ТОО «Казгидро»

Государственная лицензия №08313, выданная 25 мая 2021г.

«СТРОИТЕЛЬСТВО БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ ДАМБ В СЁЛАХ ДЫНГЫЗЫЛ, ШОРТАНБАЙ, КОПТОГАЙ КУРМАНГАЗИНСКОГО РАЙОНА АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ»

Рабочий Проект

Гидрологический отчёт

Том 9

50-2021-ГО

Алматы, 2022 г.

ТОО «КАЗГИДРО»

«СТРОИТЕЛЬСТВО БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ ДАМБ В СЁЛАХ ДЫНГЫЗЫЛ, ШОРТАНБАЙ, КОПТОГАЙ КУРМАНГАЗИНСКОГО РАЙОНА АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ»

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

ТОМ 9

50-2021-ГО

Генеральный директор **Д. Ю. ЗИНЕВИЧ**

Главный инженер проекта **В.М. МИТИН**

Начальник отдела гидрологии **С.А.ЕРИСКОВСКИЙ**

АЛМАТЫ, 2022 Г.

Состав Рабочего Проекта

№ тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	50-2021-П	Паспорт проекта	
2	50-2021-ПЗ	Пояснительная записка	
3	50-2021-ГР	Альбом чертежей марки ГР: Гидротехнические решения	
4	50-2021-ПОС	Проект организации строительства	
5	50-2021-А-ПОС	Альбом чертежей марки ПОС: Проект организации строительства	
6	50-2021-С	Сметная документация	
7	50-2021-ГЕО	Отчёт по инженерно-геологическим изысканиям	
8	50-2021-ТОП	Отчёт по топографическим изысканиям	
9	50-2021-ГО	Гидрологический отчёт	
10	50-2021-ОВОС	Оценка воздействия на окружающую среду	ИП «Бейсенкулов М.»

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ 5
2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕКИ КИГАЧ 6
2.1. Орогидрография 6
2.2. Климат 9
2.2.1. Температура воздуха 10
2.2.2. Атмосферные осадки 11
2.2.3. Атмосферное давление 11
2.2.4. Ветер 12
2.2.5. Опасные атмосферные явления 13
3. ВОДНЫЙ РЕЖИМ 14
3.1. Гидрологическая изученность протоки Кигач 15
3.2. Гидрометрическая характеристика участков изысканий 16
3.3. Норма стока и его изменчивость 20
3.4. Внутригодовое распределение стока 22
3.5. Максимальный сток 23
3.6. Наивысшие уровни воды 26
3.7 Расчёт ветрового нагона и наката воды с Каспийского моря на протоку Кигач 28
3.8 Переформирование берегов и русла протоки Кигач 30
3.9 Ледовый режим 31
4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 34
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ 35

1. ВВЕДЕНИЕ

В «Гидрологическом отчёте» Рабочего Проекта «Строительство берегоукрепительных дамб в сёлах Дынгызыл, Шортанбай, Коптогай Курмангазинского района Атырауской области» приведены результаты расчётов по необходимым гидрологическим характеристикам в намеченных створах гидротехнических работ.

Для анализа условий формирования стока («сток воды – продукт климата») приняты основные метеорологические характеристики (температура воздуха, атмосферные осадки, атмосферное давление, ветер, опасные атмосферные явления) по метеостанции Курмангазы, АМСГ (Ганюшкино, АМСГ) (Н = минус 25,2 м). Определены основные климатические характеристики, необходимые на стадии проектирования РП.

Исходными данными для определения морфометрических характеристик послужили топографические карты М 1:1 000 000, 1:200 000, 1:100 000 и план топографической съёмки исследуемых участков.

При расчётах гидрологических характеристик использованы ряды наблюдений за ними в створах гидрологических постов на протоке Кигач – с. Шортанбай, с. Жасталап, с. Котяевка и на протоке Шароновка - с. Курмангазы (Ганюшкино). Для выполнения работы в РГП «Казгидромет» были получены имеющиеся значения расходов воды в створе пр. Кигач – с. Шортанбай и уровней воды пр. Кигач – с. Котяевка за последние годы.

В РГП «Казгидромет» был получен профиль водного сечения в створе действующего гидрологического поста пр. Кигач – с. Шортанбай по состоянию на 17.06.2020 г.

В «Гидрологический отчёт» включены результаты изысканий и исследований ТОО «Каспийский институт разведочной геофизики», проведённых в 2021 – 2022 гг.

Комплекс работ выполнен в соответствии с требованиями СП РК 2.04-01-2017, НТП РК 01-01-3.1(4.1)-2017, МСП РК 3.04-101-2005, СП РК 3.04-107-2014.

В расчётах основных характеристик стока и составлении данного отчёта принимали участие:

- главный специалист-гидролог Лю М.Ц.;
- инженер-гидролог Хаметова Г.М;
- начальник отдела гидрологии Ерисковский С.А.

2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕКИ КИГАЧ

2.1. Орогидрография

Кигач (каз. *Қиғаш*) — рукав нижнего течения Волги. Протекает по территории Атырауской области Казахстана и Астраханской области России. Впадает в протоку Широкую в районе села Жанааул. Длина р. Кигач L=59,5 км.

Протока Кигач берёт начало в Астраханской области в 12 км северо-восточнее районного центра с. Красный Яр у пос. Подчалык при слиянии протоки Берекет и протоки Корсака. Протока Кигач является одним из крупных водотоков восточной части дельты р.Волги и ограничивает площадь дельты с востока. На участке от истока до впадения ерика Мохамарский протока Кигач не имеет боковых ответвлений и не получает дополнительных притоков.

Основные черты рельефа дельты Волги, в пределах которой находится протока Кигач, сложились за последние 15-16 тысяч лет. За это время Каспийское море многократно то наступало на сушу, и тогда уровень его повышался, достигая абсолютных отметок 0 м БС, то отступало, и тогда уровень моря понижался до отметок минус 50 м БС. На дне моря накапливался преимущественно песчаный материал. После отступлений моря главная роль в рельефообразовании принадлежала ветру. Под его действием формировался своеобразный рельеф с широким развитием барханов, бугристо-грядовых песков.

В настоящее время рельеф Прикаспийской низменности, где находится дельта р.Волги, включая русловую сеть протоки Кигач, имеет вид плоской равнины с характерным микрорельефом в виде «блюдец» и «лиманов». Здесь встречаются разные формы рельефа от возвышенно-низменного, сильно расчлененного обилием рек, до плоского равнинного.

При своём движении к Каспийскому морю протока Кигач получает дополнительный приток воды при впадении в неё относительно небольших правосторонних водотоков: на 33,5 км русла - ерик Мохамарский; на 43,8 км – ерик Долонка; на 45,2 км - ерик Алгара; на 47,3 км - ерик Мангута; на 58,4 км – ерик Вербошир.

На 35,5 км русла протоки Кигач на северной окраине пос. Шортанбай от протоки Кигач ответвляется на восток ерик Верхняя Шароновка. На 37,0 км на южной окраине пос. Шортанбай от протоки Кигач ответвляется на восток ерик Нижняя Шароновка, который сливаясь с ериком Верхняя Шароновка в 3,0 км восточнее пос. Шортанбай образуют значительную протоку Шаронова, питающую обширную зону Восточных подстепных ильменей длиной на восток около 60,0 км до пос. Караколь в 13,0 км восточнее районного центра с. Курмангазы (Ганюшкино). Обводнение зоны Восточных подстепных ильменей в решающей степени зависит от состояния пропускной способности русла этих водотоков.

На 59,5 км русла в 1,5 км юго-восточнее с. Жанааул протока Кигач сливается с правым притоком - протокой Сумница Широкая (протока Тюрина),

сопоставимым по масштабу с протокой Кигач, образуя протоку Широкая, которая имеет длину всего 3,3 км.

На 2,1 км от начала протоки Широкая (61,6 км от истока протоки Кигач) от протоки Широкая ответвляется влево значительная протока Тимофеевская, на левом берегу которой располагаются довольно крупные населённые пункты с. Сафоновка и с. Утеры, а также с. Богатое.

На 3,3 км от начала протоки Широкая (62,8 км от истока протоки Кигач) протока Широкая раздваивается на левый поток - протоку Двойники и правый поток - протоку Смирновская, которые вновь сливаются в общий водоток через 4.5 км и образуют крупную протоку Банк Иголкинский длиной 25,2 км, переходящую в раскатной части авандельты в искусственно углублённый Иголкинский канал-рыбоход длиной более 40,0 км.

Веерообразно разветвляясь на несколько крупных и мелких водотоков протоки Тимофеевская, Смирновская и Двойники формируют сеть каналов - Иголкинский, Мокринский, Утеринский. Утеринский канал разветвляется на Каныгинский и Бакланный каналы. Основу гидрографической сети в этой зоне дельты р. Волга образуют ерики - мелкие водотоки шириной до 30 м, непосредственно впадающие в раскатную часть авандельты.

Протока Кигач не имеет собственного водосборного бассейна, является рукавом дельты р. Волги и поэтому её гидрологический и гидрохимический режимы формируются под влиянием речных факторов, отражающие весь комплекс процессов, протекающих в р.Волга и на её водосборном бассейне.

Интенсивные рельефообразующие дефляционные процессы происходят здесь преимущественно в пределах аккумулятивной равнины, где раскаленные и лишённые влаги пески легко переносятся восточными и юго-восточными ветрами, господствующими в наиболее засушливое время года.

Рельеф дельты Волги сложен глинами, перекрытыми засоленными супесями и суглинками. В южной части этого района в пределах дельты распространены эоловые бугристые и грядовые пески. Эрозионные процессы выражены слабо. Наличие мощных песчано-глинистых толщ различного возраста с водоносными горизонтами, вскрывающимися по крутым склонам речных долин правобережья р.Волга, обусловило широкое распространение оползневых явлений.

В дельте р. Волги на бэровских буграх преобладает пустынная растительность, а на аллювиально-дельтовых почвах произрастают луга разного видового состава. Широкоразвита также и водно-болотная растительность.

Разнообразие почвенно–водных условий привело к уникальности растительного и животного мира данной территории. Здесь встречаются и водно-болотные угодья. Многочисленные озёра и протоки, заросшие тростником и другой разнообразной водной растительностью, представляют хорошее укрытие для огромного количества птиц. Они служат местом отдыха и питания многих, в том числе редких, птиц-мигрантов, гнездящихся на европейском Севере, Урале, в Западной Сибири. Значительная их часть

является редкими, относящимися к категории исчезающих или находящихся под угрозой исчезновения [1, 2].

Общий план участка изысканий приведен на рисунке 2.1 [3].

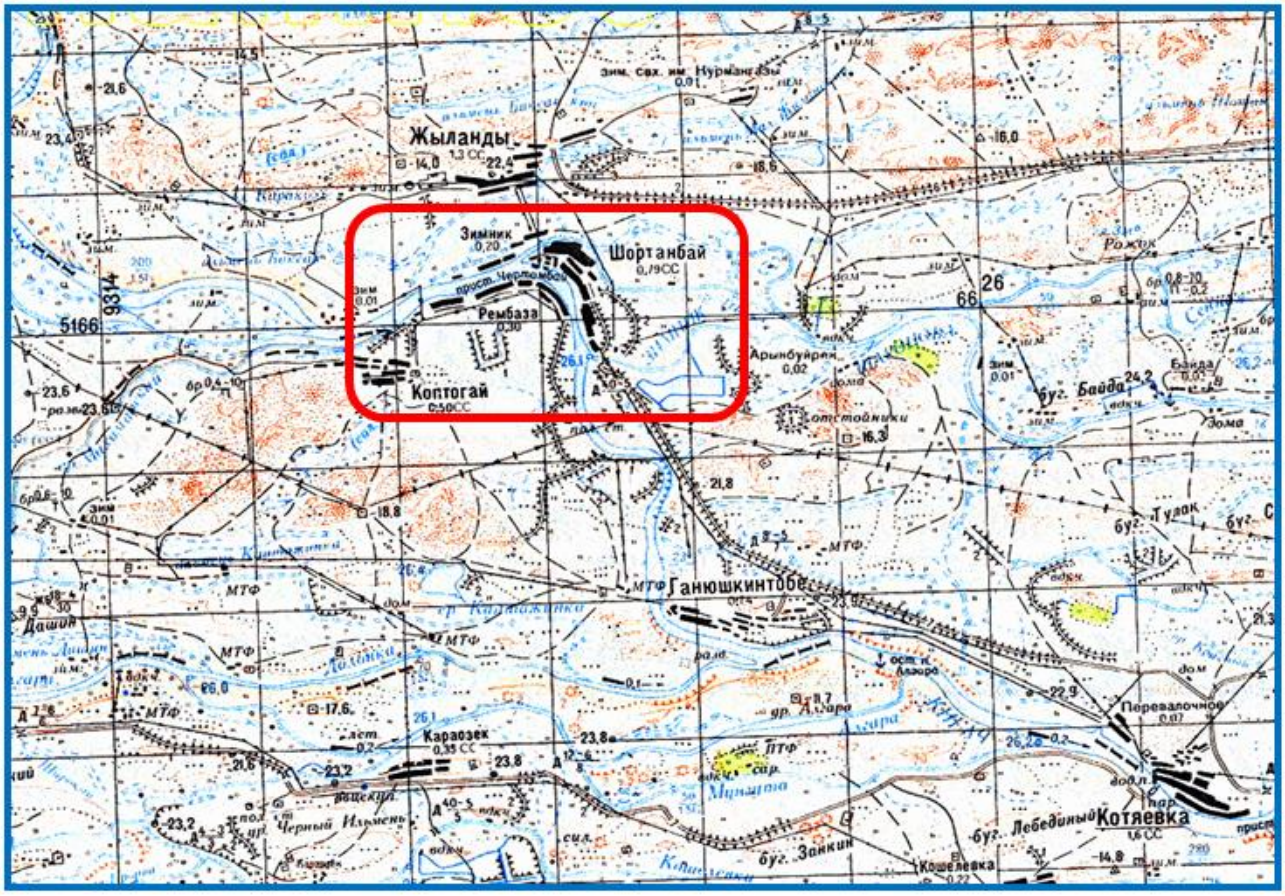

Рисунок 2.1 – Ситуационный план участков берегоукрепления

Рекогносцировочное исследование участка протоки Кигач до п.Шортанбай, расположенного в 19 км ниже п. Малый Арал является бесприточным и безотточным. У п. Малый Арал и далее вниз по течению правый берег протоки Кигач сравнительно пологий и покрыт густыми зарослями кустарника. Мелководные прибрежные участки заросли камышом и осокой. Левый берег, вначале обрывистый, далее постепенно понижается и становится пологим. Глубина русла в межень на перекатах – до 1,5 м, на плесах – до 4,0 м. Скорости течения в районе изысканий колеблются от 0,20 м/с в межень, до 1,0 м/с в половодье [3].

