



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

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Определение зоны затопления**
р. Малиновка в границах с. Веденка

Исполнитель **Волобоев Денис Петрович**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель **доктор географических наук, профессор**
(ученая степень, ученое звание)

Обязов Виктор Афанасьевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат технических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Хаустов Виталий Александрович
(фамилия, имя, отчество)

«15» 06 2023г.

Санкт-Петербург
2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИСЛЕДОВАНИ	5
1.1 Природные условия района.....	5
1.1.1 Рельеф.....	5
1.1.2 Геологическое строение	7
1.1.3 Растительность	8
1.1.4 Почвы	10
1.1.5 Климатические условия района.....	10
1.2 Гидрометеорологическая изученность	13
1.3 Гидрологические условия района	17
1.3.1 Водный режим.....	18
1.3.2 Уровенный режим.....	19
1.3.3 Весеннее половодье	20
1.3.4 Летне-осенняя межень.....	20
1.3.5 Дождевые паводки	20
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ.....	23
2.1 Наводнение	24
2.2 Способы применяемые в России для определения наводнений	26
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ И УРОВНЕЙ ВОДЫ	30
3.1 Подбор поста-аналога для определения расчетных гидрологических характеристик.....	31
3.2 Расчет максимальных расходов воды	31
3.3 Расчет максимальных расходов воды дождевых паводков	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	40
ЛИТЕРАТУРА	42
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45
Приложение А	46
Приложение Б.....	48

ВВЕДЕНИЕ

Из стихийных природных бедствий, наводнения являются одним из наиболее часто повторяющихся, а по площади охватываемых территорий и наносимому ущербу превосходят все другие чрезвычайные ситуации. В России, по данным Министерства природных ресурсов, площадь паводко-опасных территорий составляет около 400 тыс. км². Ежегодно подвергается затоплению около 50 тыс. км² территорий. Среднемноголетний ущерб от наводнений оценивается в 41,6 млрд. рублей в год (в ценах 2001 года). Как в настоящее время, так и в ближайшем будущем, наводнения как стихийное бедствие не могут быть целиком предотвращены везде и всюду, их можно только ослабить, локализовать или минимизировать, при своевременном предупреждении свести к минимуму материальный ущерб.

Основной метод борьбы с наводнениями – это строительство водохранилищ. С помощью плотины перегораживается русло реки и создается водохранилище. Во время паводка избыток воды задерживается в нем, что защищает местность ниже по течению от затопления. Но иногда от этого метода происходит затопление при прорыве дамбы, что в последнее время стало случаться все чаще. Также эффективным методом является создание оградительных дамб вдоль реки.

Для управления действиями по предотвращению нежелательных событий и последствий наводнений, необходимо привлечь большой объем разнообразных данных, поступающих из различных источников (картографическая, аэрокосмическая, гидрологическая информация), на обработку и анализ данной информации выделяется ограниченное время.

На современном этапе развития программно-математических средств и информационных технологий сбора, обработки, анализа и отображения пространственных данных, создаются предпосылки для развития и создания новых моделей по прогнозированию и оценке масштабов наводнений. Определение зон затопления направлены на снижение опасности наводнения и

уменьшение негативного воздействия на условия проживания населения и функционирования хозяйственного комплекса. В настоящий момент правила определения границ зон затопления закреплены Постановлением Правительства РФ от 14.03.2022 №360 «О зонах затопления, подтопления»

Цель работы состоит в расчете границ зон затопления территории, прилегающей к реки Малиновка с. Веденка.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

1. Ознакомление с физико-географическими условиями района исследований.
2. Ознакомление с методикой определение зоны затопления
3. Определение расчетных максимальных расходов и уровней воды.

1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИСЛЕДОВАНИ

1.1 Природные условия района

Село Веденка находится на территории Приморского края, в Дальнереченском муниципальном районе.

Дальнереченский район расположен на западе края, в долине рек Уссури и Малиновки. На западе граничит с КНР, на севере – с Пожарским, на востоке – с Красноармейским муниципальными районами, на юге – с Чугуевским муниципальным округом и Кировским муниципальным районом, а также с Лесозаводским городским округом. Общая площадь района – 7290 км² [1-5].

Сведения по численности населения и площади населенного пункта Веденка приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Сведения по населенным пунктам

№ п/п	Наименование населенного пункта,	Численность населения, чел	Площадь населенного пункта, га
1	с. Веденка	1696	251.2

1.1.1 Рельеф

Рельеф Дальнереченского района - горно-таежный, отдельные горы достигают высоты 1600 метров над уровнем моря и разнообразен: граница района на востоке проходит по Сихотэ-Алиньскому водоразделу, на западном склоне которого получают свое начало реки Малиновка и другие, впадающие в реку Уссури (рис. 1). Пространство между хребтом Сихотэ-Алинем и р. Уссури заполнено горными складками, особенно развитыми в восточной и северо-восточной части района; на западе местность прорезывается долинами рек, которые в нижнем течении образуют широкую низменную полосу. В орографическом отношении исследуемая территория расположена в пределах

Западно-Приморской низменной равнины, которая на востоке переходит в предгорную денудационную равнину и далее в горную систему Сихотэ-Алиня.

Большая часть Западно-Приморской равнины в пределах изучаемого района занята долинами рек Уссури и Большая Уссурка, которые представлены поймой и первой надпойменной террасой. Рельеф территории плоский, часто заболоченный. Абсолютные отметки поверхности составляют 50-80 м. Среди плоской равнины местами возвышаются отдельные сопки или группы сопков.

Предгорная денудационная равнина, расположенная в восточной части, характеризуется полого-холмистым рельефом, слабо расчлененным речными долинами. Абсолютные отметки поверхности возрастают в восточном направлении от 80 до 250-300 м.

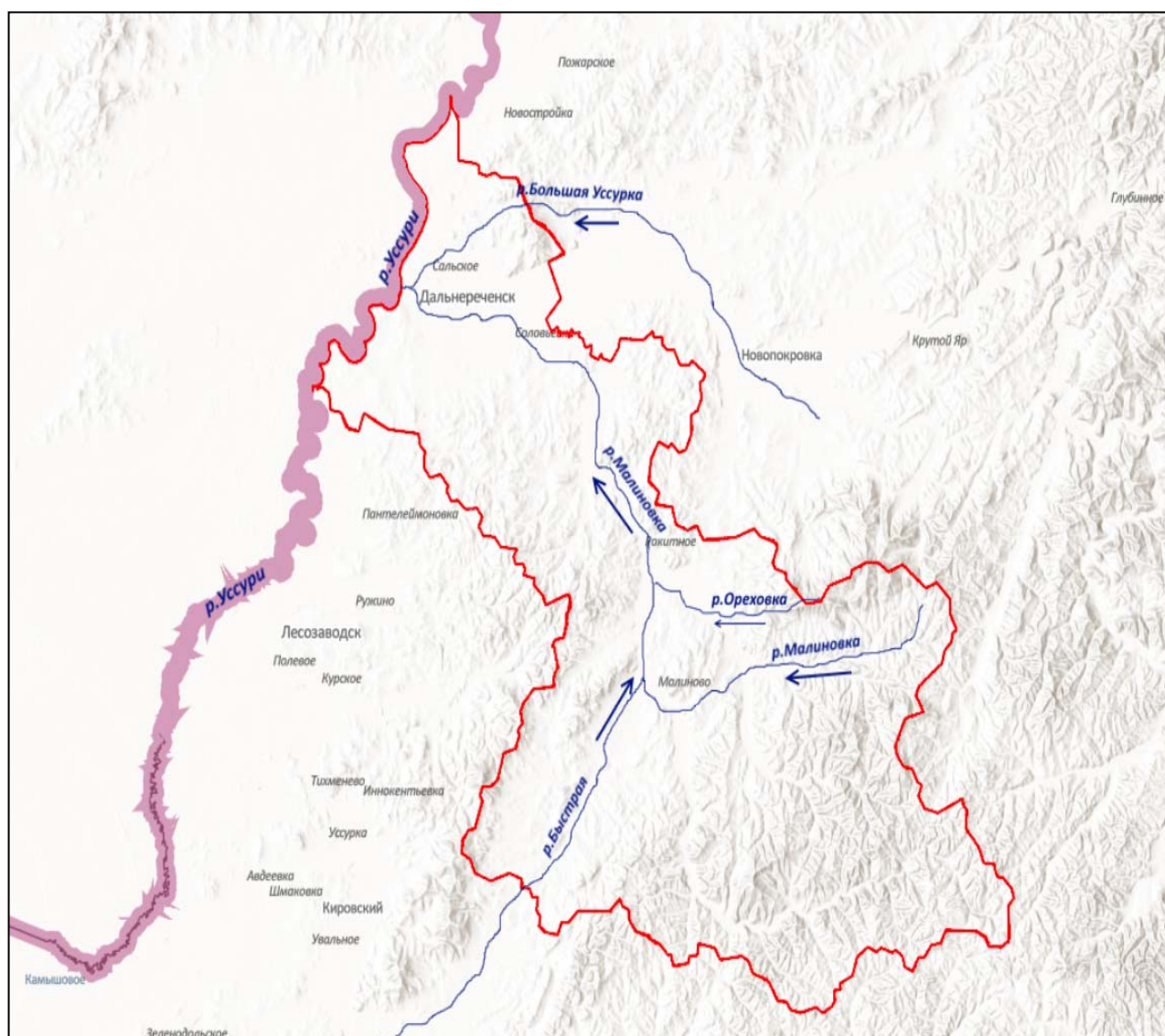


Рисунок 1 – Схема района исследования.

1.1.2 Геологическое строение

Геологический фундамент территории представляет собой сложный агломерат состыкованных между собой аккреционных и постаккреционных комплексов структурных зон континентальной, субконтинентальной, субокеанической и океанической кор. Другой особенностью фундамента является неогеновая и палеогеновая рифтогенная активация, которая хорошо фиксируется базитовым магматизмом.

Описываемая территория находится в пределах кайнозойской пластовой впадины с выступами докембрийского фундамента. Породы складчатого основания Сихотэ-Алиня, большей частью перекрытые аллювиальными или озерными плиоценовыми отложениями, выходят на поверхность на ограниченных участках в виде сопок или их останцев. Абсолютные отметки сопок в пределах округа более 100-110 м. В результате переработки водами реки Уссури приподнятых участков отрогов гор сформировались две ее надпойменные террасы. Современные формы рельефа долины р. Уссури – поймы зажаты между повышенными участками надпойменных террас, которые образовались на цоколе предгорий Сихотэ-Алиня.

Самая высокая – вторая надпойменная терраса р. Уссури начала формироваться еще в дочетвертичное время (в плиоцене). Таким образом, современная вторая терраса является наложенной, наследующей формы, которые образовывали горные полноводные реки в условиях теплого влажного климата, в период активной вулканической деятельности, происходившей в этом регионе. Терраса в ее современном облике сложена переработанными в среднеплейстоценовое время плиоценовыми отложениями древних террас, в связи с чем, в их сложении заметно уменьшение обломочного материала вверх по разрезу. Поверхность террас этого уровня чаще всего окаймляет сопки и занимает довольно значительные площади на территории района. Абсолютные отметки второй террасы колеблются в пределах 100-80 м.

Первая надпойменная терраса р. Уссури образует, как правило, небольшой уступ вокруг второй террасы и как самостоятельный обособленный элемент ландшафта не встречается. Это объясняется тем, что в условиях близкого расположения горного массива Сихотэ-Алиня эти террасы являются по существу цокольными, сложенными материалом переработки современной рекой древних аллювиальных отложений. Характерной особенностью рельефа территории района является то, что в тех местах, где долина реки сжимается между поднятыми участками складчатого основания, приуроченными к отрогам Сихотэ-Алиня, поймы реки Уссури занимают минимальные площади. Причем на этих участках современной долины реки оказываются размывы отложения высокой террасы. Когда же река выходит из этих границ, ее долина заметно расширяется и здесь поймы занимают значительные площади, а террасы оказываются в большей степени размывыми.

1.1.3 Растительность

По лесорастительному районированию территория Дальнереченского муниципального района относится к Верхнеуссурийскому лесорастительному району. Для данного района характерно преобладание ясневых лесов, среди которых значительные площади принадлежат заболоченным ясенивикам. Характерными лесными формациями являются ивняки, тополевики, ясеневики, ильмовники, а из хвойных формаций – кедрово-широколиственные леса и ельники из ели корейской. Чозенники и лиственничники занимают незначительные площади.



Рисунок 2 – Растительности реки Малиновка

Ландшафты бассейна реки Малиновка очень разнообразны. В долинах и на пологих склонах преобладает лиственница, местами с примесью берёзы (рис. 2). По притокам и горным склонам произрастают елово-берёзовые леса, местами елово-пихтовые и елово-кедровые.

1.1.4 Почвы

Территория Дальнереченского муниципального района относится к Западно-Сихотэ-Алиньской горно-долинной зоне, включающей горно-таежную зону и буроземно-лесную зону. Почвенный покров представлен пойменного луговым типом. Плотные почвообразующие породы: глинистые и тяжелосуглинистые. На участках поймы, ежегодно заливаемой паводковыми водами, происходит накопление аллювия. Ежегодная аккумуляция новых слоев аллювия препятствует формированию гумусового горизонта. Эти образования представляют пойменные примитивные почвы.

1.1.5 Климатические условия района

Ближайшие к участку исследования метеостанции расположены в г. Дальнереченск и с. Малиново. За основные климатические показатели приняты данные по метеостанции г. Дальнереченск.

Климат Дальнереченского муниципального района имеет ярко выраженный муссонный характер, основными чертами которого являются довольно холодная и малоснежная зима и теплое, влажное со значительным количеством осадков лето. Характерными для исследуемых населенных пунктов являются оттепели зимой.

Средняя за год температура воздуха и составляет 2.5°C тепла. Самым холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой 20.1°C мороза, самым теплым – июль (21.2°C тепла). Абсолютный максимум температуры зарегистрирован на уровне 36.8°C в августе 1949 г., абсолютный минимум минус 42.0°C в январе 1951 г. Безморозный период длится около 150 дней.

Сильные дожди в Приморье с суточным количеством осадков более 50 мм обусловлены взаимодействием двух фронтов: полярного и прежнего арктического, лежащего южнее Приморья. Сильные осадки вызываются

циклонами, развивающимися на тихоокеанской ветви полярного фронта, или при одновременной активности циклонической деятельности на арктическом и тихоокеанском фронтах. Все сильные дожди носят фронтальный характер. Наибольшая повторяемость сильных дождей связана с прохождением холодных фронтов и фронтов окклюзии.

Среднегодовое количество осадков составляет 642 мм. Наибольшее количество осадков за месяц выпадает в августе (129 мм), наименьшее в феврале (11 мм). Максимальное суточное количество осадков 113.0 мм зарегистрировано в августе 1979 года. Среднемесячная относительная влажность воздуха колеблется от 63% (апреле) и до 83% (августе). В июле-августе все сильные дожди в бассейне р. Уссури наблюдались при смещении циклонов с запада. Туманы отмечены в любом месяце года. Особенно часты они в июле-сентябре. В таблице 1.2 представлено среднее количество осадков [3-8].

Таблица 1.2 – Среднее месячное и годовое количество осадков, мм

I		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
12		11	23	39	68	79	114	123	80	51	28	18	646

Суточный максимум осадков 1% обеспеченности составляет 140 мм, при наблюдаемом максимуме 112,8 мм (18.08.1979 г.).

В приземном слое направление ветра определяется направлением речных долин. Преобладающим направлением ветра за год является юго-западное (35%). Средняя за год скорость 3.2 м/с. Максимальная скорость ветра 31 м/с была зафиксирована в мае 1970 г. На рисунке 3, представлена повторяемость направления ветра.

