



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА .....	4
1.1. Температура воздуха .....	5
1.2. Осадки. ....	6
1.3. Ветер. ....	7
2. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ.....	11
3. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИЗЫСКАНИЙ.....	15
3.1. Краткая физико-географическая характеристика района работ .....	15
3.2. Описание района изысканий.....	15
4. ОПИСАНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК.....	23
4.1. Проверка рядов на однородность.....	23
4.2. Расчет основных статистических характеристик. ....	25
5. РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ И УРОВНЕЙ ВОДЫ В СТВОРАХ ПЕРЕХОДОВ ЧЕРЕЗ ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ.....	28
5.1. Расчет максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений в пункте проектирования.....	28
5.2. Расчет максимальных расходов дождевых паводков при отсутствии данных наблюдений в пункте проектирования.....	31
5.3. Расчет максимальных уровней при отсутствии данных наблюдений в пункте проектирования.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	39
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе представлены результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий по трассе нефтепровода «Тихорецк – Туапсе».

Целью изысканий являлось получение необходимых и достаточных материалов и данных для принятия обоснованных проектных решений, для чего решались следующие задачи:

- рекогносцировочное обследование территории;
- изучение гидрологического режима водных объектов в пределах участка изысканий;
- определение климатических условий и отдельных метеорологических характеристик;
- выявление и количественная оценка опасных гидрометеорологических процессов и явлений.

В качестве исходных данных использованы данные рекогносцировочного обследования, опубликованные материалы многолетних наблюдений Росгидромета, общие сведения по водным объектам данного района.

Основной нормативной базой для инженерно-гидрометеорологических изысканий являлись:

- Водный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон № 74-ФЗ от 03.06.06;
- СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства» (актуализированная редакция СНиП 11-02-96);
- СНиП 23-01-99\*. «Строительная климатология»;
- СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства»;
- СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

## 1. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Район изысканий проходит от севера Краснодарского края из г. Тихорецк, пересекает край в южном направлении, проходит через республику Адыгея и заканчивается на юге Краснодарского края в г. Туапсе. По климатическому районированию для строительства относится к району III Б.

Важным фактором, влияющим на климат района, является циркуляция атмосферы. Исследуемая территория относится к району столкновения различных систем циркуляции. В связи с этим воздушные потоки, оказывающие влияние на климат, могут быть различны по своему происхождению, физическим свойствам и направлению движения. Несмотря на это, устойчивость некоторых из них в отдельные периоды может быть достаточно велика. Сложные физико-географические условия, разнообразие прилегающих ландшафтов и системы высоких хребтов Кавказа вносят в свою очередь ряд изменений в общие переносы воздушных масс, однако преобладающими остаются массы континентального воздуха, свойственные южной зоне умеренных широт, что и обуславливает умеренно-континентальный климат района.

Открытость района для вторжения холодных и теплых воздушных масс, задержка холодных масс при подходе к хребту, замедление движения фронтов и их орографически обусловленное обострение, адвекция теплых воздушных масс с юга и др., способствует установлению неустойчивой мягкой зимы с длительными оттепелями и значительными понижениями температур воздуха.

Весна ранняя, влажная, с возвратами холодов. Циклоническая деятельность и меридиональный обмен воздушных масс весной и в начале лета обуславливает заметное увеличение числа гроз и ливневых дождей в этот период.

Ослабление межширотного обмена в июле-августе и вторжение континентального тропического воздуха степей и пустынь обеспечивает сухую жаркую погоду летом и устойчивую теплую - осенью. Прорывы западных и южных циклонов периодически нарушают такую погоду сильными ливневыми осадками.

Таблица 1.1

Метеостанция	Широта	Долгота	Высота (м)	Год открытия станции	Год закрытия станции
Краснодар	45°05′	39°03′	28	1854	Действует
Тихорецк	45° 51′	40° 05′	77	1891	Действует
Туапсе	44° 06′	39° 05′	64	1937	Действует

### 1.1. Температура воздуха

Среднегодовая температура воздуха за многолетний период составляет по МС Краснодар 11,6 °С, по МС Туапсе 13,4 °С, по МС Тихорецк 10,9 °С.

Первые заморозки отмечаются во второй половине октября – 20 октября. В отдельные годы заморозки возможны уже во второй декаде сентября. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха ниже 0°С происходит 18 декабря. Период предзимья с неустойчивыми температурами нередко может продолжаться всю зиму. Более устойчивый характер зима приобретает в январе.

Среднемесячная температура самого холодного месяца января составляет: в Краснодаре минус 0,5°С.

Абсолютный минимум температуры воздуха достигает минус 36°С. Средняя годовая из абсолютных минимумов температура воздуха составляет минус 20,1°С.

Последние заморозки отмечаются 10 апреля. В отдельные годы возможны заморозки 23 мая. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха выше 0°С происходит 22 февраля.

Среднемесячная температура самого теплого месяца июля достигает 23,8°С. Абсолютный максимум температуры воздуха достигает 42°С.

Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 192 дня. Амплитуда колебания абсолютных температур воздуха в Краснодаре 78°С.

## 1.2. Осадки.

Суммы осадков год от года могут заметно отклоняться от среднего значения. Зимой осадки выпадают в виде дождя и мокрого снега, продолжительность периода выпадения осадков больше, чем в летний период. Выпадение осадков в летний период носит ливневой, кратковременный характер.

Среднегодовое количество осадков отмечено: в Краснодаре 720 мм. В тёплый период года, с апреля по октябрь, выпадает 413 мм осадков (57%). В холодный период, с ноября по март суммарное количество осадков меньше: в Краснодаре 307 мм.

Максимальное суточное количество осадков наблюдается в летний период в Краснодаре. Нередко дожди сопровождаются грозами, иногда градом. Грозы возможны в любое время года, но чаще бывают с мая по сентябрь.

В связи с тем, что в Краснодарском крае в зимний период наблюдается большая изменчивость температуры воздуха и преобладает смешанный и жидкий вид осадков, лишь в 50% зим появляется устойчивый снежный покров. В среднем, снежный покров образовывается во второй половине декабря, разрушение снежного покрова происходит в первой половине марта. Метели наблюдаются в 25% зим, наиболее вероятны в период с января по март. Среднее число дней в году с метелью - 1, наибольшее - 5 дней.

В Краснодаре в сумме за зиму наблюдается 33 дня со снежным покровом, максимально 78 дней. Средняя из наибольших высота снежного покрова на открытой местности в Краснодаре 22 см, максимальная из ряда наблюдений в Краснодаре – 59 см. Средняя плотность снега на открытой

местности при наибольшей декадной высоте в Краснодаре –  $0,17 \text{ г/см}^3$ , максимальная плотность снежного покрова в Краснодаре при средней высоте снега составляющей 31 см -  $0,66 \text{ г/см}^3$ .

В период предзимья, вследствие частой смены температуры воздуха, происходит неоднократная смена похолоданий с установлением снежного покрова и оттепелей с полным сходом снега.

Средняя дата появления снежного покрова 5 декабря. Вследствие отсутствия устойчивого снежного покрова более чем в 50% зим, средние даты его образования и разрушения не приводятся. Среднее число дней со снежным покровом 38. Средняя дата схода снежного покрова 13 марта.

### 1.3. Ветер.

Ветровой режим формируется под воздействием широтной циркуляции и местных физико-географических особенностей.

В Краснодаре преобладающими в течение года являются ветры восточного и северо-восточного направлений, однако в летние месяцы увеличивается повторяемость ветров западного, юго-западного направления. Наибольшее число штилей в Краснодаре наблюдается с августа по октябрь.

Согласно карте 3 обязательного приложения 5 СНиПа 2.01.07-85\* рассматриваемая территория относится к району – VI, нормативное значение ветрового давления на высоте 10 м от земли и повторяемостью 1 раз в 5 лет принято равным  $0,73 (73) \text{ кПа (кгс/м}^2\text{)}$ .

Согласно карте районирования “Правил устройства электроустановок” по скоростному напору ветра участок изысканий относится к району – IV, максимальный нормативный скоростной напор ветра на высоте 10 м от земли повторяемостью 1 раз в 25 лет, при расчетной скорости 36 м/с равен 800 Па.

Повторяемости направлений ветра и штилей (%) по месяцам и за год по МС Краснодар приведены в таблице 1.1. Повторяемости направлений ветра и штилей (%) по месяцам и за год по МС Тихорецк приведены в таблице 1.2. Повторяемость направлений ветра и штилей (%) по метеостанции Туапсе приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.1

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость направлений ветра и штилей, % МС Краснодар									
I	4	19	23	6	6	18	16	8	13
II	4	19	27	6	6	16	15	7	12
III	4	18	29	5	5	18	13	8	11
IV	4	13	28	6	8	20	14	7	14
V	5	15	25	6	7	18	16	8	17
VI	6	12	15	5	8	23	20	11	19
VII	9	17	20	5	5	16	16	12	21
VIII	7	19	23	6	6	13	15	11	22
IX	7	16	24	6	6	15	17	9	23
X	6	18	30	6	5	12	15	8	23
XI	5	19	30	6	6	14	12	8	19
XII	4	19	28	5	7	16	14	7	13
Год	5	17	25	6	6	17	15	9	17