На участке изыскания протоки Кигач происходит стабилизация плановых русловых процессов и усиление вертикальных деформаций. В целом, на сток в протоки техногенные сооружения не влияют. Водосборная площадь протоки Кигач представляет довольно обширную сеть оросительных каналов - происходит регулирование стока на водосборе, рисунок 2.2 [3].

Рисунок 2.2 – Место существующей паромной переправы на протоке Кигач

2.2. Климат

Климат в исследуемом регионе резко континентальный и крайне засушливый с продолжительным жарким и сухим летом, короткой с частыми оттепелями, малоснежной и ветреной зимой, с небольшим и неустойчивым количеством осадков.

Среднегодовое количество осадков 150 мм (колеблется от 50 до 300 мм). Среднегодовая скорость ветра 4,0 – 7,0 м/с. Относительная влажность воздуха летом не превышает 37%, зимой – 84%. Количество осадков в год – от 150 до 190 мм. Средняя температура января минус 6 – минус 11 ^{0}С, июля 24 – 26 ^{0}С.

Основное количество осадков (60-70%) приходится на тёплый период (апрель-октябрь), однако на сток они не оказывают существенного влияния, так как большая частьих расходуется на испарение и инфильтрацию.

Для рассматриваемой территории характерны длительные засушливые сезоны. Продолжительность зимнего периода составляет 3-4 месяца. Из общего годового количества осадков в твёрдом виде выпадает в среднем около 23%. Устойчивый снежный покров образуется в третьей декаде декабря. Продолжительность периода залегания снежного покрова в среднем за зиму составляет 50-100 дней. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова в дельте Волги составляет 12-15 см.

Максимальная высота снежного покрова обычно наблюдается в третьей декаде января – феврале. Глубина промерзания почвы в наиболее морозные и

малоснежные зимы в дельте р. Волги составляет 85-95 см. Даже в сравнительно тёплые и многоснежные зимы почва промерзает повсеместно не менее чем на 20 см.

В дельте Волги господствуют ветры восточного и юго-восточного направлений, несущие сухой и жаркий воздух летом и сильно выхоложенный сухой воздух зимой. Средняя годовая скорость ветра находится в пределах 3,5-4,5 м/с, увеличиваясь на открытых повышенных участках и над поверхностью больших водоёмов до 5-6 м/с.

Для описания отдельных элементов климатических условий использованы данные метеорологической станции Курмангазы, АМСГ (Ганюшкино, АМСГ) (Н = минус 25,2 м). [1,2,4]

В соответствии с литературой [5, 6] рассматриваемый район расположен:

1. Климатический район IV. Климатический подрайон IVГ.
2. I снеговой район: S_0 кПа (кгс/м^2) 0,80 (80).
3. III ветровой район: W_0, кПа (кгс/м^2) 0,56 (56).
4. Расчётные температуры воздуха.

4.1. Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца января минус 6,8°С.

4.2. Среднемесячная температура воздуха самого тёплого месяца июля 25,2°С.

4.3. Средняя температура воздуха самой холодной пятидневки минус 25,2°С.

5. Климатический район для строительства 3А [3].
6. Дорожно-климатическая зона 4 [3].
7. Глубина промерзания нормативная для суглинок в и глин 0,99 м [3].
8. Глубина промерзания нормативная для супесей, песков пылеватых 1,21м [3].

2.2.1. Температура воздуха

В таблице 2.1 приведены значения среднемноголетних, абсолютных минимальных и абсолютных максимальных температур воздуха на метеостанции Курмангазы, АМСГ. Как следует из данных этой таблицы, самым холодным месяцем является январь, самым жарким – июль. Многолетняя амплитуда колебаний температуры воздуха достигает 78^{0}С [4].

Таблица 2.1 – Значения температуры воздуха
на метеостанции Курмангазы, АМСГ, °С

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя многолетняя												
-6,2	-6,8	-0,1	10,4	18,0	23,2	25,2	23,4	16,8	8,8	1,5	-3,7	9,2
Абсолютный минимум												
-34	-36	-31	-8	-3	6	10	4	-3	-16	-26	-32	-36
Абсолютный максимум												
12	16	21	32	38	41	42	41	35	30	22	14	42

2.2.2. Атмосферные осадки

Многолетние значения сумм атмосферных осадков по данным метеостанции Курмангазы, АМСГ приведены в таблице 2.2. Наибольшее их количество выпадает в тёплый период.

Месячный максимум осадков чаще всего наблюдается в июне-июле, минимум в феврале. Большая часть осадков выпадает в виде слабых и незначительных по величине дождей или снега [4].

Таблица 2.2 – Многолетние значения сумм атмосферных осадков на метеостанции Курмангазы, АМСГ, мм

Месяц												XI-III	IV-X	Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
12	9	14	13	17	19	18	13	14	16	13	12	60	110	170
5	4	5	6	9	10	10	8	7	7	6	5			22

Примечание. В первой строке приведены средние суммы осадков за период, во второй строке – средние максимальные значения суточных сумм осадков

2.2.3. Атмосферное давление

В таблице 2.3 приведены значения среднемноголетних, абсолютных минимальных и абсолютных максимальных значений атмосферного давления по данным метеостанций Курмангазы, АМСГ. Изменение атмосферного давления в течение года имеет обратный характер относительно хода температуры воздуха. Многолетняя амплитуда колебаний достигает 74,6 гПа [4].

Таблица 2.3 – Значения атмосферного давления, гПа, на метеостанции Курмангазы, АМСГ

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Среднее многолетнее												
1025,1	1025,7	1023,8	1018,8	1017,6	1013,5	1012,12	1014,8	1019,5	1024,0	1025,8	1025,0	1020,5
Абсолютный минимум												

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
989,4	994,8	981,5	993,8	994,9	994,0	998,9	1001,0	999,3	996,8	1000,0	994,7	981,5
Абсолютный максимум												
1056,1	1053,6	1051,5	1044,3	1035,8	1027,8	1025,5	1030,7	1038,2	1047,6	1048,5	1051,0	1056,1

2.2.4. Ветер

Ветровой режим формируется под влиянием циркуляции свободной атмосферы и рельефа. В таблице 2.4 представлена средняя месячная скорость ветра по данным метеостанции Курмангазы, АМСГ. Отмечаются достаточно высокие скорости ветра [4].

Таблица 2.4 – Многолетние значения средней скорости ветра на метеостанции Курмангазы, АМСГ, м/с

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
4,5	4,8	4,9	4,9	4,3	4,2	3,6	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3	4,2

В таблице 2.5 приводятся значения повторяемости направления ветра и штилей на метеостанции Курмангазы, АМСГ, на рисунке 2.3 – годовая роза ветров. Как следует из этих показателей, в годовом разрезе на метеостанции Курмангазы, АМСГ преобладают восточные ветры, реже всего наблюдаются северные и южные ветры [4].

Таблица 2.5 – Повторяемость направления ветра и штилей, %

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
9	10	22	13	9	13	14	10	20

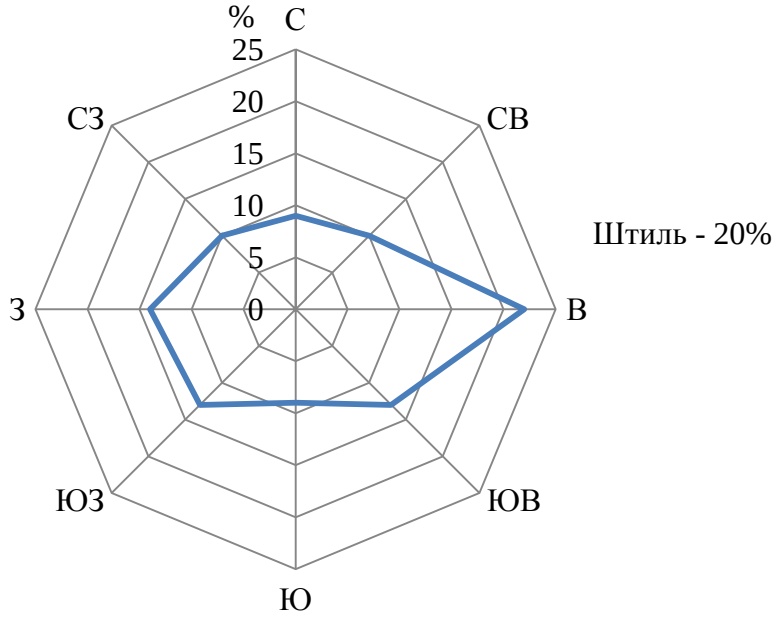

Рисунок 2.3 – Годовая роза ветров на метеостанции Курмангазы, АМСГ

2.2.5. Опасные атмосферные явления

В таблице 2.6 приведены опасные атмосферные явления по данным метеостанции Курмангазы, АМСГ [4].

Таблица 2.6 – Опасные атмосферные явления
на метеостанции Курмангазы, АМСГ

Метеорологический показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее число дней с туманом	6,1	5,2	3,4	1,2	0,3	0,1	0,1	0,4	1,6	3,9	6,0	7,9	36,2
Среднее число дней с метелью	1,4	1,4	0,6							0,07	0,1	0,4	3,97
Среднее число дней с градом					0,03	0,1	0,07		0,1		0,03		0,33
Среднее число дней с пыльной бурей	0,1	0,3	1,2	4,2	3,0	4,3	3,0	2,1	2,9	1,1	0,3	0,5	23,0

3. ВОДНЫЙ РЕЖИМ

Протока Кигач не имеет собственного водосборного бассейна, является одним из водотоков дельты р. Волги и поэтому её гидрологический режим формируется под влиянием речных факторов, отражающих весь комплекс процессов, протекающих в р. Волга и на её водосборном бассейне.

Река Волга принадлежит к рекам с восточно-европейским типом водного режима, с хорошо выраженными весенним половодьем, осенними паводками, летне-осенней и зимней меженью. Питание реки преимущественно снеговое. Но на гидрологический режим дельты Волги большое влияние оказало сооружение каскада водохранилищ и гидроэлектростанций, как на самой Волге, так и на её притоках, особенно Волжской ГЭС и Волгоградского водохранилища, замыкающих волжский каскад.

Водный режим реки Волги условно разделяется на периоды: естественный сток р. Волги (1881-1955гг.), заполнение крупных водохранилищ (1956 – 1960 гг.), зарегулированный режим (после 1961 года).

Главное следствие зарегулирования стока – уменьшение объёма половодья и изменение его сроков, увеличение зимнего стока. Ранее на долю самых многоводных месяцев года (апрель – июнь) приходилось около 50% годового стока, после зарегулирования эта доля сократилась в среднем до 40%. После зарегулирования стока половодье стало начинаться позже и заканчиваться раньше, его продолжительность сократилась в среднем на 45 дней.

Изменение водного режима дельты Волги, в том числе и протоки Кигач – как одного из рукавов дельты, изменялось и в зависимости от режима работы Астраханского вододелителя, который возводился с 1963 по 1977 годы. Система вододелителя была призвана обеспечить достаточную высоту и продолжительность паводка в восточной части дельты в маловодные годы за счет существенного ограничения сброса воды в западную часть дельты с целью создания благоприятных условий для нереста рыб в восточной части дельты. Однако за всё время своего существования вододелитель работал лишь 6 раз: в 1977, 1978, 1982, 1983, 1988 и 1989 годах, при этом общая продолжительность его работы составила 160 дней. Как правило, вододелитель работал в течение 20-30 дней в конце половодья, когда уровень воды начинал снижаться. В своем обычном состоянии вододелитель никак не оказывает воздействие на течение воды. Однако в маловодные годы вододелитель начинал работать, затворы опускались и перекрывали русло Волги. Таким образом, поток воды перераспределялся, порядка 60-70% его шло в реку Бузан в восточную часть дельты, наполняя ее водой. Поскольку в западной части дельты нерестилищ было гораздо меньше, она спокойно переживала ограниченную подачу воды. В 2006 году, когда снова выпал маловодный год, были планы запустить Астраханский вододелитель, но

обслуживающий персонал констатировал изношенность и аварийность оборудования.

Колебания уровня реки Волги в настоящее время полностью определяются режимом попусков из водохранилищ.

Гидрологический режим протоки Кигач полностью подчиняется сезонным колебаниям речного стока, формирующегося на территории волжского бассейна, но в большей мере зависит от режима сброса воды в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла. Вместе с тем, водный режим устьевой части Волги, в том числе протоки Кигач, имеет ряд особенностей, обусловленных не только колебаниями стока реки, но и антропогенным воздействием, а также изменением уровня Каспийского моря.