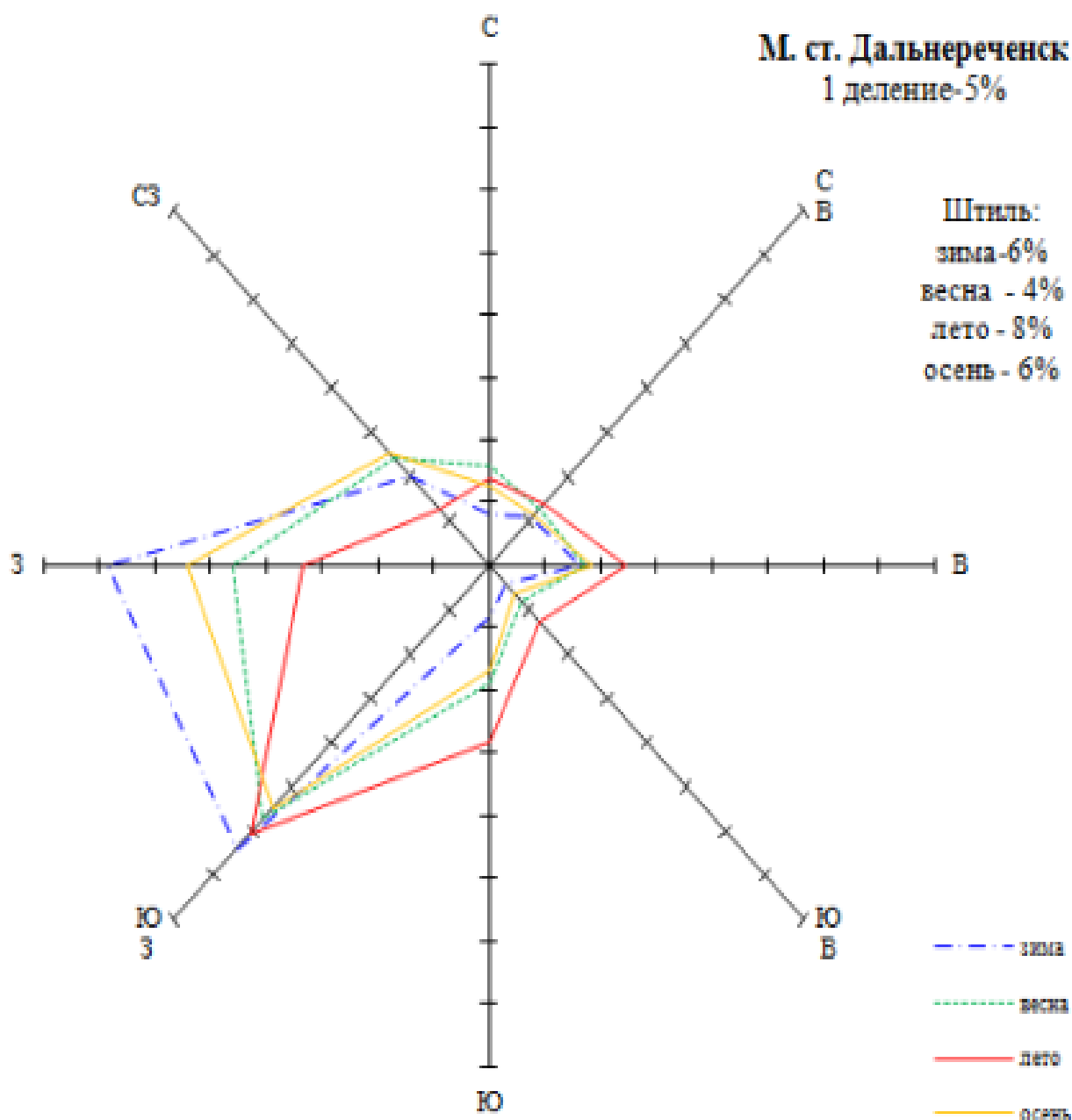


Рисунок 3 – Повторяемость направления ветра и штиля за год (%) по метеостанции Дальнереченск.

Характеристики природноклиматических условий участка приняты по СП 131.13330.2012, СП 20.13330.2016: Климатический район – IV. Ветровой район III. Снеговой район II. Расчетная величина нормативной глубины промерзания по результатам наблюдений станции в г. Дальнереченск и согласно п. 5.5.3. СП 22.13330.2016 составляет для суглинков и глин – 180 см; супесей, песков мелких

и пылеватых – 219 см; песков гравелистых, крупных и средней крупности – 235 см; крупнообломочных грунтов – 266 см.

1.2 Гидрометеорологическая изученность

В гидрологическом отношении район изысканий хорошо изучен. Ближайшие действующие и имеющие длительные ряды наблюдений гидрологические посты, а также основные сведения о них представлены в таблице 1.3, рис.4.

Таблица 1.3 – Гидрологическая изученность района изысканий

№	Река – пост	Код поста	Расстояние, км		Площадь водосбора А, км ²	период действия		Отметка «0» поста, м	
			от истока	от устья		открыт	закрыт		
1	р.Уссури – пос.Графское	5110	535	362	71700	13.01.1896	Действ.	48.04	БС
2	р.Большая Уссурка – Вагутон	5254	420	20.0	23000	22.11.1958	Действ.	55.18	(БС)
3	р.Мал иновка - с.Веденка	5290	251	23.0	6200	05.10.1927	Действ.	54.89	(БС 77)
4	р.Малиновка - с.Ракитное	5287	169	105	4730	31.05.1914	Действ.	92.40	(БС 77)
5	р.Ореховка - пос.Поляны	5292	27.0	54.0	508	01.07.1967	Действ.	4.92	усл.

Гидрологический пост р. Малиновка - с. Веденка расположен у северной окраины села, в 300 м ниже впадения р. Михайловка, в 65 км ниже впадения р. Калиновка.

Прилегающая к долине реки местность холмистая, поросшая лиственным лесом. Долина реки неясно выражена, правобережная часть сливается с долиной р. Большая Уссурка. Пойма реки общая с р. Большая Уссурка, шириной около 15 км, сильно пересечена староречьями, озерами, в основном луговая,

заболоченная, местами поросшая кустарником. Пост свайный, расположен на левом берегу. В 2010 году оборудован Автоматизированным гидрологическим комплексом (АГК). АГК установлен на левом берегу реки в створе поста. Отметка нуля поста 54.89 м БС77.

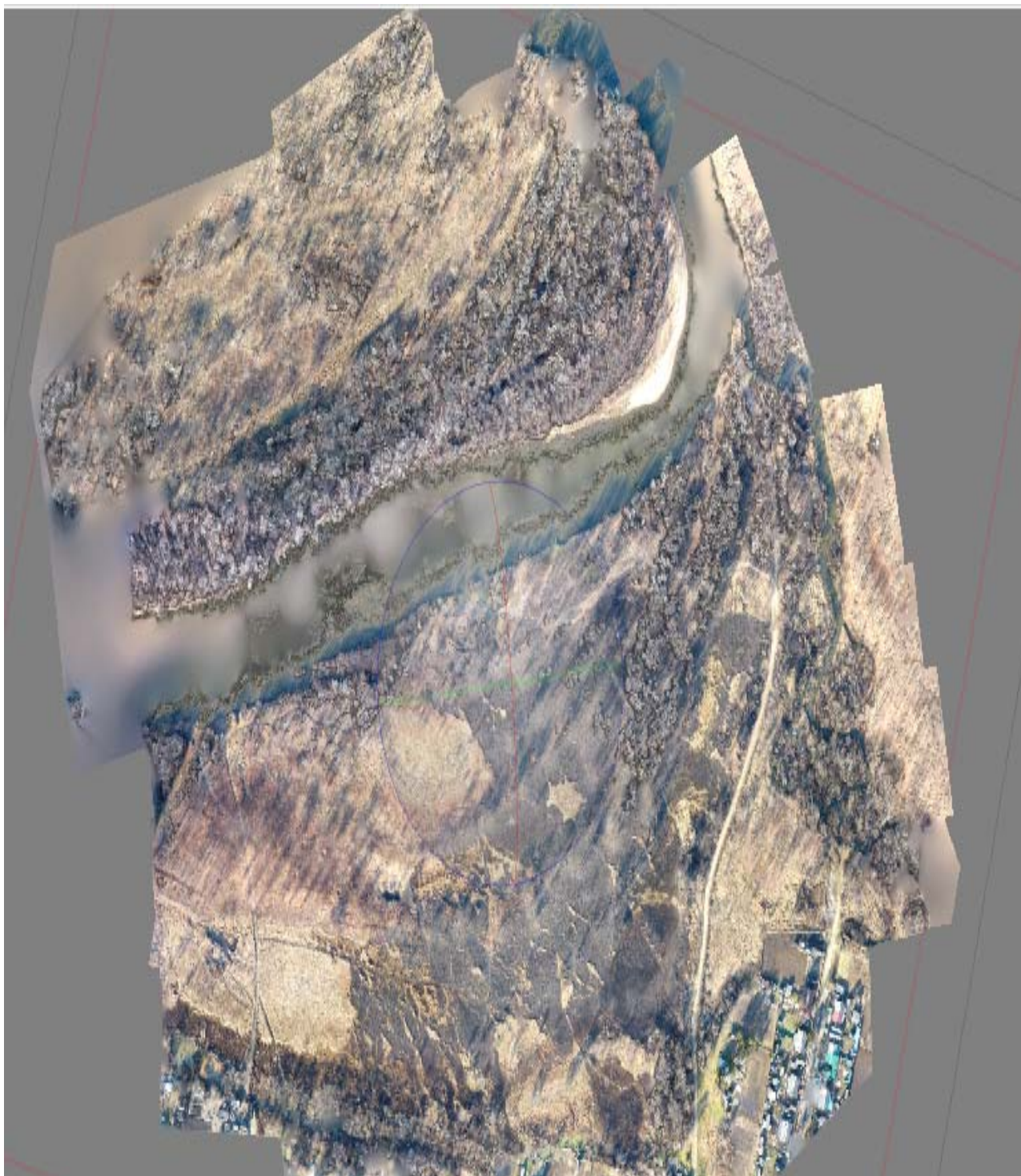


Рисунок 4 - Ортофотоплан г/поста р. Малиновка – с. Веденка.

Гидрологический пост р. Малиновка - с. Ракитное расположен в 3.0 км к северу от села, в 4.5 км ниже впадения р. Ореховка.

Прилегающая к долине реки местность крупнохолмистая, поросшая лесом, пересечена долина рек и ручьев. Пойма на участке поста односторонняя, левобережная, шириной до 2.1 км, пересечена ложбинами, балками, протоками, действующими в высокую воду, открытая. При уровне 720 см пойма затопляется полностью. В 2010 году пост оборудован Автоматизированным гидрологическим комплексом(АГК). АГК установлен на левом берегу в створе поста в 6 м от бровки. Отметка нуля поста 92.40м БС77

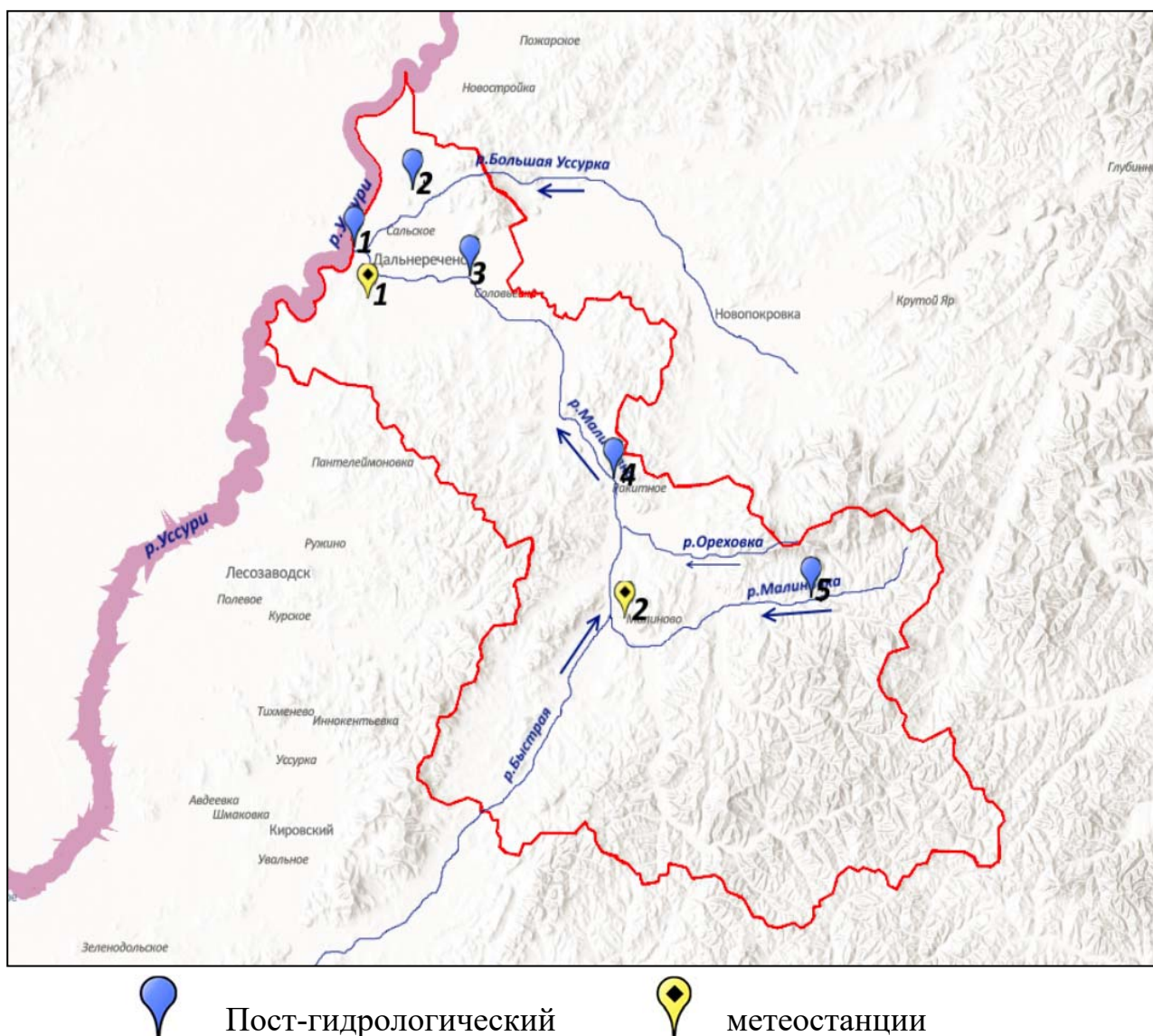


Рисунок 5 – Схема гидрометеорологической изученности участка исследования

В метеорологическом отношении район хорошо изучен. Ближайшая к району работ метеостанция, располагается в городе Дальнереченск, имеет длительный ряд наблюдений. Сведения о метеостанциях приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Сведения о метеостанциях

№ п/п	Метеостанция	Широта	Долгота	Высота (м)
1	Дальнереченск	45°52'N	133°44'E	100
2	Малиново	45°40'N	134°28'E	138

Метеостанция Дальнереченск

В октябре 1939 года были начаты регулярные метеорологические наблюдения. Наряду с гидрометеорологическим обслуживанием авиации, на станцию Дальнереченск была возложена задача по производству климатических метеонаблюдений.

Высота станции 100 м над уровнем моря.

Метеостанция Малиново

Метеорологические наблюдения на станции начались в феврале 1911г. Метеорологическая станция находится в с. Малиново, расположенном на западном склоне хребта Сихотэ-Алинь в долине двух рек: Малиновка и Быстрая, в 4 км выше от места их слияния. Высота станции 138 м над уровнем моря.

Состав и объем метеорологических данных соответствует требованиям гидрометеорологической службы. Имеющиеся ряды наблюдений достаточны для определения климатических характеристик района

1.3 Гидрологические условия района

Река Малиновка – один из наиболее крупных притоков р. Большая Уссурка, берет начало в горах Центрального Сихотэ-Алиня. Длина реки составляет 274 км, площадь водосбора – 6490 км². Средняя высота бассейна – 310 м, общее падение реки – 784 м, средний уклон – 2.9‰. Около 12% площади водосбора занято болотами, особенно в нижней, равнинной части. Гидрографическая сеть бассейна хорошо развита; коэффициент густоты речной сети в среднем составляет 0.6 км/км² (рис. 6).