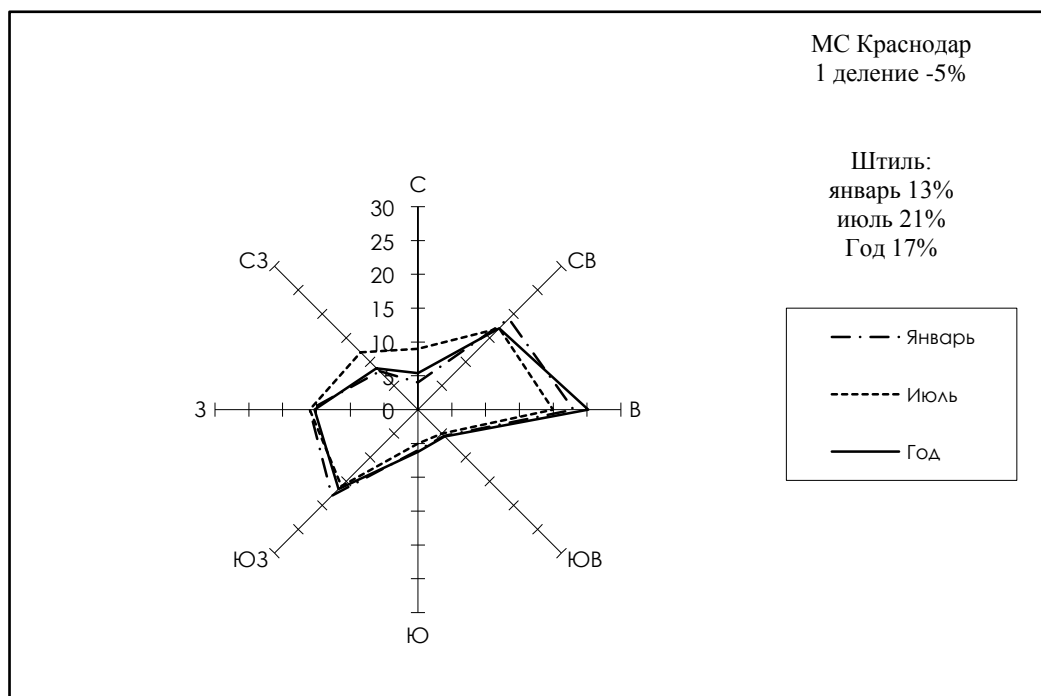


Рисунок 1.1 – Повторяемость направлений ветра и штилей (%) за январь, июль и за год по метеостанции Краснодар



Таблица 1.2

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость направлений ветра и штилей, % МС Тихорецк									
I	5	14	24	14	11	12	14	5	7
II	5	16	25	12	10	12	15	5	7
III	6	20	30	9	8	10	12	5	6
IV	6	16	27	10	8	11	16	5	9
V	8	18	25	7	9	12	15	6	10
VI	8	13	17	7	12	16	20	7	14
VII	10	17	21	8	10	11	16	8	15
VIII	11	23	24	7	9	8	11	7	13
IX	8	18	23	8	9	13	15	7	13
X	7	20	26	8	9	11	14	5	13
XI	6	17	28	10	11	11	13	4	9
XII	6	16	24	11	13	13	13	4	7
Год	5	14	24	14	11	12	14	5	7

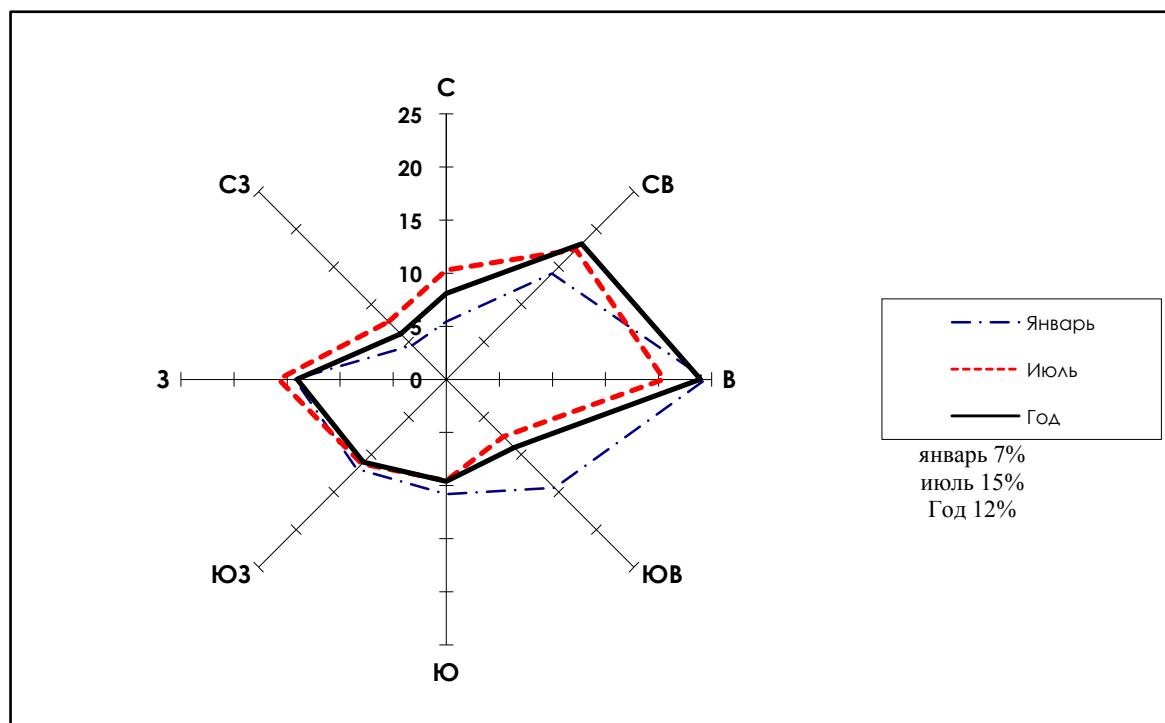


Рисунок 1.2 – повторяемость направлений ветра и штилей (%) за январь, июль и за год по метеостанции Тихорецк

Таблица 1.3

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Повторяемость направлений ветра и штилей, % МС Туапсе									
I	5.8	35.8	7.1	32.2	7.8	5.6	3.4	2.3	7
II	7.2	31	5.2	27.5	8.9	9.7	5.6	4.9	8.2
III	7	37.1	5.2	21.6	9.3	10.1	4.8	4.9	8.8
IV	7.5	23.9	5.3	25.3	12.3	13.8	6.8	5.1	17.3
V	6.3	24	4.4	21.7	13	14.4	8.5	7.7	14.3
VI	7.3	26.6	6.8	13.7	11.2	15.3	10.2	8.9	11.9
VII	7.6	33.6	5.8	9.6	9.8	16.5	9.7	7.4	11.3
VIII	7.5	40.5	6	7.6	8.5	12.2	8.8	8.9	10.2
IX	10.5	53.4	3	5.1	7.4	10.5	5.2	4.9	7.6
X	9.8	49.6	3.9	10	7.3	10.2	5.1	4.1	9
XI	10.6	45.2	5.6	19.8	6.4	6.6	3.1	2.7	7.6
XII	6.6	39.4	7.3	28.2	7.7	5.5	3.5	1.8	10.1
Год	7.8	36.8	5.5	18.5	9.1	10.8	6.2	5.3	10.3

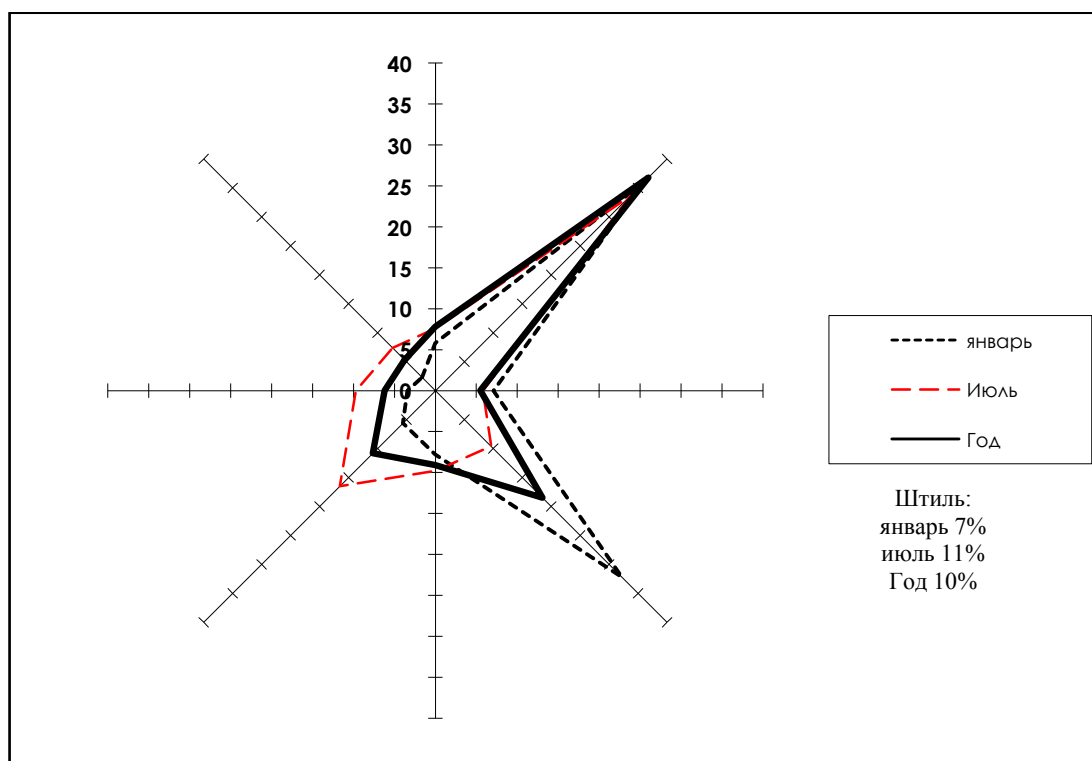


Рисунок 1.3.3 повторяемость направлений ветра и штилей (%) за январь, июль и за год по метеостанции Туапсе.

## 2. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Для получения гидрологической информации по участку изысканий (гидрографических сведений, данных о стоке воды, подъёме уровней, характере русловых процессов) была выполнена работа по сбору, изучению и обработке материалов в районе изысканий.

В гидрологическом отношении водотоки степной зоны Краснодарского края изучены недостаточно. Хотя в степной зоне края в различное время действовало 11 гидрологических постов, продолжительность наблюдений за стоком воды на большинстве из них не превышала 8-10 лет. Лишь на посту р. Кирпили – ст. Медведовская наблюдения за стоком воды велись с перерывами в течение 20 лет. В настоящее время функционирует лишь пост на р. Кирпили – ст. Кирпильская.

Наблюдения на посту р. Бейсужек (Левый Бейсужек) – г. Кореновск, длина ряд наблюдений составляет 18 лет и р. Челбас – ст. Каневская длина ряда наблюдений составляет 45 лет.

