



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

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

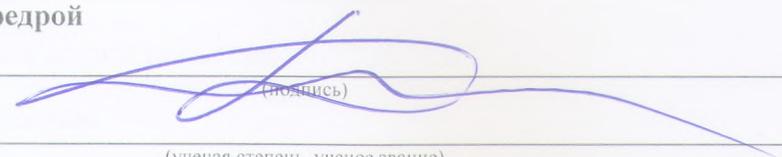
На тему **Гидрологическое обеспечение**
строительства моста через
р. Барнёва

Исполнитель Назаренко Вера Анатольевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель д.г.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ
(ученая степень, ученое звание)

 Барышников Николай Борисович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)
(ученая степень, ученое звание)
Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 20__ г.

Санкт-Петербург
2018

Оглавление

Введение	4
Глава 1 Физико-географическое положение	6
1.1 Физико-географические условия	7
1.2 Климат	9
Глава 2 Описание конструкции моста и режима реки	11
2.1 Инженерно-гидрологические изыскания	11
2.2 Гидрографическое описание	13
2.3 Полевые гидрометрические работы	15
2.4 Камеральная обработка	16
2.5 Общая гидрологическая характеристика реки	17
2.5.1 Водный режим	17
2.5.2 Химический состав воды	19
2.5.3 Инженерно геологические условия	20
2.6 Русловые деформации	21
2.6.1 Типизация русловых процессов	22
2.7 Основные проектные решения	32
2.7.1 Варианты моста	32
2.7.2 Опоры	33
2.7.3 Пролётное строение	34
2.7.4 Мостовое полотно, ограждение	35
2.8 Сопряжение моста с насыпью, укрепительные работы	37
2.9 Обеспечение безопасности движения	37
2.10 Организация строительства	38
2.10.1 Общие данные	38
2.10.2 Последовательность и основные методы производства работы	39
2.10.3 Охрана окружающей среды	40
2.10.4 Мероприятия по контролю за качеством монтажно-строительных	

работ	42
2.10.5 Содержание моста	43
Глава 3 Обоснование методики расчётов размыва подмостового русла и определение наибольшей глубины размыва	45
3.1 Расчёт максимальных расходов	45
3.1.1 Максимальный сток весеннего половодья	45
3.1.2 Максимальный сток воды дождевого паводка	47
3.1.3 Уровни воды	50
3.2 Гидравлические расчёты	51
3.2.1 Расчёт отверстия моста	51
3.2.2. Расчёт общего размыва подмостового сечения	53
3.2.3 Расчёт подпора	56
3.2.4 Устройство технологических полуостровков	57
3.2.5 Устройство объездной дороги	57
Заключение	63
Список использованной литературы	64
Нормативные ссылки	65
Графические приложения	66

Введение

Строительство в инженерном понимании этого слова - одна из важнейших отраслей материального производства. В последнее время существенно расширились сеть и география автомобильного транспорта России. Проекты строительства автомобильных дорог должны обеспечивать передовые технические и технологические уровни транспортировки грузов, высокую экономическую эффективность и низкую себестоимость.

Согласно классификации речных инженерных сооружений и мероприятий по характеру их взаимодействия с русловым процессом, мостовые переходы относятся к активному типу сооружений, влияющих на русловые процессы. Поэтому для рационального проектирования и надежной эксплуатации переходов через реки при всех методах пересечения рек и на всех стадиях проектирования переходов, а также в период их эксплуатации необходимо выполнять тщательную оценку характеристик руслового процесса и деформаций русла реки (водотока) на участке перехода за период его функционирования.

Мостовые переходы через водные преграды следует проектировать на основании данных инженерно-гидрометеорологических, инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий с учетом условий эксплуатации в районе строительства ранее построенных, существующих и проектируемых гидротехнических сооружений, влияющих на режим водной преграды в местах перехода.

В соответствии с СП 11- 103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства», в 1997 г. русловой процесс включен в перечень опасных гидрометеорологических процессов и явлений.

Русловой процесс – это изменение морфологического строения речного русла и поймы, происходящее под действием текущей воды.

Прогноз руслового процесса – это предвычисление в пространственном и временном интервалах изменений морфологического строения русла и поймы, основанное на знании закономерностей развития руслового процесса и его элементов, количественно описывающих эти изменения в конкретных условиях данного водотока (реки, канала).

Оценка русловых деформаций выполняется в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий для строительства, предусматривающих также определение характеристик климатических условий и гидрологического режима рек.

Для оценки фактических русловых деформаций на участке перехода следует пользоваться имеющимися картографическими и топографическими материалам, землеустроительными планами, аэрофотосъёмками, лоцманскими картами разных лет издания, материалами гидрометрических измерений, выполняемых на гидрологических постах и станциях Росгидромета, русловыми и береговыми съёмками бассейновых управлений, материалами предыдущих изысканий проектных организаций. Для составления прогноза русловых процессов в реках в малоизученных районах, на участках с интенсивными глубинными и плановыми деформациями, а также в случаях, когда к надежности водопропускных сооружений предъявляются особые требования, следует проводить детальные исследования руслового процесса по специальным программам.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания выполнены для разработки проекта на строительство подъездной дороги, в т.ч. мост через р. Барнёва до д. Усть-Уксянская в Далматовском районе Курганской области.

Задачей изысканий являлось выявление особенностей гидрологического режима р. Барнёва, через которую проектируется мост, установление наивысших уровней воды по отметкам на местности, определение уклона водной поверхности, опрос жителей о режиме реки.

На дальнейшем протяжении дороги выявлены участки переходов через временные водотоки – лога, для назначения типа и размеров водопропускных сооружений.

Цель дипломного проекта: определить гидрометеорологические и гидроморфологические характеристики района строительства моста через р. Барнёва и на их основе произвести расчет возможных деформаций русел.

Глава 1 Физико-географическое положение

1.1 Физико-географические условия

В административном отношении участок работ расположен в юго-западной части Далматовского района Курганской области, вблизи сёл Уксянское и Новопетропавловское.

Географическое положение Курганской области определяется координатами $54^{\circ} 16'$ и $56^{\circ} 43'$ с.ш. и $62^{\circ} 00'$ в.д. (от Гринвича). Общая площадь территории области составляет 71.1 км^2 .

Курганская область на севере и северо-западе граничит со Свердловской, на востоке и северо-востоке с Тюменской областями, на юге и юго-востоке с Казахстаном, на юго-западе и западе с Челябинской областью. Расположена она в юго-западной части Западно-Сибирской низменности.

Поверхность области представляет собой почти плоскую равнину, слегка понижающуюся к северо-востоку, с высотами над уровнем моря от 200 м на западе и юго-западе до 120-150 м на северо-востоке. Она расчленена широкими и плоскими долинами рек Миасса, Тобола и Исети с их притоками.

Местность лесостепная с преобладанием степного ландшафта; нет ни оврагов, ни холмов, лишь некоторое разнообразие вносят незначительной высоты гряды и многочисленные озёра.

Растительный покров области представлен главным образом колками берёзово-осинового и берёзового леса, однако в центральной, северной и северо-западной части встречаются иногда крупные боры.

К востоку лесные колки заметно уменьшаются и в крайних восточных районах почти отсутствуют, здесь преобладают луговые и ковыльно-разнотравные степи.

В почвенном отношении Курганская область характеризуется преимущественно распространением выщелоченных чернозёмов. На

приречных хорошо дренированных склонах располагаются однородные по сочетанию массивы чернозёмов, пригодных для ведения интенсивного зернового хозяйства.

В удалении от рек на водоразделах сочетание почв характеризуется большой сложностью. Здесь чернозёмы находятся в комплексе с солонцеватыми и осолоделыми почвами, степень участия которых нередко достигает 40 – 50%.

В северной лесостепной части области почвы преимущественно чернозёмные оподзоленные, выщелоченные, солонцеватые и осолоделые.

По механическому составу почвы суглинистые и глинистые. Почвы лёгкого механического состава встречаются лишь под сосновыми борами и представлены здесь, главным образом, серыми лесными оподзоленными и дерново-подзолистыми.

Почвы южной лесостепной части области отличаются большим разнообразием. Здесь нет абсолютного преобладания выщелоченных чернозёмов, а наряду с ними широко представлены почвы солонцово-солонцеватого комплекса.

Вблизи рек Юргамыша и Тобола встречаются легкосуглинистые и супесчаные выщелоченные чернозёмы.

Широко распространены здесь и обыкновенные чернозёмы легко- и среднесуглинистого механического состава.

В окружении озёр залегают солончаки, а вблизи рек – тёмно-серые лесные оподзоленные почвы, лёгкого механического состава с мощным перегнойным горизонтом.

Наиболее распространёнными почвами на северо-востоке, востоке и юго-востоке являются солонцеватые чернозёмы, солонцы и солончаки и только в отдельных районах преобладают тяжёлосуглинистые выщелоченные чернозёмы. Кроме выщелоченных чернозёмов, встречаются слабо- и среднесолонцеватые и осолоделые чернозёмы.

В поймах рек Исети, Миасса и Тобола преобладают аллювиальные, болотные, болотно-луговые почвы и солончаки.

1.2 Климат

Положение Курганской области в глубине огромного континента определяет в основном её климат как континентальный (с холодной малоснежной зимой и тёплым сухим летом). Уральские горы, препятствуя прохождению влажных воздушных масс, усиливают континентальность климата.

Характерной особенностью климата области является недостаточное увлажнение с периодически повторяющейся засушливостью.

Температура воздуха. На территории Курганской области самый холодный месяц является январь. Средняя температура воздуха в январе составляет $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самые низкие температуры воздуха ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$) были отмечены в январе 1943 г. Наряду с низкими температурами в отдельные дни в январе возможны резкие повышения температуры воздуха с переходом через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Например, в 1948 г. в г. Шадринске отмечена температура $3.6\text{ }^{\circ}\text{C}$, в г. Далматово $3.8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Переход средней суточной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит в начале второй декады апреля. В конце месяца совершается переход температуры через $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Самый тёплый месяц – июль. Средняя месячная температура в июле $19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура воздуха $41\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По многочисленным данным последние заморозки весной на юге области заканчиваются в середине мая, на северо-востоке в области в конце мая. Первые заморозки начинаются во второй декаде сентября, за исключением

северо-востока, где они начинаются в начале сентября. В отдельные годы первые заморозки отмечаются в середине августа.

Продолжительность безморозного периода в среднем по области составляет 100 – 120 дней. Наибольшая продолжительность 122 дня, наименьшая 94 дня.

Атмосферные осадки и снежный покров. Средние годовые суммы осадков на большей части территории области составляет 300 – 400 мм, в восточных районах 255 – 300 мм.

Наибольшие месячные суммы осадков отмечаются в летнее время года, причём максимум на всех станциях наблюдается в июле и достигает на западе области 50 – 60 мм, на востоке около 50 мм. Наименьшее количество осадков выпадает в зимнее время года (январь - февраль) и колеблется от 15-18 мм, в западных районах до 10 мм в восточных.

Средняя продолжительность осадков (в часах) и месячные суммы осадков по г. Долматово по месяцам и за год занесена в табл. 1.1

Устойчивый снежный покров на севере области образуется в конце первой – начале второй декады ноября, на юге – в конце второй декады ноября. Средняя продолжительность залегания снежного покрова 150 – 160 дней. Сходит снег в конце второй декады апреля.

Ветер. Среднегодовые скорости ветра по всей территории Курганской области достигают 3 – 4 м/с. В летнее время скорость ветра меньше, чем зимой и в переходные сезоны. Преобладающее направление ветра западное, юго-западное и южное (Приложение. А, табл. 1.2).

Таблица 1.2.1 – Средняя продолжительность осадков и месячные суммы осадков на ст. Долматово

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Н, мм	10	8	8	15	29	49	54	44	29	25	15	14	300
К, часы	128	101	90	80	51	52	65	55	83	98	110	135	1048
Примечание: Н – количество осадков, мм К – продолжительность осадков, часы.													

Глава 2 Описание конструкции моста и режима реки

2.1 Инженерно-гидрологические изыскания

В состав инженерно-гидрологических изысканий входили следующие работы: рекогносцировочное обследование участка проектирования, нивелирование р. Барнёва по дну и горизонту воды на участке длиной 2.4 км, привязка высотных отметок к государственной геодезической сети, опрос местных жителей о гидрологическом режиме водотоков.