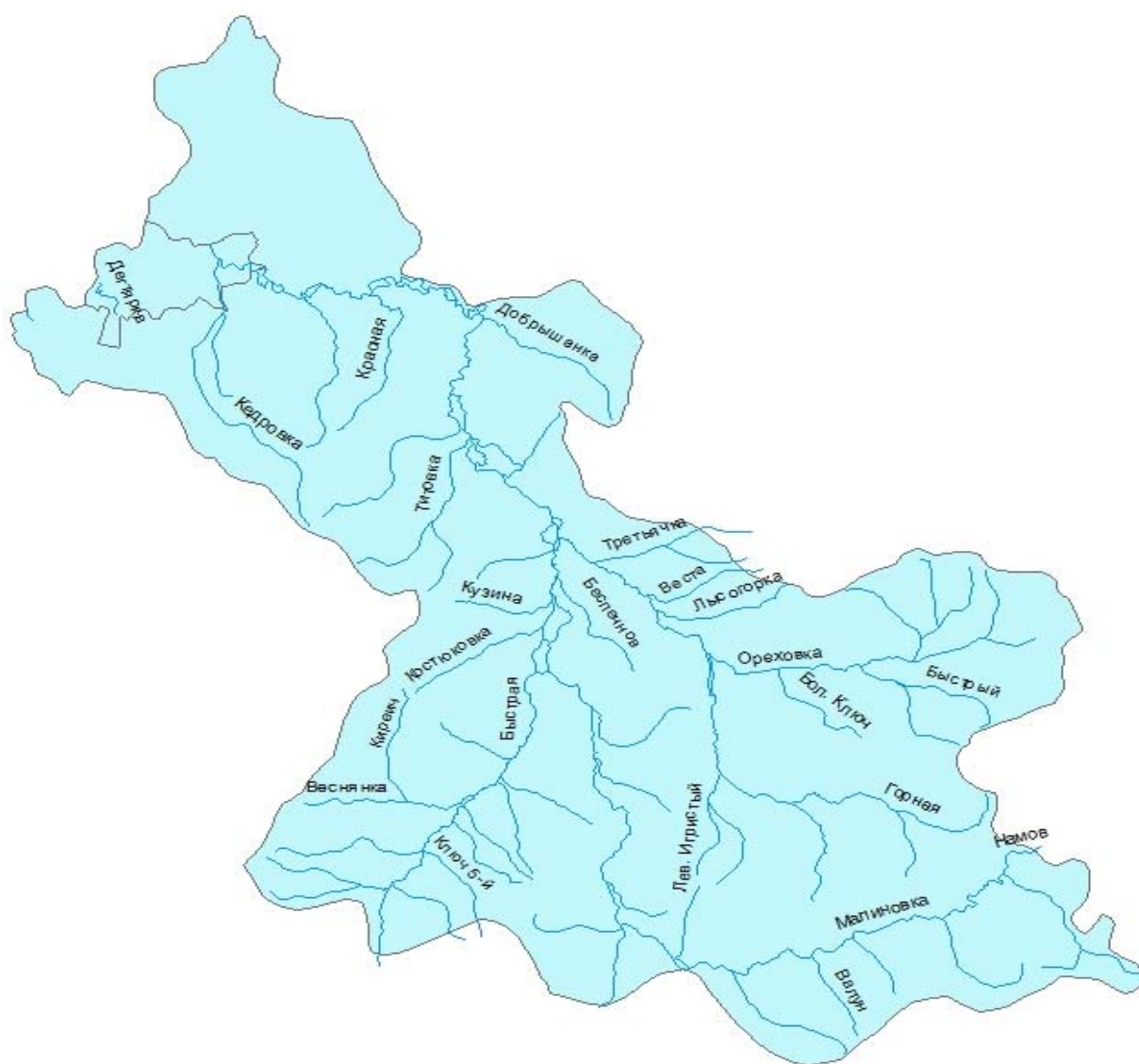


Рисунок 6 – Водосбор реки Малиновка.

Основными притоками р. Малиновка являются: р. Лазаревка (л.б., 89-й км, длина 26 км), р. Желудёвка (л.б., 85-й км, длина 28 км), р. Добрышанка (п.б., 64-й км, длина 24 км), р. Озерная (п.б., 29-й км, длина 33 км), р. Кедровка (л.б., 5-й км, длина 49 км).

В районе села Ариадное русло реки слабоизвилистое, шириной до 28 м на ровных участках, у места впадения Пади Малая Пожига достигает 60 м. Правый берег пологий, затапливаемый при прохождении высоких вод, левый крутой, отвесный, представлен склоном холма. Правый берег сложен суглинистыми и хрящеватыми грунтами, левый покрыт кустарниковой и древесной растительностью. Дно реки на плёсах обычно песчано-галечное или песчаное, на перекатах – галечное, в створе гидропоста Веденка присутствует крупнообломочный грунт. В меженный период глубина реки может опускаться до 0.8 м. По типу руслового процесса – побочневый тип.

1.3.1 Водный режим

Основным фактором, определяющим режим водотоков в рассматриваемом районе, является характер их питания. По гидрологическому режиму реки относятся к Дальневосточному типу с преобладанием дождевого стока; для них характерны низкий сток в зимний период и паводочный режим в теплую половину года. Расчлененный рельеф, большие уклоны склонов, ориентация долин водотоков по направлению передвижения влагонесущих масс придают гидрологическому режиму характерные особенности. Наиболее выраженными из них являются: резкий подъем и спад, кратковременность паводков; низкий сток, или отсутствие его в межпаводочные периоды.

Основные черты водного режима рек определяет муссонный тип климата, господствующий над территорией. Главным источником питания рек являются жидкие осадки, выпадающие в теплое время года. Доля дождевого питания в общем объеме годового стока составляет 80-90%. На снеговое питание приходится до 15%, на подземное – 5-8%. На малых водотоках, вследствие незначительного вреза их

русел, подземный сток практически отсутствует. Для всех водотоков характерны следующие фазы водного режима: весеннее половодье (апрель-май), летне-осенний паводочный период (май-октябрь) и зимняя межень (ноябрь-март). Главной фазой водного режима являются дождевые паводки, которые наблюдаются в теплое время года.

1.3.2 Уровенный режим

Подъем уровней воды от таяния снега начинается в первой декаде апреля и достигает максимума в начале мая. Высота подъема уровней на малых ручьях составляет 0,2-0,5 м, на ручьях с площадями водосбора более 10 км² – 0,3-0,7 м, на реках с площадями водосбора более 50 км² – 0,5-1,2 м. В отдельные годы на волну весеннего половодья накладываются подъемы от дождевых паводков.

Величина подъема уровня при прохождении дождевых паводков на ручьях и малых реках обычно составляет 0,7-2,0 м. Гидрографы стока в паводочный период имеют многомодальную форму. Продолжительность межпаводочных периодов обычно невелика и составляет 10-20 дней. Дождевые паводки наблюдаются до сентября, но в отдельные годы проходят в октябре даже в начале ноября. Годовой ход уровня воды характеризуется чередованием резких подъёмов и спадов. На рисунке 7 представлен среднесуточный уровень воды на реке рассматриваемой территории (2007 – средний по водности год, маловодный - 2000 г., многоводный – 2008 г.

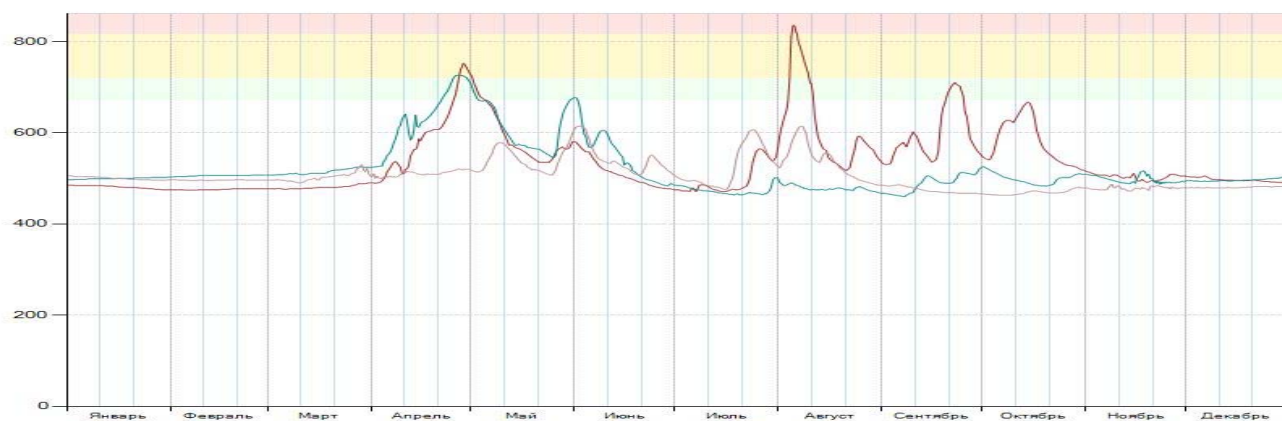


Рисунок 7 – Гидрограф р. Малиновка – с. Веденка (2000, 2007, 2008 гг.)

1.3.3 Весеннее половодье

Весеннее половодье наблюдается лишь в отдельные годы, в большинстве случаев оно слабо выражено. Подъем уровня от таяния снега начинается в конце марта, а наивысший уровень наблюдается обычно в момент вскрытия реки; величина его не превышает 0.5-1.4 м. За апрель-май проходит до 20% годового стока. На р. Веденка весеннее половодье наблюдается лишь в отдельные годы, в большинстве случаев оно слабо выражено. Во второй половине апреля и в мае по реке проходят дождевые паводки, которые накладываются на общую волну спада половодья. Средняя дата начала половодья – 3 апреля, дата окончания – 28 мая. Продолжительность половодья в среднем составляет 57 дней.

1.3.4 Летне-осенняя межень

Летне-осенняя межень наблюдается преимущественно в виде кратковременных периодов низкого стока между отдельными паводками. Суммарная их продолжительность составляет в среднем около 25 дней, наибольшая (в маловодные годы) – 50-60 дней.

1.3.5 Дождевые паводки

Главной фазой водного режима являются дождевые паводки, которые наблюдаются в тёплое время года. В течение года обычно наблюдается 3-4 паводка, но в отдельные годы количество их может увеличиваться до 6-7. Наиболее интенсивные паводки проходят в июле или августе. Высота подъёма паводков составляет 1.6-3.7 метра. Интенсивность подъёма и спада уровня достигает 0.5-1.5 м/сутки. Средняя продолжительность подъёма 10-15, спада – 20-25 дней.

Суммарная продолжительность летне-осенней межени составляет 45-50 дней. Средние модули стока рек в зимний период имеют величину от 2 до 5 л/с км².

Теплый период на реках района характеризуется чередой следующих друг за другом невысоких паводков. В течение теплого периода по рекам может пройти от 6 до 10 паводков.

Дождевые паводки в Приморском крае, как правило, вызваны прохождением тайфунов. Основной сезон выхода тайфунов в умеренные широты Дальнего Востока продолжается с июля по сентябрь. В июне и октябре они появляются крайне редко. По данным метеорологических наблюдений на станциях, расположенных на территории Приморского края, акватория Японского моря и прилегающие территории с 1951 по 2017 годы подвергалась воздействию тропических циклонов около 150 раз.

После ливней расходы в реках увеличиваются в десятки, сотни, а на малых реках в тысячи раз (в результате малые реки и ручьи превращаются в труднопроходимые потоки, обладающие большой разрушительной силой). Раз в 4-6 лет на реках случаются катастрофические паводки с подъемом уровня до 3 - 5 м, паводок вызывает сильные наводнения, приводящие к затоплению населенных пунктов, полей и дорог. Паводочный период начинается в мае. Характерными особенностями режима осадков, формирующих максимальные расходы воды на водотоках, являются: большая изменчивость осадков в многолетнем разрезе, выпадение больших сумм суточных осадков, нарастание интенсивности дождя от его начала к середине, большие суточные максимумы осадков. Экстремальные осадки, формирующие катастрофические паводки на реках района, выпадают при выходе с юга тропических циклонов - тайфунов. На рисунке 8 представлен выход воды на пойму р. Малиновка – с. Веденка [9-13].



. Рисунок 8 – Выход воды на пойму, г/поста р. Малиновка – с. Веденка

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ЗАТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

При прохождении паводков и половодий редкой повторяемости, в зоне затопления могут попадать жилые дома и производственные сооружения, что приводит к значительному материальному ущербу. В связи с этим представляет большой практический интерес определения зоны возможного затопления и составление перечней объектов, которые могут быть затоплены с различной вероятностью.

При определении зон подтопления необходимо использовать строительные правила 47,13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства».

Согласно Постановления Правительства РФ от 18.04.2014 г №360 (в ред. № 1171 от 07.09.2019 г.) зоны затопления определяются в отношении:

- а) территории, которые прилегают к не зарегулированным водотокам, затапливаемых при половодьях и паводков однопроцентной обеспеченности (повторяемость один раз в 100 лет) либо в результате ледовых заторов и зажоров.
- б) территорий, прилегающих к устьевым участкам водотоков, затапливаемых в результате нагонных явлений расчетной обеспеченности;
- в) территорий, прилегающих к естественным водоемам, затапливаемых при уровнях воды однопроцентной обеспеченности;
- г) территория, прилегающая к водохранилищам затапливаемых при уровнях воды, соответствующих форсированному подпорному уровню воды водохранилища;
- д) территория, прилегающих к зарегулированным водотока в нижних бьефах гидроузлов, затапливаемых при пропуске гидроузлами паводков расчетной обеспеченности.

2.1 Наводнение

Наводнение – это стихийное бедствие, которое заключается в значительном затоплении территории водой. Происходит в результате подъема уровня воды в водоемах во время половодья или паводков, при заторе, зажоре, вследствие нагона в устье реки, а также при прорыве гидротехнических сооружений [14].

Бедствия такого характера являются очень опасными и могут привести к гибели людей, нанести урон природной среде, разрушению инфраструктуры наносящий материальный ущерб экономики.

Причинами наводнения могут стать множество факторов природного и технического характера. Длительные дожди являются первой причиной возникновения наводнения. В основном встречаются в регионах с влажным климатом, летом или осенью. Продолжительные дожди приводят к выходу рек и озер из берегов затопляя все на своем пути.

Интенсивное массовое таяние снега, особенно за резкого потепления, приводит к затоплению. Сила такого наводнения сильно зависит от многих факторов, поэтому может быть разной, от самой не значительной до катастрофической. В климатических условиях России это происходит весной.

Поднятие дна реки является одной из причин наводнений. Каждая река постепенно накапливает отложения в результате дно как бы приподымается и прежний объем воды не помещается в новом русле, что приводит к выходу из берегов воды. Такой процесс имеет медленный характер, но легко предсказуемый.

Наводнение при прорыве искусственных гидротехнических сооружений возникает в случаи если, сооружения не в силах сдерживать такие факторы как, землетрясение, сильный напор воды, оползней, селей. Причиной затопление также может послужить аварийный сброс воды через водохранилище либо в обход сооружения. Водяной поток при этом получается очень мощным, разрушительным и не равномерным, как правило кратковременным.

На морских побережьях и островах наводнение может возникнуть из-за гигантской волны «цунами» образующеюся при землетрясении или извержении вулкана, в глубине моря или океана. В озерах такие волны могут возникать в результате крупных оползней. Протяженность зоны затопления зависит от прибрежного рельефа, чем равнинней местность, тем дальше вода затапливает сушу.

Наводнения различают по типам и степени нанесения ущерба.



Наводнения по степени нанесения ущерба делятся на:

-Низкие (малые) - наводнения происходят на равнинных реках раз в 5-10 лет. При возникновении затопляются сельскохозяйственные угодья, расположенные поймах.

