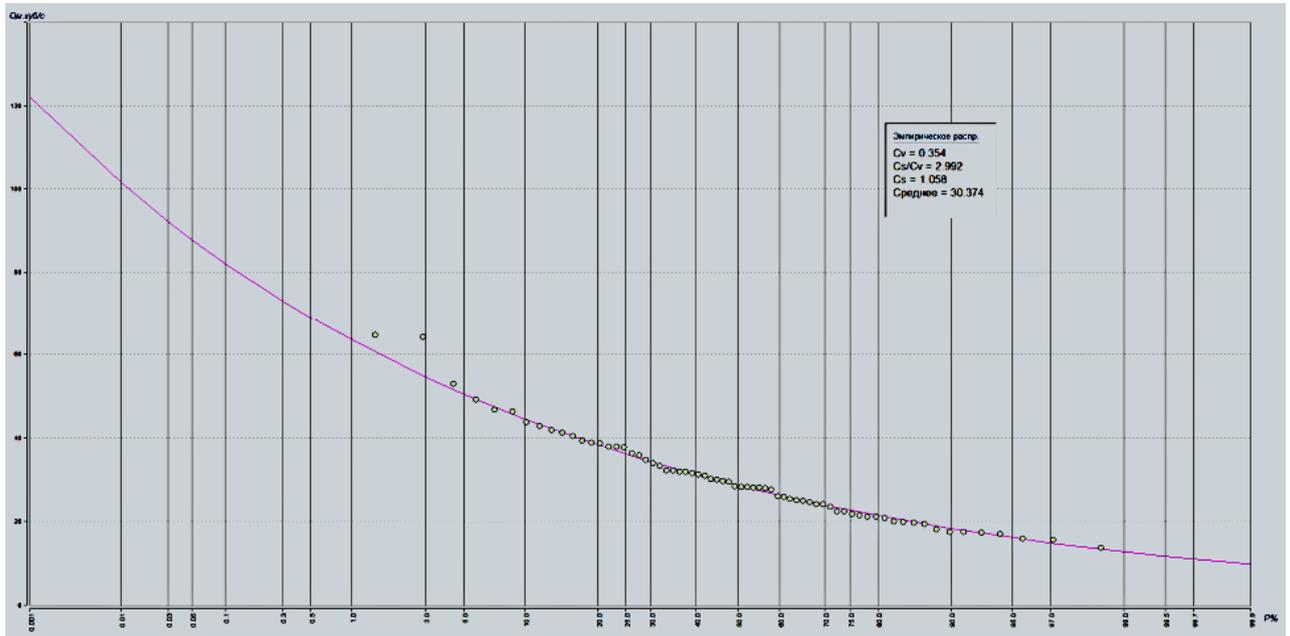
Значения статистических параметров приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 Параметры аналитического распределения вероятности

Период наблюдений/годы	1933-2014
Длина ряда	70
Среднее	30,4
Коэффициент Cv	0,35
Коэффициент Cs	1,06
Коэфф. автокорр.г(1)	0,03
Принятое отношение Cs/Cv	3
Тип распределения	Крицкого-Менкеля

На рисунке 3.3 Эмприческая кривая и аналитическая Крицкого–Менкеля максимальных срочных расходов воды реки Охты в створе гидрологического поста Новое Девяткино.

Рисунок 3.3 Эмпирическая кривая и аналитическая Крицкого–Менкеля
р.Охта- Новое Девяткино



Расчетные значения максимальных расходов воды различных обеспеченностей $P_{\%} = 1\%$, $P_{\%} = 2\%$, $P_{\%} = 5\%$, $P_{\%} = 10\%$, определенные по аналитической кривой представлены в таблице 3.5

Таблица 3.5 максимальные расходы воды и максимальны модули стока весеннего половодья р.Охта- Новое Девяткино при различных значениях обеспеченности.