Инженерно-гидрологические изыскания выполнены в объёме, достаточном для расчётов, необходимых для проектирования моста через р. Барнёва и труб на переходах дороги через временные водотоки – лога и понижение рельефа.

Нивелировочные работы произведены нивелиром 4Н – ЗКЛ № 0038, поверенным в 2008 г., свидетельство прилагается.

Привязка к Балтийской системе высот выполнялась двойным ходом, невязка в пределах допустимого.

Инженерно-гидрологические изыскания произведены согласно СНиП 11-02-96, СП 11-103-97. Гидрологические расчёты выполнены согласно СП 33-101-93, СНиП 2.05.03-84* и пособия к нему ПМП-91. На переходе автомобильной дороги через р. Барнёва рекомендуется строительство моста, через временные водотоки – водопропускные трубы.

При производстве инженерно-гидрометеорологических изысканий изучению подлежат:

- гидрологический режим и русловой процесс р. Барнёва;
- климатические условия и отдельные метеорологические характеристики;
- опасные гидрометеорологические процессы и явления;

- техногенные изменения гидрологических и климатических условий или их отдельных характеристик.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», СНиП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства», а также нормативных документов по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и системы стандартов в области охраны природы и сохранения природных ресурсов.

Такие изыскания являются самостоятельным видом инженерных изысканий и могут выполняться как в составе комплексных инженерных изысканий, так и отдельно по специальному техническому заданию заказчика.

В состав инженерно-гидрометеорологических изысканий при проектировании автомобильной дороги и моста входят:

- сбор, анализ и обобщение материалов гидрометеорологической и картографической изученности;

- рекогносцировочное обследование района строительства трассы автомобильной дороги, водотоков, пересекаемых трассой, а также участков их долины;

- стационарные и эпизодические наблюдения за основными характеристиками гидрологического режима р. Барнёва в районе строительства моста;

- изучение тенденций развития и интенсивности деформаций русла и поймы реки;

- изучение процессов формирования и развития овражно-балочной сети;

- камеральная обработка и анализ материалов наблюдений с определением расчётных гидрологических, гидроморфологических и метеорологических характеристик;

- составление технического отчёта «Инженерно-гидрометеорологические изыскания».

2.2 Гидрографическое описание

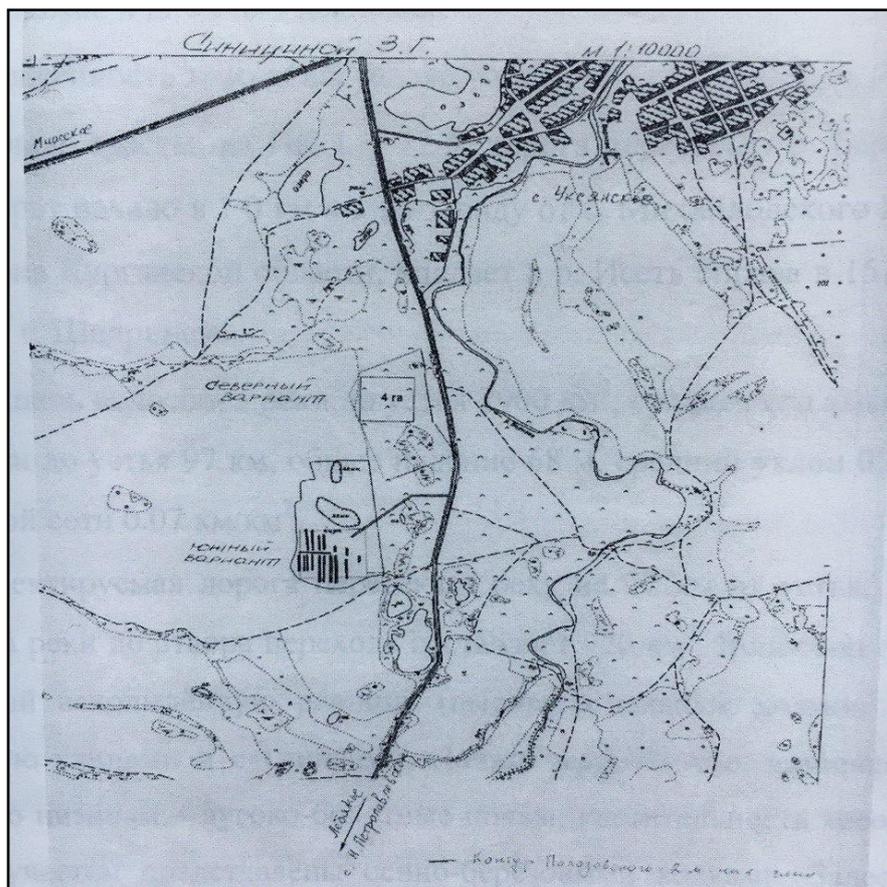


Рисунок 2.1 – Топографическая карта Далматовского района

Проектируемая автомобильная дорога расположена на юге Далматовского района Курганской области.

Начала участка, ПК 0+00, находится на автомобильной дороге Шадринск – Миасское – Лебяжье, участок Уксянское – Н. Петропавловское, в 0.3 км к северу от с. Н. Петропавловское. ПК 0+00 соответствует км 6+915 существующей дороги.

Проектируемая дорога проходит по новому направлению, на юго-восток, юг от дороги Уксянское – Н. Петропавловское. Конец трассы, ПК 65+78, расположен в д. Усть-Уксянская.

Протяжённость трассы составляет 6.58 км. В начале трассы, на ПК 1+22.5, дорога пересекает р. Барнёва. Река Барнёва берет начало в 1.0 к юго-

западу от с. Михайловского Шумихинского района Курганской области, впадает в р. Исеть справа в 15 км к юго-востоку от г. Шадринска.

Площадь водосбора реки от устья 2900 км², средняя его высота 144 м. Длина реки до устья 97 км, общее падение 68 м, средний уклон 0.7‰. Густота речной сети 0.07 км/км².

Проектируемая дорога пересекает реку на 77 км от устья. Площадь водосбора реки до створа перехода составляет 920 км². Водосбор представляет собой всхолмлённую равнину (высота отдельных холмов 25-30 м), сложенную глинами и суглинками. Почвы чернозёмные, встречаются солонцы, по низинам – лугово-болотные почвы. Растительность лесостепная. Лесные участки представлены осино-берёзовыми колками. Залесённость бассейна 25.7 %.

Озёра на водосборе небольшие (до 5.0 км²), блюдцеобразные. Озёрность бассейна составляет 4.0 %. Заболоченность 6.9 %. Остальная часть водосбора распаханна и занята сельхозкультурами.

Долина реки на участке перехода трапецеидальная, шириной около 200м, с пологими склонами высотой 3,0 – 4,0 м. Склоны открытые, покрыты луговой растительностью.

Русло реки умеренно извилистое, неразветвлённое, шириной 40-55 м. Берега обрывистые, неустойчивые, высотой до 3,0 м и заросшие кустарником.

Дно реки ровное, сравнительно устойчивое. Уклон реки по дну, определённый нивелированием, составляет 1,39 ‰, по горизонту воды на день обследования 1,49 ‰, по горизонту высоких вод – 1,48 ‰.

В 1.4 км выше по течению створа перехода в р. Барнёву впадает справа р. Чёрная.

После перехода через р. Барнёву проектируемая дорога пересекает временные водотоки – лога без названия (б/н). На ПК 10+15 трассы пересекает лог б/н – впадающий справа в р. Барнёву. Длина лога до устья 1,3 км, до створа перехода 0.9 км. Площадь водосбора до перехода 2.54 км². Водосбор, в основном, распахан. Залесённость бассейна составляет 25.2 %. Высотные

отметки изменяются от 150 до 140 м БС. Сток воды в логу наблюдается лишь в период снеготаяния – весеннего половодья.

Далее, с ПК 17 + 00, дорога проходит по правобережью р. Чёрной – правому притоку р.Барнёва. На ПК 21 + 87 и ПК 23 + 73 дорога пересекает небольшие лога б/н, впадающие в р. Чёрную справа. Длина логов до створа перехода 0.25 и 0.4 км. Площадь водосборов 0.056 и 1.36 км². На водосборе второго лога имеется болото Калинка площадью 0.21 км², что снижает сток воды.

Далее, до конца трассы дорога проходит по верховьям логов – правых притоков р. Чёрной, представляющих собой понижения рельефа. Весной по ним стекают талые воды в р. Чёрную. Площадь водосборов понижений составляют 0.18 до 2.14 км². Залесённость бассейнов от 3.1 % до 23.8 %, заболоченность от 0 до 20%.

2.3 Полевые гидрометрические работы

Полевые и камеральные гидрометеорологические работы выполнены в группе гидрологии ОАО «Кургандорпроект».

При проведении инженерно-гидрометеорологических изысканий с целью получения исходных данных для гидрологических расчётов выполнены следующие виды работ:

- рекогносцировочное и гидроморфологическое обследование водотоков;
- измерение расходов воды;
- измерение уровней воды;
- промеры глубин;
- определение мгновенного продольного уклона водной поверхности;
- отбор и визуальный анализ проб донных отложений;
- отбор проб воды на химический анализ и на мутность;

- измерение расходов проводились гидрометрической вертушкой ГР – 21М.
 - промеры глубин выполнены со льда и вброд гидрометрической штангой с дециметровыми делениями и водомерной рейкой с сантиметровыми делениями с привязкой промерных точек рулеткой RN 50/9 от уреза.
 - в границах производства продольного промера техническим нивелированием урезом установлен уклон реки.
- Результаты измерений фиксировались в полевом журнале с составлением подробного абриса.

2.4 Камеральные работы

Камеральные гидрометеорологические работы заключались в определении гидрографических характеристик водотока, необходимых для расчёта стоковых характеристик реки в расчётном створе по эмпирическим формулам, дополнительном сборе и анализе материалов наблюдений водомерных постов-аналогов, в пересчёте полученных расчётных значений на створ перехода моста через р. Барнёва. Использовались карты масштаба 1:25 000.

Гидролого-морфологический анализ и определение типов русловых процессов на участках переходов выполнялись по материалам гидроморфологического обследования участка реки на переходе, продольных промеров по наибольшим глубинам русла водотока, по топографическим картам и топографической съёмке русла.

На заключительном этапе инженерно-гидрометеорологических изысканий производилась камеральная обработка полученных материалов, включающая:

- окончательную обработку материалов наблюдений, выполненных за

период изысканий;

- построение графиков связи, схем, планов;

- приведение коротких рядов гидрологических наблюдений к многолетнему ряду;

- оценку гидрометеорологических условий строительства моста и его перехода через водоток;

- оценку деформаций русла и поймы на участке проектирования;

- определение расчётных гидрометеорологических и гидроморфологических характеристик для обоснования проектных решений;

- построение прогнозируемого профиля возможного предельного размыва русла в створе перехода на расчётный период эксплуатации сооружения.

Определение расчётных значений основных гидрологических характеристик режима рек следует выполнять в соответствии с требованиями СП 33 – 101 – 2003 «Определение расчётных гидрологических характеристик» и производственно-отраслевых нормативно-методических документов.

2.5 Общая гидрологическая характеристика реки

2.5.1 Водный режим

Проектируемая автомобильная дорога пересекает лишь один постоянный водоток – р. Барнёву (рис.2.2). Река Барнёва относится к водотокам с ярко выраженным весенним половодьем и низкой летне-осенней меженью, иногда прерываемой дождевыми паводками.

В питании реки преимущественное значение имеют снеговые воды. Доля талых вод в суммарном стоке реки составляет около 80%. Весеннее половодье

наблюдается в апреле. Основная волна половодья с наиболее высокими уровнями проходит обычно за 7-10 дней. Эти данные получены с помощью опроса местных жителей. Пик половодья проходит за одни сутки.

Волна половодья зачастую проходит поверх льда и уплотненного снега. В отдельные годы наблюдается ледоход. Размеры льдин 0.7x0.7м., толщина льда 0.6-0.7 м. Продолжительность ледохода 1-3 дня.

По опросным сведениям, весенний подъем воды в районе перехода может быть около 3.0 м. Вода выходит на пойму. Отметка выхода воды на пойму 121.13 м БС. Продолжительность стояния воды на пойме 2-3 дня.