Водотоки в предгорных и горных зонах Краснодарского края достаточно изучены. На реке Кубань в изучаемом районе стоят два гидрологических поста: р. Кубань - ст-ца Ладожская, р. Кубань - г. Усть-Лабинск. Также на реке Кубань в рассматриваемом районе присутствуют посты, сток которых искажен, так как они находятся под влиянием работы краснодарского водохранилища. Пост на реке Лаба – ст. Воздвиженская был открыт в 1970, однако просуществовал 5 лет, а вот пост р. Лаба – х. Догуджиев, открытый еще в 1935 году, является действующим. Так-же действующие посты с рядом более 30 лет являются р. Пшиш -г. Хадыженск, р. Туапсе- г. Туапсе, р. Псекупс- г. Горячий ключ. Пост на р. Белая - х. Северный наблюдаются с 1925 по 1964 года.

В бассейне р. Кубань в разное время действовало множество гидрологических постов, из которых лишь некоторые имеют ряд наблюдений более 10 лет, остальные не более 3-5 лет.

Сведения по постам-аналогам приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Сведения по постам-аналогам.

Водоток - пост	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расстояние от устья, км	Период действия	
			Открыт	Закрыт
р. Челбас - ст. Каневская	4080	262	01.01.1967	действ.
р. Челбас - ст. Ново-Платнировская	2820	204	15.03.1947	05.06.1956
р. Бейсуг - ст. Брюховецкая	4310	184	18.02.1967	31.12.1976
р. Кирпили- ст.Кирпильская	60	190	24.12.1976	действ.
р. Кубань - ст-ца Ладожская	206	12	01.01.1928	действ.
р. Кубань - г. Усть-Лабинск	19800	516	23.02.1911	31.12.1974
р. Лаба - х. Догуджиев	34300	555	03.01.1935	действ.
р. Белая - Белореченск	9190	147	01.01.1963	31.12.1978
р. Белая - х. Северный	12000	197	10.04.1925	29.02.1964
р.Бейсужек - г.Кореновск	3340	183	25.08.1930	30.09.1963
р. Псекупс-г. Горячий ключ	5790	244	07.03.1930	действ.
р. Пшиш -г. Хадыженск	725	63	01.03.1930	действ.
р. Туапсе- г. Туапсе	765	62	04.10.1913	действ.
р. Сухой Хабль–пгт. Холмский	141	30	11.06.1923	действ.
р. Иль – пгт. Ильский	120	30	11.06.1923	31.12.1942
р. Убинка - ст. Северская	201	42	13.01.1927	действ.
р. Шибш–ст. Новодмитриевская	581	85.9	07.02.1929	31.12.1983
р. Афипс – ст. Смоленская	298	44	04.01.1928	действ.

В соответствии с ГОСТ 19179-73 исследуемые водотоки, водосборная площадь которых к створу переходов составила от 0,4 до 19800 км<sup>2</sup>, относятся к категории средних малых водотоков.

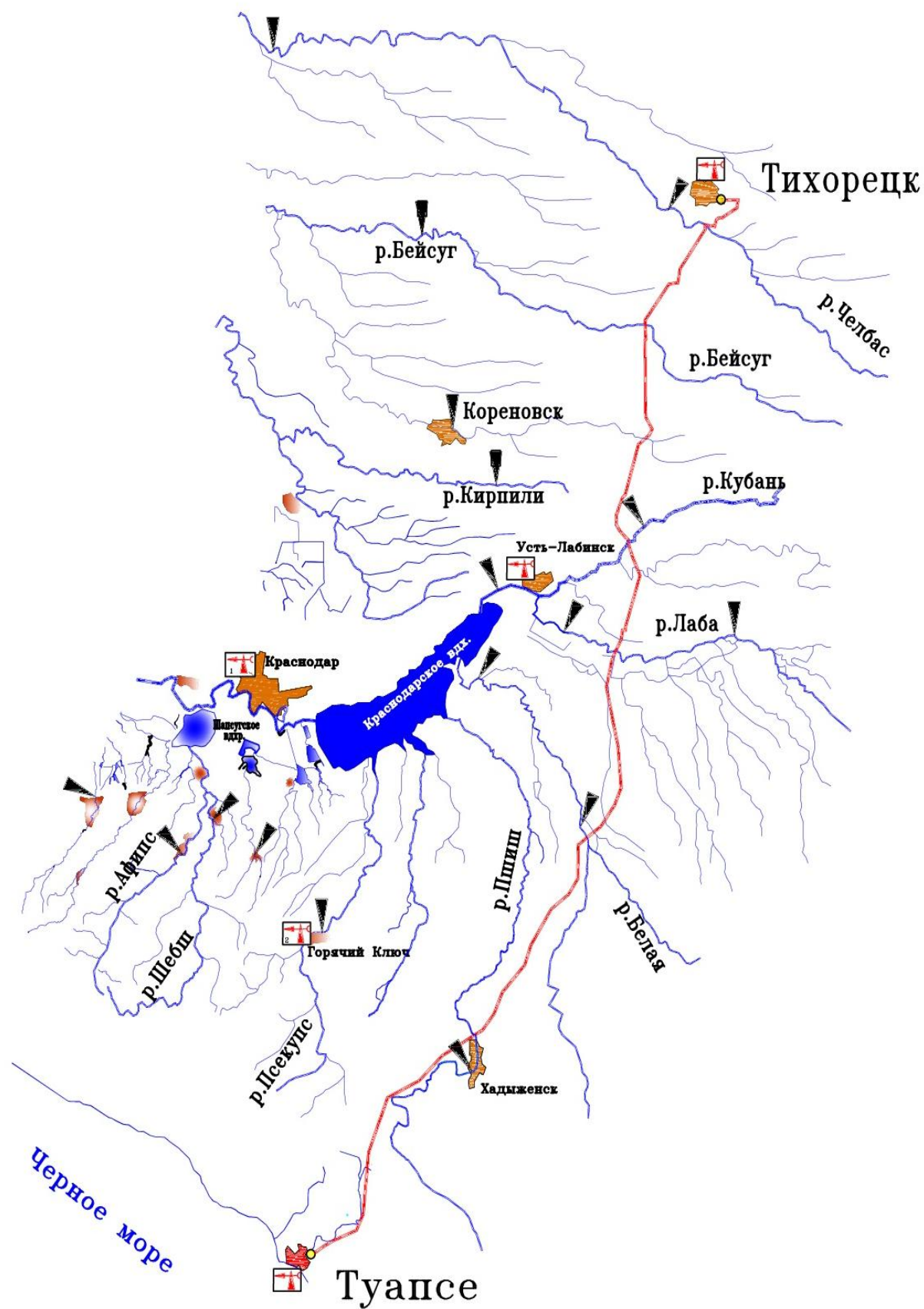


Рисунок 2.1 – Схема расположения гидрометрических постов и метеорологических станций в районе изысканий.

Таблица 2.2 – Основные гидрографические реки по гидрометрическим постам, расположенным в районе трассы нефтепровода.

№ пп	Река - створ	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$I$ , ‰	$H_{\text{СрВОД}}$ , м	$f_{\text{оз}}$ , %	$f_{\text{л}}$ , %	$f_{\text{б}}$ , %
1	р. Челбас - ст. Каневская	4080	262	0.53	66	1	5	0
2	р. Челбас - ст. Ново-Платнировская	2820	204	0.62	80	1	5	0
3	р. Бейсуг – ст. Брюховецкая	4310	184	0.44	59	0	5	0
4	р. Кирпили- ст. Кирпильская	206	12	0,34	39	0,2	5	-
5	р. Кубань – ст. Ладожская	19800	516	6,5	-	0,1	20	-
6	р. Кубань - г. Усть-Лабинск	34300	555	6,1	-	0,1	20	-
7	р.Лаба - х. Догуджиев	12000	197	7,3	730	0	30	-
8	р. Белая – г. Белореченск	3340	183	13	990	0	80	0
9	р. Белая - х. Северный	5790	244	9.7	810	0	75	0
10	р. Бейсужек - г. Кореновск	725	63	0.64	77	0	5	0
11	р. Псекупс- г. Горячий ключ	765	62	8.4	310	0	95	0
12	р. Пшиш -г. Хадыженск	710	75	14	510	0	90	0
13	р. Туапсе- г. Туапсе	351	29	27.3	390	0	93	0
14	р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	141	30	23	270	0	90	0
15	р. Иль – пгт. Ильский	120	30	22	260	0	70	0
16	р. Убинка - ст. Северская	201	42	10	250	0	70	0
17	р. Шебш – ст. Новодмитриевская	581	85.9	4.4	220	0	90	0
18	р. Афипс – ст. Смоленская	298	44	8	360	0	90	0

### 3. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИЗЫСКАНИЙ

#### 3.1. Краткая физико-географическая характеристика района работ

Изыскиваемый участок расположен в европейской части Российской Федерации на территории Краснодарского края, в Тихорецком, Выселковском, Усть-Лабинском, Белореченском, Апшеронском и Туапсинском районах, и в республике Адыгея, на территории Красногвардейского района.

Участок изысканий расположен в районе с хорошо развитой дорожной сетью.

Ближайшие крупные населенные пункты со статусом города и железнодорожной станцией, имеющей погрузочно-разгрузочные площадки, расположены вдоль всей трассы нефтепровода: г.Тихорецк, г. Усть-Лабинск, г.Краснодар, г. Горячий ключ, г.Туапсе и другие.

#### 3.2. Описание района изысканий.

Трассой МН «Тихорецк – Туапсе», на участке пересекается тридцать один водоток: реки Кубань, Лаба, Белая, Челбас, Бейсуг, Большой Зеленчук, Малый Зеленчук, Гиага (канал и старое русло), Псенафа, Пшиш, Туапсе, а также балки Икизова, Глубокая, Круглик, Ганжа, десять ручьев без названия и пять балок без названия. Все водотоки относятся к бассейнам Кубань, бассейнам Азовского и Черного морей.

**Река Челбас** относится к типичным рекам степной зоны Краснодарского края, протекает с востока на запад и на всем своем протяжении перегорожена многочисленными дамбами, построенными, как правило, без проекта. В связи с большим количеством дамб, река представляет собой, в сущности, каскад прудов. На запруженных участках реки из-за малых уклонов наблюдается очень слабое течение воды, и, как следствие, отмечается повсеместное зарастание русла и пойменной части камышом и осокой. Дно водотока заилено.