Обеспеченности	1%	2%	5%	10%
Максимальный расход воды м ³ /с	65,8	59,2	52,6	42,7
Максимальный модуль стока, м ³ /с *км	0,20	0,18	0,16	0,13

Модуль максимального стока реки-аналога определяется по формуле:

$$Q_{a,p\%} = Q_{a,p\%} / F_a, \text{ где} \quad (4)$$

$Q_{a,p\%}$ - расход максимальных расходов воды реки-аналога, м³/с;
 F_a – Площадь водосбора реки-аналога, км²

3.3 Расчет максимальных расходов воды в проектном створе

Площадь водосбора в проектном и гидрологическом створе р. Охта – д. Новое Девяткино различается на 11 км², что составляет менее 3,5% от площади водосбора в проектном створе. Разница в площади не превышает погрешности измерения расходов воды определение площади водосбора и вычислений статистических параметров. При таком незначительном различии в площадях нет необходимости учитывать влияние редукции модулей максимального стока от площади водосбора.

В этой ситуации переход от максимальных расходов воды в створе поста Новое Девяткино к проектному створу осуществляется через модуль максимального стока по формуле :

$$Q_{\max P\%} = q_{\max a, P\%} \cdot A, \quad \text{где} \quad (5)$$

$Q_{\max P\%}$ - расход максимальных расходов воды в проектном створе, м³/с;

$q_{\max a, P\%}$ - модуль максимального стока реки-аналога, м³/с*км²;

A- площадь водосбора в проектном створе, км².

Значение модуля максимального стока реки-аналога необходимые для расчета максимальных расходов воды в проектном створе приведены в таблице 3.5.

Рассчитанные по формуле (5) значения максимальных расходов половодья в створе проектирования приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. - расчетные значения максимальных расходов весеннего половодья р. Охта в створе проектирования ПК 57+30

Обеспеченность, %	1%	2%	5%	10%
Максимальный расход воды, м ³ /с	67,0	62,0	53,6	44,0

4. Определение расчетных уровней воды

При переходе от максимальных значений расходов воды к максимальным уровням воды было учтено, что створ проектирования пересекает русловое водохранилище выше нерегулируемой плотины на расстоянии 350 м.

Расчёт уровней воды на участке реки в створе перехода ПК 57+30 выполнен с учётом пропускной способности водослива плотины. Уровни воды на участке перехода определяются уровнями над гребнем водослива. Отметка верха гребня плотины 17,97 м БС, УВ верхнего бьефа определена при проведении полевых изысканий 14.02.2014

На рисунке 4.1. изображена схема водослива практического профиля

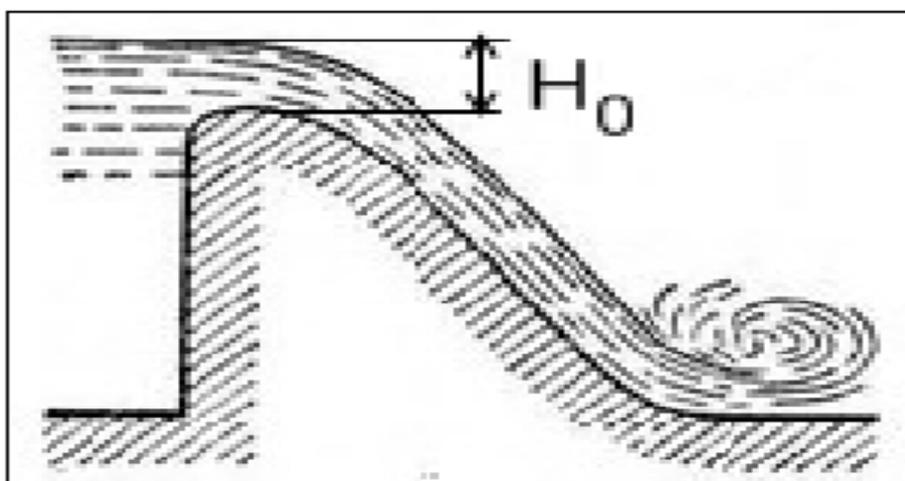


Рисунок 4.1. - Водослив практического профиля. H_0 – напор над гребнем водослива.