Большая протяжённость мелководного взморья Волги создаёт весьма благоприятные условия для развития значительных величин сгонно-нагонных колебаний уровенной поверхности. Линия северо-северо-восток — юго-юго-запад является нейтральной, ветры с востока от неё нагонные, а с запада сгонные; наибольшие ветровые изменения уровня происходят при ветрах, дующих по нормали к этой линии [2,7].

Расчётные характеристики водного режима вычислены согласно литературе [8]. Норма стока и его изменчивость, а также внутригодовое распределение стока протоки Кигач в створах расположения дамб в сёлах Дынгызыл, Шортанбай, Коптогай Курмангазинского района Атырауской области приняты по расчёту с использованием данных наблюдений на действующем гидрологическом посту в створе с. Шортанбай. Все ряды наблюдений за стоком воды приведены к одному многолетнему с 1992 г. по 2020 г. [9 – 12].

3.1. Гидрологическая изученность протоки Кигач

Гидрологическая изученность бассейна р.Волги достаточно хорошая. Систематические наблюдения за режимом поверхностных вод здесь начаты в XIX веке.

Что касается протоки Кигач, то наблюдения здесь ведутся за уровнями воды на гидрологическим посту протока Кигач – с. Котяевка с 1992 года, за уровнями и расходами воды на гидрологическом посту протока Кигач – с. Шортанбай с 2017 года, а также на протоке Шароновка у села Курмангазы (Ганюшкино) – за уровнями воды с 2002 года, за расходами воды с 2007 года (с перерывами).

Также, по решению Казахстанско-Российской комиссии по трансграничным рекам в период с апреля по ноябрь 2016 года при проведении экспедиционных исследований протоки Кигач были произведены наблюдения за стоком воды возле с. Жасталап, в 6 км выше по течению от гидрологического створа, где проводятся наблюдения за уровнем воды у с. Котяевка.

Сведения о гидрологических постах на протоке Кигач приведены в таблице 3.1, а также схематически показаны на рисунке 3.1 [9 – 12].

Таблица 3.1 – Список гидрологических постов

№ п/п	Створ	Площадь водосбора, км^2	Расстояние от устья, км	Период действия		Отметка ”0” графика, м БС
				открыт	закрыт	
1	пр.Кигач - с.Шортан-бай	-	27	01.09.2016	действует	-27,00
2	пр. Кигач – с. Жасталап	-	18	04.2016	11.2016	-26,45
3	пр. Кигач – с. Котяевка	-	12	21.07.1950 01.01.1992	действует	-26,45
4	пр. Шароновка - с. Курмангазы	-	-	1985 01.01.1992	действует	-28,50

Рисунок 3.1 – Схема расположения гидрологических постов.

3.2. Гидрометрическая характеристика участков изысканий

Гидрометрическая характеристика участков изысканий приведена согласно полевым исследованиям [3].

Створ участка изысканий №3 расположен на левом берегу протоки Кигач, в 15,5 км ниже паромной переправы у п. Малый Арал, рисунки 3.2, 3.3.

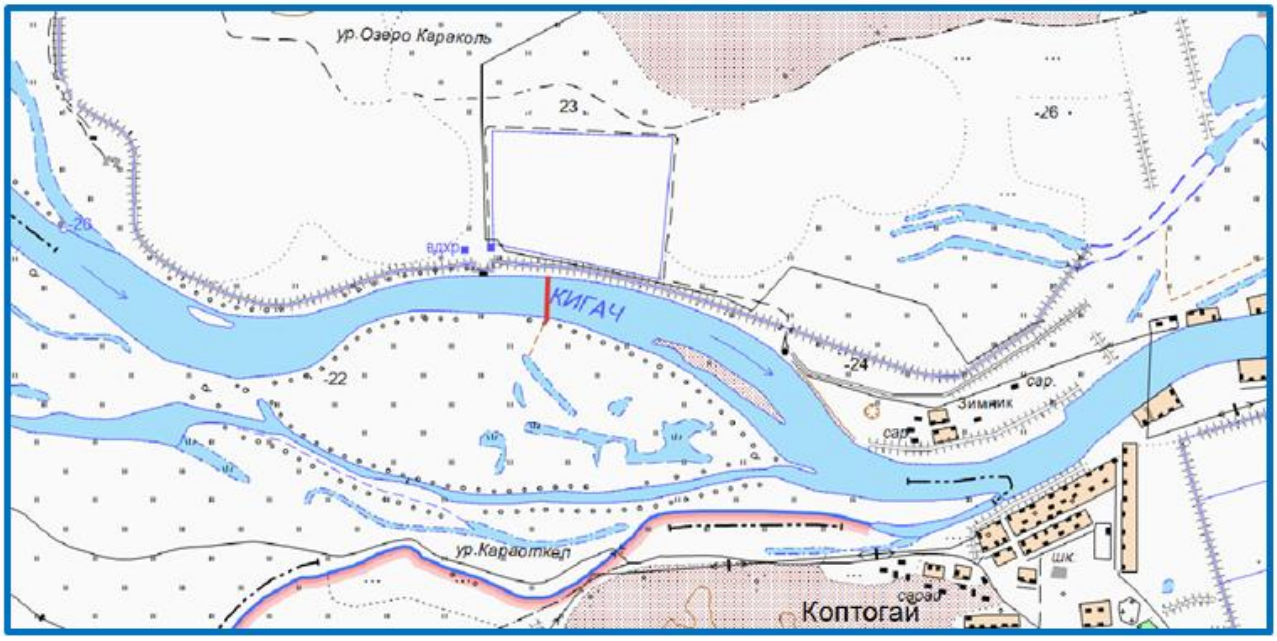

Рисунок 3.2 – Створ участка №3 (46°36'25"с.ш.; 48°36'22"в.д.).

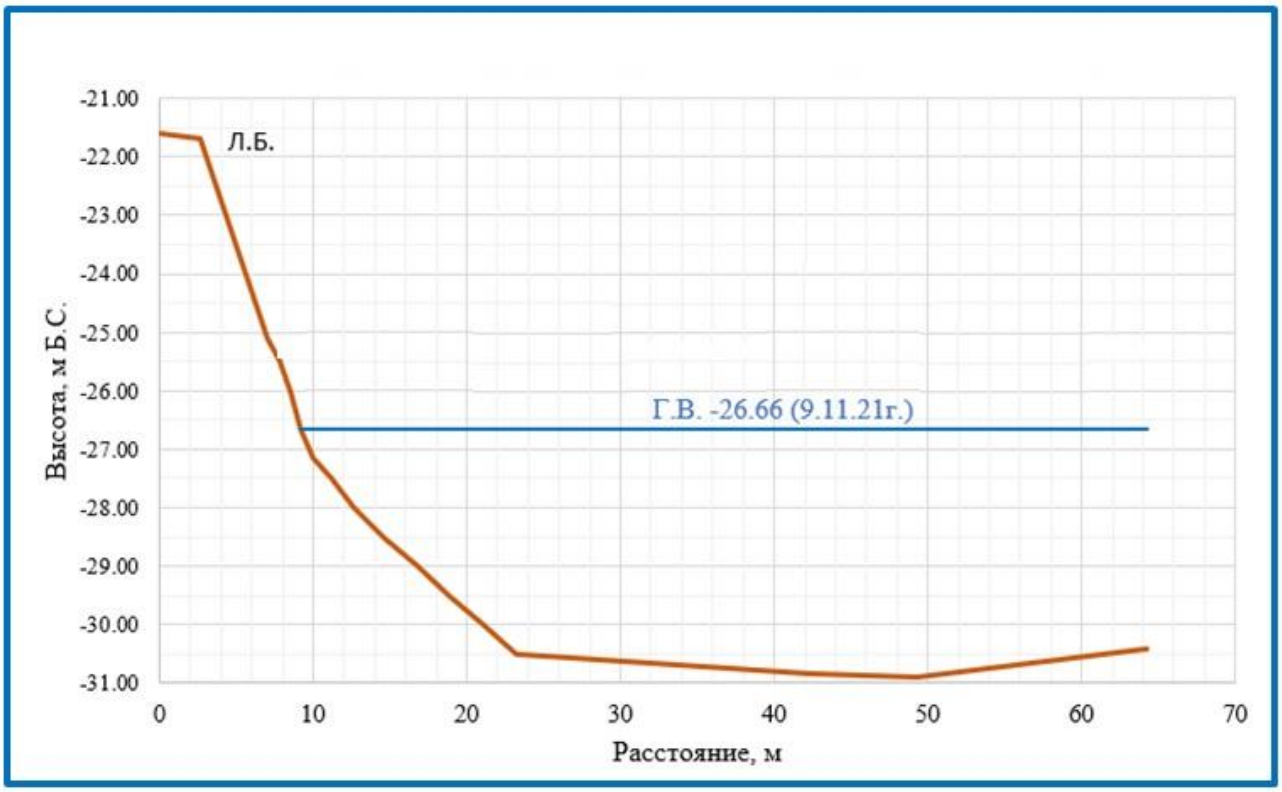

Рисунок 3.3 – Поперечный профиль створа участка №3 (насосная) на пр. Кигач

Левый берег пологий, вдоль всего берега протянулась защитная дамба высотой до 1,50м. На момент полевых изысканий (ноябрь 2021г.) средняя скорость в русле 0,2 м/с, максимальная – 0,5 м/с. Уклон водной поверхности 0,00004. Максимальная глубина в 40 м от уреза воды составила 4,40 м. В 8,0 м

от уреза воды расположена насосная станция, защищенная дамбой от паводковых вод.

Створ участка №2 расположен в 4,0 км ниже проектируемой паромной переправы №3 на правом берегу между п. Шортанбай и п. Коптогай, рисунки 3.4, 3.5.

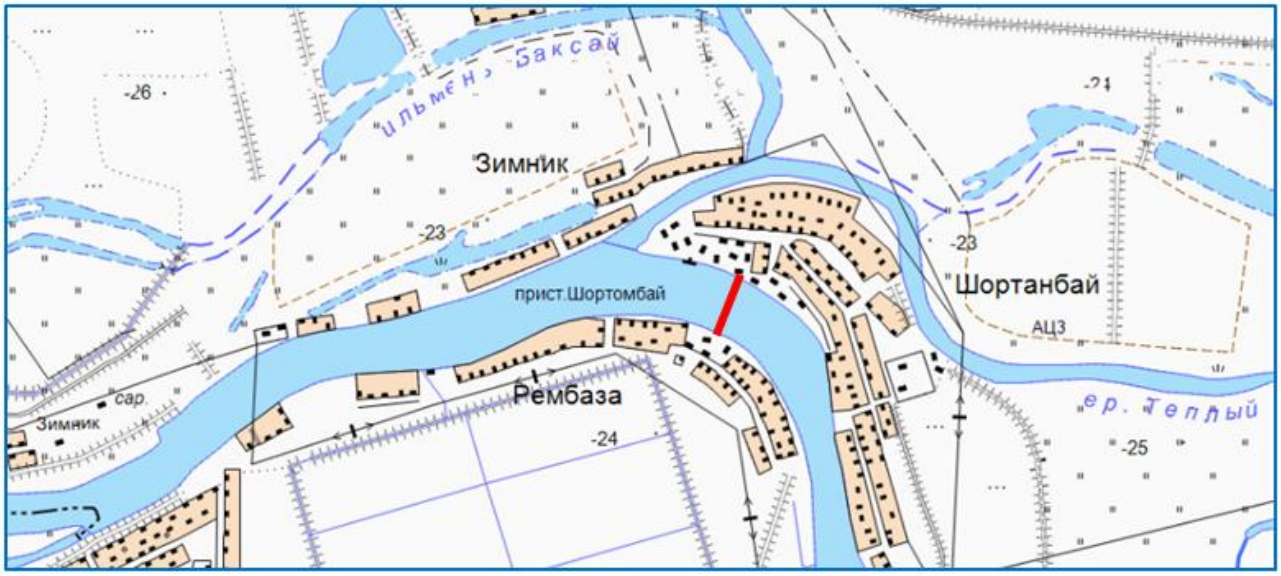

Рисунок 3.4 – Створ участка № 2 (46°36'32"с.ш.; 48°39'2"в.д.).