-Высокие - наводнения сопровождаются значительным затоплением территорий, охватывают большие участки речных долин. Вызывают необходимость частичной эвакуации. Повторяются раз в 20-25 лет.

-Выдающиеся - наводнения охватывают целые речные бассейны, парализуют хозяйственную деятельность на больших территориях. Требуют массовой эвакуации. Повторяются раз в 50-100 лет.

-Катастрофические - наводнения затопливают значительные территории в пределах одной или нескольких речных систем. Полностью парализуют хозяйственную деятельность людей, вызывают огромные материальные потери. Повторяются раз в 100-200 лет.

2.2 Способы применяемые в России для определения наводнений

Средства наблюдения за наводнениями можно разделить на две группы: контактные (наземные) и бесконтактные (дистанционные). К контактным средствам можно отнести наземные наблюдения сети гидрологических постов и инструментальные обследования затопляемых территорий. К дистанционным средствам относится аэрофотосъемка, аэровизуальные наблюдения, дистанционное зондирование Земли дистанционного зондирования (ДЗЗ) из космоса. Ни одно из перечисленных средств в отдельности не в состоянии обеспечить информацией, отражающей быстроменяющуюся картину речного разлива. Учитывая обширность речных пойм и быстроту протекающих на них процессов затопления, не обойтись без методов ДДЗ из космоса. Для всестороннего анализа развития и последствий затопления территорий необходимо привлечение большого объема пространственной информации: о регионе в целом, затопляемых территориях и об объектах, подверженных затоплению.

Дистанционное зондирование земли (ДЗЗ) – изучение поверхности и недр Земли авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры без посредственного контакта с поверхностью (рис.9).



Рисунок – 9 Дистанционное зондирование Земли

В России данные ДЗЗ применяют в целях мониторинга паводков и наводнений, для оперативного отслеживания развития паводка, определения конфигурации и величины затопляемых территорий, определения зависимости между площадью затопления и уровнем на гидрологическом посту, моделирования стока весеннего половодья по данным анализа динамики снегового покрытия, оценки ледовой обстановки для прогнозирования

возможных заторов льда, оценки состояния гидротехнических сооружений и других строений в зоне затопления, оценки ущерба от затопления пойменных территорий (рис. 10).

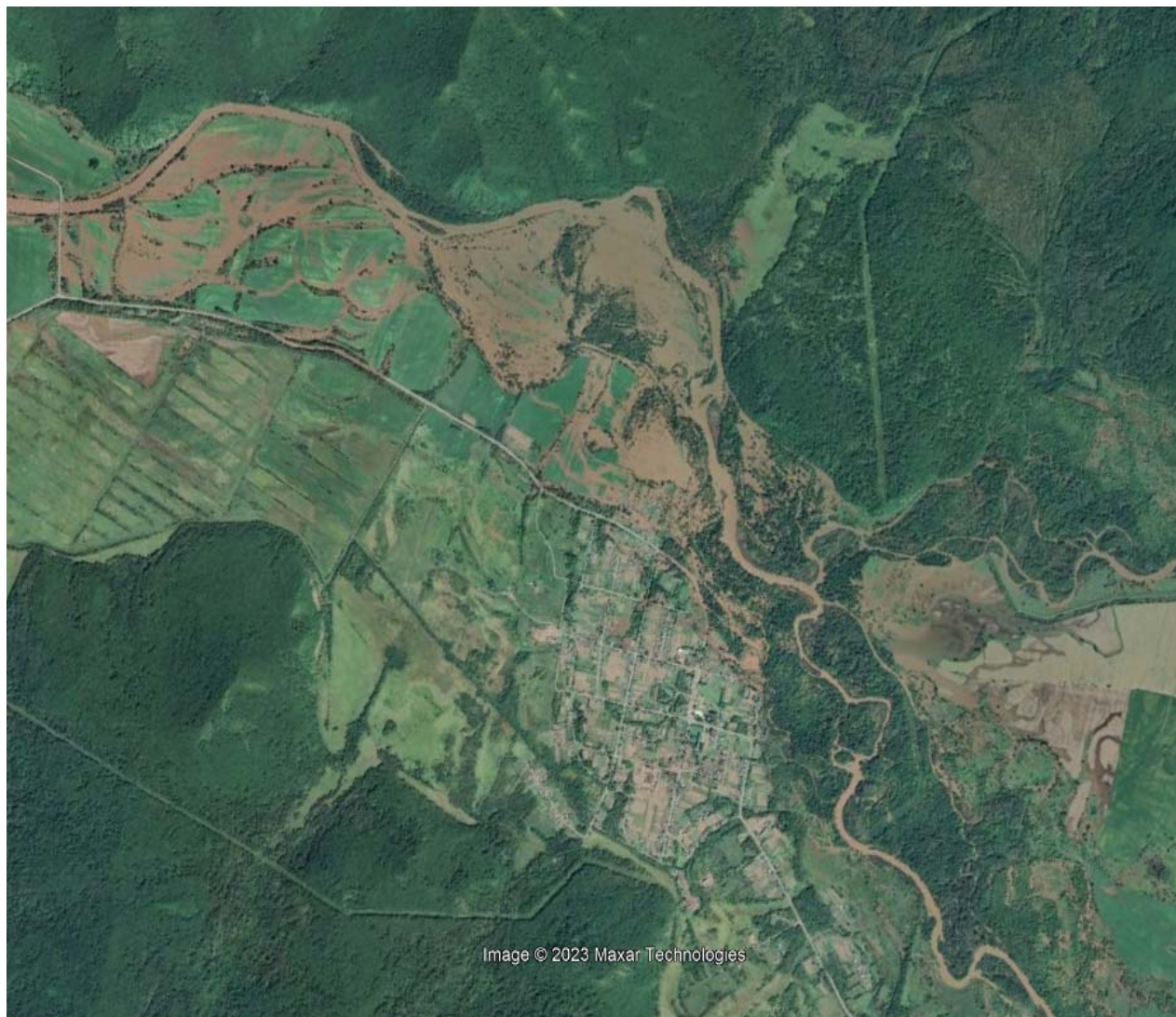


Рисунок 10 – Спутниковый снимок р. Малиновка - с. Ракитное.

В Приморском крае ГИС используют для оценки ущерба от затоплений (разработчик лаборатория геоинформационных технологий ДВФ РосНИИВХ). Созданная система позволяет определить объекты затопления, например, при моделировании поднятия уровня моря на 1 м в результате цунами. При этом средства системы позволяют в интерактивном режиме определить не только местоположение каждого затопленного объекта, но и всю связанную с ним атрибутивную информацию. При оценке ущерба одновременно учитываются как

инвентаризационная стоимость недвижимого имущества, так и рыночная стоимость, учет которой недавно введен в практику государственной регистрации сделок с недвижимостью. В процессе работы разработчики столкнулись с двумя трудностями: не соответствие имеющихся карт требованиям топологической корректности и непригодность классических схем гидрологических расчетов для пространственного отображения динамических процессов.

Основные недостатки применения изображений Земли из космоса для мониторинга паводков и наводнений связаны, всё-таки, с ограничениями частоты повторения спутниковой съемки конкретных затопляемых территорий и высокой стоимости (несколько тысяч долларов США за один космоснимок), необходимость 100% предоплаты и предварительного заказа (за 1-2 недели до съемки). Исключениями являются данные Landsat, которые распространяются бесплатно, но они охватывают не очень большую площадь, имеют период повторяемости 16 суток, и снимаемая территория определяется собственниками спутника без учета пожелания пользователей. При возникновении критических ситуаций при паводках и наводнениях (крупные затопления населенных пунктов, прорыв плотин и т. п.) эти данные можно оперативно и бесплатно получить от международных организаций, которые курируют ЧС. Для этого нужно передать серьезное обоснование в эти организации. Для исключения фактора облачности возможно использование радиолокационных съемок, но эти данные более дорогие и для работы с ними необходимо специализированное программное обеспечение. Необходимо принимать во внимание и общие проблемы в области развития и применения данных ДЗЗ из космоса в России: – ограниченный доступ к крупномасштабным картографическим данным и к многим другим тематическим данным, необходимым для научных исследований; – отсутствие системности и целенаправленности в финансировании развития методов использования и применения данных ДЗЗ из космоса; – отсутствие понимания и реальной (системной) поддержки со стороны органов государственной власти всех уровней в применении современных

технологий; – при работе с космической информацией требуется комплексный подход и широкие знания в разных областях науки и техники, чем объясняется односторонность и плохая «живучесть» проектов в области дистанционного зондирования.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ И УРОВНЕЙ ВОДЫ

Для выполнения комплексных инженерных исследований в работе использовались данные литературных источников и имеющиеся материалы гидрологических, метеорологических исследований в районе проведения работ.

Гидрографические характеристики были получены при помощи топографических карт и космоснимков. Площади водосборов и длины рек до расчетных створов определялись по топографическим картам (рис.11) [15].

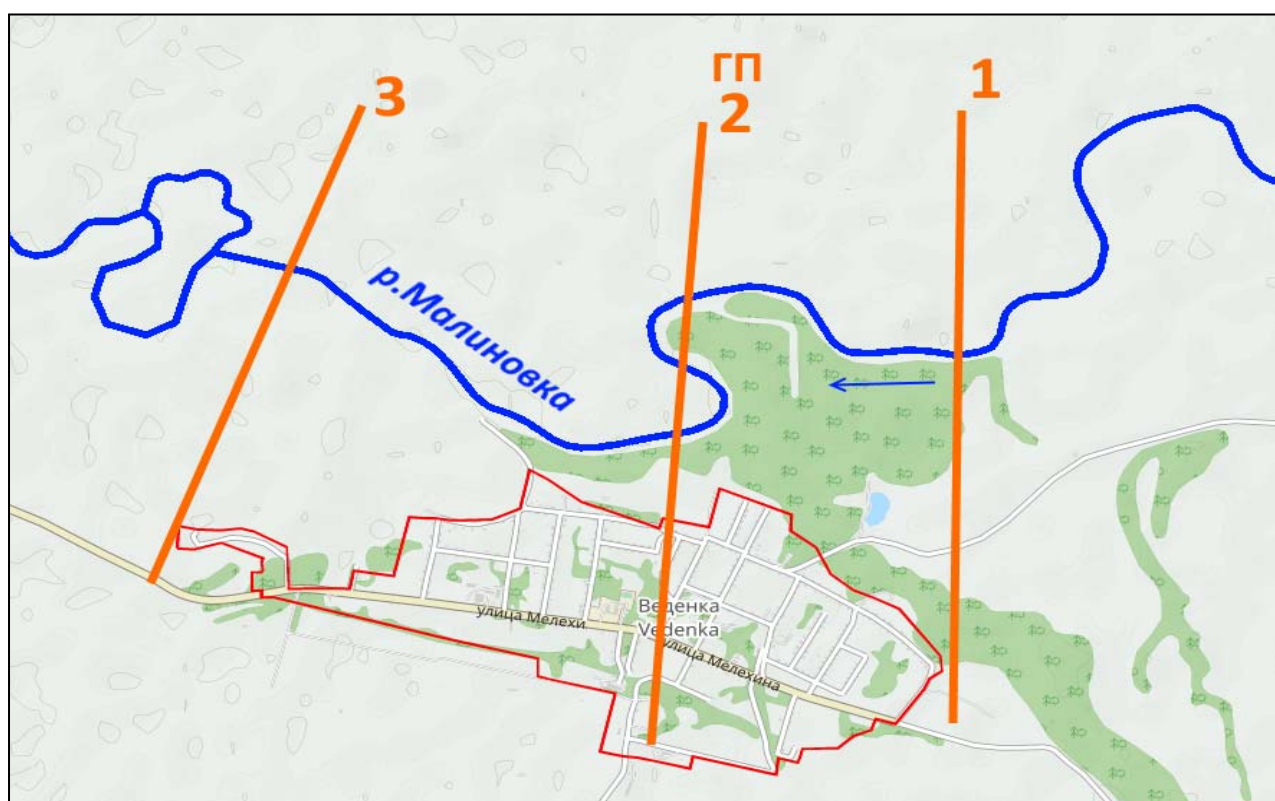


Рисунок – 11 Схема расположения створов с. Веденка

3.1 Подбор поста-аналога для определения расчетных гидрологических характеристик

подборка гидрологического поста согласно п. 4.10 СП 33-101-2003. При этом учитывались следующие условия:

- однотипность стока реки-аналога и исследуемых водотоков;
- географическая близость расположения водосборов;
- однородность условий формирования стока, сходство климатических условий,
- однотипность почв (грунтов) и гидрогеологических условий, близкая степень озерности, залесенности, заболоченности и распаханности водосборов;
- средние высоты водосборов не должны существенно отличаться, для горных и полугорных районов следует учитывать экспозицию склона и гипсометрию;
- отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и другие нужды) [16].

В качестве реки-аналога принимается р. Малиновка в створе гидрологического поста с. Ракитное

3.2 Расчет максимальных расходов воды

Главной фазовой водного режима рек Приморского края являются дождевые паводки, приводящие к выходу воды на пойму и затоплению территорий населенных пунктов.

Для выполнения расчетов были разбиты 3 морфоствора (рис.11), 2 морфоствор – выбран в створе гидрологического поста р. Малиновка - с. Веденка. По имеющимся данным в ФГБУ «Приморское УГМС» был построен график кривой обеспеченности наивысших уровней (рис.12) и вычислен программным средством HydroStatCalc – 2008, уровн 1 % обеспеченности. Программный комплекс разработан ФГБУ «Государственным гидрологическим институтом» и

предназначен для выполнения расчетов гидрологических характеристик для изученных и недостаточно изученных бассейнов в соответствии с требованиями СП33-112003 и положениями рекомендаций, разработанных в ГГИ (программа может применяться при выполнении гидрологических расчетов для проектирования).

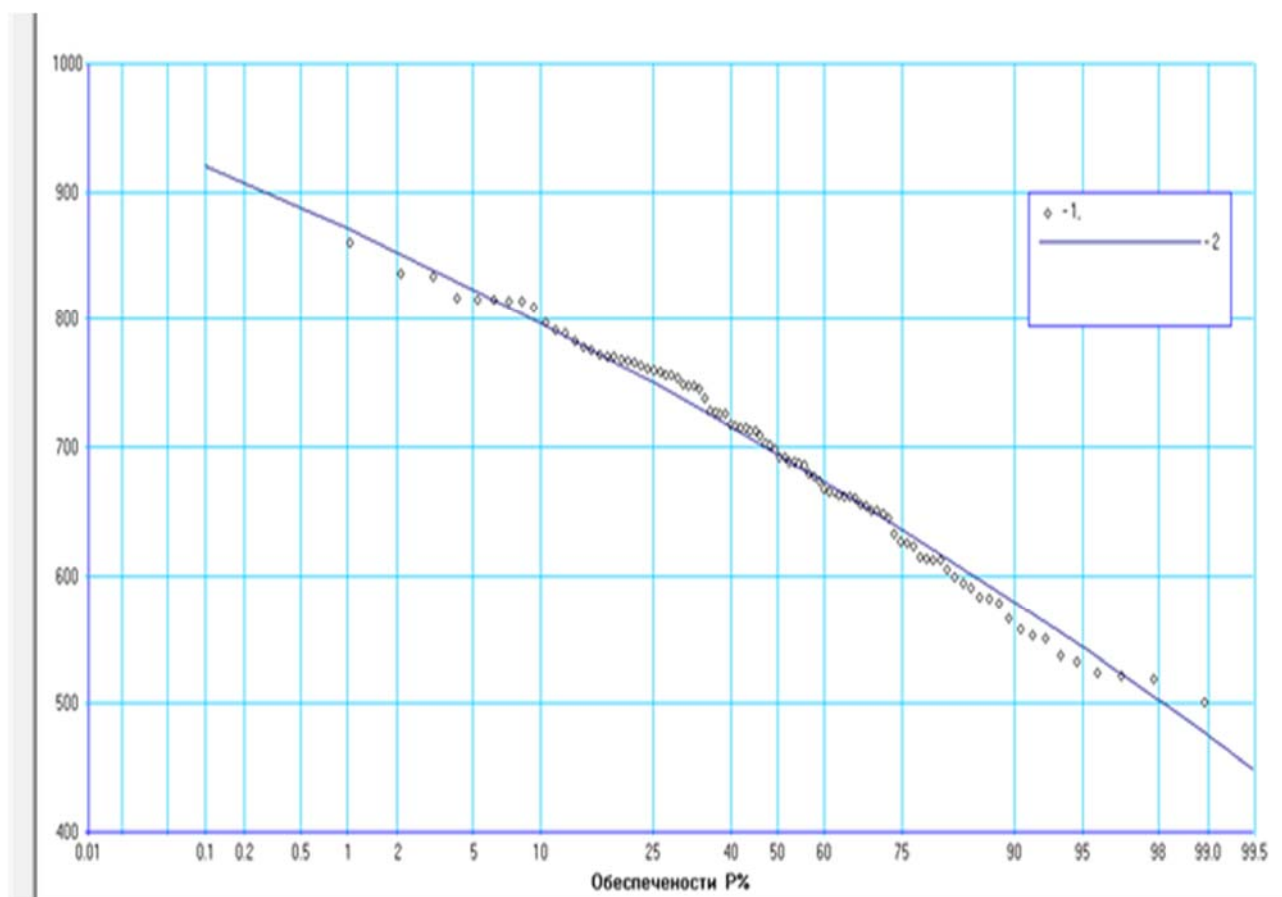


Рисунок 12 – Кривая обеспеченности максимальных уровней воды
р. Малиновка – с. Веденка

Главной фазовой водного режима рек Приморского края являются дождевые паводки, приводящие к выходу воды на пойму и затоплению территорий населенных пунктов.