**Река Бейсуг** протекает в пределах Азово-Кубанской равнины и относится к бассейну рек Восточного Приазовья. Река Бейсуг перекрыта многочисленными плотинами, и представляет собой каскад прудов. В 5,4 км выше по течению, на западной окраине ст. Новогражданской, на участке сужения долины, река перекрыта земляной плотиной длиной по верху 108 м. Сброс воды осуществляется в центре плотины через бетонную трубу с обтекаемым оголовком и приёмным лотком перед отверстием. Диаметр трубы 1,5 м, длина 16 м, напор воды в трубе 0,8 м. Откос плотины у трубы облицован бетонными плитами. Пропускная способность трубы при максимальном подпорном уровне 12,2 м<sup>3</sup>/с.

**Река Кубань** - один из наиболее значимых переходов. Водосборная площадь реки к устью - 57900 км<sup>2</sup>, длина - 870 км (за исток Кубани принято считать слияние рек Учкулан и Уллукам).

Река Кубань, имеющая площадь водосбора к створу перехода 19800 км, относится к категории средних рек.

Долина реки на участке изысканий корытообразной формы с шириной по дну 1,5 – 2,0 км. Русло реки проходит под правым склоном долины и от обширной левобережной поймы отделено защитным обвалованием. Ширина примыкающей к реке поймы, затапливаемой в половодье, по левому берегу 80-100 м, по правому - 60-70 м. При уровне воды 10% обеспеченности и выше, вода выходит на левую пойму выше створа перехода через поврежденные участки обвалования за его пределы, затапливая наиболее низкие участки поймы.

Ширина русла в пределах бровок по трассе МН - 165 м, высота берегов (от подошвы до бровки) изменяется от 1,5 до 2,0 м. Ширина по урезу на момент изысканий составила 160 м. Средняя скорость течения 0,4 м/с, наибольшая – 0,6 м/с, максимальная глубина 4,2 м, уклон реки 0,22 ‰. Ширина реки при меженном уровне 100-120 м.

На участке проектируемого перехода МН на момент изысканий происходит перемещение основного потока от правого берега, к левому. Сущест-



вует большая вероятность того, что со временем, протока, проходящая между островом и левым берегом, станет основным руслом. Незначительному размыву в створе перехода МН подвержен как левый, так и правый берег. Средняя скорость размыва береговой линии реки на исследуемом участке 1.42 м /год. Прогнозируемый размыв дна в русле реки – 1,31 м, что соответствует отметке 34,00 м БС.

**Река Лаба** является самым крупным по площади бассейна притоком р. Кубани. Длина собственно реки Лаба 214 км, а от истоков Большой Лабы - 351 км. Общая площадь водосбора реки 12500 км<sup>2</sup>. Средний уклон водной поверхности 7,3‰, средневзвешенный уклон 4,2‰.

Река Лаба образуется от слияния Большой и Малой Лабы, у ст-цыКаладжинской, которые берут начало в отрогах Большого Кавказа на высоте около 3500 м. Истоки р. Большая Лаба - ледники вершины горы Абыцха. Малая Лаба зарождается у снежных вершин Аишхо и ледника Псеашхо. Общая площадь ледников, питающих эти реки, около 15 км<sup>2</sup>. Река Лаба принимает в себя 4776 притоков (считая и самые маленькие). Составляющие р. Лабы – типично горные реки с узкими долинами, большими уклонами, стремительными скоростями течения и хаотическим нагромождением скалистого обломочного материала. До г. Курганинска р. Лаба течёт в северном направлении, а затем поворачивает к западу и впадает в р. Кубань у г. Усть-Лабинск. После поворота реки на запад, у ст. Темиргоевская, к правому берегу примыкает высокая (20-50 м) терраса, а левый берег остаётся низким. Ниже ст. Некрасовской левый берег обвалован.

Долина р. Лаба у ст-цыКаладжинской уже довольно широкая, у пос. Мостовского она расширяется до 8-10 км, а у г. Курганинск составляет 10-12 км. Пойма реки в верхнем течении преимущественно левобережная, в среднем двухсторонняя поросшая лесом, берега низкие. Русло реки в верхнем течении крупно-галечниковое или каменистое, в нижнем – песчано-гравийное, сильно деформирующееся, изобилующее осередками и островами. Местоположение и количество осередков в русле постоянно меняется.

Уровни воды отдельных рукавов в одном поперечном сечении часто несравнимы между собой.

Ширина реки в среднем составляет 80-120 м. Средняя глубина в межень изменяется от 0,5 м в верховье до 1,0-1,5 м у устья, средняя скорость потока в половодье превышает 2 м/с.

Пересекая различные географические ландшафты, река имеет смешанное питание (грунтовое, дождевое, ледниково-снеговое), причем основная доля приходится на ледниковое и дождевое (54 %), а на грунтовое и снеговое 39 % и 7 % соответственно. Ее водный режим характеризуется весенне-летними паводками и отличается бурным характером.

**Река Белая** является самым крупным по водности и вторым по площади водосбора, после р. Лабы, притоком реки Кубань. Река берёт начало с северных склонов Кавказского хребта на высоте 2300 м, течёт преимущественно в северо-западном направлении и впадает с левого берега в р. Кубань (Краснодарское водохранилище). Принадлежит бассейну Азовского моря. Общая площадь водосбора реки 5990 км<sup>2</sup>, общая протяженность - 262 км, длина к створу нефтепровода 192 км.

Водосбор реки симметричной формы, расширен в верхней части и постепенно сужается к устью. В средней части принимает два наиболее крупных притока - реки Пшеху и Курджипис. Средняя высота водосбора к створу перехода нефтепроводом 850 м. Залесённость водосбора составляет 80%. Площадь ледников 8,4 км<sup>2</sup>.

Особенностью реки Белой является то, что она, спускаясь с гор, пересекает несколько физико-географических поясов: высокогорный, горный, предгорный и равнинный, отличающиеся по своим природным условиям. На участке перехода река протекает по предгорной равнине.

Водный режим реки характеризуется весенне-летним половодьем и осенне-зимней меженью с паводками в течение года, отчего гидрограф годового стока р. Белой приобретает гребенчатый вид.

Половодье обычно начинается в середине марта и продолжается до августа. Всего в году наблюдается от 15-18 дождевых паводков в обычные годы, до 20-25 паводков в отдельные годы. Продолжительность подъема и спада паводков 3-5 суток, интенсивность подъема уровня в период паводка 150 см в сутки, спада – 50 см в сутки. Наивысший уровень отмечается, в основном, в период весенне-летнего половодья, средняя дата его наступления - 5 июня. В отдельные годы наивысшие годовые уровни могут формироваться в период зимних паводков, средняя дата их появления - 12 декабря.

**Река Большой Зеленчук** является левым притоком реки Кубань, пересекается трассой МН в нижнем течении, в 7 км от устья. Река имеет довольно большую водосборную площадь, но, в связи с тем, что естественный режим реки нарушен многочисленными дамбами и плотинами, как выше, так и ниже створа перехода, больших колебаний уровня воды не наблюдается. Долина выражена хорошо, пойма левобережная, затапливаемая, густо заросла камышом.

Река представляет собой каскад прудов, разделённых между собой насыпными дамбами и, в нескольких местах, капитальными плотинами. И дамбы и плотины оборудованы водопропускными сооружениями.

Капитальные плотины оборудованы такими сооружениями, которые способны беспрепятственно пропустить расчётный максимальный расход обеспеченностью 1%. В 400 м ниже створа перехода находится земляная насыпная дамба, в которой изредка (раз в 2 – 3 года) образуются промоины. Дамба оборудована тремя перепускными трубами, диаметром – 1 м, постоянно подсыпается, так как по ней проходит грунтовая дорога, которая активно используется местным населением.

**Река Малый Зеленчук**, левый приток реки Кубань, пересекается в верхнем течении, в 2,0 км восточнее ст. Новолабинская. Долина трапецеидальная, характер окружающей местности равнинный, близлежащая возвышенность имеет отметку 107.00 м БС. Левый склон долины пологий в верхней части, расчлененный склоновой ложбиной на участке перехода, распа-

ханный, ближе к руслу залесен. Выше створа прослеживается терраса, на которой расположены строения, использующие под сельскохозяйственные нужды. Правый склон крутой, прямой, без следов прохождения склонового стока, высотой около 30 м, занят под пастбища.

Гидрологический режим реки является нарушенным, поскольку сток зарегулирован системой земляных плотин со сбросными сооружениями, не всегда выполненными по проекту и поэтому имеющими недостаточную пропускную способность.

Для реки характерно весеннее половодье, которое начинается обычно в феврале - марте, отличается резким подъёмом, достигая максимума за 4-5 дней. Наиболее высокий уровень воды в весенний сезон наблюдается в марте. Вследствие зарегулированности стока половодье бывает растянуто до июня - июля. Средняя продолжительность половодья 90 дней и на его долю приходится 60 процентов от годового объёма стока. С октября по декабрь возможны довольно высокие подъёмы уровня воды за счёт дождевых паводков.

**Река Пшиш** один из наиболее значимых водотоков пересекаемых трассой МН на данном участке, довольно крупный приток реки Кубань, в настоящее время впадающий в Краснодарское водохранилище.

Общая длина водотока 258 км, площадь водосбора 1850 км<sup>2</sup>, к створу перехода нефтепроводом длина реки 82,2 км, площадь - 775 км<sup>2</sup>.

Долина реки на участке изысканий корытообразная шириной 1,8-2,1 км, дно долины частично распаханно, в прирусловой части занято лесом и кустарником.

Пойма двухсторонняя, небольшая правобережная 20-22 м и более обширная левобережная 95-100 м. Часть левой поймы занята под огороды и поля.

Реке Пшиш присущ паводковый режим стока. Питание реки осуществляется из родников и за счет осадков выпадающих на территорию водосбора. В весеннее время в питании реки принимают участие воды, образованные за

счет процессов снеготаяния в горной части бассейна. Подъем уровня весеннего половодья отмечается на 1-2 метра над зимней меженью. Осенне-зимний период характеризуется обильными дождевыми паводками, накладывающимися один на другой. В этот период проходит основной поверхностный сток (70-80 % годового). В отдельные годы в осенне-зимний период на реке Пшиш наблюдаются обильные дождевые паводки с подъемом уровня на 3-3,5 метра (1996,1997 года).