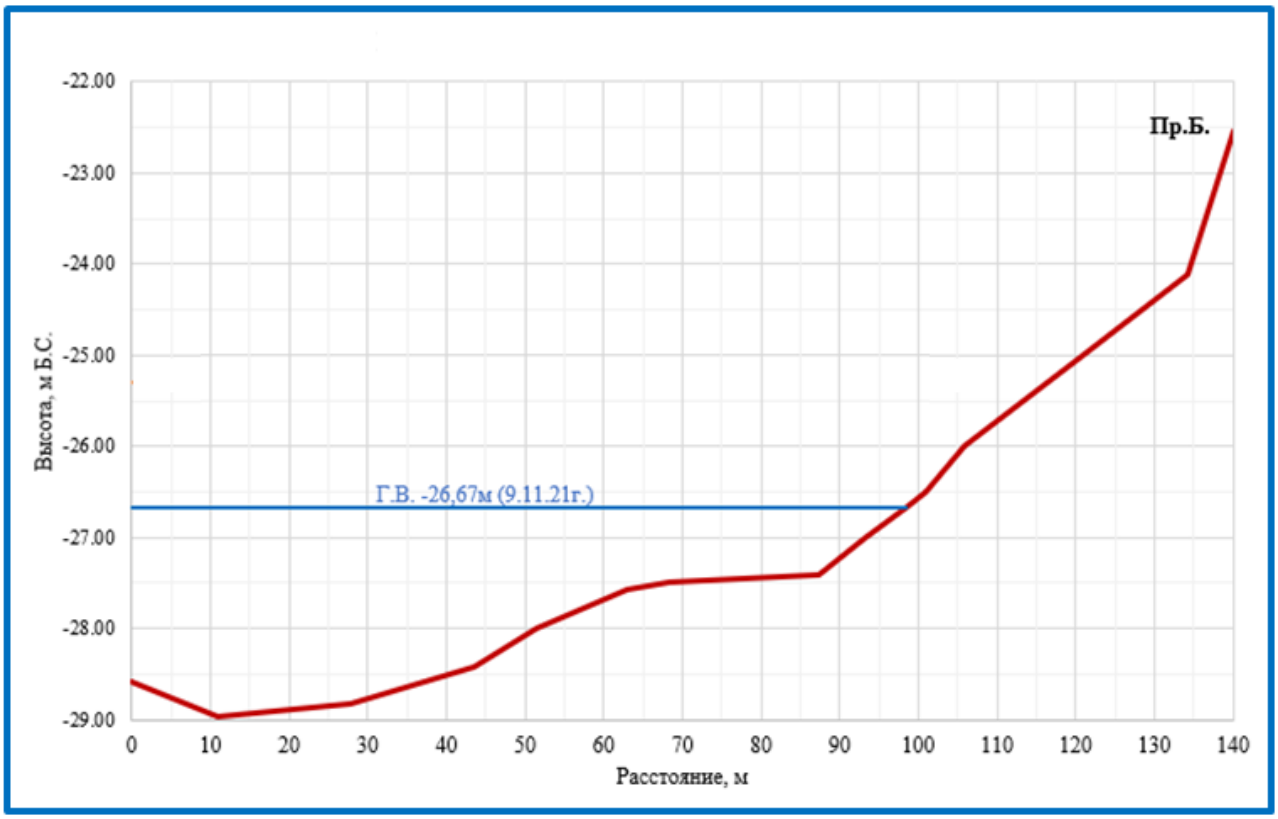

Рисунок 3.5 – Поперечный профиль створа участка №2 на пр. Кигач

Правый берег пологий, периодически затапливаемый паводковыми водами. Поэтому в 36 м (по состоянию на 9.11.21г.) от уреза воды расположена защитная дамба высотой до 1,50м. На момент полевых изысканий (ноябрь 2021г.) средняя скорость в русле 0,2 м/с, максимальная – 0,5 м/с. Уклон водной поверхности 0,00004.

Правый берег русла реки более пологий, плавно понижаясь и при удалении от уреза воды на 90 м имеет максимальную глубину всего 2,30м, а в 30м от уреза воды глубина доходит до - 1,30м. Общая ширина реки в створе участка №2 составляет – 180 м.

В 500м от описываемого участка влево отходит протока Шароновка, забирающая часть стока из протоки Кигач и незначительно меняя гидрографические характеристики.

Створ участка №1 расположен в 9,7 км ниже проектируемой паромной переправы №3 на западной окраине поселка Жасталап и в 7,2 км от в/п Котяевка, рисунки 3.6, 3.7.

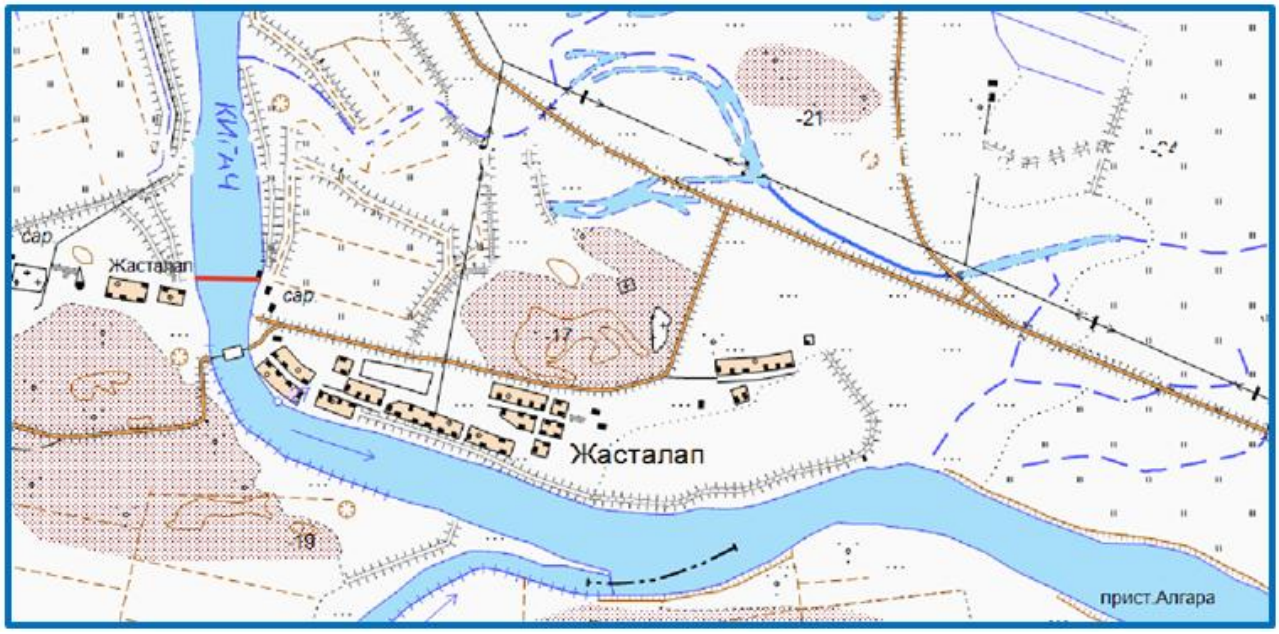

Рисунок 3.6 – Створ участка №1 - (46°34'2"с.ш.; 48°40'16"в.д.).

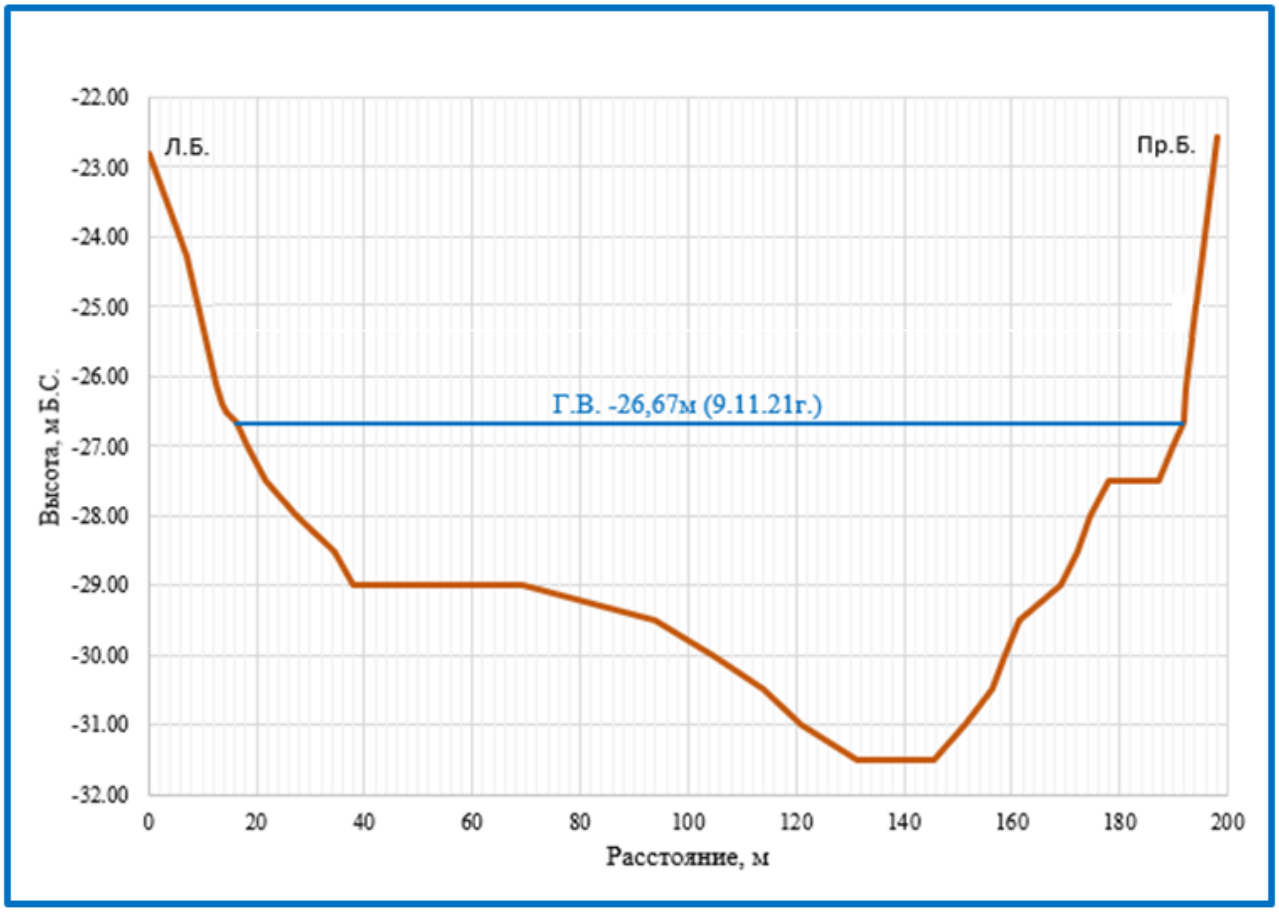

Рисунок 3.7 – Поперечный профиль створа участка №1 (паромная переправа) на пр. Кигач

Левый берег русла реки образует выемку для захода парома и мелководный, с максимальной глубиной – 2,5 м. Правый берег более крутой с глубиной около 5,0м, также вдающийся в берег, образуя небольшую заводь для захода парома, в которой глубина немного более 1,0 м. Ширина русла в створе №1 составляет 180м. Вдоль обоих берегов проходит защитная дамба высотой около 1,0 м. На момент полевых изысканий (ноябрь 2021г.) средняя скорость в русле 0,2 м/с, максимальная – 0,5 м/с. Уклон водной поверхности 0,00004.

3.3. Норма стока и его изменчивость

Для получения расчётных характеристик среднегодового стока и соответствующих обеспеченных среднегодовых расходов воды в створах расположения дамб в сёлах Дынгызыл, Шортанбай, Коптогай были использованы актуальные ряды наблюдений в створах р. Волга, рук. Ахтуба, пр.Кигач - с.Шортанбай и прот. Шароновка – с. Курмангазы. Результаты статистической обработки приведены на рисунках 3.8 – 3.10 и в таблице 3.2 [9 – 12].

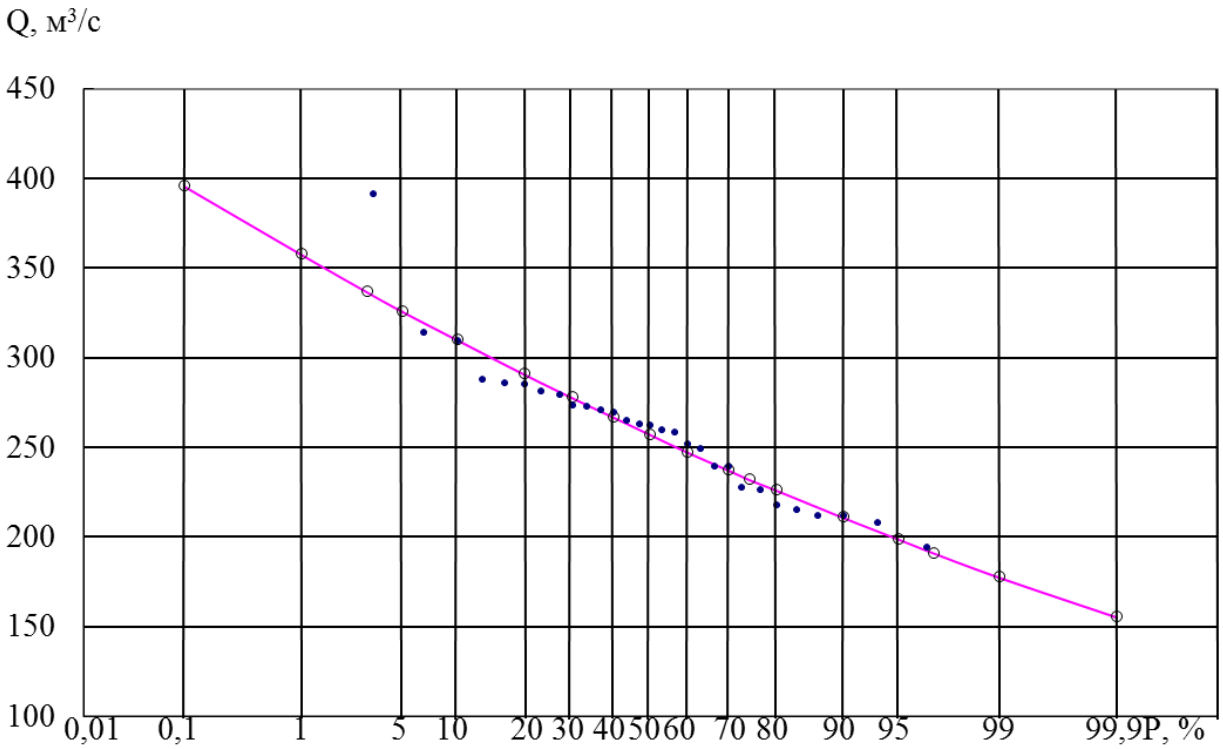

Рисунок 3.8 – Кривая обеспеченности среднегодового стока пр. Кигач – с. Шортанбай