Основные гидрологические характеристики получены в соответствии с рекомендациями СП 33-101-2003 и Пособия к СНиПу 2.01.14-83 по определению расчетных гидрологических характеристик (СП 33-101-2003 п. 4.3).

3.3 Расчет максимальных расходов воды дождевых паводков

Гидрологические расчеты в расчетных створах выполнены в соответствии с СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» как для изученных рек. Для определения максимального расхода воды заданной обеспеченности, выполнен расчет параметров кривой обеспеченности данных наблюдений в створе гидрологического поста р. Малиновка – с. Ракитное (рис. 13).

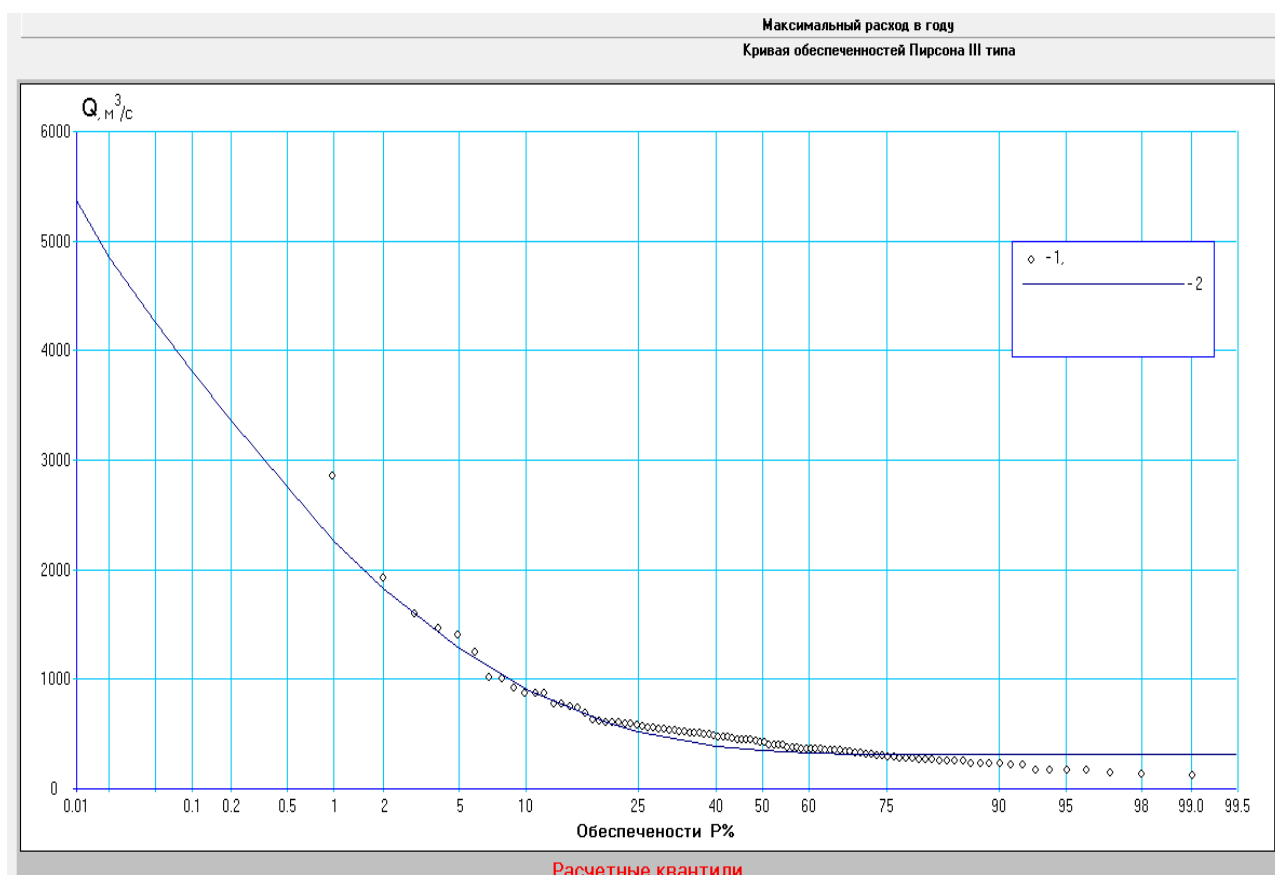


Рисунок 13 - Кривая обеспеченности расходов воды р. Малиновка – с. Ракитное

Согласно пункту 7.38 СП 33-101-2003 расходы воды в исследуемом пункте (р. Малиновка – с. Веденка) были пересчитаны по реке-аналогу (р. Малиновка – с. Ракитное) по формуле типа I (редукционная):

$$Q_{p\%}=q_{p\%,a}\varphi_m(\delta \delta_2/ \delta_a \delta_{2a})A, \quad (1)$$

где $q_{p\%}$ - модуль максимального срочного расхода воды реки-аналога расчетной вероятности превышения $P, \%$, $\text{м}^3/\text{с км}^2$,

A – площадь водосбора, км^2 ,

φ_m – коэффициент, учитывающий коэффициент редукции максимального модуля стока дождевого паводка с увеличением площади водосбора или продолжительности руслового времени добегания,

$\delta, \delta_2, \delta_a, \delta_{2a}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие для исследуемой реки и реки-аналога регулирующее влияние озер, болот.

Расчет максимальных расходов воды для р. Малиновка, представлен в таблице 5

Таблица 5 – Расчет максимальных расходов воды (редукционная формула I)

Река – Створ		A створ	$Q_{1\%},$ $\text{м}^3/\text{с}$	$q_{1\%},$ $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$	L до расчетного створа	n	ϕ_m	η
с. Веденка								
р. Малиновка	Створ 1	6230	4600	0.48	248	0.35	1,0	1,98
	Створ 3	6350	4690	0.48	251		1.0	0.98

3.3 Определение характерного уровня воды 1% обеспеченности

Максимальный уровень воды дождевых паводков с вероятностью превышения в расчетном створе получены по программе «Профиль».

Построение зависимости выполняется на последовательном вычислении расхода воды при заданном уровне воды (градиацию уровня задает пользователь) по формуле:

$$Q_i = F_i \cdot v_i \quad (2)$$

Скорость течения определяется отдельно для всех расчетных участков (русла и поймы, которая может также состоять из отдельных участков).

Скорость течения вычисляется по формуле Шези:

$$v = C\sqrt{HI}, \quad (3)$$

где v – средняя скорость течения, м/с; C – коэффициент Шези; H – средняя глубина потока, м I – уклон реки, ‰ (рис.14)

Коэффициент Шези определяется по формуле Маннинга:

$$C = \frac{1}{n} H^{0.167}, \quad (4)$$

где n – коэффициент шероховатости. (табл.6) [17-22].

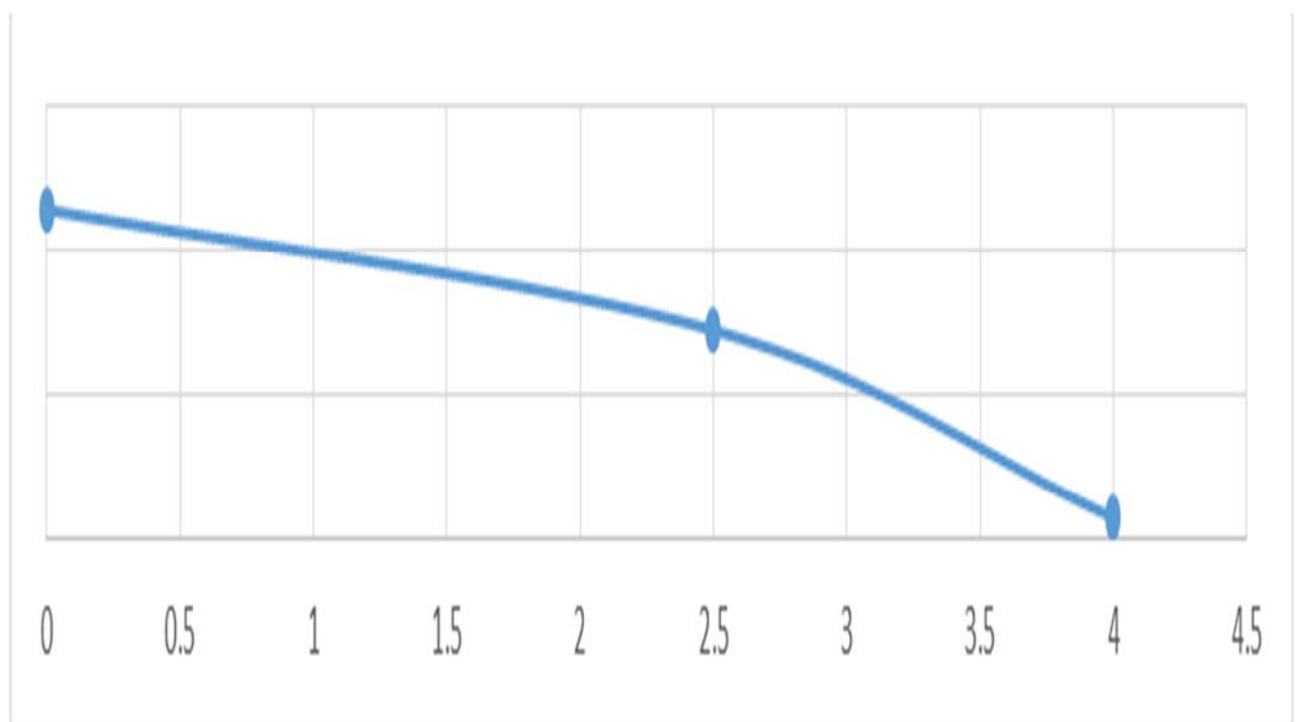


Рисунок 14 – Уклон реки Малиновка

Таблица 6 – Морфометрические характеристики

№ п/п	Река - пост	Уклон, ‰	Коэффициент шероховатости		
			левая пойма	русло	правая пойма
с. Веденка					
1	р.Малиновка – Створ 1	1.54	0.065	0.04	0.05
2	р.Малиновка – Створ 2	1.54	0.065	0.04	0.05
3	р.Малиновка – Створ 3	1,54	0.065	0.04	0.05

По рассчитанным координатам Q_i и H_i строится зависимость $H=f(Q)$ для каждого сечения и общая для всех сечений, с профиля которой при вычисленном Q_P снимается расчетное значения уровня воды H_P .

Морфостворы, по которым проводились расчеты для исследуемого водотока, кривые $Q=f(H)$ представлены на рисунке 15-18. По полученным данным снят уровень 1% обеспеченности (табл.7).