Летняя межень наступает в мае-июне, характеризуется устойчивым стоянием уровня воды и слабым изменением водности в течение всего периода. Дождевые паводки возможны. Высота подъема от дождей, в среднем, 0.3-0.5 м, наибольшая более 1.0м. Река не пересыхает. Наинизшие за год уровни наблюдаются конце лета (август - начало сентября). Глубина воды на участке перехода составляет 0.2-0.3 м.

Замерзает река в первых числах ноября. Весенние процессы начинаются с таяния снега на льду и появления воды поверх льда. Зимой в отдельных местах река промерзает, могут образовываться наледи. Толщина льда 0.4 - 0.6м, наледи увеличивают ее до 1.2 м. По оси перехода толщина льда во время изысканий 26.03.17 г. составляла 0.5 м, глубина воды 0.65 м.

Морфоствор расположен по оси перехода автомобильной дороги через реку. Живое сечение реки на морфостворе можно разделить на три части: левобережную, русловую и правобережную поймы. Основная доля стока в паводок проходит в русловой части, 99.3%, в левобережной - 0.66%, в правобережной - 0.04%. Расчетная средняя скорость течения в русле 1.27 м/с, по всему живому сечению 1.23 м/с.

В межень средняя скорость течения составляет 0.15 - 0.21 м/с.

2.5.2 Химический состав воды

Минерализация. Речные воды исследуемых водотоков в период прохождения пика половодья характеризуются малой минерализацией, составляющей в бассейне р. Барнёва 90 мг/л. Во время устойчивой и хорошо выраженной межени минерализация речных вод повышается. Количество растворенных солей в низкую летнюю межень бассейна р. Барнёва составляет около 300 мг/л.

По результатам выполненных химанализов минерализация воды рек бассейна р. Барнёва изменяется от 180 до 290 мг/л, что в принципе соответствует минерализации исследуемых рек на спаде весеннего половодья.

Анионный состав. В анионном составе поверхностных вод исследуемых водотоков преобладают гидрокарбонат – ионы, содержание которых снижается на пике половодья. Относительное содержание гидрокарбонат – ионов изменяется в пределах от 9 до 77 % экв.

Катионный состав. В катионном составе поверхностных вод исследуемых рек доминируют ионы кальция. Их содержание колеблется на уровне 66% экв. Содержание ионов кальция в течение года практически не меняется. Содержание ионов магния колеблется на уровне 20% экв. Содержание ионов магния исследуемых водотоках характеризуется как повышенное. Объясняется это близким залеганием доломитов и мергеля, которые являются источником ионов магния.

Жесткость воды, так же как и минерализация, резко изменяется в разные сезоны года. С увеличением минерализации, увеличивается и её жесткость. На пике половодья доминируют мягкие воды, жесткость которых не превышает 0.9 мг/л, что подтверждено результатами анализов вода исследуемых рек.

В межени жесткость речных вод повышается. Наибольшая величина достигает в период зимней межени в бассейне р. Барнёва – до 8.6 мг/л.

В целом исследуемые водные объекты отличаются повышенной минерализацией, жесткостью и повышенным содержанием ионов магния в период прохождения половодья. Объясняется это тем, что реки протекают по территории, сложенной девонскими отложениями, перекрытыми каменноугольными образованиями (глины, доломиты, известняки с прослоями угля, мергеля).

2.5.3 Инженерно-геологические условия.

Для изучения геолого-литологического разреза в основании проектируемого сооружения было пробурено 2 скважины (С-1 и С-2) глубиной до 25м.

Бурение скважин осуществлялось колонковым способом самоходной буровой установкой УРБ-2А-2, диаметром 132 мм.

Бурение скважин производилось с целью определения литологического состава грунтов, характера залегания, установления уровня грунтовых вод, отбора проб грунта для лабораторных исследований.

В геологическом строении исследуемой площадки на исследуемую глубину 25 м принимают участие отложения современного четвертичного возраста, подстилаемые породами чеганской и ирбитской свиты палеогена.

По физико-механическим свойствам, возрасту и генезису грунты, слагающие участок, согласно ГОСТ25100-95 разделены на 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

- ИГЭ-1 – Почвенно-растительный слой.
- ИГЭ-2 – Суглинок тугопластичный серый или серовато-бурый с прослоями песка бурого, пылеватого.
- ИГЭ-3 – Суглинок серовато-бурый, зеленовато-серый текучепластичный, с прослоями песка бурого, мелкого и пылеватого.

- ИГЭ-4 – Песок буровато-серый, средней крупности, с редкими включениями кварца, с тонкими прослоями суглинка серого, ожелезнённого.

- ИГЭ-5 – Глина зеленовато-серая, полутвёрдая, с гнёздами песка серого и бурого, пылеватого.

- ИГЭ-6 – Глина зеленовато-серая, полутвёрдая, с тонкими гнёздами песка серого, пылеватого.

Основанные показатели физико-механических свойств встреченных грунтов приведены в «Ведомости статической обработки результатов лабораторных исследований образцов грунтов технического отчёта о результатах инженерно-геологических изысканий (мост через р.Барнёва) (4-09-АД-2009ТО 2.2 часть 2.2).

Глубина залегания подземных вод составляет 1.5-1.9 м. Воды слабосоленоватые, с минерализацией 1.1-1.2 мг/л, по содержанию хлоридов слабоагрессивные к арматуре с железобетонных конструкций при периодическом смачивании.

2.6 Русловые деформации

На участке перехода проектируемой дороги через р. Барнёва наблюдается тип руслового процесса – ограниченное меандрирование. Ось перехода расположена в пределах прямолинейного участка. Русло реки достаточно устойчивое, мало подвержено плановым изменениям. Берега русла обрывистые, в настоящее время задернованные и закустаренные. При высоких уровнях воды возможен незначительный подмыв берегов.

Дно на участке перехода устойчивое, размывы не обнаружены.

На пересекаемых дорогой временных водотоках размывы дна, процессы оврагообразования не обнаружены. Грунты суглинистые, устойчивые к деформации.

2.6.1 Типизация русловых процессов

По гидроморфологической теории руслового процесса ГГИ каждому типу руслового процесса соответствует свой тип поймы со своей, свойственной каждому типу поймы гидрологическим и гидравлическим режимом и структурой течений, который определяется морфологическим строением поймы.

Речную пойму целесообразно представить состоящей из отдельных массивов и в качестве объекта типизации принять пойменный массив, т.е. такой участок поймы, который, с одной сторон оконтуривается руслом реки, а с другой, внешней границей самого удаленного от русла транзитного потока, возникающего на пойме при её максимальном затоплении.

Рассмотрим более подробно типы русловых процессов по ГГИ с указанием опознавательных признаков и русловых деформации каждого типа.

а) ленточногрядовый тип (рисунок 2.2) как самостоятельный тип руслового процесса не имеет большого распространения. Характеризуется наличием в русле единой цепи сползающих гряд с шагом, значительно превышающим ширину реки.

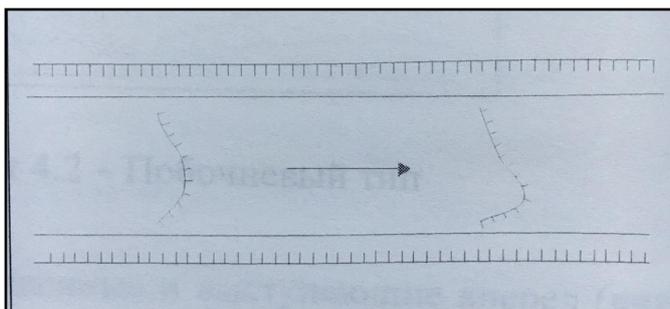


Рисунок 2.2 – Ленточногрядовый тип

Русло имеет незначительную и неупорядоченную извилистость. Пойма слабо выражена. Ее наличие свидетельствует о переходе реки в иной тип. Ленточные гряды могут появляться как более или менее устойчивые образования на прямолинейных участках рек иного типа.

Русловые деформации сводятся к перемещению гряд вниз по течению и к сезонному изменению высоты гряд. Гряды перемещаются вниз по течению главным образом в период повышенных расходов воды. В период межени отдельно повышенные части гряд могут обнажаться, образуя песчаные острова [4]. Плановые деформации русла невелики и носят нерегулярный локальный характер:

б) побочный тип (рисунок 2.3) В отличие от ленточногрядового типа руслового процесса при данном типе в русле реки имеется цепь гряд, отличающихся перекосом плавной линии их гребней. Эту систему гряд можно представить как параллельные цепи гряд, смещённые своими наиболее возвышенными частями к противоположным берегам и сдвинутые одна относительно другой на половину шага.

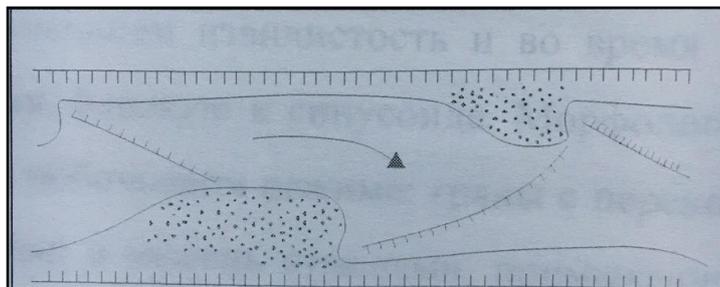


Рисунок 2.3 – Побочный тип

В межень наиболее повышенные и выступающие вперед (вниз по течению) части гряд обсыхают, образуя песчаные отмели – побочни, примыкающие к берегам в шахматном порядке. В результате этого меженный поток приобретает извилистые очертания. Пониженные затопляемые в межень, части гряд образуют перекаат [5]. Пойма отсутствует. Ее наличие свидетельствует о переходе реки в другой тип.

Русловые деформации сводятся к сползанию гряд вниз по течению, происходящему главным образом в период половодья. Гребни гряд размываются в межень и восстанавливаются в половодье. Плановые деформации берегов невелики и не имеют закономерного характера [4];

в) ограниченное меандрирование (рисунок 2.4) – это дальнейшее развитие и усложнение побочного процесса, выражающееся в появлении слабых извилин русла и отдельных пойменных массивов.

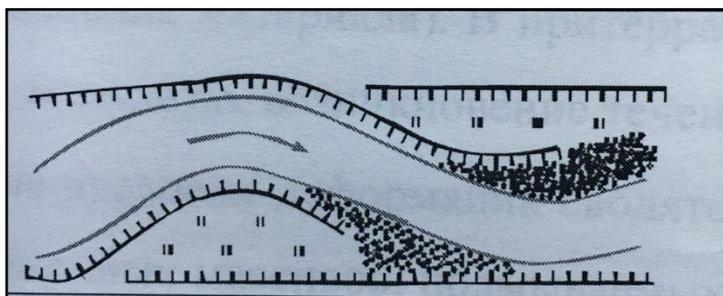


Рисунок 2.4 – Ограниченное меандрирование

Ограниченное меандрирование – это тип, распространённый чаще на равнинных реках, характеризуется извилистым руслом с углом разворота до 120° , сохраняющем извилистость и во время паводка. Осевая линия русла имеет форму, близкую к синусоиду. Морфологическое строение русла такое же, как при побочном режиме: гряды с перекошенными в плане гребнями и обсыхающими в межень отмелями, примыкающими к пойменным массивам [4]. По обоим берегам реки за границами русла между неразмываемыми склонами долины располагаются чередующиеся обособленные пойменные массивы. На пойме следы меандрирования отсутствуют, так как это поймы простейшего типа, представляют собой обособленные, чередующиеся по длине реки массивы, повышенные в верховой части и пониженные в низовой, т.е. имеющие уклоны вдоль рек и несколько наклоненные к притеррасной части поймы (от русла). Сползание излучин, свойственное ограниченному меандрированию, приводит к полной переработке всего пойменного массива.

Затопление этих массивов начинается в их низовой части. При максимальном затоплении устанавливаются течения, параллельные оси долины.