**Река Туапсе** берет начало на южном склоне Кавказского хребта в 2 км к северо-востоку от горы Лысая (975 м), на высоте 350 м и впадает в Черное море в г. Туапсе. Длина реки 35 км, площадь водосбора 352 км<sup>2</sup>, средний уклон 10 %, общее падение 350 м, средняя высота бассейна 335 м. Бассейн характеризуется горным рельефом с высотами 500÷1000 м. Поверхность сильно расчленена долинами боковых притоков и щелями, которые имеют крутые, часто обрывистые склоны. Левая составляющая реки Туапсе р. Пшенахо длиной 19,7 километра и ее левый приток река Малое Псеушко длиной 10 км.. Основные притоки: Цыпка –11 км; Спорная-8 км; Таштай-8 км; Маслова –8,5 км; Алепси 7,5 километра.

Русло реки умеренно извилистое и неразветвленное, лишь в нижнем течении река изредка разделяется на 2 рукава, образуя небольшие затопляемые в паводки острова. На пойменных участках, после прохождения паводков, русло часто меняет свое положение. Глубины в межень от истока до устья реки Пшенахо постоянны и составляют 0.2÷0.5 м. Ниже впадения реки Пшенахо русло представляет собой чередование плесовых участков и порогов с глубинами 0.4÷0.9 м и 0.1÷0.3 м, местами до 1.5 ÷2 м.

Водный режим реки Туапсе характеризуется паводками в течение всего года, поэтому гидрограф имеет гребенчатый вид. Причем в зимний период частота прохождения паводков гораздо выше, нежели в летний период, в этот же период (декабрь - март) проходит около 60 % годового стока. Наивысшие годовые уровни приурочены также к зимнему периоду, но в отдельные годы (1991, 2010 гг.) абсолютные максимумы отмечались в летний период при

прохождении дождевых паводков, вызванных ливневыми осадками и выходом смерчей на побережье. В связи с тем, что снежный покров в бассейне реки Туапсе неустойчив, при таянии его ярко выраженного половодья не наблюдается, снегодождевые паводки довольно часты.

#### 4. ОПИСАНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК

Расчет максимальных расходов и слоев весеннего половодья в пунктах наблюдений гидрометрической сети производился в соответствии с методикой СП 33-101-2003.

##### 4.1. Проверка рядов на однородность.

На первом этапе выполнялась проверка рядов на однородность с использованием критериев Фишера и Стьюдента. Теоретические значения статистик Фишера и Стьюдента определялись по таблицам, опубликованным в [9], с учетом районного значения коэффициента автокорреляции. Проверка проводилась при уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ . Гипотеза об однородности рядов не опровергалась, если выполнялись следующие условия:

$$F^* < F_{2\alpha} \quad (1)$$

$$t^* < t_{2\alpha} \quad (2)$$

где:  $F^*$ ,  $t^*$  – эмпирические значения статистик, соответственно Фишера и Стьюдента;

$F_{2\alpha}$ ,  $t_{2\alpha}$  – теоретические значения статистик, соответственно Фишера и Стьюдента, при уровне значимости  $2\alpha = 5\%$ .

Таблица 4.1 – Результаты проверки рядов максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков рек Краснодарского края на однородность

<i>Максимальные расходы весеннего половодья</i>						
Река, пункт	$t^*$	$t_{5\%}$	$H_0: x_1 = x_2$	$F^*$	$F_{5\%}$	$H_0: D_1 = D_2$
р. Челбас - ст. Каневская	0.18	2.10	н/о	6.65	4.03	о
р.Бейсуг– ст. Брюховецкая	0.52	2.10	н/о	2.17	4.03	н/о
р. Кубань – ст. Ладожская	3.61	2.01	о	1.62	2.23	н/о
р. Кубань - г. Усть-Лабинск	1.53	2.01	н/о	1.15	2.23	н/о

<i>Максимальные расходы весеннего половодья</i>						
Река, пункт	$t^*$	$t_{5\%}$	$H_0: x_1 = x_2$	$F^*$	$F_{5\%}$	$H_0: D_1 = D_2$
р.Лаба - х. Догуджиев	0.1	2.01	н/о	1.49	2.23	н/о
р. Белая - х. Северный	1.45	2.01	н/о	2.15	2.21	н/о
р. Псекупс- г. Горячий ключ	0.99	2.01	н/о	1.32	2.27	н/о
р. Пшиш -г. Хадыженск	0.79	2.03	н/о	2.49	2.62	н/о
р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	0.22	2.01	н/о	1.58	2.21	н/о
р. Иль – пгт. Ильский	1.20	2.02	н/о	4.30	2.50	о
р. Убинка - ст. Северская	0.65	2.01	н/о	1.63	2.21	н/о
р. Шебш – ст. Новодмитриевская	1.02	2.01	н/о	1.04	2.21	н/о
р. Афипс – ст. Смоленская	0.94	2.01	н/о	1.50	2.21	н/о
<i>Максимальные расходы дождевых паводков</i>						
р. Челбас - ст. Каневская	2.00	2.05	н/о	1.04	3.09	н/о
р.Лаба - х. Догуджиев	0.23	2.2	н/о	2.15	4.26	н/о
р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	0.88	2.01	н/о	1.48	2.19	н/о
р. Иль – пгт. Ильский	2.57	1.99	о	1.30	2.00	н/о
р. Убинка - ст. Северская	0.27	1.99	н/о	2.09	1.96	о
р. Шебш – ст. Новодмитриевская	1.92	2.00	н/о	1.56	2.04	н/о
р. Афипс – ст. Смоленская	3.56	2.00	о	1.64	2.04	н/о
<i>н/о – нулевая гипотеза не опровергается; о – нулевая гипотеза опровергается.</i>						

Многолетние данные максимальных расходов весеннего половодья по постам являются однородными и по критерию Фишера, и по критерию Стьюдента. Исключением являются посты ст. Ладожская на р. Кубань, пгт. Ильский на р. Иль и ст. Каневская на р. Челбас.

Данные максимальных расходов дождевых паводков также являются однородными, за исключением постов пгт. Ильский на р. Иль и ст. Смоленская на р. Афипс.



#### 4.2. Расчет основных статистических характеристик.

На втором этапе производился расчет оценок параметров распределения методом моментов. В том случае, когда коэффициент вариации ( $C_v$ ) превышал 0.6, параметры пересчитывались методом наибольшего правдоподобия. Результаты расчетов представлены в таблицах 4.2 - 4.3.

Учитывая большую погрешность расчета коэффициента асимметрии ( $C_s$ ), значение отношения  $C_s/C_v$  для каждого вида стока принималось постоянным для всего исследуемого района (среднее районное).

Таблица 4.2 – Основные статистические характеристики максимальных расходов весеннего половодья для рек района изысканий

№ п/п	Река – створ	$F, \text{ км}^2$	$\bar{Q}_{\text{max}}$ $\text{м}^3/\text{с}$	$C_v$	$C_s$	$C_s/C_v$	$\sigma_Q, \%$	$\sigma_{C_v}, \%$
1	р. Челбас - ст. Каневская	4080	10,9	0.55	2.95	5.36	12.3	17
2	р.Бейсуг - ст-ца Брюховецкая	4310	14,1	0.3	0.78	2.6	6.7	16.2
3	р. Кирпили- ст.Кирпильская	206	0,23	0.48	1.41	3	15.8	23.7
4	р. Кубань - ст-ца Ладожская	19800	654	0.29	0.68	2.4	3.9	10
5	р. Кубань - г. Усть-Лабинск	34300	871	0.22	0.69	3.1	3.0	9.8
6	р.Лаба - х. Догуджиев	12000	420	0.25	1.5	6	3.4	10
7	р. Белая - Белореченск	3340	414	0.37	0.96	2.6	9.9	19.4
8	р. Белая - х. Северный	5790	520	0.46	0.22	0.5	6.1	10.2
9	р.Бейсужек - г.Кореновск	725	3,07	0.44	2.3	5.2	11.4	19
10	р. Псекупс- г. Горячий ключ	765	536	0.34	0.05	0.1	4.9	10.6
11	р. Пшиш -г. Хадьженск	710	406	0.34	0.61	1.8	5.2	11.3
12	р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	141	96,5	0.52	0.89	1.7	7.0	10.5
13	р. Иль – пгт. Ильский	120	60,6	0.64	1.4	2.2	9.4	12
14	р. Убинка - ст. Северская	201	112	0.45	0.8	1.8	6.0	10.2
15	р. Шебш – ст. Новодмитриевская	581	341	0.45	0.31	0.7	6.0	10.2
16	р. Афипс – ст. Смоленская	298	184	0.4	0.27	0.7	5.3	10.1
	Среднее					=2,48	=7,3	=13,1

Таблица 4.3 – Основные статистические характеристики расходов  
дождевых паводков для рек района изысканий

№ п/п	Река – створ	$F, \text{ км}^2$	$\bar{Q}_{\text{max}}$ $\text{м}^3/\text{с}$	$C_v$	$C_s$	$C_s/C_v$	$\sigma_Q, \%$	$\sigma_{C_v}, \%$
1	р. Челбас - ст. Каневская	4080	8.62	0.51	0.29	0.6	8.5	12.9
2	р. Лаба - х. Догуджиев	12000	182	0.56	0.55	1	17.7	22.8
3	р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	141	76.5	0.59	1.19	2	7.7	10.5
4	р. Иль – пгт. Ильский	120	52.3	0.8	1.43	1.8	9.1	9.9
5	р. Убинка - ст. Северская	201	109	0.44	0.9	2.1	4.9	8.5
6	р. Шебш – ст. Новодмитриевская	581	338	0.49	0.77	1.6	5.7	9.0
7	р. Афипс – ст. Смоленская	298	193	0.41	0.58	1.4	4.8	8.8
	Среднее					=1,5	=11,8	=11,8

При аппроксимации эмпирических кривых обеспеченностей в качестве аналитической кривой для всех видов стока использовалась кривая Крицкого-Менкеля (трехпараметрическое гамма-распределение).

При расчете основных статистических характеристик максимальных расходов весеннего половодья коэффициент вариации ( $C_v$ ) у всех рек был менее 0.6, поэтому расчет параметров распределения производился методом моментов. Исключением стал ряд на р. Иль-пгт. Ильский, коэффициент вариации которого составил 0.64, однако при сравнении аналитических кривых построенных методом моментов и методом наибольшего правдоподобия было принято решение для данного ряда использовать параметры распределения методом моментов.