Ширина водослива 14,5 м. Полная ширина водослива от устоев на одном берегу до устоев на другом берегу около 20 м. Для расчёта пропускной способности водослива практического профиля используется формула:

$$Q = mb \sqrt{2gH_0}^{3/2}, \text{ где} \quad (6)$$

Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

m – коэффициент расхода водослива, $m = 0,49$;

b – ширина водослива $b = 14,5$ м;

H_0 – напор над гребнем водослива, м.

$g = 9,81$ м/с² ;

Используя характеристики водослива по формуле (6) был произведен расчет координат кривой расходов, таблица 4.1.

Таблица 4.1. - Координаты кривой расхода воды водослива плотины ниже створа ПК 57+37

Напор H_0 , м	Расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$	Напор H_0 , м	Расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$
0,0	0	1,1	36,3
0,1	1,0	1,2	41,4
0,2	2,8	1,3	46,6
0,3	5,2	1,4	52,1
0,4	8,0	1,5	57,8
0,5	11,1	1,6	63,7
0,6	14,6	1,7	69,8
0,7	18,4	1,8	76,0
0,8	22,5	1,9	82,4
0,9	26,9	2,0	89,0
1,0	31,5		

Таблица 4.2. Характерные расходы и уровни воды водослива

Характерные расходы	Расход, $\text{м}^3/\text{с}$	Уровень воды над гребнем водослива (напор), м	Отметка, м БС
Максимальный расход воды 1%	64,4	1,61	19,58
Максимальный расход воды 10%	44,6	1,26	19,22
Средний многолетний	3,47	0,23	18,20

расход			
Средний минимальный 30-суточный летне-осенний расход	1,90	0,15	18,12
Средний минимальный суточный	1,05	0,11	18,08
Зимний меженный период (17 дней)	0,79	0,08	18,05
Летне-осенний меженный период (15 дней)	0,50	0,06	18,03
Абсолютный летний минимум	0,09	0,01	17,98

По рассчитанным координатам была построена кривая расходов $Q = f(H)$, которая представлена на рисунке 4.2