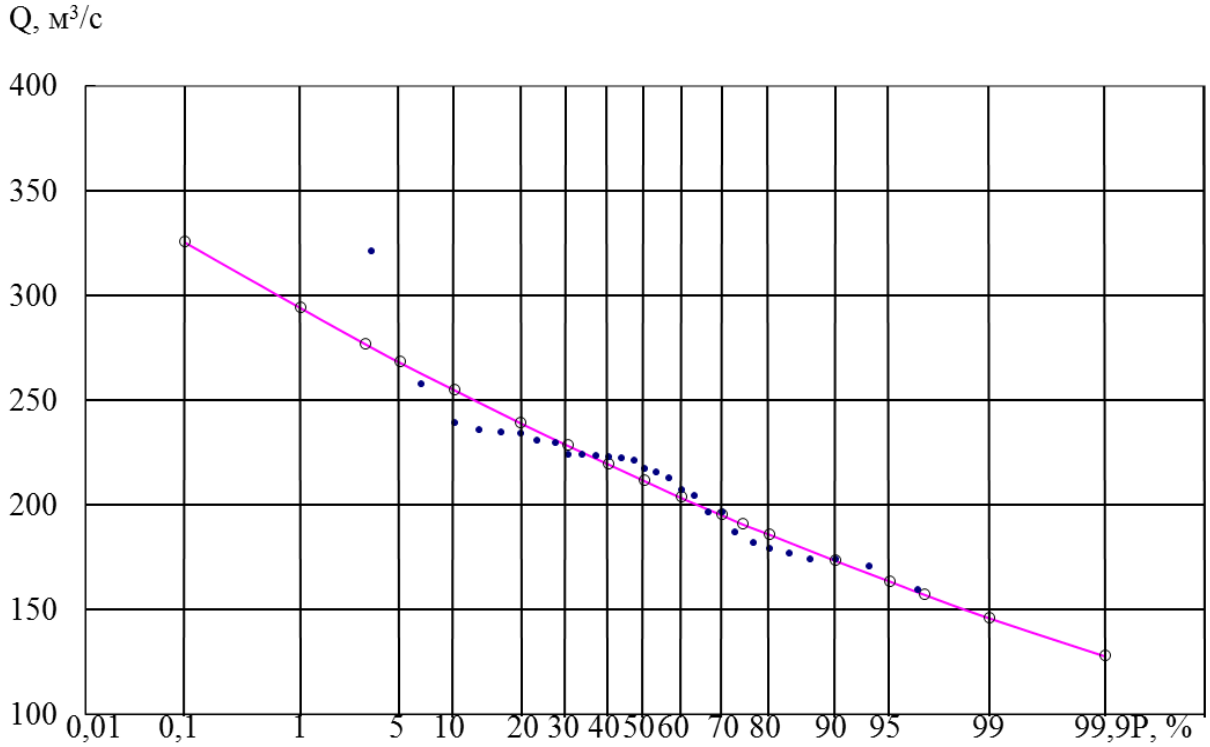

Рисунок 3.9 – Кривая обеспеченности среднегодового стока пр. Кигач – с. Жасталап

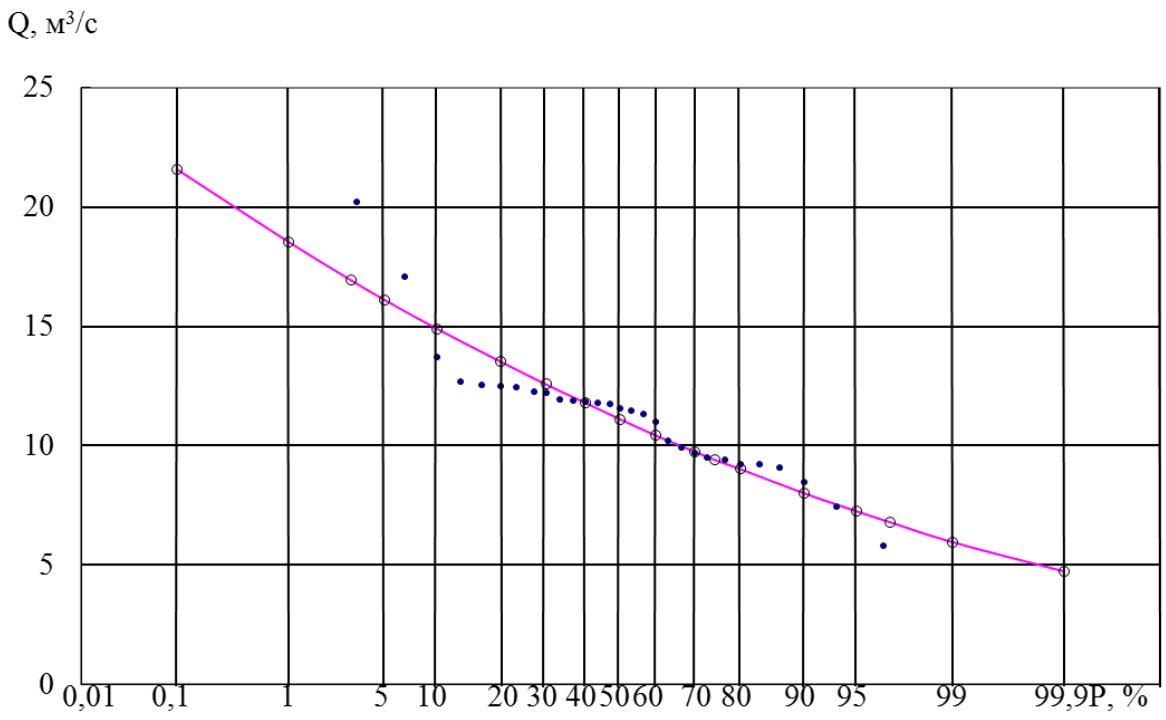

Рисунок 3.10 – Кривая обеспеченности среднегодового стока пр. Шароновка – с. Курмангазы

Таблица 3.2 – Расчётные характеристики среднегодового стока и их обеспеченные величины на протоке Кигач.

Створ	$Q_{ср}$, м^3/с	Cv	Cs	Обеспеченные расходы, м^3/с					
				10%	25%	50%	75%	90%	95%
ГП пр. Кигач - с. Шортанбай	259	0,15	0,30	310	284	257	232	211	199
врем. ГП пр. Кигач - с. Жасталап	213	0,15	0,30	255	233	211	191	173	163
ГП пр. Шароновка – с. Курмангазы	11,3	0,24	0,48	14,9	13,0	11,1	9,37	7,99	7,24

3.4. Внутригодовое распределение стока

Внутригодовое распределение стока протоки Кигач, принятое по данным пр. Кигач - с. Шортанбай, приведено в таблице 3.3. Как следует из данных таблицы 3.3, на половодье в среднем приходится период с апреля по июнь. Максимальный среднемесячный сток воды в среднем отмечается в мае, наименьший сток наблюдается в январе [9 – 12].

Таблица 3.3 – Внутригодовое распределение стока протоки Кигач

P, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
ГП пр. Кигач - с. Шортанбай													
10	223	244	267	369	563	469	320	268	244	237	254	261	310
25	205	223	244	338	516	430	293	246	223	217	233	239	284
50	185	202	221	306	467	389	265	223	202	196	211	216	257
75	167	182	200	276	421	351	239	201	182	177	190	195	232
90	152	166	181	251	383	319	218	183	166	161	173	177	211
95	143	156	171	237	361	301	205	172	156	152	163	167	199
врем. ГП пр. Кигач - с. Жасталап													
10	184	200	219	303	463	386	263	221	201	195	209	214	255
25	168	183	201	278	424	353	241	202	184	178	192	196	233
50	152	166	182	252	384	320	218	183	166	162	174	178	211
75	137	150	164	227	347	289	197	165	150	146	156	160	191
90	125	136	149	206	315	263	179	150	136	132	142	146	173
95	118	128	141	195	297	248	169	142	129	125	134	137	163
ГП пр. Шароновка – с. Курмангазы													
10	10,4	12,8	12,4	15,3	28,1	26,8	15,7	12,4	11,8	10,9	10,9	11,0	14,9
25	9,05	11,2	10,8	13,4	24,5	23,4	13,7	10,8	10,3	9,52	9,50	9,61	13,0
50	7,73	9,53	9,24	11,4	20,9	20,0	11,7	9,22	8,80	8,13	8,11	8,21	11,1
75	6,54	8,06	7,82	9,7	17,7	16,9	9,9	7,80	7,44	6,88	6,86	6,94	9,37
90	5,57	6,87	6,66	8,23	15,1	14,4	8,45	6,65	6,34	5,86	5,85	5,92	7,99
95	5,05	6,22	6,03	7,46	13,7	13,0	7,65	6,02	5,75	5,31	5,30	5,36	7,24

3.5. Максимальный сток

Максимальные расходы воды весеннего половодья на протоке Кигач, в основном, формируются за счёт таяния снега, но зависят от режима сбросов Волгоградского водохранилища. Половодье в среднем начинается в апреле, его пик проходит в мае, окончание отмечается в конце июня.

Статистические характеристики максимального стока протоки Кигач в створах расположения дамб в сёлах Дынгызыл, Шортанбай, Коптогай, рассчитанные по данным в створе с. Шортанбай в современных условиях (восстановленный базовый период с 1992 г. по 2020 г.) показаны на рисунках 3.11 - 3.13 и в таблице 3.4. Рассматриваемые в данном РП гидротехнические сооружения относятся к IV классу, которому соответствуют расходы воды 5% обеспеченности (основной случай) и 1% (поверочный случай). В таблице 3.4 приводятся значения этих расходов воды [9 – 12].

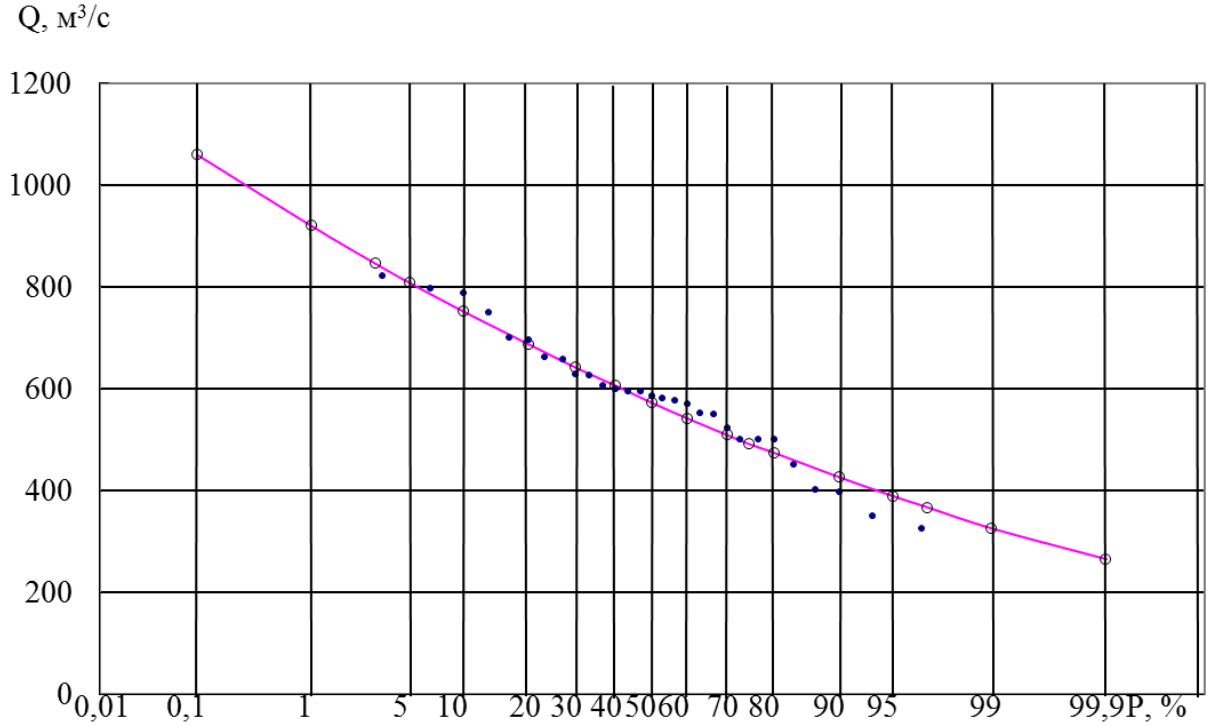

Рисунок 3.11 – Кривая обеспеченности максимального стока пр. Кигач – с. Шортанбай