Динамическая ось потока в этот период близка к ее положению в межень и в наибольшей мере, чем во всех других случаях, совпадает со средней линией русла. Такая структура пойменных течений обуславливает возникновение неровной или слабоволнистой (береговые валы вдоль русла) поверхности поймы и эрозионных образований, ориентированных вдоль реки и наиболее разработанных в верховой части массивов (в низовой части обычно наблюдается отложение материала). В притеррасной, в общем, несколько пониженной части, возможно, возникновение течений с повышенной скоростью.

Плановые русловые деформации сводятся к сползанию вниз по течению излучин и пойменных массивов, подмываемых потоком с верховой стороны и наращиваемые с низовой в результате образования наилка. Плановые очертания русла при его сползании не претерпевают закономерных изменений. Деформации в русле те же, что и при побочневом режиме – размыв перекатов в межень и намыв их в половодье, и противоположный процесс – на плесах [4].

Свободное развитие плановых деформаций русла при этом типе руслового процесса ограничено наличием неразмываемых склонов долины. Скорость сползания излучин при ограниченном меандрировании следует определять по совмещению материалов разновременных съемок подобно изложенному русла в разделе отчета

г) свободное меандрирование (рисунок 2.5.) самый распространенный тип руслового процесса на равнинных реках. Этот тип руслового процесса обычно развивается в широких речных долинах, склоны которых не ограничивают свободное развитие плановых деформаций излучин. Характеризуется наличием одного действующего русла, механизм переформирования которого значительно сложнее и разнообразнее, чем при ограниченном меандрировании, сохраняющем при сползании свои размеры и плановые очертания.

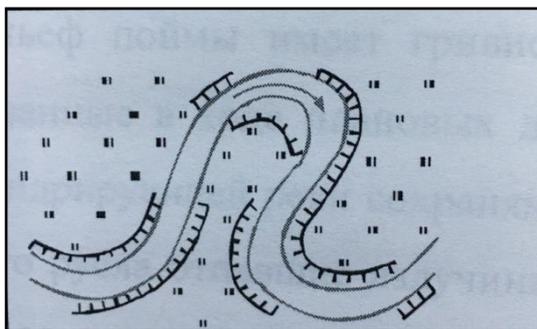


Рисунок 2.5. – Свободное меандрирование

В начальной стадии развития при углах разворота менее 90° излучины свободного меандрирования сползают вниз по течению по схеме ограниченного меандрирования, но при этом меняя (увеличивая) угол разворота. По мере увеличения угла разворота сползание излучин замедляется, но меняется их форма (излучины вытягиваются). При углах разворота, близких к 140° происходит разделение плесовой ложбины и нарушение плановой симметрии в результате преимущественного развития одного из плесов. Развитие излучин завершается сближением подмываемых берегов выше и ниже расположенных смежных излучин, прорывом образовавшегося между ними перешейка. После прорыва возникает новая излучина, что нарушает нормальный ход развития смежных излучин. Скорости деформаций в зоне прорыва возрастают.

Общий ход глубинных деформаций в многолетнем разрезе подчинен характеру развития плановых деформаций. Глубинные деформации в пределах фиксированных плановых очертаний русла носят сезонный характер и сводятся к нарастанию перекатов и размыву плесов в период половодья и к противоположным деформациям в период межени. При наличии базального слоя им определяется предельная возможная глубина размыва плесов, а выступы коренных пород в русле, останцы на пойме и другие виды проявления ограничивающего фактора в плане, вносят существенные изменения в циклическую закономерность развития плановых деформаций при свободном меандрировании.

При свободном меандрировании пойменный массив образуется несколькими излучинами. Рельеф поймы имеет гривистый характер. Гривы представляют с образованные в ходе плановых деформаций береговые валы. В пойме свободно меандрирующей реки сохраняются староречья – изолированные от действующего русла отпавшие излучины, находящиеся в различной стадии отмирания, соединяющиеся с рекой при высоком уровне воды.

Для пойм свободно меандрирующих рек характерно значительно более сложное строение поверхности, рельеф которой представлен разновысотными системами вееров перемещения русла в виде дугообразных изогнутых валов и ложбин между ними, образованных в ходе плановых деформаций русла. Последние выражаются в постепенном развитии излучин, достигающих состояния петли. Прорыв перешейка такой петли приводит к появлению обособленного участка поймы, огибаемого старицей (действующей, с водой, или занесенной). Последующий повторяющийся цикл деформаций ведет к появлению новых систем вееров.

Сложный рельеф поверхности поймы, создающийся при свободном меандрировании, обуславливает возникновение сложных течений в период затопления, и лишь при очень больших глубинах затопления влияние рельефа поймы на структуру пойменных течений может значительно ослабить или во все не проявляться. В этот период на пойме могут возникать и развиваться эрозионные и аккумулятивные образования, не связанные в своей ориентировке и по размерам с ориентировкой основного гривистого рельефа поймы (прорывы береговых валов, возникновение пойменных протоков и конусов их выноса, перерезающих системы вееров перемещения русла и т.п.). Таким образом, при оценке взаимодействия рельефа поймы и пойменного потока необходимо оценивать его применительно к каждой фазе затопления.

В первой и третьей фазах затопления большое влияние на пойменные течения оказывает гривистый рельеф поймы, т.е. валы и ложбины между ними, образующие каждый веер перемещения русла.

В начале второй фазы затопления, т.е. при возникновении транзитного потока, роль отдельных валов и ложбин ослабевает, но существенное влияние приобретают разновысотные их системы – веера перемещения русла. Благодаря им намечаются постоянные пути движения воды по пойме и образуются русла этих пойменных потоков, которые в межень полностью высыхают или сохраняются обычно воду лишь в плёсах, отчленённых от русла реки.

При достижении на затопляемой пойме наивысших отметок уровней воды основное влияние на пойменный транзитный поток оказывает уже характер расположения в пределах речной долины всего пойменного массива. Итак, на поймах свободно меандрирующих рек устанавливаются сложные системы течений и, в соответствии с этим, возникают разнообразные и далеко не всегда согласующиеся с рельефом их поверхности эрозионно-аккумулятивные образования;

д) незавершенное меандрирование (рисунок 2.6) является разновидностью свободного меандрирования. Характеризуется наличием спрямляющего протока излучин. Возникает в сильно затопляемых во время половодья поймах, сложенных из легкоразмываемых пород грунта.

В начальной стадии своего развития излучины развиваются по схеме свободного меандрирования, но задолго до завершения полного цикла развития излучины на пойме возникает и развивается спрямляющая протока, со временем превращающаяся в главное русло. По мере развития спрямляющей протоки деформации главного русла ослабевают.

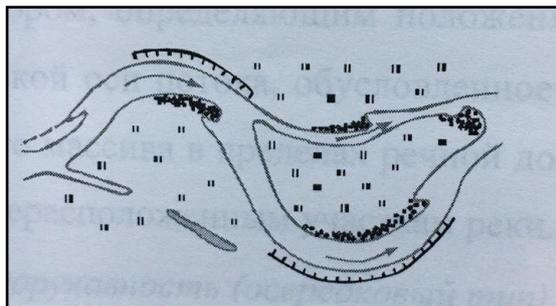


Рисунок 2.6 – Незавершённое меандрирование

Спрямяющая протока разрабатывается постепенно (на малых реках быстрее, на больших – медленнее). По ней происходит интенсивное движение наносных скоплений в виде ленточных гряд, осередков, побочней. После того как спрямяющая протока примет основную часть расхода воды в реке, прежнее главное русло начинает превращаться в старицу, и цикл возобновляется.

Этот тип руслового процесса легко опознается на картах и аэрофотоснимках участков рек достаточно большого протяжения по наличию спрямяющих протоков, находящихся в разных стадиях развития.

Поймы рек при незавершенном меандрировании и представляют собой дальнейшее развитие спрямяющих протоков, возникающих на участках с большой глубиной затопления поймы и превращающихся в постоянно действующие (в половодье и межень) спрямления излучин.

Однако, поскольку при незавершенном меандрировании в пределах данного массива поймы структура её рельефа менее сложна, чем при свободном меандрировании, и обычно бывает представлена одним веером перемещения русла, то и структура пойменных течений оказывается менее сложной. По этой же причине направление спрямяющих протоков определяется не наличием разновысотных систем вееров перемещения русла, а положением динамической оси транзитного потока в период наивысших уровней. Последнее, может быть, в известной мере обусловлено притеррасным понижением или направлением особенно крупных ложбин между валами, образующими данный сегмент поймы.

Основным фактором, определяющим положение спрямления, является положение динамической оси потока, обусловленное общим характером расположения пойменного массива в пределах речной долины и по отношению к смежным выше- и нижерасположенным участкам реки.

е) русловая многорукавность ((осередковый, островной и блуждающий типы) рисунок 2.7) возникает на реках, сильно перегруженных донными наносами. На этих реках для транспортировки наносов рекой использован весь

продольный уклон долины и выработано широкое распластанное русло, обладающее наибольшей транспортирующей способностью. Многорукавные русла можно рассматривать как дальнейшее развитие ленточногрядового русла, направленное в сторону увеличения транспортирующей способности потока. Этот же тип устанавливается тогда, когда исчерпаны все возможности транспортирования наносов и они аккумулируются в русле.

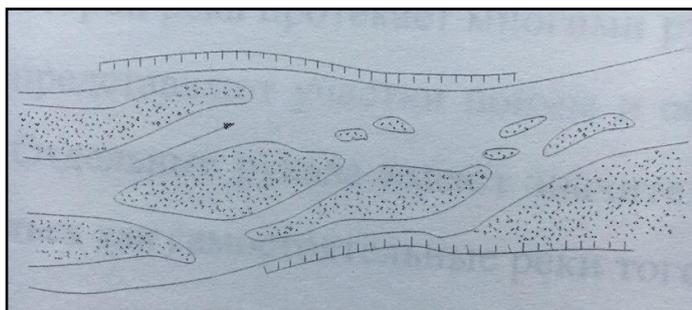


Рисунок 2.7 – Русловая многорукавность

Донные наносы перемещаются в виде гряд, частично обсыхающих в межень и образующих разделенные короткими протоками. Часть островов может оставаться незатопленной при паводках большой повторяемости, приобретать черты поймы и даже образовывать широкую островную пойму.

В зависимости от крупности донных отложений величины продольного уклона русловой процесс протекает с различной интенсивностью и имеет различное морфологическое выражение. При больших продольных уклонах и мелких наносах деформации развиваются с большой скоростью. Острова и протоки быстро перемещаются. Они могут возникать и исчезать или менять свою форму при прохождении каждого паводка.

При малых уклонах процессах протекает замедленно. Русло может сохранять устойчивость и при больших уклонах, если донные отложения представлены крупной галькой или булыжником. Движение таких гряд обычно происходит лишь при больших, редко повторяющихся паводках.

Русловые деформации выражаются в перемещении ряд и осередков и в изменении плановых границ основного русла в результате деформации прибрежных протоков [4].

ж) пойменная многорукавность (рисунок 2.8) является дальнейшим развитием и усложнением незавершенного меандрирования [5].

Опознавательным признаком пойменной многорукавности является наличие широкой поймы, в которой река протекает многими рукавами. Острова, образованные протоками, представляют участки поймы и обладают большой имеют значительную протяженность плановой устойчивостью. Отдельные рукава имеют значительную протяжённость и могут рассматриваться как самостоятельные реки того или иного типа.

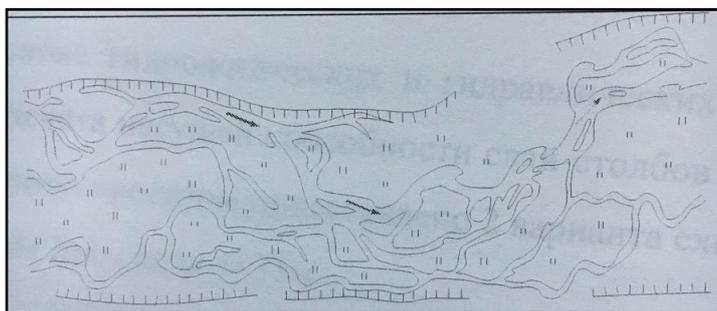


Рисунок 2.8 – Пойменная многорукавность

Деформации реки, взятой в целом, сводятся к медленному развитию спрямляющих протоков и к отмиранию протоков более извилистых. Русловой процессом внутри каждого протока протекает как в самостоятельном русле соответствующего типа.