При расчете основных статистических характеристик максимальных расходов дождевых паводков коэффициент вариации ( $C_v$ ) у всех рек был также менее 0.6, поэтому расчет параметров распределения производился методом моментов. Исключением стал ряд на р. Иль-пгт. Ильский, коэффициент вариации, которого составил 0.80. Для данного ряда аналитическая кривая была построена методом наибольшего правдоподобия.

Аналитические кривые представлены в приложении 1. Кривые распределения Крицкого - Менкеля хорошо соотносятся с

эмпирическими значениями, и отклонения отдельных точек являются не значительными.

## 5. РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ И УРОВНЕЙ ВОДЫ В СТВОРАХ ПЕРЕХОДОВ ЧЕРЕЗ ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ

5.1. Расчет максимальных расходов весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений в пункте проектирования

При отсутствии данных гидрометрических наблюдений расчет максимальных расходов весеннего половодья обеспеченности  $P$  % производился по редуцированной формуле (3):

$$q_{p\%} = \lambda_{p\%} \frac{A}{(F + 1)^n} \delta_{оз}, \quad (3)$$

$$Q_{p\%} = q_{p\%} F / 10^3 \quad (4)$$

Где  $q_{p\%}$  – максимальный модуль стока половодья обеспеченностью  $P$  %;

$F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;

$n$  – Районный показатель редукиции;

$A$  – элементарный модуль стока;

$\lambda_{p\%}$  – переходный коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения  $P = 1\%$  к значениям другой вероятности;

$\delta_{оз}$  – коэффициент, учитывающий снижение модуля максимального стока под влиянием озерности водосбора.

Коэффициент  $\delta_{оз}$ , определялся по формулам:

$$\delta_{оз} = 1 / (1 + cA_{оз}), \quad (5)$$

где  $A_{оз}$  – относительная площадь озер водосбора реки, %;

$f_6$  – относительная заболоченность водосбора реки, %;

В соответствии с СП 33-101-2003 для уточнения значений параметров  $n$  и  $A_1$  была построена редуционная зависимость для района изысканий с привлечением длинопериодных рядов наблюдений (рис. 5.1).

Как видно на рисунке показатель редукиции равен 0,70. Тенденции к уменьшению редукиции в зоне малых площадей не прослеживается, следовательно:  $A_1 = 1$ .

Данные аналитических кривых по постам аналогам различной обеспеченности приведены в таблице 5.1. Выполнен расчет модулей стока от расходов, результаты представлены в таблице 5.2.

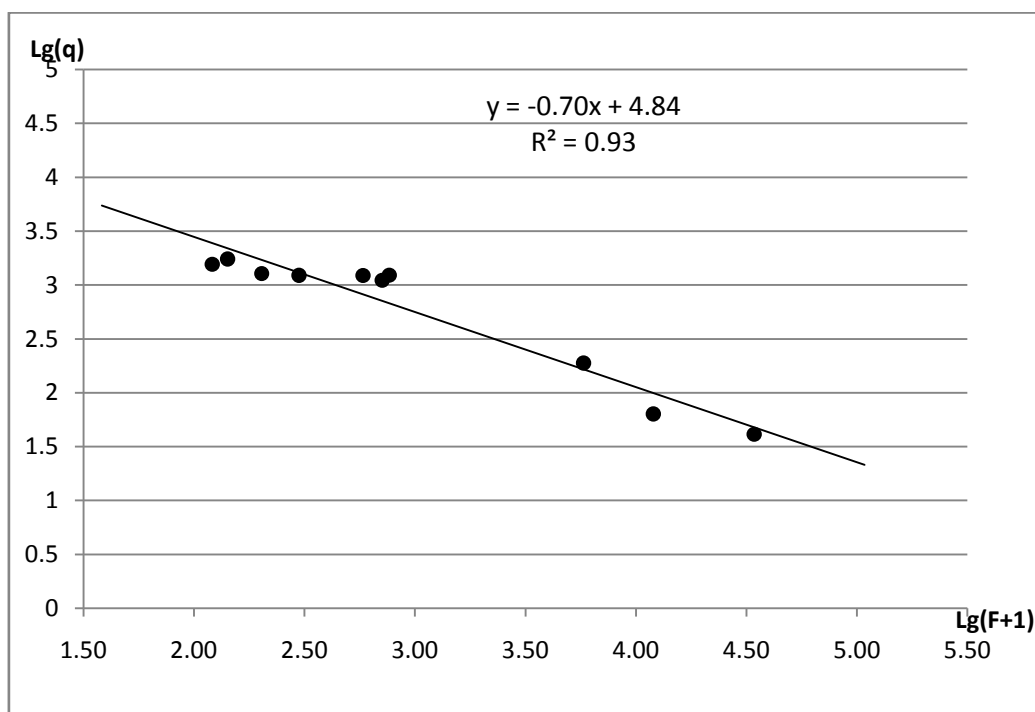


Рисунок 5.1 Редукионная зависимость модуля стока от площади весеннего половодья.

Таблица 5.1 - Данные аналитической кривой по постам аналогам различной обеспеченности.

Река – створ	Q <sub>0.01%</sub>	Q <sub>0.1%</sub>	Q <sub>1%</sub>	Q <sub>3%</sub>	Q <sub>5%</sub>	Q <sub>10%</sub>	Q <sub>20%</sub>
р. Кубань - г. Усть-Лабинск	1940	1680	1420	1290	1220	1130	1020
р. Лаба - х. Догуджиев	1290	1000	761	656	613	552	490
р. Белая - х. Северный	1060	1030	927	874	842	789	715

Река – створ	Q <sub>0.01%</sub>	Q <sub>0.1%</sub>	Q <sub>1%</sub>	Q <sub>3%</sub>	Q <sub>5%</sub>	Q <sub>10%</sub>	Q <sub>20%</sub>
р. Псекупс- г. Горячий ключ	1160	1070	949	877	836	773	695
р. Пшиш -г. Хадыженск	1100	954	789	703	658	594	519
р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	372	312	245	209	191	165	135
р. Иль – пгт. Ильский	331	259	188	153	136	113	86.9
р. Убинка - ст. Северская	383	323	258	223	205	180	152
р. Шебш – ст. Новодмитриевская	927	836	717	648	609	548	475
р. Афипис – ст. Смоленская	471	425	366	332	312	283	248

Таблица 5.2 - Модуль стока различной обеспеченности по постам аналогам.

Река – створ	q <sub>0.01%</sub>	q <sub>0.1%</sub>	q <sub>1%</sub>	q <sub>3%</sub>	q <sub>5%</sub>	q <sub>10%</sub>	q <sub>20%</sub>
р. Кубань - г. Усть-Лабинск	56.6	49.0	41.4	37.6	35.6	32.9	29.7
р.Лаба - х. Догуджиев	107.5	83.3	63.4	54.7	51.1	46.0	40.8
р. Белая - х. Северный	183	178	160	151	145	136	123
р. Псекупс- г. Горячий ключ	1516	1399	1241	1146	1093	1010	908
р. Пшиш -г. Хадыженск	1549	1344	1111	990	927	837	731
р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	2638	2213	1738	1482	1355	1170	957
р. Иль – пгт. Ильский	2758	2158	1567	1275	1133	942	724
р. Убинка - ст. Северская	1905	1607	1284	1109	1020	896	756
р. Шебш – ст. Новодмитриевская	1596	1439	1234	1115	1048	943	818
р. Афипис – ст. Смоленская	1581	1426	1228	1114	1047	950	832

Таблица 5.3 - Переходные коэффициенты от максимальных расходов ежегодной вероятности превышения P1% к значениям другой вероятности по постам аналогам и их среднее значение.

Река – створ	λ <sub>0.1%</sub>	λ <sub>3%</sub>	λ <sub>5%</sub>	λ <sub>10%</sub>	λ <sub>20%</sub>
р. Кубань - г. Усть-Лабинск	1.18	0.91	0.86	0.80	0.72
р.Лаба - х. Догуджиев	1.31	0.86	0.81	0.73	0.64
р. Белая - х. Северный	1.11	0.94	0.91	0.85	0.77
р. Псекупс- г. Горячий ключ	1.13	0.92	0.88	0.81	0.73
р. Пшиш -г. Хадыженск	1.21	0.89	0.83	0.75	0.66
р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	1.27	0.85	0.78	0.67	0.55
р. Иль – пгт. Ильский	1.38	0.81	0.72	0.60	0.46

Река – створ	$\lambda_{0.1\%}$	$\lambda_{3\%}$	$\lambda_{5\%}$	$\lambda_{10\%}$	$\lambda_{20\%}$
р. Убинка - ст. Северская	1.25	0.86	0.79	0.70	0.59
р. Шебш – ст. Новодмитриевская	1.17	0.90	0.85	0.76	0.66
р. Афипс – ст. Смоленская	1.16	0.91	0.85	0.77	0.68
СРЕДНЕЕ	1.22	0.89	0.83	0.74	0.65

Выполнен расчет переходных коэффициентов от максимальных расходов ежегодной вероятности превышения P1% к значениям другой вероятности по постам аналогам обратным пересчетом и приведен в таблице 5.3.

Расчет расходов заданной вероятности водных объектов в створе перехода выполнялся по редуцированной формуле. В качестве примера приведены значения расходов различной обеспеченности реки Пшиш и реки Лаба в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Максимальные расходы весеннего половодья заданной обеспеченности в пункте проектирования.

Река	$Q_{0.01\%}$	$Q_{0.1\%}$	$Q_{1\%}$	$Q_{3\%}$	$Q_{5\%}$	$Q_{10\%}$	$Q_{20\%}$
река Пшиш	1188	1021	839	744	695	625	542
река Лаба	1077	917	745	658	613	549	474

5.2. Расчет максимальных расходов дождевых паводков при отсутствии данных наблюдений в пункте проектирования

При отсутствии данных гидрометрических наблюдений расчет максимальных расходов дождевых паводков обеспеченности P % производился по редуцированной формуле [6]:

$$Q_p = q_{p,a} \frac{\delta\delta_2}{\delta_a\delta_{2a}} \left(\frac{F_a}{F}\right)^n F, \quad (6)$$

- $q_{p,a}$  - максимальный модуль стока паводка реки аналога;
- $F$  - площадь водосбора;
- $F_a$  - площадь водосбора реки аналога;
- $n$  - районный показатель редукиции;
- $\delta\delta_2$

$\delta_a, \delta_{2,a}$  - коэффициенты, учитывающие снижение модуля максимального стока под влиянием озёрности и заболоченности водосбора расчетной реки и реки аналога.