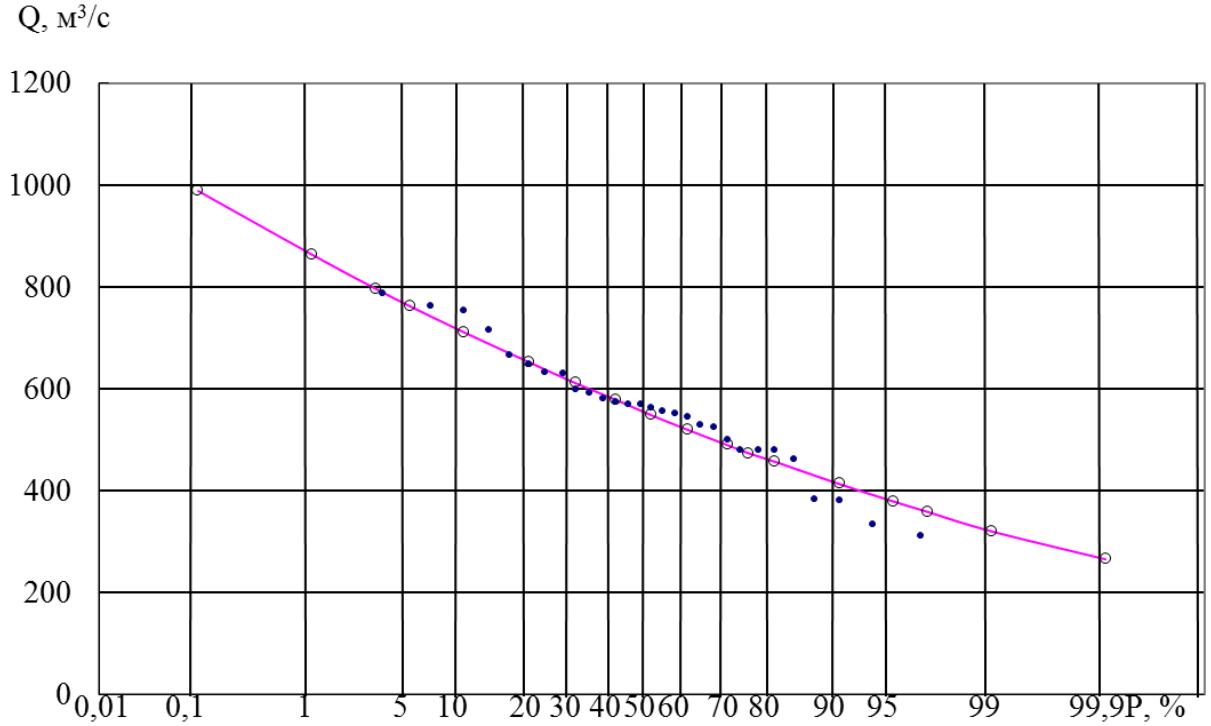

Рисунок 3.12 – Кривая обеспеченности максимального стока пр. Кигач – с. Жасталап

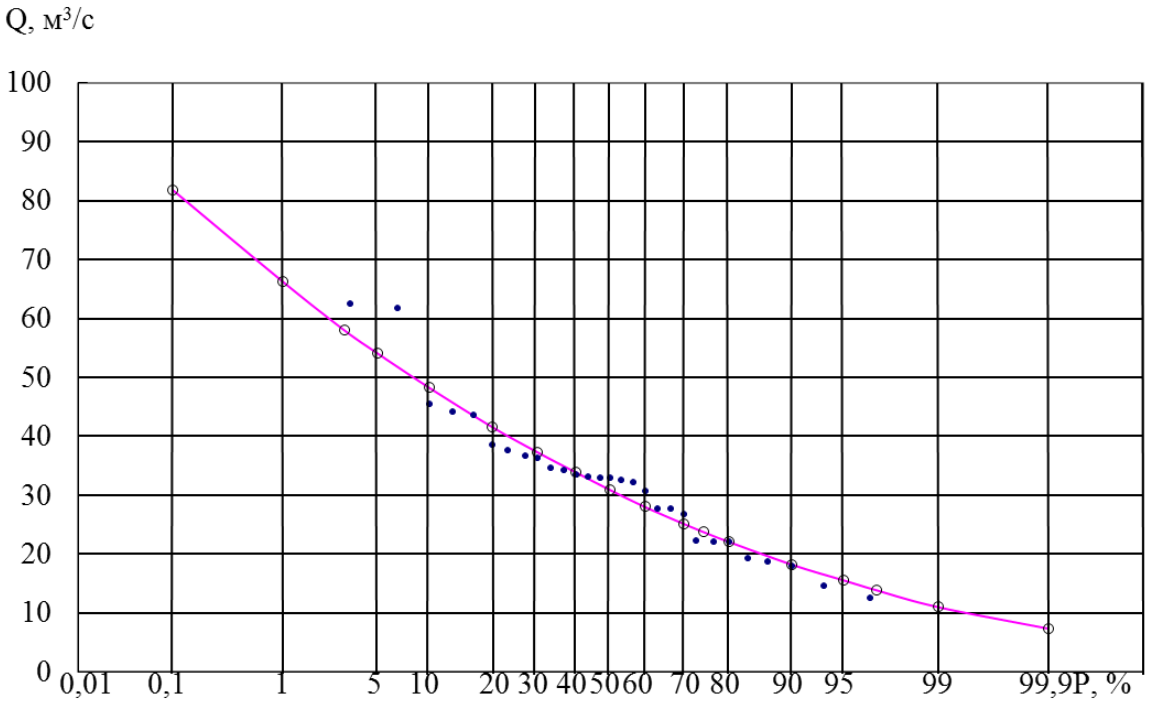

Рисунок 3.13 – Кривая обеспеченности максимального стока пр. Шароновка – с. Курмангазы

Таблица 3.4 – Максимальный сток и его статистические характеристики

	Q, м³/с	Cv	Cs	Максимальные расходы воды (м³/с) различной обеспеченности, %						
				0,01%*	0,1%	0,5%	1%	3%	5%	10%
ГП пр. Кигач - с. Шортанбай	582	0,22	0,44	1420	1059	997	919	845	807	751
врем. ГП пр. Кигач - с. Жасталап	557	0,21	0,42	1322	989	933	864	797	762	711
ГП пр. Шароновка – с. Курмангазы	32,2	0,37	0,74	115	81,7	74,8	66,2	57,9	54,0	48,1

Примечание. * - Расход воды обеспеченностью 0,01% приведён с добавлением гарантированной надбавки 20%.

3.6. Наивысшие уровни воды

Расчётные наивысшие уровни воды для периода открытого русла протоки Кигач в створах расположения дамб в сёлах Дынгызыл, Шортанбай и Коптогай определены по максимальным расходам воды с расчётной вероятностью превышения Р% на основе вычислений, учитывающих гидравлические и морфометрические характеристики русла в створе с. Шортанбай, а также в результате статистической обработки наивысших уровне воды в створе села Котяевка (пр. Кигач). Рассматриваемые в данном РП гидротехнические сооружения относятся к IV классу, которому соответствуют расходы воды 5% обеспеченности (основной случай) и 1% (поверочный случай).

Для получения значений наивысших уровней воды в створе пр. Кигач – с. Жасталап была построена кривая обеспеченности наивысших уровней воды в створе пр. Кигач – с. Котяевка за период с 1992 по 2020 гг., рисунок 3.14 [9, 10].

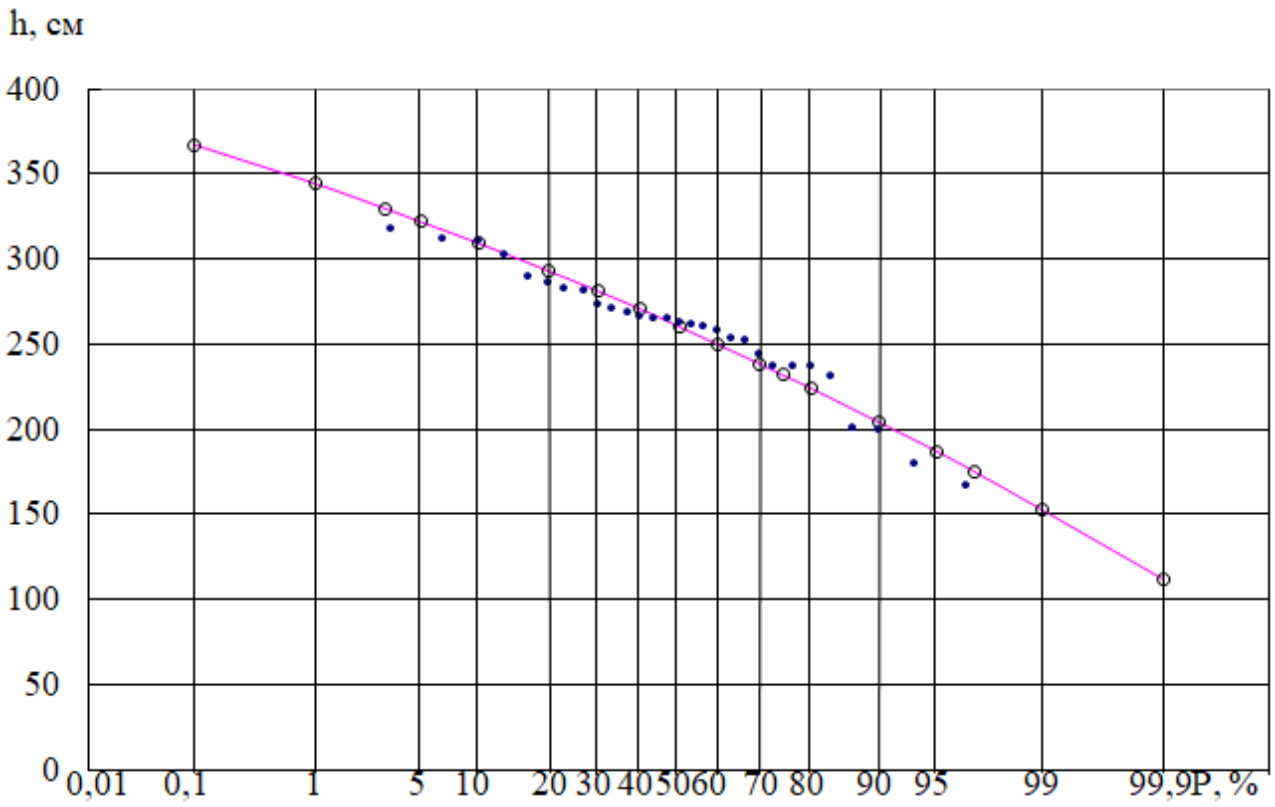

Рисунок 3.14 – Кривая обеспеченности наивысших уровней пр. Кигач – с. Котяевка (0 поста – минус 26,45 м БС)

В РГП «Казгидромет» был получен профиль водного сечения в створе действующего гидрологического поста пр. Кигач – с. Шортанбай по состоянию на 17.06.2020 г., рисунок 3.15.

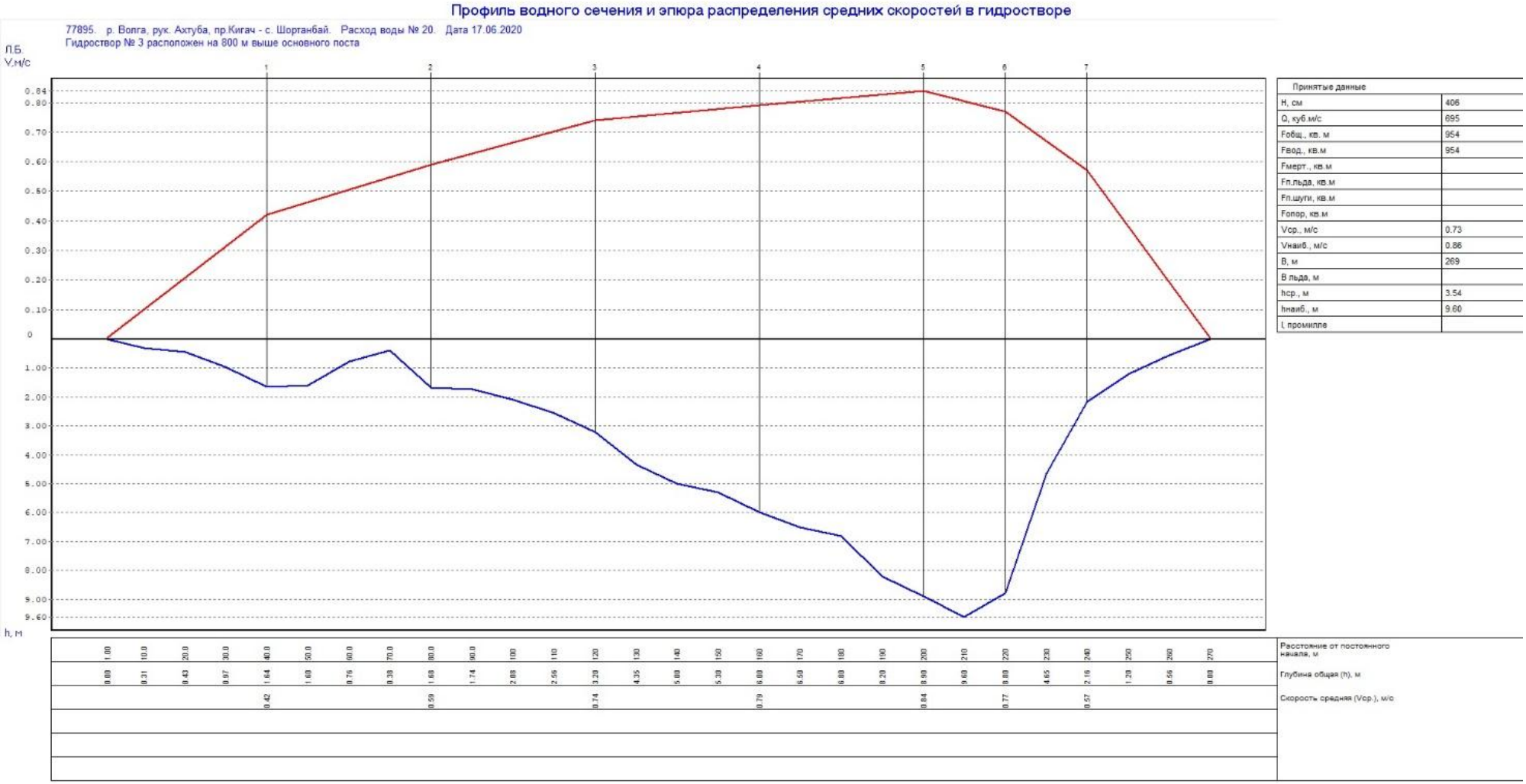

Рисунок 3.15 – Профиль водного сечения пр. Кигач с створе гидрологического поста у с. Шортанбай (РГП «Казгидромет»).