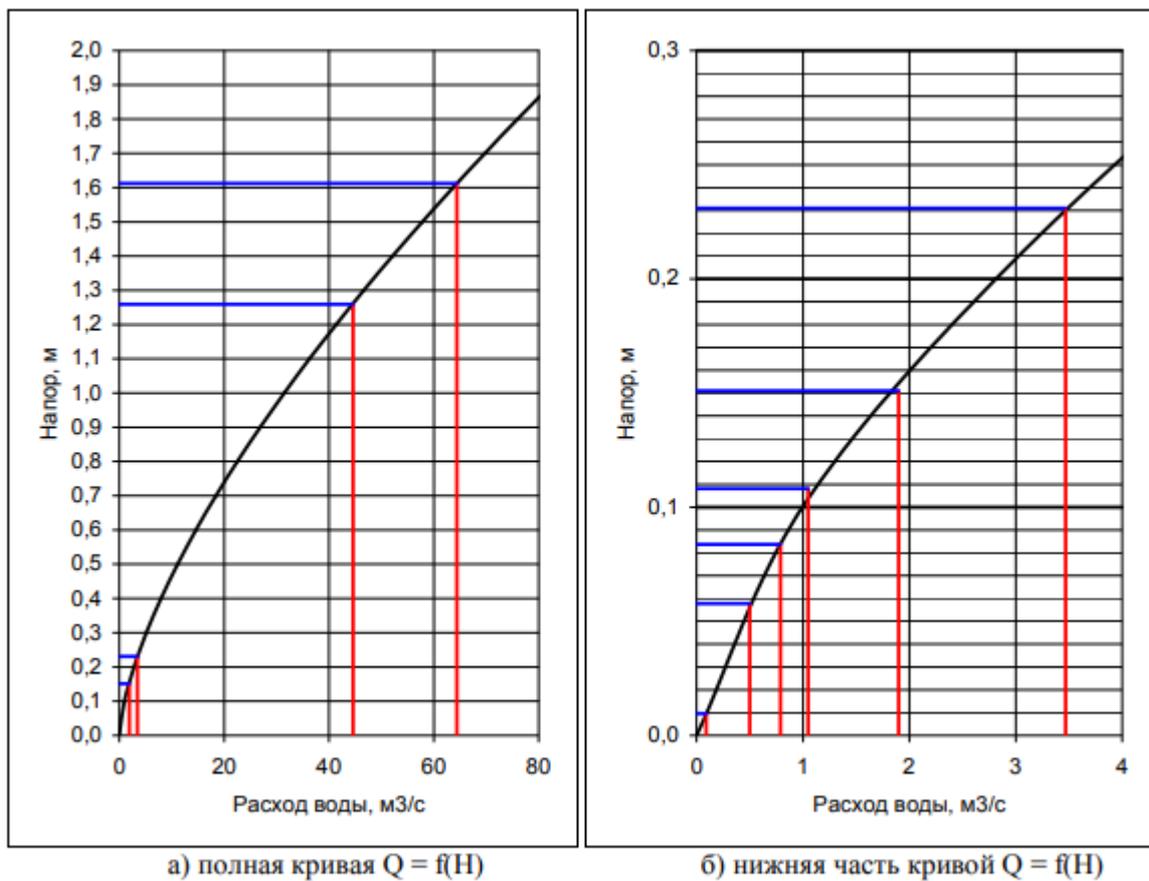


Рисунок 4.2 кривая расходов водослива ниже створа ПК 57+37

Максимальные уровни воды Р% вероятности превышения, рассматриваемых водотоков в расчетных створах, получены по соответствующим расходам воды заданной обеспеченности с кривых $Q=f(H)$

По значениям максимальных расходов воды (таблица 3.6.) с использованием кривой расходов водослива определялись соответствующие значения напора H_0 .

Для получения расчетных максимальных уровней воды в створе проектирования к значениям напора прибавлялось значение отметки гребня водослива 17,97 м БС

Полученные расчетные значения уровней воды представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. – Расчетные значения уровня воды.

Обеспеченность	1%	2%	5%	10%
Напор воды H_0	1,74	1,62	1,43	1,32
Уровень воды м БС	19,71	19,59	19,40	19,29

Положение расчетных уровней на поперечном профиле реки в створе проектирования показано на рисунке 4.3.