Выбор метода и места пересечения рек гидротехническими сооружениями должен определяться кроме технико-экономических и экологических соображений, надёжности и других факторов, а также состоянием водного объекта, в частности, русловым процессом.

2.7 Основные проектные решения

2.7.1 Варианты моста

На основе гидрологических и гидравлических расчетов анализа результатов расчёта несущей способности свай-столбов по грунту к окончательному сравнению проектом представлено 2 варианта схем моста:

Вариант М-схема 1х33м.

Вариант №2-схема 15+18м.

Сравнение вариантов выполнено при одинаковой конструкции полотна проезжей части, сопряжения моста с насыпью, конусов.

1) Вариант №1

Опоры двухстолбчатые безростверковые из монолитных столбов $d=1.3$ м длиной 14 м, индивидуального проектирования. Пролётное строение $L=33$ м металлическое с ортотропными плитами и четырьмя главными балками (ЗАО «Курганстальмост»).

2) Вариант №2

Береговые и промежуточная опора двухстолбчатые безростверковые из монолитных столбов $d=1.2$ м длиной 13м, индивидуального проектирования.

Пролётные строения длиной 15м и 18м – металлические с ортотропными плитами и четырьмя главными балками (ЗАО «Курганстальмост»).

Объёмы работ распределены по вариантам, стоимостные показатели определены по объектам-аналогам ранее разработанных проектов без учёта прочих и дополнительных затрат.

Основные объёмы и стоимости работ по вариантам приведены на листах «Общий вид моста. Вариант №1 (рекомендуемый)», «Общий вид моста. Вариант №2».

На основании анализа результатов сравнения вариантов к строительству рекомендуется более экономичный по расходу материалов и стоимости вариант №1 по схеме 1х33м.

2.7.2 Опоры

Исходя из геологических условий опоры приняты двухстолбчатые однорядные безростверковые из монолитных железобетонных столбов диаметром 1.3 м и длиной 14 м, индивидуального проектирования.

Несущая способность свай-столбов по грунту определена с помощью пакета прикладных программ «Фундаментные конструкции и основания».

Ригели опор сборные из двух блоков с арматурными выпусками для крепления шкафных стенок. Блоки ригелей объединяются между собой бетонированием выпусков арматуры из блоков. Объединение монолитных столбов с ригелями предусматриваются омоноличиванием выпусков столбов в пирамидальных отверстиях ригелей. По верхней грани ригелей предусмотрен слив для отвода воды. Шкафные стенки монолитные с консолями для опоры переходных плит.

Для удержания переходных плит от горизонтальных смещений предусмотрены арматурные выпуски. Шкафная стенка устраивается из бетона В30, F300, W6. Бетонирование производится в скользящей опалубке. Транспортирование бетонных смесей следует осуществлять специализированными средствами обеспечивающими сохранение заданных свойств бетонной смеси. Запрещается добавлять воду на месте укладки бетонной смеси для увеличения ее подвижности.

Загружение опор строительной нагрузкой допускается при достижении бетоном омоноличивания прочности на сжатие не менее 70% от проектной.

Для крепления подвижного деформационного шва над опорой ОК-2 по верхней грани шкафной стенки предусмотрены закладные детали.

Бетонные поверхности конструкции опор, соприкасающиеся с грунтом, обмазываются горячим битумом за 2 раза, фасадные поверхности окрашиваются полимерной эмалью «Гемма-АМ» на 2 слоя.

2.7.3 Пролётное строение

Пролётное строение металлическое по схеме 1х33м и габаритом Г-строение 8+20.75м предназначено для пропуска по нему автомобильных нагрузок А-14 на служебных проходах и единичных спецнагрузок НК-100.

Металлоконструкции пролётногo строения длиной 33м будут изготавливаться на заводе ЗАО «Курганстамост».

При приемке поступающих элементов устанавливают комплектность поставки, наличие маркировки завода-изготовителя, соответствие с заводской технической документацией, отсутствие в элементах деформацией и повреждений.

Установки главных балок предусматриваются на металлические опорные части (входят в комплект поставки), при этом на опоре ОК-1 пролётное строение имеет неподвижное опору всех главных блоков, а на опоре ОК-2 подвижное.

При монтаже пролётногo строения устраиваются временные опоры в количестве 2-х штук для сборки пролётногo строения. Монтажные продольные стыки блоков ортотропной плиты с главными балками осуществляются путём прикрепления в нахлестку покрывающего листа ортотропной плиты к верхнему поясу главных балок и поперечных рёбер жёсткости. Стыки перекрываются двухсторонними стыковыми накладками.

Укрупнительная сборка готовых элементов по месту производства работ предусматривается на высокопрочных болтах.

Строительный подъём задаётся при сборке главных балок.

Для защиты от коррозии металлоконструкции пролётного строения окрасить эмалью ХВ125 на два слоя.

В комплект поставки пролётного строения входят деформационные швы (подвижный и неподвижный), металлические опорные части, перильное и барьерное ограждение (кроме криволинейного бруса и метизов его крепления), водоотводные лотки.

2.7.4 Мостовое полотно, ограждение.

Конструкция проезжей части состоит из выравнивающего слоя из плотного мелкозернистого асфальтобетона (Тип Б, марка II) от 30 до 130мм, рулонно-мастичной гидроизоляции «Поликров» толщиной 5 мм, защитного слоя из асфальтобетона (тип Б, марка II) толщиной 40 мм и покрытия из асфальтобетона (Тип Б, марка II) толщиной на проезжей части 70 мм, на служебных проходах – 40 мм.

Система рулонно-мастичной гидроизоляции «Поликров», предназначенная для металлической ортотропной плиты, состоит из 4-х слоёв:

1-й слой мастика «Полибит»;

2-й слой мастика «Поликров-М140»;

3-й слой-рулон «Поликров-Р200»;

4-й слой мастика «Полибит», увеличивающая сцепление гидроизоляции с асфальтобетонным покрытием.

Гидроизоляция проезжей части моста выполнена согласно «Методических рекомендаций по устройству рулонно-мастичной гидроизоляции «Поликров» на автодорожных мостах», Москва 2010 г.

На проезжей части моста устраивается шероховатая поверхностная обработка.

Водоотвод с проезжей части моста осуществляется за счёт продольного (5‰) и поперечного 20‰ уклонов по лоткам в покрытии, образованным переломами профиля. Лотки расположены в пределах полос безопасности ездового полотна моста и над переходными плитами, далее по телескопическим железобетонным лоткам (ПК 0+99.5) в отводящие и гасящие устройства у подошвы насыпи для предохранения её от размыва.

Конструкция водоотвода разработана применительно к типовому проекту 503-09-784, конструкции сборных элементов приняты по типовому проекту 3.503.1-66 «Изделия сборные железобетонные водоотводных сооружений на автомобильных дорогах».

Для сброса воды со служебных проходов, устраиваются водоотводные лотки (входят в комплект поставки) на консолях пролетного строения.

Мостовое барьерное ограждение запроектировано в соответствии с ГОСТ 26804-86, ГОСТ Р52289-2004 и ГОСТ Р52607-2006 маркой 11МО-15.

Высота барьерного ограждения 0.75 м, шаг стоек 1.5 м, удерживающая способность ограждения $E > 190$ кДж (требуемое минимальное значение энергоёмкости ограждения $E = 230$ кДж согласно таблиц 11,14,15 по ГОСТ Р52289-2004 и разъяснений ДОБД МВД РФ).

В пределах переходных плит принято барьерное ограждение той же конструкции, как и на пролётном строении согласно п. 8.1.20 ГОСТ Р52289-2004. Перильное и барьерное ограждение на мосту и сопряжении моста с насыпью окрашиваются эмалью ХВ125 на 2 слоя (кроме криволинейного бруса, изготовленного из оцинкованной стали).

2.8 Сопряжение моста с насыпью, укрепительные работы

Сопряжение моста с насыпью принято полузаглублённого типа по типовому проекту 3.503.1-96 сборно-монолитной конструкции переходными плитами длиной 4 м.

Конструкция сопряжения включает в себя устройство дренирующей засыпки в пределах конуса и за опорами, монтаж переходных плит и их моноличивание, устройство деформационных швов.

В качестве дренирующей засыпки могут быть использованы грунты и материалы, не увеличивающиеся в объёме при промерзании, с обеспечением коэффициента фильтрации после уплотнения не менее 2 м/сутки.

Укрепление откосов и конусов предусмотрено сборными плитами П-2 по слою щебня толщиной 10 см. На закруглениях верхней части конуса укрепляются монолитным бетоном В20; F300; W6.

В основании укрепления монтируются блоки упоров У-1 и устраивается рисберма из несортированного камня. Конструкция укрепления откосов конусов принята в соответствии с типовым проектом серии 3.501.1-156.

2.9 Обеспечение безопасности движения

На подходах к мосту предусматривается уширение проезжей части до 8м и земляного полотна до 12м, что обеспечивает единообразие условий движения на дороге и мосту.

Барьерное ограждение, устраиваемое на мосту, предотвращает выезд автомобиля за пределы ширины полосы безопасности и обеспечивает оптическую ориентацию водителей. Ограждение на мосту сопрягается с ограждением на подходах.

Для исключения появления в процессе эксплуатации при въезде и выезде с моста устраивается сопряжение моста с насыпью с помощью переходных плит.

2.10 Организация строительства

2.10.1 Общие данные

Мост входит в комплекс работ по строительству подъездной дороги до д. Усть-Уксянская в Далматовском районе Курганской области.

Проект организации строительства разработан в соответствии с требованиями СНиП 12-01-2004

Исходными материалами для разработки проекта являются:

- материалы топографических, инженерно-геологических изысканий;
- конструктивные решения по мосту;
- данные о порядке обеспечения строительства электроэнергией, строительными материалами, конструкциями.

Подрядная организация на строительство моста определяется по тендеру.

Срок строительства моста определен по СНиП 12.04.03-85 с учетом ведения работ вахтовым методом и составляет 5 месяцев, в том числе подготовительный период – 1 месяц.

2.10.2 Последовательность и основные методы производства работ

Строительство моста предусматривается в летний период.

В подготовительный период создается опорная геодезическая сеть, отсыпается технологическая площадка на левом и правом берегу реки, устраивается рабочий мост.

Сооружение мост производится с технологической площадки. Для устойчивой работы кранового и бурильного оборудования на технологической площадке предусмотрена укладка железобетонных плит ПДН (6x2x0.14) на левом и правом берегу.

Бурение скважин ведется в отвал, производится буровой установкой «BAUER» с применением обсадных труб, состоящих из отдельных секций 2,4 и 6 м.

Разработка грунта скважин ведется в отвал, с последующей погрузкой на транспортные средства. Перерыв между окончанием бурения и началом укладки бетонной смеси не должен превышать восемь часов.

При бурении необходимо обеспечивать вертикальное положение обсадной трубы, положение бурового столба на местности должно соответствовать проекту.

Перед бетонированием в скважину устанавливают арматурный каркас. Каркас должен быть опущен до дна скважины плавно, с обеспечением его проектного положения.

Скважины бетонироваются по способу «ВПТ». Скорость укладки бетонной смеси должна быть не менее 4 м^3 в час.

Бетонирование по методу «ВТТ» ведется до отметки на 40 см (min) выше проектной. После набора бетоном прочности не менее 25 кг/см^2 верхний пористый слой бетона (шлам) удаляется до проектной отметки, после чего верхняя часть бетонировается «насухо».

Монтаж сборных конструкций моста следует выполнять в соответствии с утвержденным проектом производства работ (ППР), состав которого установлен СНиП 12-01-2004г.

Отсыпка конусов, засыпка за устоями должна производиться одновременно с тщательным послойным уплотнением по технологии, представленной в типовом проекте серии 3.503.1-96, выпуск 2-1.

В Целом производство работ следует внести в соответствии с требованиями, изложенными в СНиП 3.06.04-91 «Мосты и трубы. Правила производства и приемки работ».

По окончании строительства моста все вспомогательные сооружения разбираются, проводится расчистка русла и водоохраной зоны от строительного мусора.