Результаты расчётов наивысших уровней воды в створе пр. Кигач – с. Жасталап приведены в таблице 3.5. Переход от наивысших уровней воды в створе с. Котяевка к соответствующим уровням в створе с. Жасталап произведён с помощью величины продольного уклона на участке между ними.

Таблица 3.5 – Наивысшие уровни воды на пр. Кигач – в сворах с. Котяевка и с. Жасталап (продольный уклон 0,000042)

Обеспеченность	Н, м Б.С. (с. Котяевка)	Н, м Б.С. (с. Жасталап)
P=1%	-23,01	-22,72
P=5%	-23,23	-22,94
P=10%	-23,36	-23,06

Определение расчётных уровней для заданных максимальных расходов воды пр. Кигач – с. Шортанбай произведено с использованием программы «Морфоствор». Результаты расчётов приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Максимальные расходы и уровни воды в створе пр. Кигач – с. Шортанбай (коэффициент шероховатости 0,0362, продольный уклон 0,000040)

Характеристика	Q, м^3/с	Н, м Б.С.
Измеренный расход 17.06.2020 г.	695	-22,94
P=1%	919	-22,00
P=5%	807	-22,44
P=10%	751	-22,69

3.7 Расчёт ветрового нагона и наката воды с Каспийского моря на протоку Кигач

В данном подразделе выполнено определение высоты ветрового нагона воды Δh_{set} с Каспийского моря на протоку Кигач. Гидротехнические сооружения относятся к IV классу. Расчёты выполнены согласно литературе [13]. Максимальная скорость ветра в соответствии с пунктом А.7 этого документа для IV класса сооружений принимается с вероятностью превышения 4%.

Исходные данные:

- Длина разгона, L=189 км;

- Средняя глубина воды, d=6 м;
- максимальная скорость ветра обеспеченностью 4%, V_l=24,5 м/с;
- угол между продольной осью водоёма и направлением ветра, α_w=60°;

Высота ветрового нагона воды Δh_{set} определяется по зависимости (1):

$$\Delta h_{set} = k_w \frac{V_w^2 L}{gd} \cos \alpha_w, \quad (1)$$

где k_w – коэффициент, принимаемый по таблице А.2 СП РК 3.04-107-2014;

V_w – расчётная скорость ветра (м/с), определяемая в соответствии с пунктом А.9 [13];

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с^2.

Высота ветрового нагона Δh_{set} в результате расчётов получается равной 2,00 м. Она не окажет влияния на максимальные уровни воды в створах расположения дамб в сёлах Дынгызыл, Шортанбай и Коптогай.

Высота наката ветровых фронтально подходящих волн обеспеченностью 1% $h_{run1\%}$ на откос дамбы при глубине перед сооружением $d \geq 2*h_{1\%}$ ($h_{1\%}$ – высота волны обеспеченностью 1%) надлежит определять по формуле (2):

$$h_{run1\%} = k_r\, k_p\, k_{sp}\, k_{run}\, h_{1\%}, \quad (2)$$

где k_r, k_p – коэффициенты шероховатости и проницаемости откоса, принимаемые по таблице 7 СП РК 3.04-107-2014;

k_{sp} – коэффициент, принимаемый по таблице 8 СП РК 3.04-107-2014;

k_{run} – коэффициент, принимаемый по графикам рисунка 9 СП РК 3.04-107-2014.

Для расчётов по формуле (2) необходимо определить элементы волн в глубоководной зоне, которая определяется условием $d>0.5*\lambda_{cp}$:

- средняя высота волн, h_{cp}= 1,13 м;
- средний период волн, T_{cp}= 4,09 с;
- средняя длина волн, λ_{cp}= 26,1 м.

Средняя высота волн h_{cp} и средний период волн T_{cp} находятся при помощи рисунка А.1 СП РК 3.04-107-2014. Для этого необходимо рассчитать безразмерные величины $g*d/V_w^2$, $g*L/V_w^2$ и $g*t/V_w$. Среднюю длину волны λ_{cp} следует определять по формуле (3):

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{gT_{cp}^2}{2\pi}. \quad (3)$$

Высота волн обеспеченностью 1% $h_{1\%}$= 2,36 м находится по формуле (4):

$$h_{1\%}=k_i\ h_{cp}, \qquad (4)$$

где k_i – коэффициент, принимаемый по графикам рисунка А.2 СП РК 3.04-107-2014.

В результате расчётов высота наката ветровых фронтально подходящих волн обеспеченностью 1% $h_{run1\%}$ с Каспийского моря на протоку Кигач получается равной 5,27 м. При подходе фронта волны под углом α=90° со стороны открытой акватории величину наката волн на откос следует уменьшать умножением на коэффициент k_α, принимаемый по таблице 10 СП РК 3.04-107-2014. В конечном итоге высота наката ветровых волн обеспеченностью 1% $h_{run1\%}$ составляет 2,84 м, что также не окажет влияния на максимальные уровни воды в створах расположения дамб в сёлах Дынгызыл, Шортанбай и Коптогай так как в северной части Каспийского моря на февраль месяц 2023 года среднее значение уровня моря соответствует отметке минус 28,62 м (Еженедельный обзор состояния поверхности Каспийского моря).

3.8 Переформирование берегов и русла протоки Кигач

Описание переформирования берегов и русла протоки Кигач приведено согласно исследованиям [3].

Строительство паромных переправ на протоке Кигач относится к категории пассивных гидротехнических сооружений, непредназначенных и неспособных влиять на естественный ход развития руслового процесса, либо влиять, но незначительно. Они сами подвержены влиянию русловых деформаций и требуют учета характера, темпов, интенсивности и возможного диапазона плановых и глубинных деформаций за период эксплуатации сооружения.

В период полевых изысканий выполнена рекогносцировка протоки Кигач на участках изысканий, определен тип руслового процесса на изыскиваемом водотоке.

В соответствии с гидроморфологической теорией руслового процесса ГГИ (согласно ВСН 163-83) русловыми процессами характерными для водотоков района изысканий являются пойменная многорукавность, как основной тип деформационных процессов и ленточно-грядовый тип, как дополнительный.

Пойменная многорукавность является дальнейшим развитием и усложнением незавершенного меандрирования, при котором спрямляются не отдельные излучины, а группы смежных излучин.

Деформации русла реки, в целом, сводятся к медленному развитию спрямляющих протоков, их отмиранию и возобновлению, сопровождающемуся перераспределением расхода воды между рукавами. Спрямлениями, как правило оказываются охвачены не отдельные излучины, как при незавершенном меандрировании, а группы смежных излучин.

Ленточногрядовый тип руслового процесса распространен на средних и малых равнинных реках, сложенных из средних и крупных песков и в отдельных протоках крупных равнинных рек. Как самостоятельный тип руслового процесса на равнинных реках встречается редко.

Основные деформации русла при ленточногрядовом типе руслового процесса выражаются в сползании ленточных гряд по реке, вызывающем местные периодические повышения дна в фиксированном створе при прохождении гребней и понижение отметок при прохождении подвалий ленточных гряд.

Русло протоки Кигач на участках изысканий прямолинейное, плановые деформации развиваются медленно, лишь в период прохождения «высокой воды».

По результатам полевого рекогносцировочного обследования участков интенсивного развития плановых деформаций на участке работ не выявлено. Для оценки вероятного развития плановых и вертикальных деформаций русла пр. Кигач проведены расчеты, таблица 3.7.

Таблица 3.7 – Расчёт предельных отметок размыва дна русла

Наименование водотока	$H_{мин.}$, м	d, м	$H_г$, м	$\Delta_г$, м	$H_{ППРР}$, м
протока Кигач	-26,93	0,1	0,2	0,42	-27,65

3.9 Ледовый режим

Описание ледового режима приведено согласно исследованиям [3].

Ледообразование начинается с образования заберегов и «сала». Появление ледовых образований и осеннего ледохода в среднем наступает в первой декаде декабря. Погода характеризуется неоднократными сменами морозов и оттепелей. Поэтому в большинстве случаев первые ледовые образования, возникшие в начале зимы, исчезают, не переходя в ледостав. При следующем похолодании процесс льдообразования возникает вновь. И так продолжается многократно в течение довольно длительного времени, пока не наступит период установления ледового покрова.

Благоприятные условия для быстрого замерзания создаются при северно-западных и северо-восточных ветрах, когда температура поступающих с ними масс воздуха падает до минус 7, 8ºС.

Заметных закономерностей в сроках появления и изменения ледовых явлений в современных условиях не наблюдается, всё зависит от степени суровости зимы. За последние десятилетия очень холодными считаются зимы 2002-2003, 2005-2006, 2007-2008 гг.

Начало ледообразования происходит, как правило, при низких уровнях воды. Естественно, что в этих условиях осенний ледоход протекает весьма спокойно, без образования ледовых нагромождений, так как скорости течений не велики и запас живой силы отдельных льдин незначителен.

Поскольку в первую очередь замерзают небольшие протоки, то на протоке Кигач, где течение практически отсутствует, лед стоит практически на протяжении всей зимы.

Ледостав устанавливается в среднем 21 декабря, в суровые зимы в конце ноября, в мягкие – в начале января. В одну из мягких зим 1999-2000 гг. наблюдались ледовые явления, но установления устойчивого ледостава не произошло.

После установления ледового покрова начинается постепенное нарастание толщины льда, продолжающееся в среднем до середины февраля. При одних и тех же температурных условиях скорость нарастания льда зависит от скорости течения и толщины снежного покрова.

Зимы в дельте р. Волги малоснежные и на исследуемом участке протоки Кигач снежный покров неустойчив и сразу же при выпадении сдувается ветром с большей части поверхности, что также способствует нарастанию толщины льда.

Наибольшей толщины лед достигает обычно к середине февраля. Максимальная толщина льда зафиксирована 31 января 1961 г. – 56 см. Средняя толщина льда составляет 40 см.

В результате частых зимних попусков воды Волгоградской ГЭС происходят временные повышения уровня воды. С повышением уровня береговые кромки льда заливаются водой – образуется наледь. С окончанием подъема уровня выход воды на лед прекращается, и наледь образует одно целое с общим ледяным покровом реки.

С началом весны, в среднем, с конца февраля, начинается разрушение ледяного покрова. В результате воздействия солнечных лучей и теплых масс воздуха лед теряет свою стекловидную структуру, темнеет, делается пористым, рыхлым. Нижняя поверхность его подмывается течением, толщина льда уменьшается.

Перед вскрытием ледяной покров опускается вследствие понижения уровня воды. Часть ледяного покрова в прибрежной полосе ложится непосредственно на грунт. Окончательное разрушение его довершает ветер и вызванное им волнение.

Для вскрытия в мягкую зиму характерно быстрое разрушение слабого ледяного покрова в ранее время – конец первой декады февраля, в суровую зиму - в начале третьей декады марта.

Весенний ледоход протекает чаще всего спокойно и наблюдается, в среднем, в первой декаде марта, ранний ледоход – в середине февраля, поздний – в конце марта. Средняя продолжительность весеннего ледохода 8 дней. Продолжительность ледового периода составляет в среднем 111 дней, максимальная 145 дней (1993-1994гг.). Минимальная продолжительность ледового периода наблюдалась зимой 1965-1966 – 56 дней.

На протоке Кигач шугоход, корчеход, заторы и зажоры льда отсутствуют.

Согласно данным полевого опроса местного населения на участке изысканий ледоход также наблюдается в период весеннего половодья (на подъеме). Основная масса льда проходит в русле протоки Кигач. При выходе воды на пойму – по ней. Размер льдин до 2х3 м, при толщине льда 30-40 см.

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Проблемы водопользования и экологическое состояние трансграничных поверхностных водных объектов Атырауской области», второй этап – Предварительные результаты исследований протоки Кигач (дельта р. Волги). Астана, 2017.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Том 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Вып. 1 Бассейн р. Волга ниже г. Чебоксары. Л., 1971г.
3. Строительство берегоукрепительных дамб в селах Дынгызыл, Шортанбай, Коптогай, Курмангазинского района Атырауской области. Материалы инженерных изысканий. Отчёт по инженерно-гидрологическим изысканиям. – Кн. 1. – Ч. 3 – Атырау: ТОО «Каспийский институт разведочной геофизики». 2022.
4. Справочник по климату Казахстана. – Вып. 6. Атырауская область. - Алматы. 2005.
5. СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология».
6. НТП РК 01-01-3.1(4.1)-2017 (Нагрузки и воздействия на здания. Снеговые нагрузки. Ветровые воздействия).
7. Магрицкий Д.В., Полонский В.Ф. Сток воды и наносов основных рек, впадающих в Каспийское море // Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления. М., 2013.
8. МСП 3.04-101-2005 «Определение основных расчётных гидрологических характеристик».
9. Основные гидрологические характеристики. – Том 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Вып. 1 Бассейн р. Волга ниже г. Чебоксары.
10. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. - Ч. 1. Реки и каналы. – Вып. 4. Бассейн реки Урал (среднее и нижнее течение), Эмба и устьевая часть реки Волга.
11. «Проблемы водопользования и экологическое состояние трансграничных поверхностных водных объектов Атырауской области», первый этап – Итоги работ первого этапа.
12. «Проблемы водопользования и экологическое состояние трансграничных поверхностных водных объектов Атырауской области», второй этап – Предварительные результаты исследований протоки Кигач (дельта р. Волги).
13. СП РК 3.04-107-2014 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ [3].

СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ (ГОСТ 2874-82, ГОСТ 4151-72, ГОСТ 4245-72, ГОСТ 4389-72, ГОСТ 18464-72)

Проба №	Скважина (шурф) №	Глубина отбора, м	Дата отбора	k_v, м/сут	Сухой остаток, мг/л	pH	Жесткость, ммоль/л		
							общая	карбонат.	постоянная
209	р.Кигач Паром	0	09/11/21	≤ 0.1	1100	7.89	19.02	2.80	16.22

Содержание	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Сумма анионов	Ca_2^+	Mg_2^+	Na^++K^+	Сумма катионов
мг/л	170.8	354.5	309.4		220.4	97.6	5	
ммоль/л	2.80	9.99	6.45	19.24	11.02	8.00	0.22	19.24
%	14.6	51.9	33.5	100	57.3	41.6	1.1	100

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)				
Показатели жидкой неорганической среды	Марка бетона по водонепроницаемости			
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W12**
Гидрокарбонатная щелочь	Нет			
Водородный показатель	Нет	Нет	Нет	Нет
Магнезиальные соли	Нет	Нет	Нет	Нет
Едкие щелочи	Нет	Нет	Нет	
Сухой остаток	Нет	Нет	Нет	

Степень агрессивности жидкой сульфатной среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)					
Цемент (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 22266-2013)	Марка бетона по водонепроницаемости				
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W14**	**W16-W20**
Портландцемент	Слабая	Нет	Нет	Нет	Нет
Шлакопортландцемент	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Сульфатостойкие цементы	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Степень агрессивности жидкой хлоридной среды к арматуре в ж/б конструкциях (СП РК 2.01-101-2013)	
постоянное погружение	периодическое смачивание
Нет	Слабая

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода (СП РК 2.01-101-2013)
Средняя

$$M\ 1\frac{SO4\ 33.5\ Cl\ 51.9\ [HCO3\ 14.6]}{Mg2\ 41.6\ Ca2\ 57.3\ [Na+K\ 1.1]}pH\ 7.89$$

Вода весьма слабосолоноватая, сульфатно-хлоридно-магниево-кальциевая, слабощелочная, очень жесткая

Примечание: Общая минерализации воды классифицирована по ОСТ 41-05-263-86, ионный состав и кислотность (щелочность) по СТ РК 452-2002, общая жесткость по А.О. Алекину

СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ (ГОСТ 2874-82, ГОСТ 4151-72, ГОСТ 4245-72, ГОСТ 4389-72, ГОСТ 18464-72)

Проба №	Скважина (шурф) №	Глубина отбора, м	Дата отбора	k_v, м/сут	Сухой остаток, мг/л	pH	Жесткость, ммоль/л		
							общая	карбонат.	постоянная
212	р.Кигач	0	8/11/21	≤ 0.1	1020	9.18	18.33	3.12	15.21

Содержание	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Сумма анионов	Ca_2^+	Mg_2^+	Na^++K^+	Сумма катионов
мг/л	190.3	389.9	207.4		240.5	76.8	2	
ммоль/л	3.12	10.98	4.32	18.42	12.03	6.30	0.09	18.42
%	16.9	59.6	23.5	100	65.3	34.2	0.5	100

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)				
Показатели жидкой неорганической среды	Марка бетона по водонепроницаемости			
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W12**
Гидрокарбонатная щелочь	Нет			
Водородный показатель	Нет	Нет	Нет	Нет
Магнезиальные соли	Нет	Нет	Нет	Нет
Едкие щелочи	Нет	Нет	Нет	
Сухой остаток	Нет	Нет	Нет	

Степень агрессивности жидкой сульфатной среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)					
Цемент (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 22266-2013)	Марка бетона по водонепроницаемости				
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W14**	**W16-W20**
Портландцемент	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Шлакопортландцемент	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Сульфатостойкие цементы	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Степень агрессивности жидкой хлоридной среды к арматуре в ж/б конструкциях (СП РК 2.01-101-2013)	
постоянное погружение	периодическое смачивание
Нет	Слабая

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода (СП РК 2.01-101-2013)
Средняя

$$M\ 1\ \frac{SO4\ 23.5\ Cl\ 59.6\ [HCO3\ 16.9]}{Mg2\ 34.2\ Ca2\ 65.3\ [Na+K\ 0.5]}\ pH\ 9.18$$

Вода весьма слабосолоноватая, сульфатно-хлоридно-магниево-кальциевая, щелочная, очень жесткая

Примечание: Общая минерализации воды классифицирована по ОСТ 41-05-263-86, ионный состав и кислотность (щелочность) по СТ РК 452-2002, общая жесткость по А.О. Алекину

СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ (ГОСТ 2874-82, ГОСТ 4151-72, ГОСТ 4245-72, ГОСТ 4389-72, ГОСТ 18464-72)

Проба №	Скважина (шурф) №	Глубина отбора, м	Дата отбора	k_v, м/сут	Сухой остаток, мг/л	pH	Жесткость, ммоль/л		
							общая	карбонат.	постоянная
213	р.Кигач. ЛЭП	0	14/11/21	≤ 0.1	1425	9.50	25.03	2.72	22.31

Содержание	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Сумма анионов	Ca_2^+	Mg_2^+	Na^++K^+	Сумма катионов
мг/л	165.9	425.4	503.6		260.5	146.4	4	
ммоль/л	2.72	11.98	10.49	25.19	13.03	12.00	0.17	25.20
%	10.8	47.6	41.6	100	51.7	47.6	0.7	100

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)				
Показатели жидкой неорганической среды	Марка бетона по водонепроницаемости			
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W12**
Гидрокарбонатная щелочь	Нет			
Водородный показатель	Нет	Нет	Нет	Нет
Магнезиальные соли	Нет	Нет	Нет	Нет
Едкие щелочи	Нет	Нет	Нет	
Сухой остаток	Нет	Нет	Нет	

Степень агрессивности жидкой сульфатной среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)					
Цемент (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 22266-2013)	Марка бетона по водонепроницаемости				
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W14**	**W16-W20**
Портландцемент	Средняя	Слабая	Слабая	Нет	Нет
Шлакопортландцемент	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Сульфатостойкие цементы	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Степень агрессивности жидкой хлоридной среды к арматуре в ж/б конструкциях (СП РК 2.01-101-2013)	
постоянное погружение	периодическое смачивание
Нет	Слабая

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода (СП РК 2.01-101-2013)
Средняя

$$M\ 1\ \frac{SO4\ 41.6\ Cl\ 47.6\ [HCO3\ 10.8]}{Mg2\ 47.6\ Ca2\ 51.7\ [Na+K\ 0.7]}\ pH\ 9.5$$

Вода весьма слабосолоноватая, сульфатно-хлоридно-магниево-кальциевая, щелочная, очень жесткая

Примечание: Общая минерализации воды классифицирована по ОСТ 41-05-263-86, ионный состав и кислотность (щелочность) по СТ РК 452-2002, общая жесткость по А.О. Алекину

СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ (ГОСТ 2874-82, ГОСТ 4151-72, ГОСТ 4245-72, ГОСТ 4389-72, ГОСТ 18464-72)

Проба №	Скважина (шурф) №	Глубина отбора, м	Дата отбора	k_v, м/сут	Сухой остаток, мг/л	pH	Жесткость, ммоль/л		
							общая	карбонат.	постоянная
214	р.Кигач. Дынгызыл	0	16/11/21	≤ 0.1	9.41	9.41	20.11	2.96	17.15

Содержание	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Сумма анионов	Ca_2^+	Mg_2^+	Na^++K^+	Сумма катионов
мг/л	180.5	354.5	380.2		300.6	62	17	
ммоль/л	2.96	9.99	7.92	20.87	15.03	5.08	0.74	20.85
%	14.2	47.9	37.9	100	72.1	24.4	3.5	100

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)				
Показатели жидкой неорганической среды	Марка бетона по водонепроницаемости			
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W12**
Гидрокарбонатная щелочь	Нет			
Водородный показатель	Нет	Нет	Нет	Нет
Магнезиальные соли	Нет	Нет	Нет	Нет
Едкие щелочи	Нет	Нет	Нет	
Сухой остаток	Нет	Нет	Нет	

Степень агрессивности жидкой сульфатной среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)					
Цемент (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 22266-2013)	Марка бетона по водонепроницаемости				
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W14**	**W16-W20**
Портландцемент	Слабая	Слабая	Нет	Нет	Нет
Шлакопортландцемент	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Сульфатостойкие цементы	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Степень агрессивности жидкой хлоридной среды к арматуре в ж/б конструкциях (СП РК 2.01-101-2013)	
постоянное погружение	периодическое смачивание
Нет	Слабая

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода (СП РК 2.01-101-2013)
Средняя

$$M\ 0\ \frac{SO4\ 37.9\ Cl\ 47.9\ [HCO3\ 14.2]}{Mg2\ 24.4\ Ca2\ 72.1\ [Na+K\ 3.5]}\ pH\ 9.41$$

Вода весьма пресная, сульфатно-хлоридно-магниево-кальциевая, щелочная, очень жесткая

Примечание: Общая минерализации воды классифицирована по ОСТ 41-05-263-86, ионный состав и кислотность (щелочность) по СТ РК 452-2002, общая жесткость по А.О. Алекину

СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ (ГОСТ 2874-82, ГОСТ 4151-72, ГОСТ 4245-72, ГОСТ 4389-72, ГОСТ 18464-72)

Проба №	Скважина (шурф) №	Глубина отбора, м	Дата отбора	k_v, м/сут	Сухой остаток, мг/л	pH	Жесткость, ммоль/л		
							общая	карбонат.	постоянная
215	р.Кигач. Шортанбай	0	18/11/21	≤ 0.1	1655	8.66	28.03	3.40	24.63

Содержание	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Сумма анионов	Ca_2^+	Mg_2^+	Na^++K^+	Сумма катионов
мг/л	207.4	389.9	674.5		240.5	195.2	9	
ммоль/л	3.40	10.98	14.05	28.43	12.03	16.00	0.39	28.42
%	12	38.6	49.4	100	42.3	56.3	1.4	100

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)				
Показатели жидкой неорганической среды	Марка бетона по водонепроницаемости			
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W12**
Гидрокарбонатная щелочь	Нет			
Водородный показатель	Нет	Нет	Нет	Нет
Магнезиальные соли	Нет	Нет	Нет	Нет
Едкие щелочи	Нет	Нет	Нет	
Сухой остаток	Нет	Нет	Нет	

Степень агрессивности жидкой сульфатной среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)					
Цемент (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 22266-2013)	Марка бетона по водонепроницаемости				
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W14**	**W16-W20**
Портландцемент	Слабая	Слабая	Нет	Нет	Нет
Шлакопортландцемент	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Сульфатостойкие цементы	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Степень агрессивности жидкой хлоридной среды к арматуре в ж/б конструкциях (СП РК 2.01-101-2013)	
постоянное погружение	периодическое смачивание
Нет	Слабая

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода (СП РК 2.01-101-2013)
Средняя

$$M\ 2\frac{Cl\ 38.6\ SO4\ 49.4\ [HCO3\ 12]}{Ca2\ 42.3\ Mg2\ 56.3\ [Na+K\ 1.4]}pH\ 8.66$$

Вода слабосолоноватая, хлоридно-сульфатно-кальциево-магниевая, щелочная, очень жесткая

Примечание: Общая минерализации воды классифицирована по ОСТ 41-05-263-86, ионный состав и кислотность (щелочность) по СТ РК 452-2002, общая жесткость по А.О. Алекину

СОКРАЩЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ (ГОСТ 2874-82, ГОСТ 4151-72, ГОСТ 4245-72, ГОСТ 4389-72, ГОСТ 18464-72)

Проба №	Скважина (шурф) №	Глубина отбора, м	Дата отбора	k_v, м/сут	Сухой остаток, мг/л	pH	Жесткость, ммоль/л		
							общая	карбонат.	постоянная
216	р.Кигач. Жасталап	0	18/11/21	≤ 0.1	1605	8.30	27.36	3.00	24.36

Содержание	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Сумма анионов	Ca_2^+	Mg_2^+	Na^++K^+	Сумма катионов
мг/л	183	354.5	701.2		295.6	153.5	5	
ммоль/л	3.00	9.99	14.61	27.60	14.78	12.58	0.22	27.58
%	10.9	36.2	52.9	100	53.6	45.6	0.8	100

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)				
Показатели жидкой неорганической среды	Марка бетона по водонепроницаемости			
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W12**
Гидрокарбонатная щелочь	Нет			
Водородный показатель	Нет	Нет	Нет	Нет
Магнезиальные соли	Нет	Нет	Нет	Нет
Едкие щелочи	Нет	Нет	Нет	
Сухой остаток	Нет	Нет	Нет	

Степень агрессивности жидкой сульфатной среды к бетонам (СП РК 2.01-101-2013)					
Цемент (ГОСТ 10178-85, ГОСТ 22266-2013)	Марка бетона по водонепроницаемости				
	W4	**W6**	**W8**	**W10-W14**	**W16-W20**
Портландцемент	Средняя	Средняя	Слабая	Нет	Нет
Шлакопортландцемент	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Сульфатостойкие цементы	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Степень агрессивности жидкой хлоридной среды к арматуре в ж/б конструкциях (СП РК 2.01-101-2013)	
постоянное погружение	периодическое смачивание
Нет	Слабая

Степень агрессивности жидкой неорганической среды к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода (СП РК 2.01-101-2013)
Средняя

$$M\ 2\ \frac{Cl\ 36.2\ SO4\ 52.9\ [HCO3\ 10.9]}{Mg2\ 45.6\ Ca2\ 53.6\ [Na+K\ 0.8]}\ pH\ 8.3$$

Вода слабосолоноватая, хлоридно-сульфатно-магниево-кальциевая, слабощелочная, очень жесткая

Примечание: Общая минерализации воды классифицирована по ОСТ 41-05-263-86, ионный состав и кислотность (щелочность) по СТ РК 452-2002, общая жесткость по А.О. Алекину