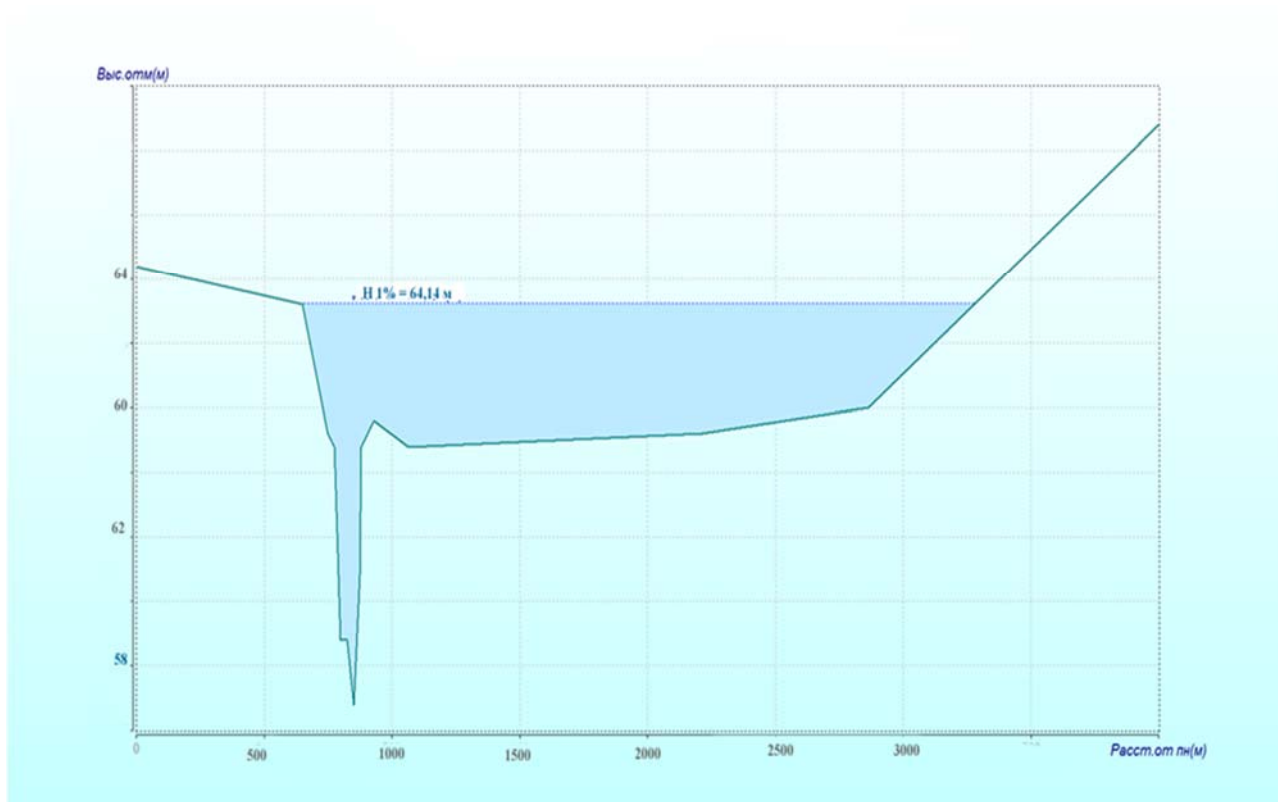


Рисунок 15 - Река Малиновка поперечный створ №1

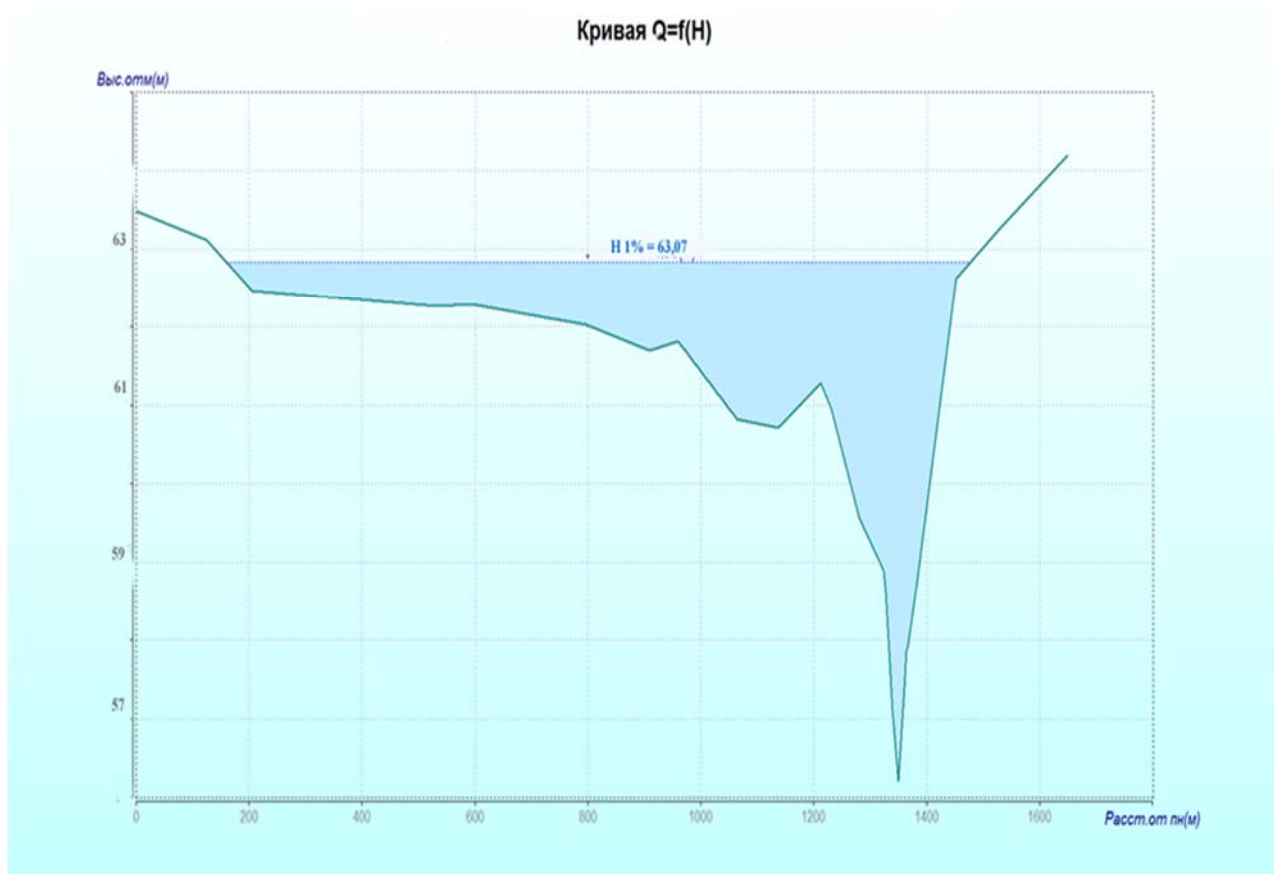


Рисунок 16 - Река Малиновка поперечный створ №3

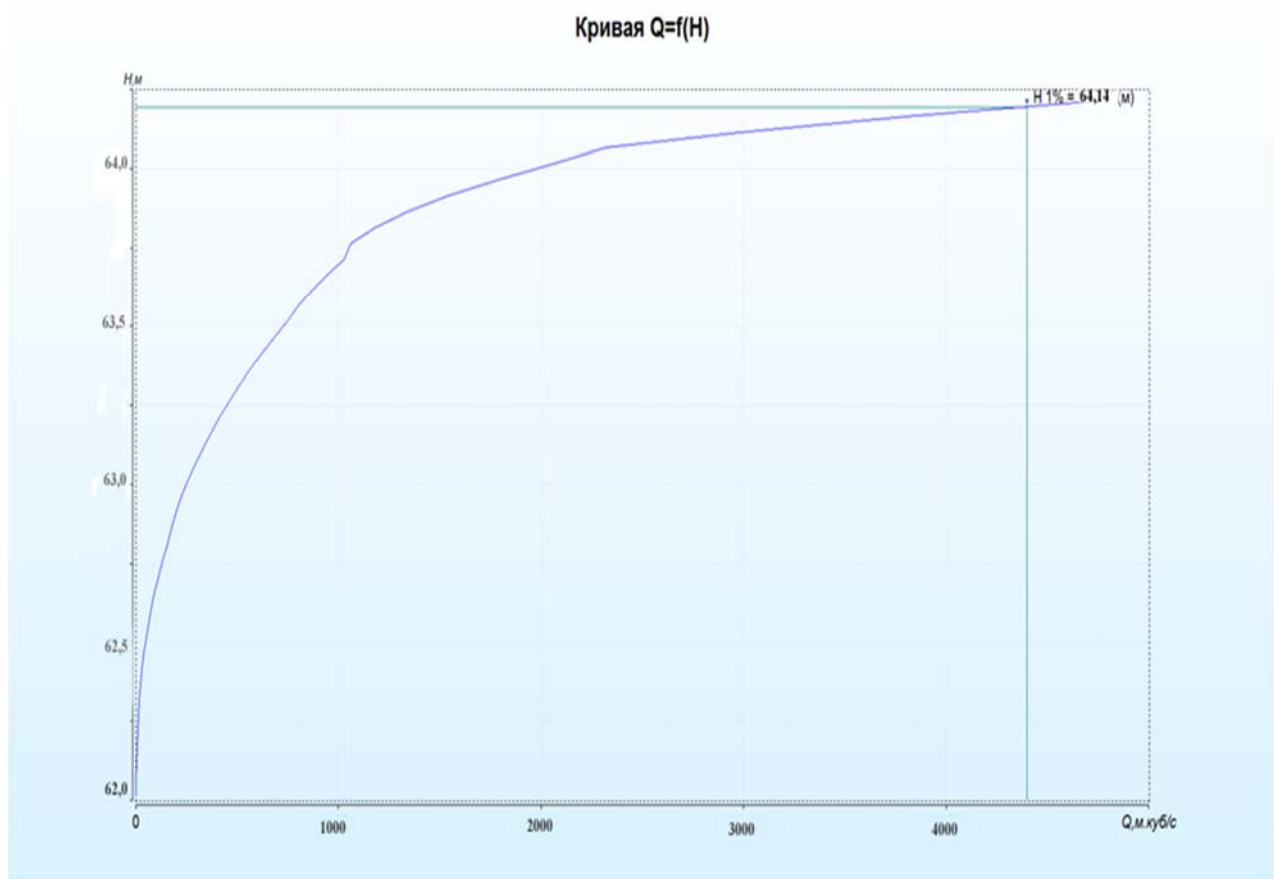


Рисунок 17 – Свор №1

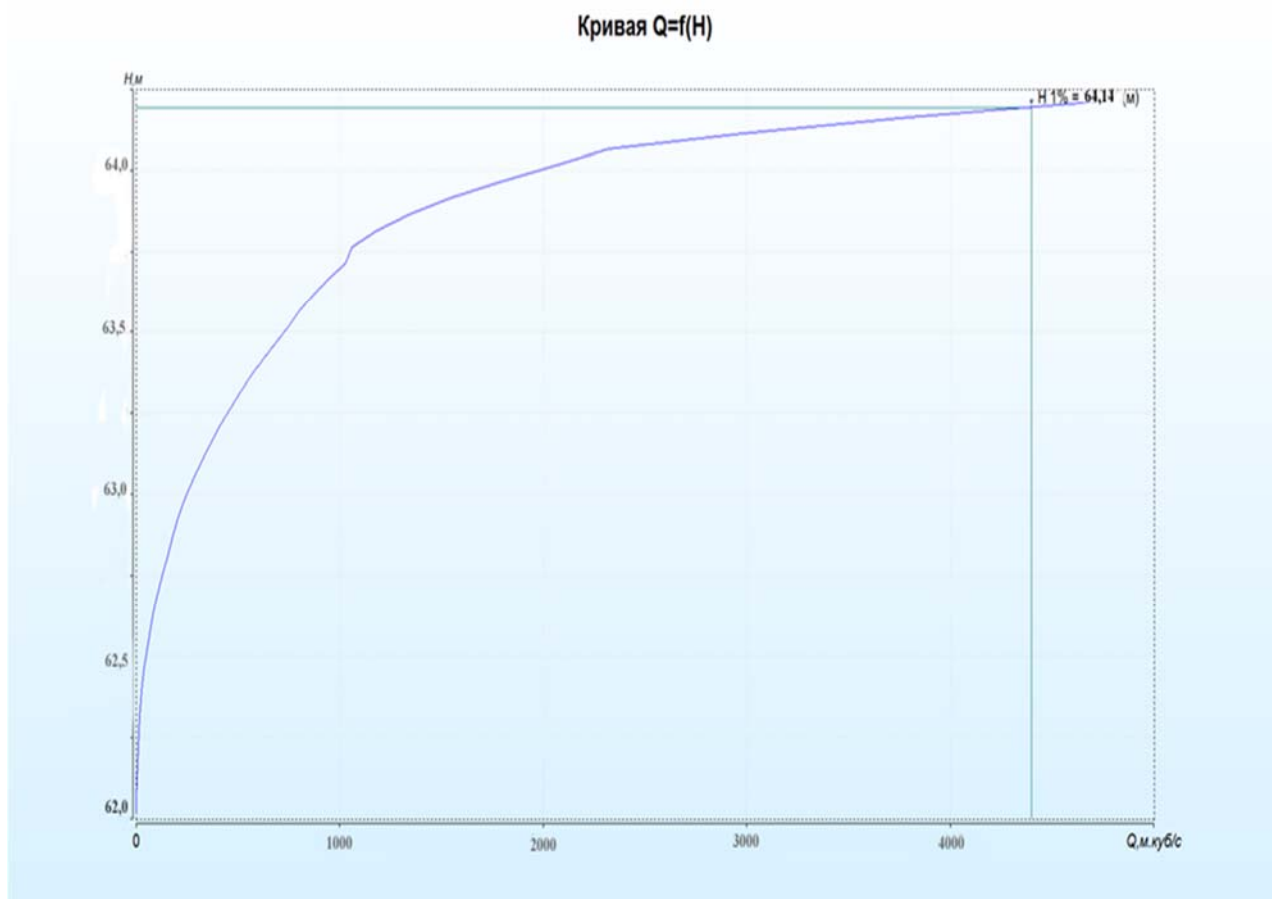


Рисунок 18 - Створ №3

Таблица 7 – Максимальные уровни воды 1% обеспеченности

№ п/ п	Река - пост	Единицы измерения	Обеспеченность
			1%
с. Веденка			
1	р.Малиновка – Створ 1	м БС 77	64.14
2	р.Малиновка – Створ 2 (Гидропост)	м БС 77	63.72
3	р.Малиновка – Створ 3	м БС 77	63.07

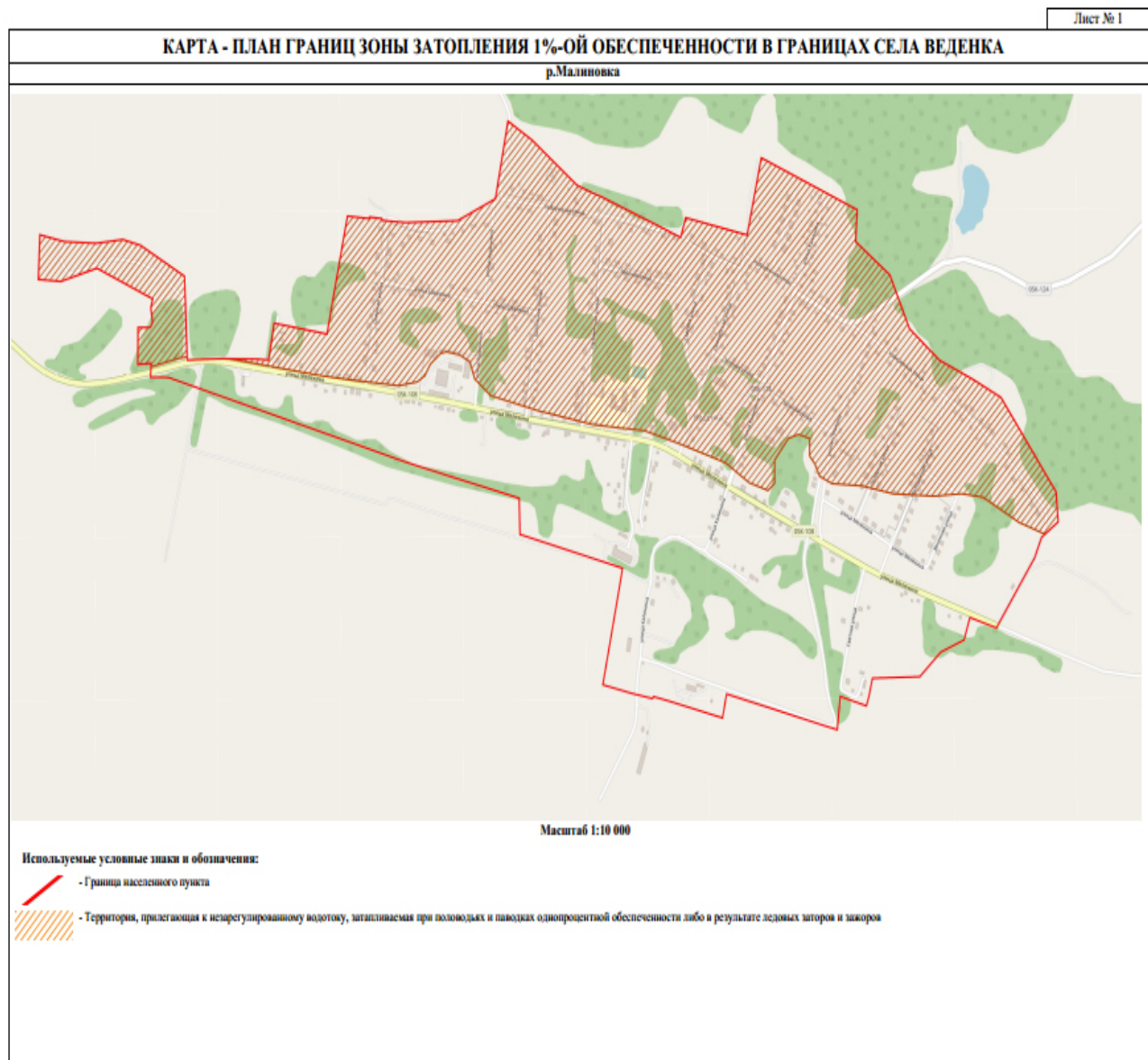
Уровень воды переносился по уклону вверх/вниз по течению рек в границе населенного пункта.

Границы зоны затопления определяются на основании построения продольного профиля участка реки и поперечных профилей (прил. А) в створах зоны затопления.

Площадь затопления и процентное соотношение затопления от площади населенного пункта представлены в таблице 8, приложение Б.

Таблица 8 – Площадь зон затопления 1% обеспеченности

№	Наименование населенного пункта	Площадь населенного пункта, га	Площадь затопления, га	Площадь затопления, %
1	с. Веденка	251.2	139.5	55.5



Рисук 19 - Схема границы зоны затопления с. Веденка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Приморском крае наводнение наблюдается ежегодно. Наводнение – это природное бедствие, которое заключается в значительном затоплении определенной местности, происходящего из-за повышения уровня воды в каком-либо водоеме. Последствия наводнений может привести не только к разрушением важных элементов инфраструктуры, но и к гибели людей. Все это происходит из-за того, что масса воды увеличивается в геометрической прогрессии и когда волна воды разгоняется, то сносит все на своем пути. И для того чтобы, предотвратить последствия, необходимо провести ряд мероприятий и предотвращению наводнений, например: построение дамб, оповещение людей и т.д. но все мероприятия должны начинаться с расчетом зон, покрываемых водой в период повышения уровня воды по сравнению с пропускной способностью русла. В данной работе были выполнены расчеты по определению зон затопления р. Малиновка – с. Веденка.