2.10.3 Охрана окружающей среды в процессе строительства

Настоящий раздел разработан в соответствии с Федеральным законом №7-ФЗ от 10.01.2002г. «Об охране окружающей природной среды», утвержденного приказом Минприроды России №372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия на окружающую среду в Российской Федерации» и в соответствии с пособием к СНиП 11-01-95 «Инструкция о порядке разработки, утверждения и состава проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» по разработке раздела «Охрана окружающей среды», ЦЕНТРИНВЕСТпроект 2000г.

На период строительства предусматриваются следующие основные мероприятия по охране окружающей среды в процессе производства работ:

- длина моста назначена такой, чтобы подпор был минимальным и не вызывал затопления дополнительных площадей;

- принятая конструкция опор исключает котлованные работы русле реки, в наименьшей степени нарушая рельеф дна и режим реки;

- для предохранения от размывов и загрязнения реки конуса укрепляются сборными плитами, монолитным бетоном;

- применение сборных конструкций позволяет свести до минимума приготовление цементобетона на строительной площадке, процесс приготовления которого сопровождается запыленностью воздуха и загрязнением грунта;

- все стационарные механизмы, работающие на двигателях внутреннего сгорания, устанавливаются на металлические поддоны для сбора масла, конденсата и дизтоплива. Поддоны периодически очищаются в специальные емкости и вывозятся для утилизации;

- заправка строительной техники горюче-смазочными материалами производится на действующих АЗС;

- на всех видах работ используется технически исправные, прошедшие комиссионное освидетельствование машины и механизмы, исключающие попадание горюче-смазочных материалов в грунт;

- строительный и бытовой мусор собирается в специальные емкости и вывозится на свалку;

- на стройплощадке используется туалет, оборудованные герметичной металлической емкостью для сбора фекалий, которая периодически очищается с использованием ассенизационной машины.

Реализация указанных мероприятий позволяет исключить негативное влияние на окружающую среду при производстве строительных работ и улучшать экологическую обстановку на данном участке дороги после строительства моста.

2.10.4 Мероприятия по контролю за качеством строительного-монтажных работ

Качество строительного-монтажных работ должно отвечать требованиям нормативных документов. На строительной площадке должны быть составлены акты на скрытые работы в соответствии с требованиями СНиП 12-01-2004г.

В процессе строительства должен осуществляться постоянный контроль качества материалов, конструкций, полуфабрикатов и изделий, а также геодезический контроль за соблюдением проектного положения возводимых конструктивных элементов в плане и по высоте.

Для материалов, готовых изделий и конструкций, поступающих от изготовителя, следует предусмотреть эффективную систему испытаний и инспекций. Необходимо требовать от изготовителя предоставления документаций по системе испытаний и инспекции, а также Сертификата соответствия, определяющего, что материалы соответствуют требованиям Проекта.

Контроль качества строительного-монтажных работ осуществляется специальными службами, создаваемыми в мостостроительной организации, которые оснащены техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

Сроки проведения проверок качества, оформление общего журнала работ должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 12-01-2004 «Организация строительства».

Операционный контроль осуществляется в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций и направлен на своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению.

При операционном контроле следует проверять :

- соблюдение заданной в проекте технологии выполнения строительных процессов;

- соответствие выполняемых работ рабочими чертежами, стандартам, строительным нормам и правилам.

К выполнению операционного контроля привлекаются строительные лаборатории и геодезические службы.

Результаты операционного контроля фиксируются в общем журнале работ.

2.10.5 Содержание моста

Содержание моста через р. Бернева входит в комплекс работ по содержанию участка подъездной дороги д. Усть-Уксянская.

Задача содержания моста состоит в обеспечении сохранности моста и поддержание его состояния в соответствии с требованиями, допустимыми по условиям обеспечения непрерывного и безопасного движения по мосту в любое время года.

В состав работ по содержанию моста включается:

- надзор состоящий из определенной системы наблюдений, с целью своевременного обнаружения повреждений и дефектов, снижающих транспортно-эксплуатационные качества сооружения, или предупреждения возможности возникновения этого явления;

- уход – комплекс организационных и технических мероприятий по сбору и удалению с мостового сооружения вредных веществ и посторонних предметов для предотвращения образования дефектов и повреждений, обеспечивающий надлежащее состояние сооружению и его внешнему виду;

- профилактика – предупредительные меры для поддержания мостового сооружения в исправном и работоспособном состоянии, обеспечивающие

устранение небольших дефектов на стадии, когда они не являются опасными для сооружения (грузоподъемности, безопасности движения и долговечности) и требуют для их устранения минимальных затрат (износ элементов сооружения не превышает 10%);

- планово- предупредительный ремонт (ППР) обеспечивает устранение дефектов на ранней стадии износа элементов сооружения (до 25%) при относительно малых денежных затратах и предупреждает снижение грузоподъемности, безопасности движения и долговечности сооружения.

Глава 3 Обоснование методики расчётов размыва подмостового русла и определение наибольшей глубины размыва

3.1 Расчет максимальных расходов

3.1.1 Максимальный сток весеннего половодья

Расчётный максимальный расход воды весеннего половодья $Q_{p\%}$ м³/с заданной вероятности обеспеченности p . Барнёва определяется по формуле:

$$Q_{p\%} = K_0 \times h_{p\%} \times \mu \times \delta \times \delta_1 \times \delta_2 \times A / (A + A_1)^n, \quad (3.1)$$

где $Q_{p\%}$ - расчётный мгновенный максимальный расход воды, вероятностью превышения $P\%$, м³/с.

K_0 - параметр, характеризующий дружность весеннего половодья; рассчитывается по данным рек-аналогов обратным путем;

$h_{p\%}$ - расчетный слой суммарного весеннего стока, вероятностью превышения $P\%$; принят по аналогу в соответствии от коэффициента вариации C_V , отношения C_S/C_V , а также среднего многолетнего h_0 , принятых по реке аналогу (с учетом влияния местных факторов);

δ - коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов, озёр; расчётное значение коэффициента δ при площади озер (f_{03}) $\leq 2\%$ принимается равным единице;

δ_1 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесённых бассейнах;

δ_2 - коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах: при площади болот (f_6)=0 коэффициент δ_2 принимается равным единице;

μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды; для определения расходов воды 10% обеспеченности коэффициент μ , соответственно равен 0.93.

A – площадь водосбора, км²;

A_1 – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км²;

n – показатель степени редукции.

В результате выполненного анализа данных по исходным материалам и данных гидрометеорологической изученности сделан вывод, что максимальные расходы за год формируются за время весеннего половодья.

Расчётные параметры формулы и принятые их величины приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Расчётные параметры формулы (3.1)

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение	Величина	Примечание
1	2	3	4	5
1	Площадь водосбора	A , км ²	920	
2	Коэффициент вариации слоя стока	C_v	0.88	По аналогам
3	Норма слоя стока весеннего половодья	h_0 , мм	20	С поправкой на озёра 0.7
4	Коэффициент асимметрии	C_s	$2C_v$	
5	Слой стока обеспеченностью $P=2\%$	$h_{p=2\%}$	72	
6	Коэффициент дружности весеннего половодья	K_0	0.02	По аналогам

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
7	Коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров P=2%	$\mu_{2\%}$	0.98	
8	Коэффициент, учитывающий снижение максимума озёрами	δ	0.8	
9	Коэффициент, учитывающий снижение максимума лесами	δ_1	0.59	
10	Коэффициент, учитывающий снижение максимума болотами	δ_2	0.84	
11	Дополнительная площадь водосбора	$A_1, \text{км}^2$	2	
12	Показатель степени редукции	n	0.25	
13	Максимальный расход воды весеннего половодья P=2%	$Q_{2\%}, \text{м}^3/\text{с}$	93.4	

3.1.2 Максимальный сток воды дождевого паводка.

Максимальный расход воды дождевого паводка определён по редуccionной формуле СП 33-101-2003:

$$Q_{p\%} = q_{200} (200/A)^n \delta \delta_2 \delta_3 \lambda_{p\%} A \quad (3.2)$$

где q_{200} – модуль максимального мгновенного расхода воды ежегодной вероятностью превышения $P=1\%$, $\text{м}^3/\text{с км}^2$, $q_{200}=0.09 \text{ м}^3/\text{с км}^2$;

A – площадь водосбора, км^2 , $A=920 \text{ км}^2$;

n – коэффициент редукции модуля максимального мгновенного расхода воды с увеличением площади водосбора, $n=0.25$;

δ – коэффициент, учитывающий снижение максимума озёрами, $\delta=0.8$;

δ_2 – коэффициент, учитывающий снижение максимума болотами;
 $\delta_2 = 0.84$

δ_3 – коэффициент, учитывающий изменения параметра q_{200} с изменением средней высоты водосбора в горных районах, $\delta_3 = 1.0$;

$\lambda_{p\%}$ – переходный коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной вероятностью превышения $P=1\%$, к максимальным расходам воды другой вероятности превышения $\lambda_{p2\%}=0.8$.

$$Q_{д2\%} = 0.9 \times (200/920)^{0.50} \times 0.8 \times 0.84 \times 0.8 \times 920 = 20.9 \text{ м}^3/\text{с}.$$