Коэффициенты  $\delta$  и  $\delta_2$ , определялись по формулам:

$$\delta = 1/(1 + cA_{оз}), \quad (7)$$

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1f_6 + 1), \quad (8)$$

где  $A_{оз}$  – относительная площадь озер водосбора реки, %;

$f_6$  – относительная заболоченность водосбора реки, %;

$c$  – коэффициент, определяемый по таблице 20 Пособия [4];  $c = 0,4$ ;

$\beta$  – коэффициент, определяемый по таблице 22 Пособия [4];  $\beta = 0,7$ .

В соответствии с СП 33-101-2003 для уточнения значений параметров  $n$  и  $A_1$  была построена редуцирующая зависимость для района изысканий с привлечением длинопериодных рядов наблюдений (рис. 5.2).

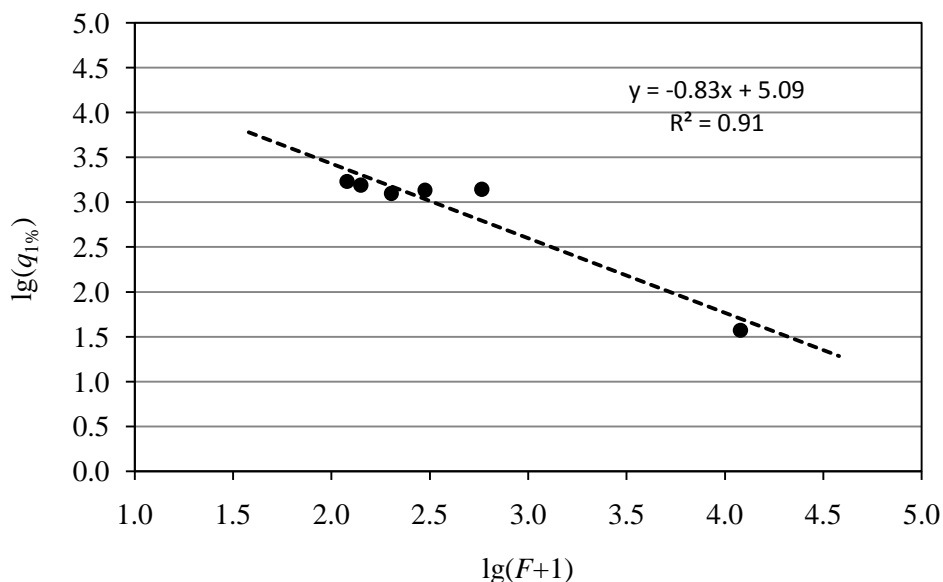


Рисунок 5.2 Редуцирующая зависимость модуля стока от площади дождевых паводков.



Как видно на рисунке показатель редукиции равен 0,83. Тенденции к уменьшению редукиции в зоне малых площадей не прослеживается, следовательно:  $A_1 = 1$

Данные аналитических кривых по постам аналогам различной обеспеченности приведены в таблице 5.5. Выполнен расчет модулей стока от расходов, результаты представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.5 - Данные аналитической кривой по постам аналогам различной обеспеченности.

Река – створ	Q <sub>0.01%</sub>	Q <sub>0.1%</sub>	Q <sub>1%</sub>	Q <sub>3%</sub>	Q <sub>5%</sub>	Q <sub>10%</sub>	Q <sub>20%</sub>
р. Челбас - ст. Каневская	24.1	22	19.1	17.3	16.3	14.6	12.6
р. Лаба - х. Догуджиев	615	541	450	397	368	323	269
р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	364	292	219	182	164	138	110
р. Иль – пгт. Ильский	423	311	206	158	136	107	79.1
р. Убинка - ст. Северская	384	320	251	216	199	174	146
р. Шебш – ст. Новодмитриевская	1190	1010	810	700	644	564	471
р. Афипс – ст. Смоленская	565	490	405	359	334	299	256

Таблица 5.6 - Модуль стока различной обеспеченности по постам аналогам.

Река – створ	q <sub>0.01%</sub>	q <sub>0.1%</sub>	q <sub>1%</sub>	q <sub>3%</sub>	q <sub>5%</sub>	q <sub>10%</sub>	q <sub>20%</sub>
р. Челбас - ст. Каневская	5.91	5.39	4.68	4.24	4.00	3.58	3.09
р. Лаба - х. Догуджиев	51.3	45.1	37.5	33.1	30.7	26.9	22.4
р. Сухой Хабль – пгт. Холмский	2582	2071	1553	1291	1163	979	780
р. Иль – пгт. Ильский	3525	2592	1717	1317	1133	892	659
р. Убинка - ст. Северская	1910	1592	1249	1075	990	866	726
р. Шебш – ст. Новодмитриевская	2048	1738	1394	1205	1108	971	811
р. Афипс – ст. Смоленская	1896	1644	1359	1205	1121	1003	859

Для определения максимальных расходов различной обеспеченности дождевых паводков по редукиционной формуле был произведен подбор реки аналога. В качестве аналога был выбран пост на р. Шебш – ст. Новодмитриевская, отвечающий всем требованиям к постам аналогам. Для реки Лаба вы-

бран пост на этой реке р.Лаба - х. Догуджиев. Результаты расчета приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Максимальные расходы дождевых паводков заданной обеспеченности в пункте проектирования.

Река	Q <sub>0.01%</sub>	Q <sub>0.1%</sub>	Q <sub>1%</sub>	Q <sub>3%</sub>	Q <sub>5%</sub>	Q <sub>10%</sub>	Q <sub>20%</sub>
река Пшиш	1250	1061	851	735	676	592	495
река Лаба	683	568	446	382	350	303	251

5.3. Расчет максимальных уровней при отсутствии данных наблюдений в пунктах проектирования.

Для проведения расчетов уровней воды были проведены промеры глубин и нивелирование береговых склонов выше уреза, для построения поперечных профилей расчетных рек. По данным полевых работ построены поперечные профили для расчетных створов.

Для расчета уровней реки были использованы формулы:

Средняя скорость в расчитывалась по формуле Шези-Манинга:

$$v_{cp} = C \sqrt{h_{cp} I} \quad (9)$$

где  $C$  – коэффициент Шези;

$h_{cp}$  – средняя глубина реки в створе перехода;

$I$  – уклон реки;

Коэффициент Шези рассчитывался по формуле Манинга:

$$C = \frac{h_{cp}^{1/6}}{n} \quad (10)$$

Для определения расчетных уровней по максимальному расходу воды заданной вероятности строились кривые расходов воды  $Q = f(H)$ . Кривые строились с учетом гидравлических и морфометрических характеристик русла и поймы реки в проектном створе.

Расход для построения кривой определялся по следующей формуле:

$$Q = \omega v_{cp} = \frac{\omega}{n} h^{2/3} I^{1/2} \quad (11)$$

где  $\omega$  – Площадь поперечного сечения;

$v_{cp}$  – средняя скорость реки в створе перехода;

$n$  – коэффициент шероховатости

$h$  – средняя глубина реки в створе перехода;

$I$  – уклон реки.

Кривая расходов воды  $Q = f(H)$  приведена на рис.5.3 для реки Пшиш, и рис.5.4 для реки Лаба.

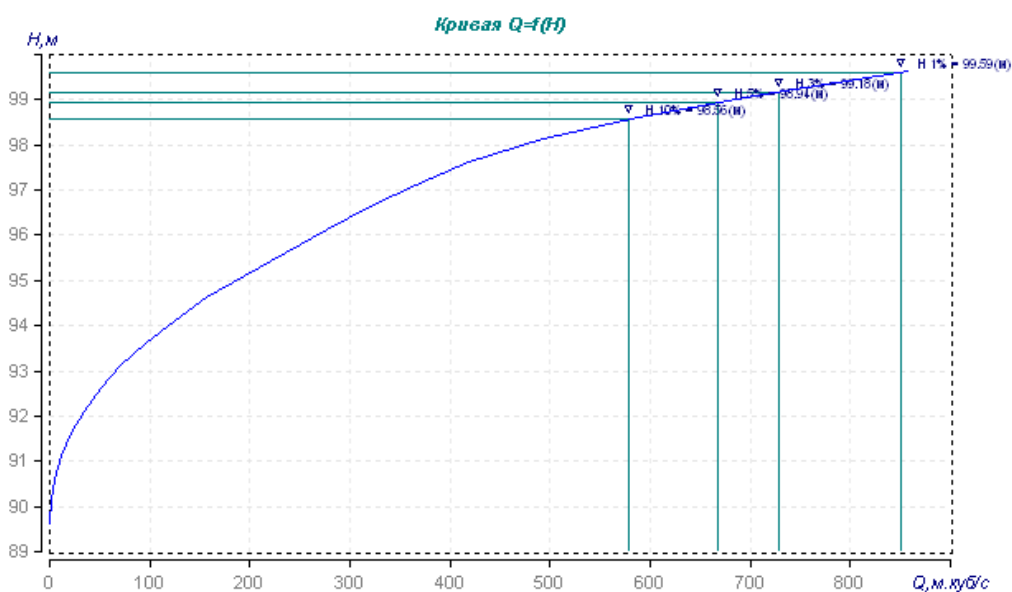


Рисунок 5.3 - Кривая расходов воды  $Q = f(H)$  проектируемого перехода реки Пшиш.