В результате можно сделать следующие выводы.

1. Река Малиновка – с. Веденка находится на территории Приморского края, в Дальнереченском муниципальном районе. Прилегающая к долине реки, местность холмистая, поросшая лиственным лесом. Долина реки неясно выражена, правобережная часть сливается с долиной р. Большая Уссурка. Пойма реки общая с р. Большая Уссурка, шириной около 15 км, сильно пересечена староречьями, озерами, в основном луговая, заболоченная, местами поросшая кустарником. В с.Веденка присутствует действующий гидрологический пост. Пост свайный, расположен на левом берегу. В 2010 году оборудован Автоматизированным гидрологическим комплексом (АГК). Ближайшие метеоплощадки расположены в г. Дальнереченск и с. Малиново.

2. Для выполнения данной работы были проанализированы отечественный материалы по определению зон затопления. В настоящее время Правительство Российской Федерации выпустило Постановление №360 от 17.04.2014 «О зонах

подтопления», в котором расписан порядок установления, изменения существования зон затопления.

3. Любые гидрологические расчеты выполняются согласно руководящим документам, в данной работе был изучен свод правил СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», который устанавливает общие положения и требования по определению гидрологических расчетов, а также содержит методы максимальных расходов воды.

4. На гидрологическом посту р. Малиновка – с. Веденка выполняются наблюдения за уровнем воды. Для расчетных створов использовался метод определения расчетных характеристик при отсутствии данных наблюдений, для этого подобран аналог: р. Малиново – с.Ракитное, а также соблюдены все требования указаны в СП 33-101-2003. Для всех расчетов были использованы данные ФГБУ «Приморское УГМС». По результатам проведенных расчётов определена зона затопления рекой Малиновка села Веденка, которая составила 139,5г или 55% площади населенного пункта.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Выржиковский, В.К. Экспедиционные гидрологический исследования / В.К. Выржиковский, А.В. Плащев, В.А. Чекмарев - Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 280 с.
2. Горошков, И.Ф. Гидрологические расчеты / И.Ф. Горшков - Л. : Гидрометеиздат, 1979. –289 с.
3. Гидрологическая изученность, т.18, Дальний восток, вып.2 Приморье / гл. ред. И.С. Быкадорова. – Л. : Гидрометеиздат, 1964. – 82 с.
4. Клибашев, К.П. Гидрологические расчёты: учеб. пособие / К.П. Клибашев, И.Ф. Горошков. - Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 460 с.
5. Лучшева, А. А. Практическая гидрология: учеб. пособие / А. А. Лучшева. - Л. : Гидрометеиздат, 1976. – 440 с.
6. Лучшева, А. А. Практическая гидрометрия: учеб. пособие / А. А. Лучшева. - Л. : Гидрометеиздат, 1972. – 381 с.
7. Материалы по физической географии юга Дальнего востока, М.: Академия наук СССР, 1958- 342 с.
8. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том I, вып.21. Бассейн Уссури и рек Японского моря / гл. ред. Т.С. Шмидт. – Л.: Гидрометеиздат, 1986- 386 с.
9. Орлова В.В. Гидрометрия / В.В. Орлова - Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 460 с.
10. Основные гидрологические характеристики. Том 18, вып.3 / под ред. Е. Булаковской. - Л: Гидрометеиздат, 1966- 82с.

11. Основные гидрологические характеристики. Том 18, вып.3 / под ред. Е. Булаковской. - Л: Гидрометеиздат, 1977- 81с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР, том 18, вып.3 Приморье / под ред. А.П. Муранова. - Л.: Гидрометеиздат, 1972 – 452 с.
13. Чеботарев, А.И. Гидрология суши и расчёты речного стока / А.И. Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1953. – 563 с.
14. Чеботарев А.И. гидрологический словарь. / А.И. Чеботарев - Л. : Гидрометеиздат, 1978. – 308с.
15. Топографические карты масштабов: 1:100 000, 1:25 000, 1:2 000
16. Нормативные документы
17. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33 – 101 – 2003. – М. : Госстрой России, 2004. – 74 с.
18. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть I. РД 52.08.163-88. - Л. : Гидрометеиздат, 1975. - 264 с.
19. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып.2, часть - Л: Гидрометеиздат, 1975.-264 с.
20. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып.6, часть 1. - Л: Гидрометеиздат, 1978. - 364 с.
21. Методические рекомендации по измерению расхода воды рек аэрометодом» Л., Гидрометеиздат, 1974. – 356 с.
22. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений : УДК 556.048. – СПб. : ГГИ, 2009. – 193 с.

23. Инженерная гидрология [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Ходзинская А.Г. - М. : Издательство АСВ, 2012. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785930938562.html>

ПРИЛОЖЕНИЯ



Рисунок А1 – Топографическая карта с. Веденка

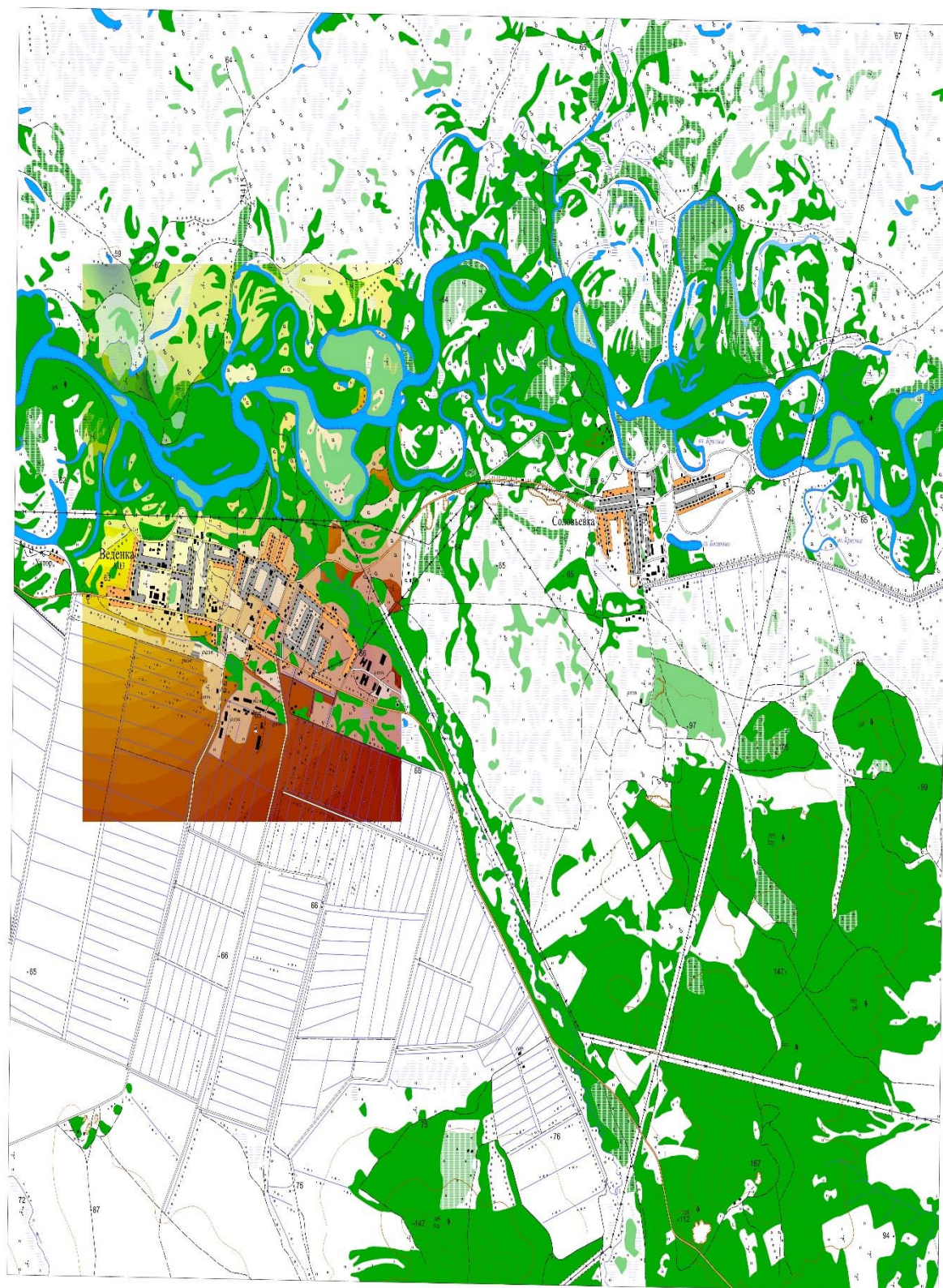


Рисунок – А2 Построение цифровой модели рельефа с помощью программного обеспечения Карта 2011 (панорама)

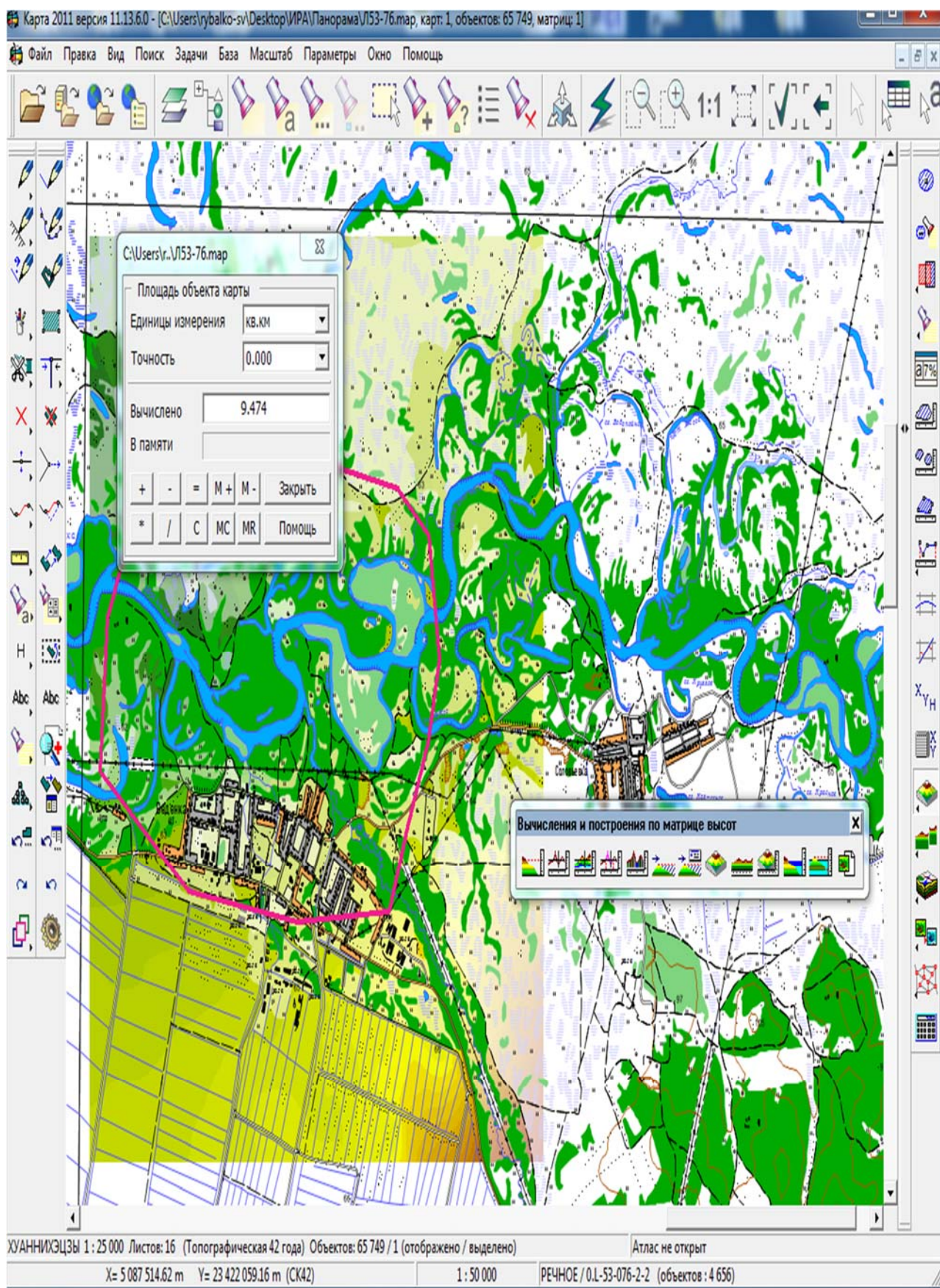
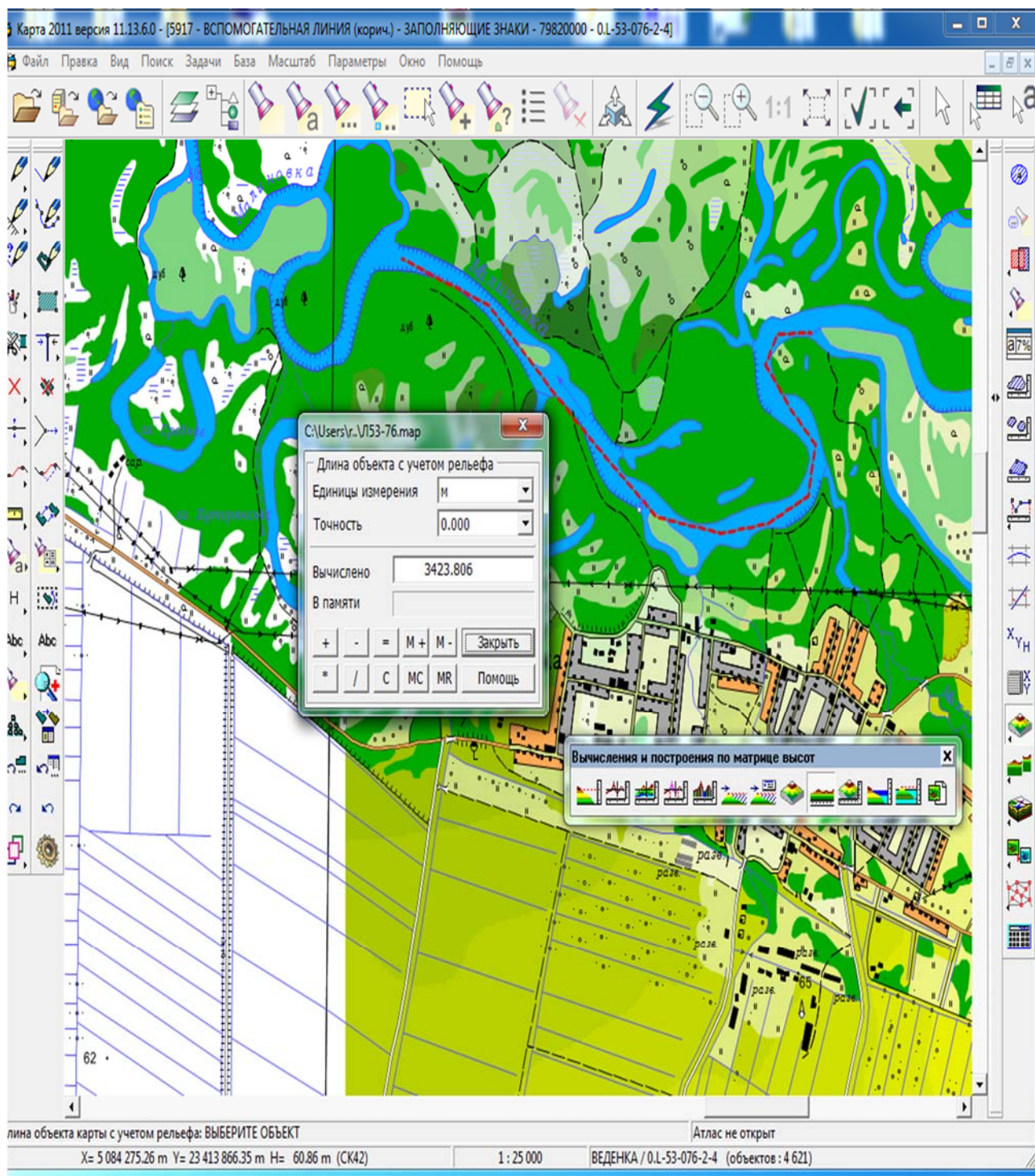