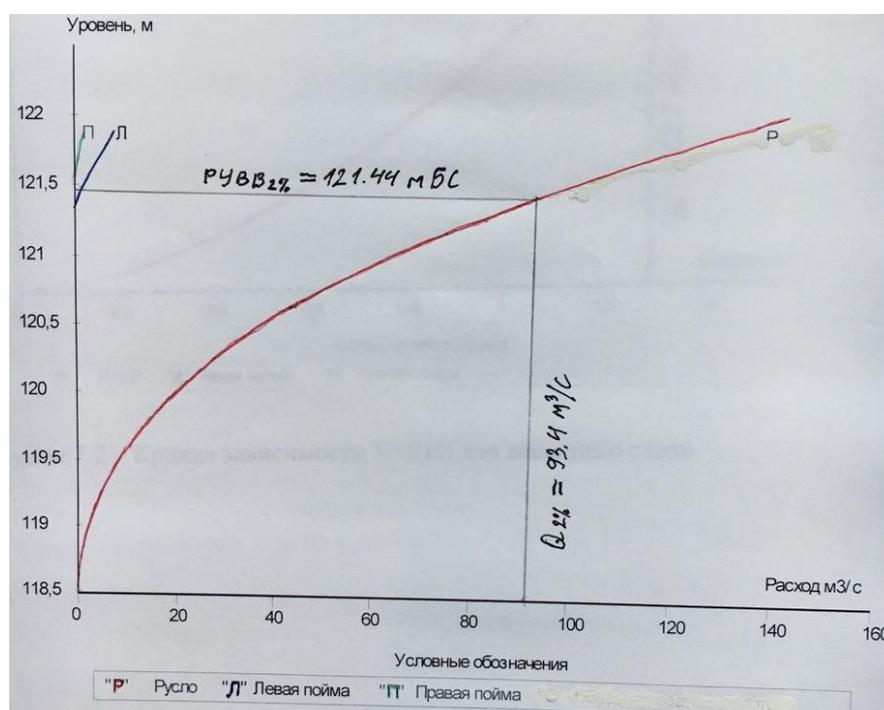


Рисунок 3.1.1 – Кривая зависимости $Q=f(H)$ для весеннего половодья

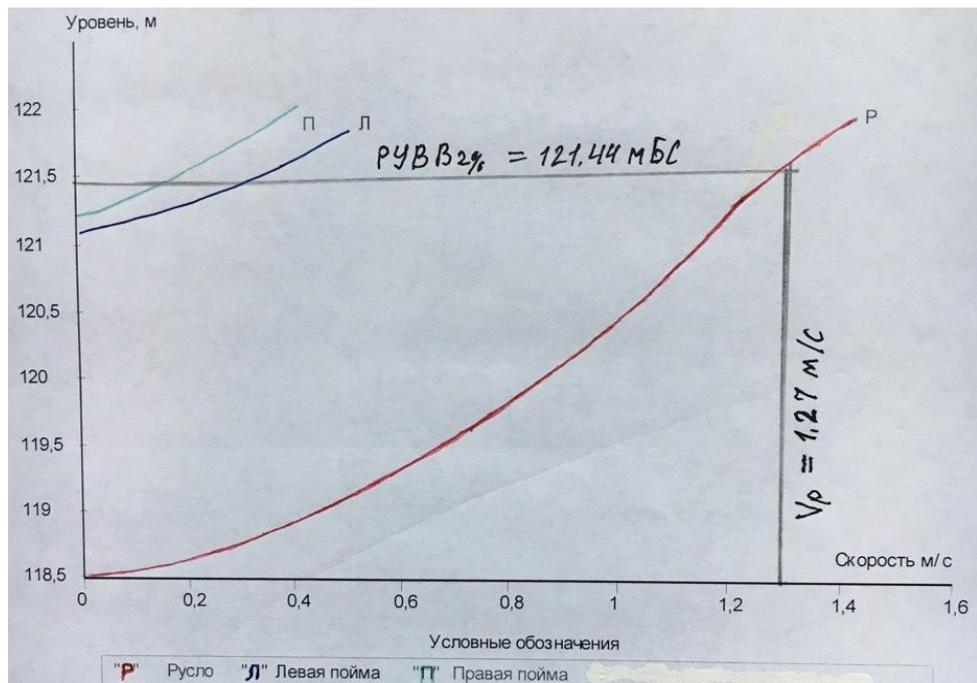


Рисунок 3.1.2 – Кривая зависимости $V=f(H)$ для весеннего стока

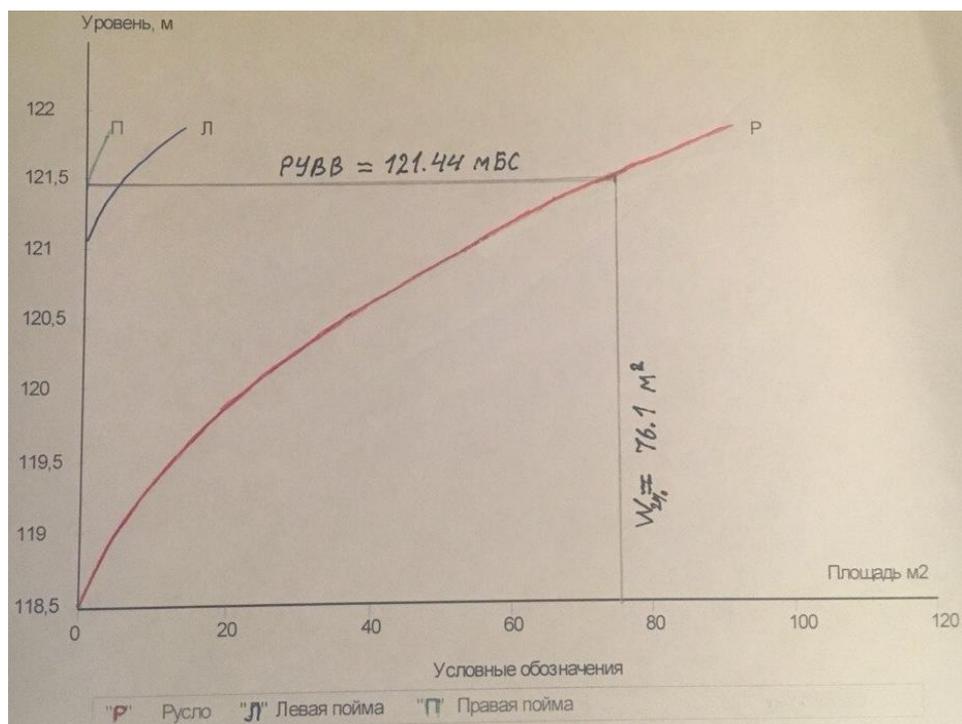


Рисунок 3.1.3 – Кривая зависимости $W=f(H)$ для весеннего стока

3.1.3 Уровни воды

При отсутствии наблюдений расчётные уровни определяются по зависимости расходов от уровней воды, построенной гидравлическим методом (СП 33 – 101 – 2003).

Расход при каком-либо уровне определяется по формуле:

$$Q = \frac{W}{n} h^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (3.3)$$

где W – площадь поперечного сечения русла или пойм при отметке уровня H , m^2 ;

n – коэффициент шероховатости, $c/m^{0.33}$;

$h^{2/3}$ – средняя глубина воды в русле ли пойм, m ;

$I^{1/2}$ – уклон водной поверхности, ‰.

Расчётный морфоствор расположен по оси перехода. Профиль морфоствора построен по результатам топографической съёмки на участке мостового перехода.

Коэффициент шероховатости принят по приложению Б, таблица Б12, $n=0.050$.

Уклон водной поверхности определен нивелированием, $I=1.49\%$. Кривые $Q=f(H)$ рассчитаны по программе CREDO – Морфоствор 1.0 – расчёт морфоствора. Расчётные уровни заданной обеспеченности снимаются с кривой $Q=f(H)$ по соответствующим расходам воды.

Для весеннего половодья расчет параметров кривой $Q=f(H)$ выполнялся от уровня 118.49 м БС (волна половодья проходит поверх льда), для дождевого паводка – от отметки дна 117.84 м БС.

Расчетные уровни сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчетные уровни воды.

Расчётные уровни воды	Обеспеченность, %	Величина, см
Наивысший уровень воды весеннего половодья	2	121.44
Наивысший уровень воды дождевого паводка	2	119.36
Наинизший уровень летнее-осенней межени	95	118.07

Уровни воды, соответствующие полученным значениям максимальных расходов воды, определены по кривой $Q=f(H)$ (рис.3.1), построенной в соответствии с рекомендациями СП 33 - 101 – 2003. Кривые $Q=f(H)$ рассчитаны гидравлическим методом для естественных условий в морфостворах. Скорости течения потока для вычисления расходов воды ($Q = V_{cp} \times F$) определены по формуле Шези - Маннинга:

$$V_{cp} = \frac{1}{n} \times (h_{cp}^{2/3} \times I^{1/2}), \quad (3.4)$$

где n – коэффициент шероховатости;

h_{cp} – средняя глубина, м;

I – уклон водной поверхности, ‰.

3.2. Гидравлические расчёты

3.2.1 Расчёт отверстия моста

Наивысший расчётный уровень воды 2%-ной обеспеченности в створе проектируемого моста составляет 121.44 м БС. Согласно СНиП 2.05.03 – 84*, превышение низа пролётных строений моста над расчётным уровнем должно

быть не менее 0.75 м. Отметка низа пролётного строения должна быть не ниже:
 $121.44 + 0.75 = 122.19$ м БМ.

Согласно ПМП – 91, ширина отверстия моста принимается в пределах:

$$B_p \frac{Q}{Q_{pb} R_{доп}^y} \leq L_M \leq B_p \left(\frac{Q}{Q_{pb}} \right)^x, \quad (3.5)$$

где B_p - ширина бытового русла (расстояние между бровками), принимается из расчёта морфоствора, м;

Q, Q_{pb} - расходы воды, проходящие в речной долине и в русле, м³/с.

x, y – показатели степени, принимаемые для несвязных грунтов 0.5 и 1.25 соответственно;

L_M – ширина отверстия моста, м;

$R_{доп}$ – допустимый коэффициент размыва, равный 2.

$$43 \frac{93.4}{92.8 \cdot 2^{1.25}} \leq L_M \leq 43 \left(\frac{93.4}{92.8} \right)^{0.5}$$

$$18 \leq L_M \leq 43$$

$$L_M \approx \frac{18 + 43}{2} \approx 30.5 \text{ м}$$

Через р. Барнёва рекомендуется строительство однопролётного металлического моста. Длина пролёта составляет 33 м. Отверстие моста при уровне воды 121.44 м БС равно 30.3 м.

Расчётный максимальный расход воды составляет 93.4 м³/с. Средняя скорость течения потока под проектируемым мостом с учётом льда в русле равна 1.48 м/с. В бытовых условиях средняя скорость течения потока на участке моста составляет 1.27 м/с, увеличение скорости под мостом на 16.5%, что удовлетворяет требованиям СНиП 2.05.03 – 84*.

3.2.2 Расчет общего размыва подмостового сечения

По данным инженерно-геологических изысканий, выполненных ООО «Зауралводпроект», грунты, слагающие русло реки в створе перехода через р. Барнева, представлены песком средней крупности.

Неразмывающая скорость для несвязного грунта определена по ПМП – 91, в зависимости от глубины потока и среднего диаметра частиц грунта.

Если несвязный грунт содержит частицы мельче 0.1 мм, то к расчёту принимают средний диаметр частиц грунта крупнее 0.1:

$$d = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{d_i \cdot k_i}{(1 - k_n)}, \quad (3.6)$$

где k_n – содержание (в долях единицы) по массе в грунте частиц мельче 0.1 мм.

Расчет диаметра частиц сведен в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – Гранулометрический состав грунта

Грунт	Содержание части в % при диаметре, мм				
	> 2	2 – 0.5	0.5 – 0.25	0.25 – 0.1	< 0.1
Супесь песчанистая	1.1	8.7	21.0	26.7	12.8

$$d = \frac{0.589}{1 - 0.14} = 0.68 \text{ мм}$$

Неразмывающая скорость V_0 будет равна 0.80 м/с. Скорость течения под мостом при свободном русле составляет 1.41 м/с, что больше неразмывающей скорости, будет наблюдаться размыв русла. Размыв прекратится, когда скорость под мостом V_M станет равной неразмывающей скорости V_0 .

Средняя глубина после размыва определяется по формуле:

$$H_{\text{разм}} = \frac{Q}{L_M \cdot V_0} = \frac{93.4}{33 \cdot 0.80} = 3.54 \text{ м} \quad (3.7)$$

где Q – максимальный расход весеннего половодья, м³/с;

L_M – длина моста, м;

V_0 – неразмывающая скорость м/с.

Средняя глубина до размыва составляла:

$$H_{\text{разм}} = \frac{W_M}{L_M} = \frac{66.1}{33} = 2.00 \text{ м} \quad (3.8)$$

где W_M – площадь поперечного сечения русла под мостом, при отметке уровня H , м².

Как видно, при условии, когда русло сложено песком средней крупности, размыв дна был бы около 1.50 м, но слой песка наблюдается до отметки 117.4 м БС, затем идёт слой суглинка тугопластичного, удельное сцепление которого 0.16×10^5 Па (геологический разрез).

Неразмывающая скорость для этого слоя составит:

$$V_0 = 1.80 \frac{0.030}{0.050} = 1.08 \text{ м/с}$$

Расчёт размыва следует вести на слой суглинка. Среднюю глубину потока в однородном связном грунте определяют по формуле ПМП – 91:

$$H_{\text{разм}} = \left(\frac{q n \varepsilon}{0.033 \cdot k_z k_c \sqrt{0.054 + 10^{-4} C_p}} \right)^{0.7} \quad (3.9)$$

где q – удельный расход под мостом,

$$q = \frac{Q}{L_M} = \frac{93.4}{33} = 2.83 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (3.10)$$

n – коэффициент шероховатости, $n = 0.05$;

ε – коэффициент, учитывающий наличие донных наносов в русле, $\varepsilon = 1$;

k_t, k_c – коэффициенты, учитывающие температурный режим грунта и его засоленность, $k_t, k_c = 1$,

C_p – расчётное сцепление грунта, $C_p = 0.16 \times 10^5$ Па.

$$H_{cr} = \left(\frac{2.83 \cdot 0.050 \cdot 1}{0.033 \cdot \sqrt{0.054 \cdot 10^{-3} \cdot 0.16 \cdot 10^5}} \right)^{5/2} = 2.78 \text{ м}$$

Определяем коэффициент размыва P :

$$P = \frac{H_{cr}}{H_{sp}} = \frac{2.78}{2.00} = 1.39 \text{ м} \quad (3.11)$$

Глубина потока h_i на характерных вертикалях подмостового сечения определяется по формуле:

$$h_i = h_{sp} \left(\frac{H_{cr}}{H_{sp}} \right) \quad (3.12)$$

Наибольшая глубина в русле составляет 3.6 м. После размыва она составит:

$$h = 3.6 \cdot \left(\frac{2.78}{2.0} \right) = 5.0 \text{ м} \quad (3.13)$$

Согласно требованиям СНиП 2.05.03 – 84, к расчёту принимают глубину потока h_i после размыва с учётом увеличения глубин общего размыва Δh_i на 15%:

$$\begin{aligned} h_{расч} &= h_{sp} + 1.15 \Delta h_i \\ h_{расч} &= 3.6 + 1.15 \cdot 1.4 = 5.21 \text{ м} \end{aligned}$$

Таким образом, линия дна после размыва будет расположена на отметке 116.23 м БС.