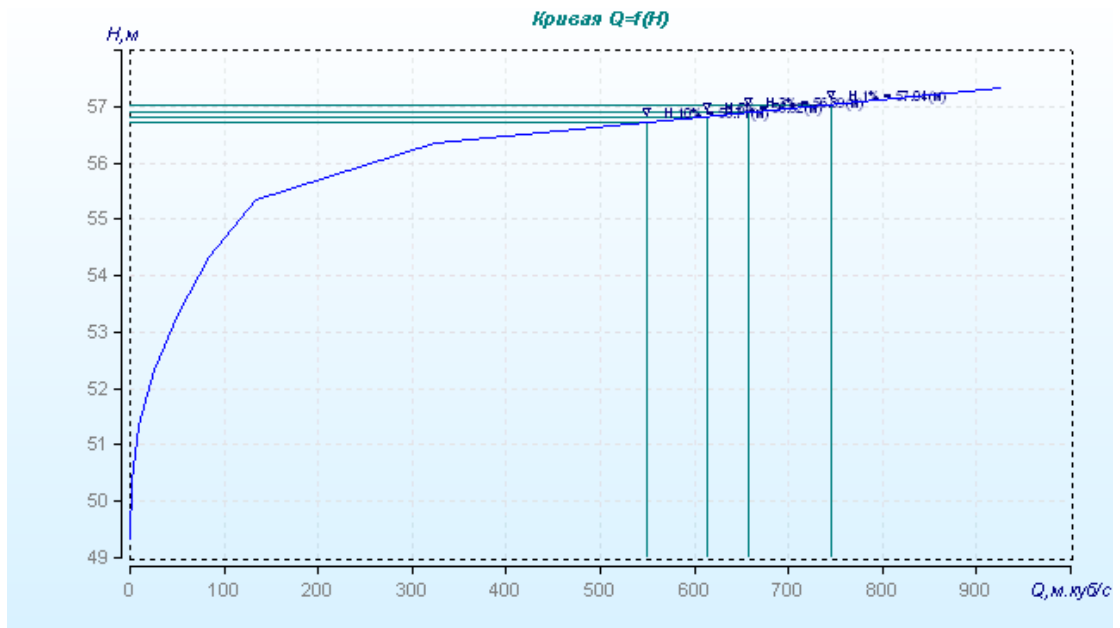


Рисунок 5.4 - Кривая расходов воды  $Q = f(H)$  проектируемого перехода реки Лаба.

С кривых были сняты уровни воды 1% 3% 5% 10% 20% обеспеченности. Полученные уровни нанесены на поперечные профили рек. В качестве примера приведены профили реки Пшиш (рис. 5.5) и реки Лаба (рис. 5.6).

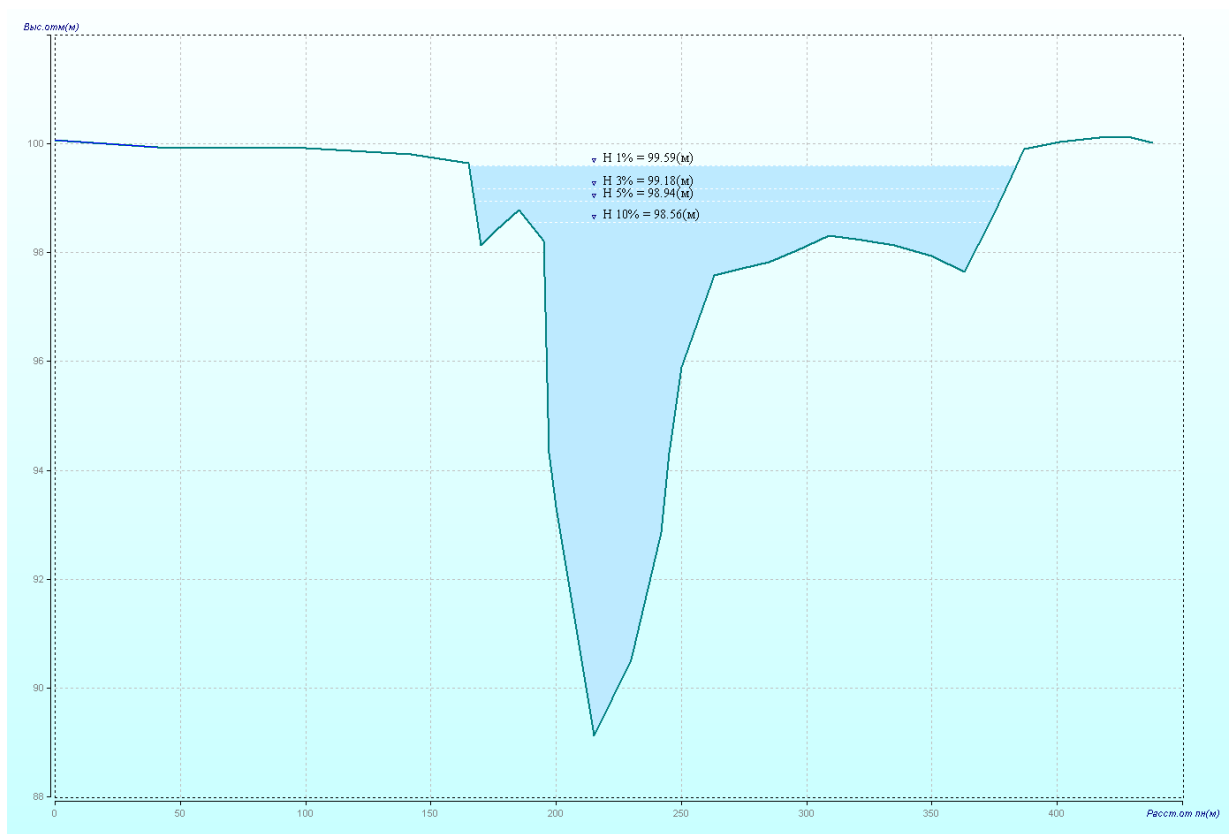


Рисунок 5.5–Поперечный профиль проектируемого перехода реки Пшиш.

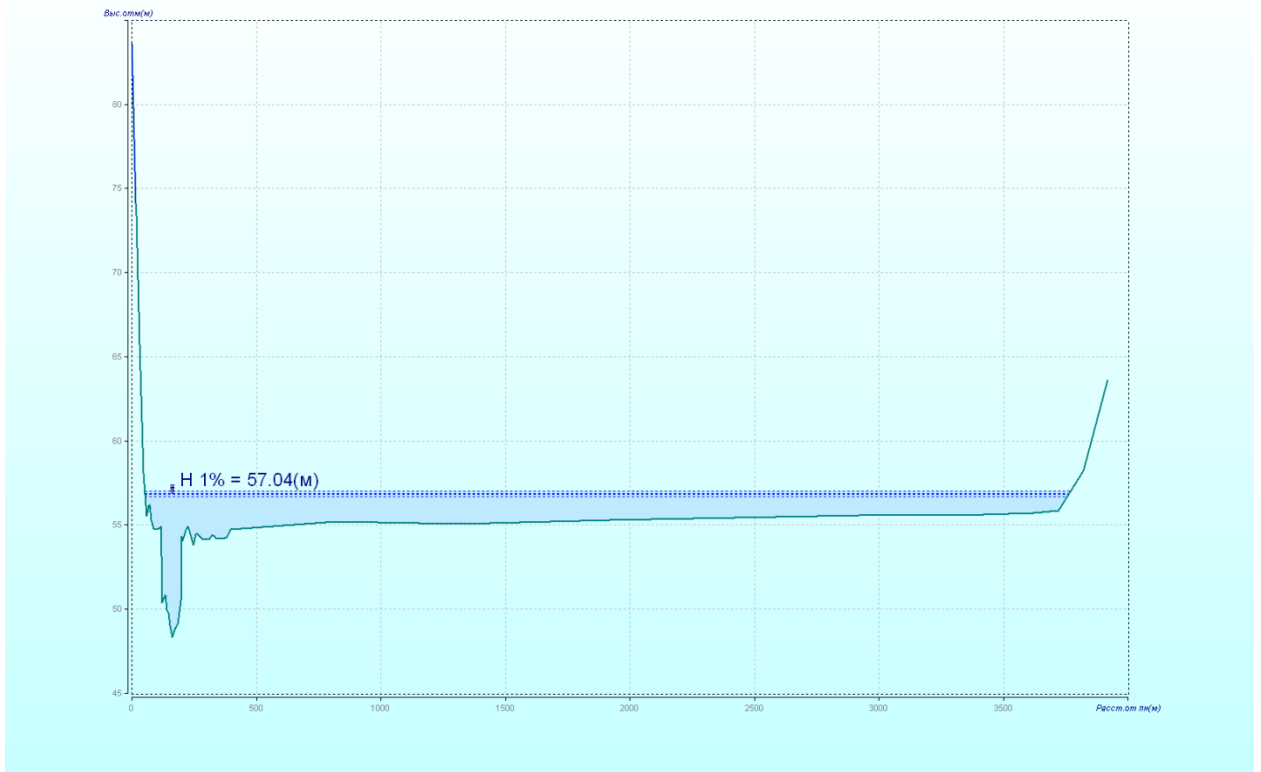


Рисунок 5.6 – Поперечный профиль проектируемого перехода реки Лаба.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта был проведен сбор материалов по исследуемому участку изысканий, анализ и обработка рядов максимального стока исследуемого района. Были использованы данные по 20 гидрологическим постам, 13 из которых удовлетворяли всем условиям для использования их в качестве аналогов.

Был проведен расчет основных расчетных характеристик по постам аналогам. Соотношение  $C_s/C_v$  было принято равным среднему значению по постам = 2,5. Построенные аналитические кривые распределения хорошо описывали эмпирические кривые, без значительных отклонений.

Выполнен расчет максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков расчетной реки по редуцированным формулам с использованием рек аналогов.

Выполнен расчет максимальных уровней расчетных рек, на примере реки Пшиш и реки Лаба. Построены профили реки Пшиш и реки Лаба в створе перехода проектируемого нефтепровода с нанесенными уровнями различной обеспеченности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 08, Северный Кавказ, Приложения.
2. Основные гидрологические характеристики. Том 1 Северный Кавказ.
3. Гидрологические ежегодники. Том 2, бассейны Черного и Азовского морей (без Кавказа). Вып. 7-9 бассейн р. Дон.
4. *Владимиров А. М.* Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 365 с.
5. *Сикан А. В.* Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник – СПб.: РГГМУ, 2007. – 279 с.
6. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 247 с.
7. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. – СПб, 2007. – 67 с. (Ротапринт ГНЦ РФ ААНИИ).
8. Инженерные изыскания для строительства магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. РД-91.020.00-КТН-142-14 – М., 2014. – 470 с.
9. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – М., 2004. – 72 с.
10. Технический отчет по объекту: «МН «Тихорецк-Туапсе-2». Участок Тихорецк – Заречье. Строительство». ОАО «Гипротрубопровод – М., 2009. – 541 с.