Рисунок Б1- Вычисление площади с помощью Гис приложения Карта – 2011 (панорама)



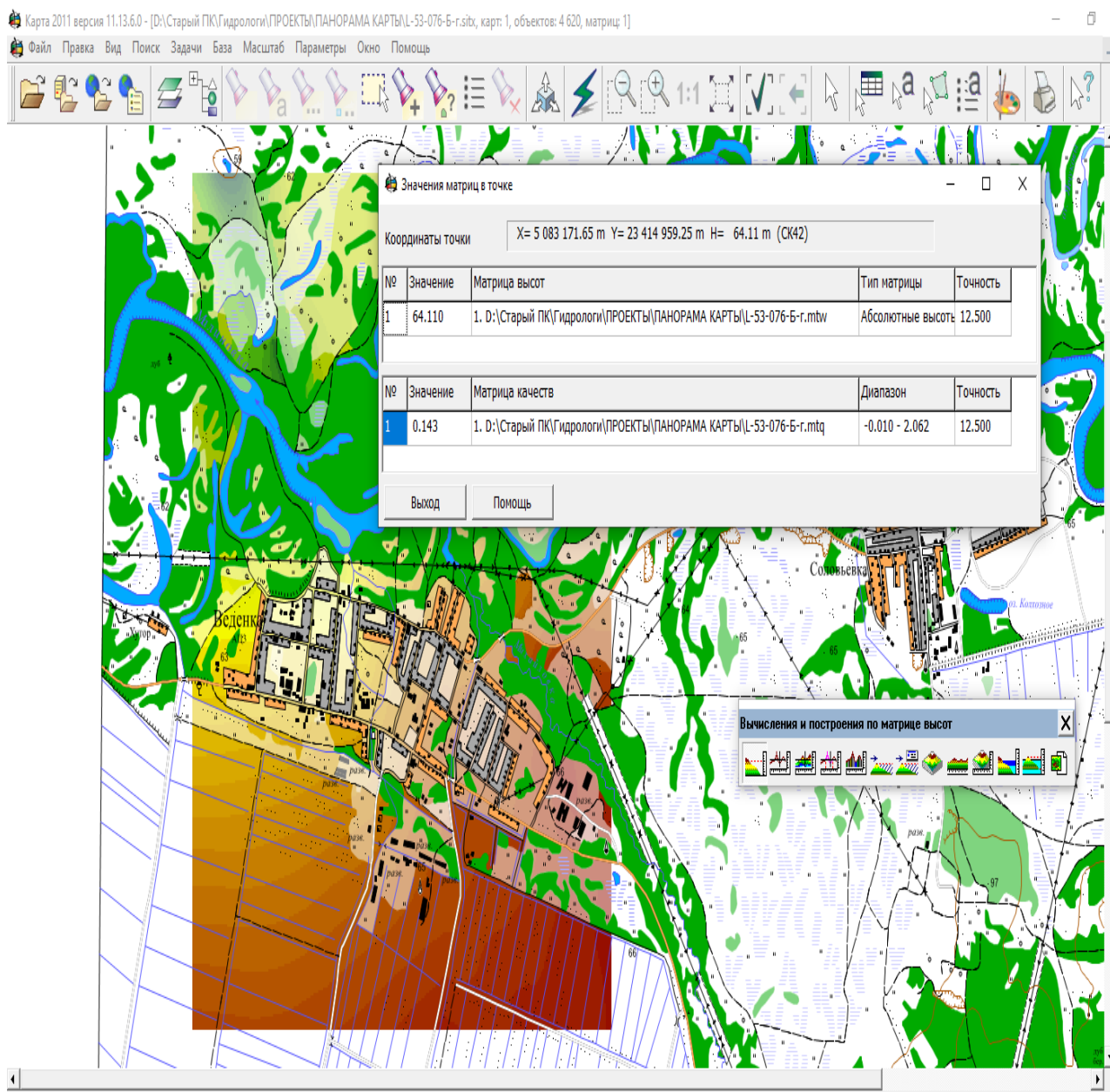


Рисунок – Б3 Определение высот с помощью карты.

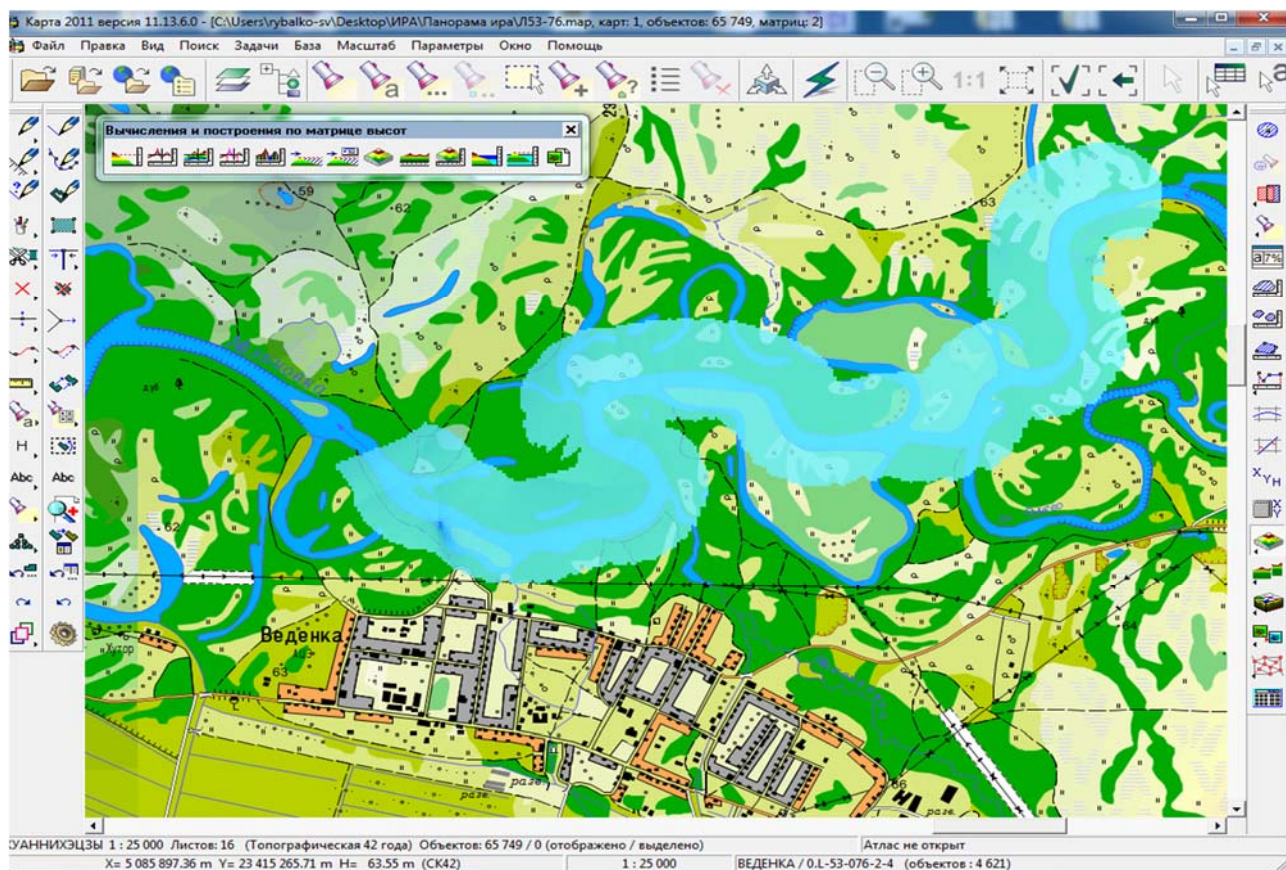


Рисунок – Б4 Визуализация подъема воды р. Малиновка на 2м

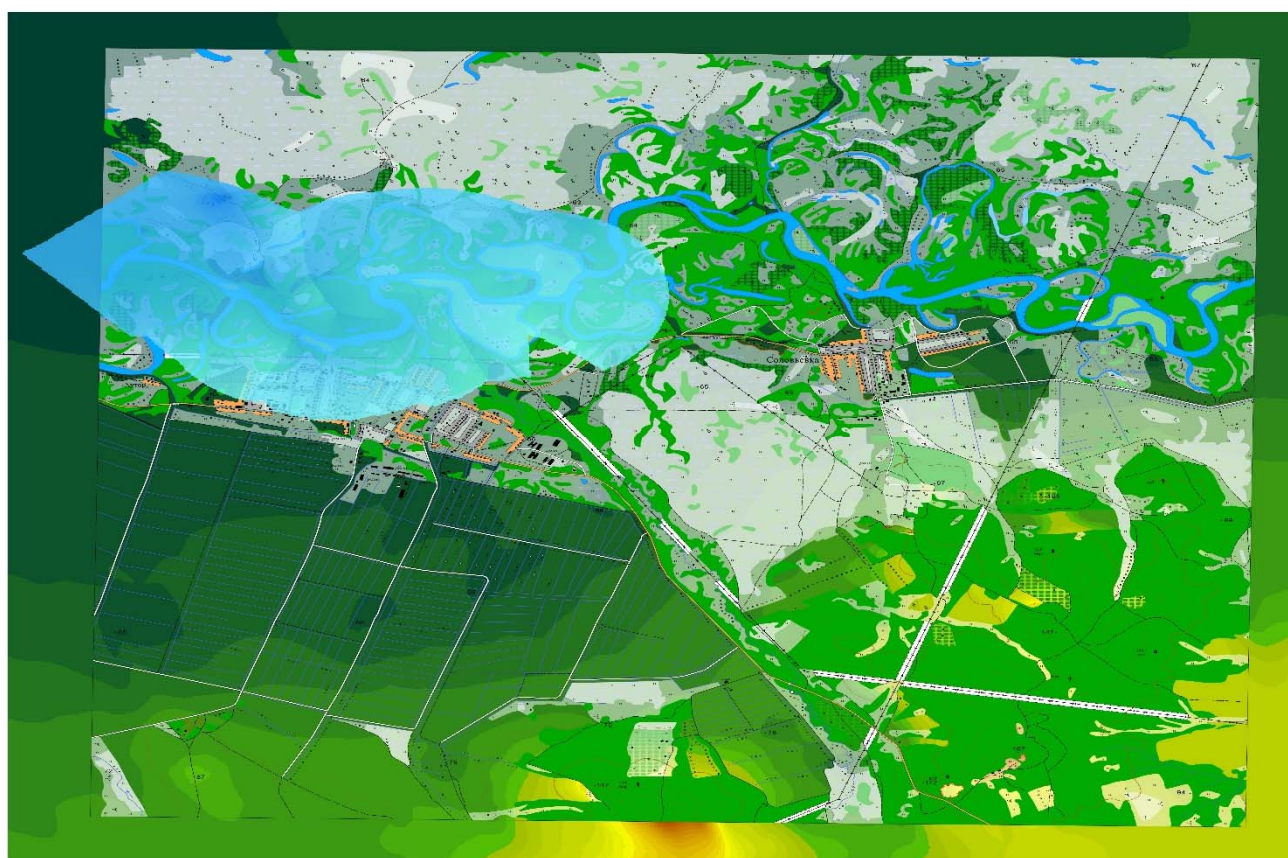


Рисунок – Б5 Визуализация подъема воды р. Малиновка на 4м

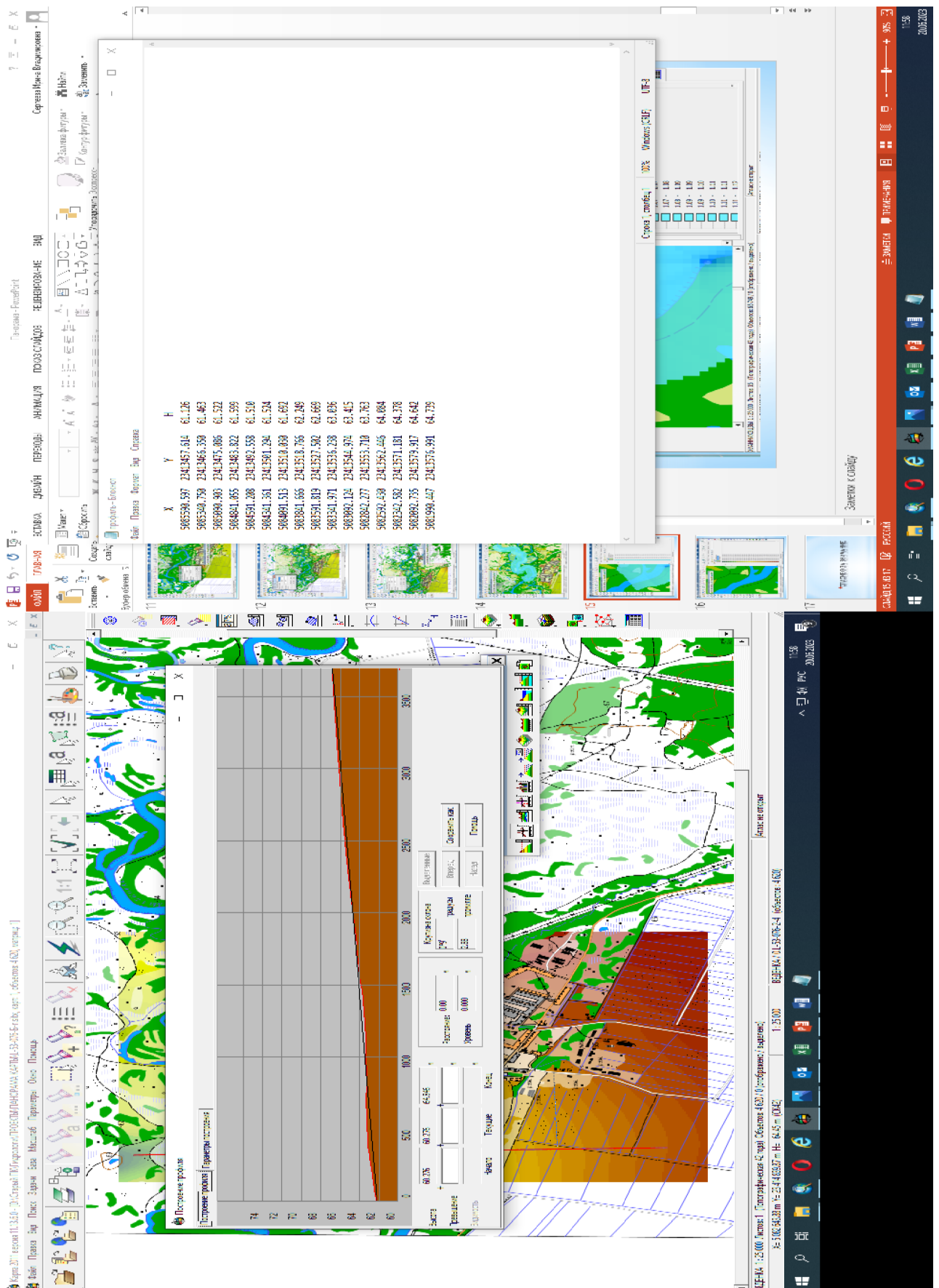


Рисунок Бб – Построение поперечного профиля с помощью Гис приложения Карта 2011 (панорама)