3.2.3 Расчёт подпора

Для определения подпора использованы результаты расчётов морфоствора по оси проектируемого моста. Максимальный подпор у насыпи определён по формуле:

$$\Delta h_{\max} = \eta \frac{V_M^2}{2g}, \quad (3.14)$$

где V_M – скорость течения под мостом, с учётом размыва:

$$V_M = \frac{Q}{W_{б,м} \cdot (1 + (P-1) \cdot \alpha_p)}, \quad (3.15)$$

$W_{б,м}$ – площадь подмостового сечения до размыва;

P – коэффициент общего размыва;

$\alpha_p = 50\%$ - при снеговых паводках.

$$V_M = \frac{93.4}{66.1 \cdot (1 + (1.39 - 1) \cdot 0.50)} = 0.94 \text{ м/с}$$

η – коэффициент сопротивления моста;

$$\eta = 3.85 \lg \beta + 0.25;$$

при $\beta \leq 1.75$ принимают $\eta = 1.2$;

$$\beta = \frac{\lambda_p}{H_p} \gamma_p L_{разм}, \quad (3.16)$$

где λ_p – коэффициент трения, равный:

$$\lambda_p = 2g \frac{H_p^3}{V_M^3} = 2 \cdot 9.81 \frac{0.94^3}{1.39^3} = 0.029 \quad (3.17)$$

$$\gamma_p = 1.2$$

$$L_{разм} = B_{нп} \left(1 + \frac{L_{нп}}{B_{нп} + B_{нп}}\right) = 17.6 \left(1 + \frac{33}{17.6 + 23}\right) = 47 \text{ м}$$

$$\beta = \frac{0.029}{1.70} \cdot 1.2 \cdot 47 = 0.96$$

$$\beta = 0.96, \text{ что больше } 1.75, \text{ поэтому } \eta = 1.2 \quad (3.18)$$

$$\Delta h_{\max} = \eta \frac{v_x^2}{2g} = 1.2 \frac{0.94^2}{2 \cdot 9.81} = 0.054 \text{ м} \quad (3.19)$$

Как видно, величина подпора от проектируемого моста мала, поэтому её можно не учитывать.

3.2.4 Устройство технологического полуостровков

На период строительства моста в русле отсыпаются технологические полуостровки. Бровка полуостровков назначена с учётом уровня дождевого паводка 2 %-ной обеспеченности.

$$РУВ_{д.п.2\%} = 119.36 \text{ м БС.}$$

Минимальная отметка бровки полуостровков составит:

$$H_{\text{бровка}} = РУВ_{д.п.2\%} + \Delta = 119.36 - 0.50 = 119.86 \text{ м БС.} \quad (8.15)$$

Где Δ – гарантийный запас, равный 0.50 м.

3.2.5 Устройство объездной дороги

На период строительства моста необходимо обустроить объездную дорогу. В настоящее время в 13 м выше оси перехода русло реки пересыпано. Здесь проходит временная грунтовая дорога к деревне «Усть-Уксянская». В насыпи дороги имеется двух очковая металлическая труба диаметром 1.22 м. Эту дорогу можно использовать в качестве объездной, доведя ее до необходимых параметров, отвечающих нормативным требованиям.

Бровка объездной дороги должна быть принята с учётом уровня дождевого паводка 2%-ной обеспеченности. Расчётный максимальный расход воды дождевого паводка 2%-ной обеспеченности составляет $20.9 \text{ м}^3/\text{с}$.

Отверстие существующей трубы в полунапорном режиме может пропустить расход воды, равный $8.80 \text{ м}^3/\text{с}$, согласно т.п. 3.501.1-144, поэтому необходимо установить еще одну трубу диаметром 1.22 м. Пропускная способность трехочковой трубы диаметром 1.22 м в безнапорном режиме составляет $8.73 \text{ м}^3/\text{с}$, в полунапорном – $13.2 \text{ м}^3/\text{с}$.

При расчётном расходе воды $20.9 \text{ м}^3/\text{с}$, труба будет работать в полунапорном режиме. Подпор воды перед трубой, составит 2.0 м, скорость течения на выходе $V_{\text{вых}} = 4.60 \text{ м/с}$. Поэтому необходимо укрепление русла на выходе из трубы.

Подпорный уровень воды перед трубой будет равен:

$$PUB_{\text{д.п.2\%подп.}} = H_{\text{дна}} + H = 117.84 + 2.00 = 119.84 \text{ м БС.}$$

Минимальная отметка бровки объездной дороги составит:

$$H_{\text{min}} = 119.84 + 0.50 = 120.34 \text{ м БС}$$

Отметка бровки существующей дороги равна 121.33 м БС.

На выходе из трубы следует предусмотреть укрепление русла сборными железобетонными плитами. Допустимая, неразмывающая скорость для бетона класса В20 по прочности на сжатие толщиной 16м, составляет 6.5 м/с, т.п. 3.501.1 – 156.0, что больше фактической скорости $V_{\text{выс}} = 4.6 \text{ м/с}$.

После завершения строительства моста объездная дорога разбирается. Преобладающий грунт на объездной дороге – супесь песчанистая.

Таблица 3.4 – Расчётные гидрологические и гидравлические характеристики

№ п./п.	Наименование	Обозначение	Величина
1	2	3	4
Часть 1			
1	Категория дороги	-	III-B
2	Угол косины дороги к потоку	α , градус	0
3	Расчётная вероятность превышения	ВП, %	2
4	Длина реки: до устья	L, км	97
	до створа		77
5	Площадь бассейна до створа	$A, \text{км}^2$	920
6	Генезис формирования максимального расхода воды	-	Весеннее половодье
7	Расчётный расход воды	$Q_{в.п.2\%}, \text{м}^3/\text{с}$	93,4
8	Уклон водной поверхности: по горизонту воды на день обследования	I, ‰	1.49
	по горизонту высоких вод		1.48
9	Распределение расчётного расхода воды по элементам речной долины: левая пойма	$Q_{л.п.}, \text{м}^3/\text{с} (\%)$	0.63 (0.66)
	русло	$Q_{р.б.}, \text{м}^3/\text{с} (\%)$	92.8 (99.3)
	правая пойма	$Q_{пр.п.}, \text{м}^3/\text{с} (\%)$	0.040 (0.04)

1	2	3	4
10	Ширина затопления речной долины при РУВВ _{2%}	$B, \text{ м}$	63.2
11	Ширина элементов речной долины при РУВВ _{2%} : левая пойма	$B_{\text{л.п.}}, \text{ м}$	17.8
	русло	$B_{\text{р.}}, \text{ м}$	43.0
	правая пойма	$B_{\text{пр.п.}}, \text{ м}$	2.4
12	Средние глубины при РУВВ _{2%} по элементам речной долины: левая пойма	$h_{\text{л.п.}}, \text{ м}$	0.16
	русло	$h_{\text{р.б.}}, \text{ м}$	1.70
	правая пойма	$h_{\text{пр.п.}}, \text{ м}$	0.10
13	Площади живого сечения при РУВВ _{2%} по элементам речной долины: левая пойма	$w_{\text{л.п.}}, \text{ м}^2$	2.80
	русло	$w_{\text{р.б.}}, \text{ м}^2$	73.1
	правая пойма	$w_{\text{пр.п.}}, \text{ м}^2$	0.24
14	Средние скорости течения воды при РУВВ _{2%} по элементам долины: левая пойма	$v_{\text{л.п.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	0.22
	русло	$v_{\text{р.б.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	1.27
	правая пойма	$v_{\text{пр.п.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	0.17

1	2	3	4
15	Расход дождевого паводка 2%-ной обеспеченности	$Q_{д.2\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	10.4
16	Средняя скорость течения при дождевом паводке	$v_{д.2\%}, \text{ м/с}$	0.80
17	Средняя глубина при дождевом паводке	$H_{д.2\%}, \text{ м}$	0.79
18	Минимальный летний расход воды 95%-ной обеспеченности	$Q_{лет 95\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	0.13
19	Средняя скорость течения в межень 95%-ной обеспеченности	$V_{м95\%}, \text{ м/с}$	0.21
20	Средняя глубина в межень 95%-ной обеспеченности	$H_{м95\%}, \text{ м}$	0.14
21	Расчётный уровень высоких вод	РУВВ _{2%} , м БС	121.44
22	Расчётный уровень воды дождевого паводка	РУДП _{2%} , м БС	119.36
23	Расчётный уровень летне-осенней межени	РУЛМ _{95%} , м БС	118.07
Часть 2			
1	Схема моста	-	1 × 33 м
2	Расчётная минимальная отметка низа пролётных строений	$H_{прол.стр.}, \text{ м БС}$	122.19
3	Отверстие моста	$L_M, \text{ м}$	30.3
4	Средняя скорость под мостом	$V_M, \text{ м}$	1.48

1	2	3	4
5	Расчётная максимальная глубина потока после размыва русла под мостом	$H_{\text{расч.}}, \text{ м}$	5.21
6	Расчётная наименьшая отметка дна после размыва	$H_{\text{дна}}, \text{ м БС}$	116.23
7	Величина максимального подпора у походной насыпи	$\Delta h_{\text{max}}, \text{ м}$	0.054
8	Расчётная минимальная отметка бровки технологических полуостровков	$H_{\text{min отр.}}, \text{ м БС}$	119.86
9	Водопропускное сооружение на объездной дороге		Металлическая труба диаметром 3х1.22 м
10	Расчётная минимальная отметка бровки объездной дороги	$H_{\text{min дор.}}, \text{ м БС}$	120.34

Длина р. Барнёва до устья составляет 97 км. Ширина водоохраной зоны, согласно Водному кодексу Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ, составляет 200 м. Граница водоохраной зоны показана на схеме масштаба 1:25000.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании инженерно-гидрологических, инженерно-геодезических, инженерно-геологических изысканий, выполненных в соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-103-97, произведены гидрологические и гидравлические расчеты, согласно СП 33-101-93, СНиП 2.05.03-84* и пособия к нему ПМГ-91.

Выполнены расчеты глубины размыва подмостового русла, составляющей величину 5,2 м.

Рекомендовано строительство однопролетного моста через реку Барнёва.

На основании расчётов с учетом гидрометеорологических условий рекомендована ширина отверстия моста в 30.3 м.

Рекомендован комплекс мероприятий по обеспечению экологической безопасности региона расположения моста.

Список использованной литературы

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Южный Урал.–Л.: Гидрометеиздат, 1972.
2. Наставление при рекогносцировочным гидрографическим исследованиям рек.–Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1949.
3. Пособие по определению расчетных гидрометрических характеристик. –Л.: Гидрометиздат, 1984.
4. Рекомендации по учету естественных циклических деформаций русел равнинных рек при строительном проектировании: утв.Гл.УГМС при СМ СССР 04.10.1969; М-вом энергетики и электрофизики. СССР05.10.1969: ввод в действие с 01.01.1970. –Л. Гидрометеорологическое издательство, 1969.-32 с.
5. Рекомендации по учету русловых деформаций при проектировании переходов магистральных трубопроводов через равнинные реки с естественным режимом.–М.: Изд.ОНТИ ВНИИСТа, 1967.–72 с.
6. Барышников Н.Б. Русловые процессы.–СПб Изд. РГГМУ, 2006.–439 с.
7. Беркович К.М. Географический анализ антропогенных изменений русловых процессов.–М.: ГЕОС, 200.–164 с.

Нормативные ссылки

В дипломном проекте были использованы следующие нормативные документы:

СНиП 2.05.03.84 «Мосты и трубы»;

СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги»;

СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции»;

СНиП 2.02.01-83* «Основания заданий и сооружений»;

СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты»;

ГОСТ Р52748-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчётные схемы нагружения и габариты приближения»;

СНиП 3.06.04-91 «Мосты и трубы. Правила производства и приёмки работ»;

СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»;

СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;

СНиП 12-03-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;

СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». Рекомендации по учёту требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов»; Министерство Транспорта, Федеральный дорожный департамент, Москва, 1995 г.

ГОСТ Р52607-2006 «Технические средства организации дорожного движения. Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей. Общие технические требования».

Графические приложения