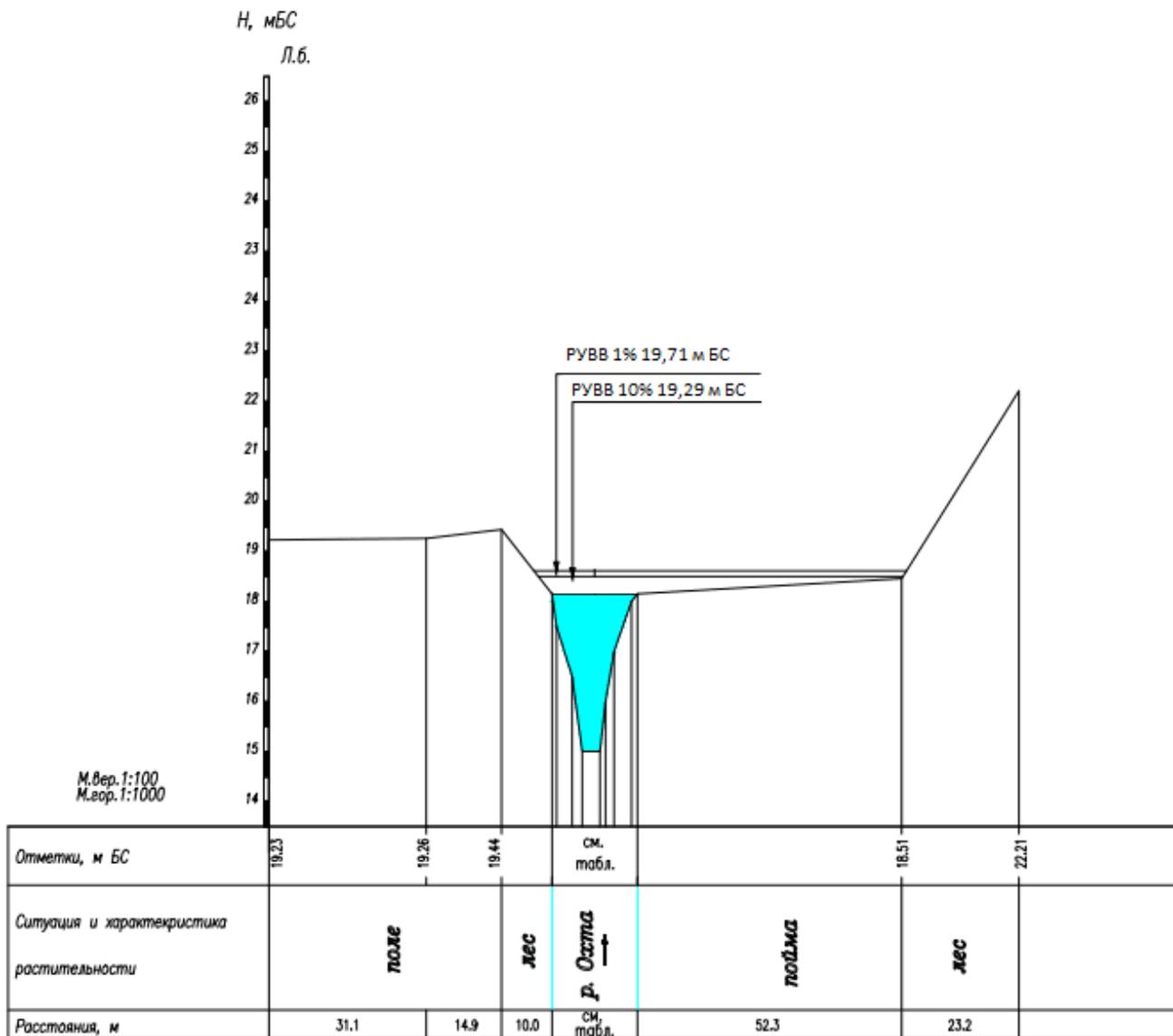


Рисунок 4.3. – Поперечный профиль реки в створе проектирования с положением расчетных уровней.

Заключение

На исследуемой территории максимальные расходы формируются стоком весеннего половодья.

Расчет максимальных расходов в створе проектирования произведен с использованием метода гидрологической аналогии, в качестве реки-аналога была принята р. Охта – д. Новое Девяткино.

Ряд наблюдений за максимальными расходами воды на гидрологическом посту д. Новое Девяткино имеет продолжительность 70 лет. Наблюдения за стоком воды проводились в период с 1933 по 1941, 1943 по 1994, 2006 и по настоящее время. В 1942, и 1995 - 2004 гг на Гидрологическом посту р. Охта – д. Новое Девяткино велись наблюдения только за уровнями воды.

Максимальные расходы весеннего половодья 1%,2%,5%,10% обеспеченности были рассчитаны по ряду максимальных расходов реки-аналога.

Используя метод гидрологической аналогии, были получены расходы соответствующей обеспеченности на реке Охта в створе проектируемого моста.

Используя кривую расходов воды в створе проектирования и рассчитанные максимальные расходы воды, вычислены максимальные уровни воды требуемой расчетной обеспеченности, которые предоставлены в таблице.

Таблица - Расчетные уровни воды р. Охта в створе у ПК 57+30 участке автомобильной дороги Санкт-Петербург – Матокса..

Обеспеченность	1%	2%	5%	10%
Уровень воды Н м БС	19,71	19,59	19,40	19,29

Список литературы

- 1 - Свод правил 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», 2003 г.
- 2 - СНиП 2.05.03-84 Мосты и трубы
- 3 - Климат Санкт-Петербурга и его изменения. СПб.: ГГО, 2010.
- 4- Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. (1963 - 1970 гг.) Л.: Гидрометеиздат, 1974.
- 5 - Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 1, вып.5. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
- 6 - Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. (Гидрологические ежегодники из библиотеки ГГИ)
- 7-Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. Специальность «Гидрология» направления подготовки «Гидрометеорология». – СПб.: изд. РГГМУ. 2007. – 279 с