Министерство транспорта РФ

Новосибирская государственная академия водного транспорта

Кафедра водных изысканий и гидрогеологии

**Курсовая работа**

**по дисциплине «Водные изыскания и исследования»**

**Тема: «Исследование экологического состояния участка реки и анализ**

**русловых переформирований»**

Студент гр.-

Протодьяконова А.В.

Работа зачтена:

Преподаватель:

Шамова В.В.

Новосибирск-2010

**Содержание**

Введение

Раздел 1. Описание участка

Раздел 2. Построение и определение влияния розы ветров на исследуемый участок

Раздел 3. Анализ химического состава воды

Раздел 4. Построение графика связи уровней воды между гидропостами

4.1 Выбор соответственных точек по графикам колебания уровней воды

4.2 Расчет и анализ скорости добегания

4.3 Построение и анализ кривой связи уровней воды

Раздел 5. Построение кривых обеспеченности и выбор проектного уровня

Раздел 6. Построение линий свободной поверхности между гидропостами при максимальном и проектном уровнях воды

6.1 Построение линии свободной поверхности при максимальном уровне, определение падения и продольного уклона

6.2 Построение линии свободной поверхности при проектном уровне, определение падения и продольного уклона

Раздел 7. Построение и анализ продольного профиля русла по оси судового хода на исследуемом участке

7.1 Определение отметок максимального уровня

7.2 Определение отметок проектного уровня по уклону водной поверхности

7.3 Вычисление значений срезок на исследуемом участке

7.4 Определение отметок проектного уровня по значениям срезки, сравнение и анализ результатов

7.5 Построение и анализ продольного профиля русла по оси судового хода

Раздел 8. Исследование скоростного режима русла

8.1 Определение средней и размывающей скоростей течения

8.2 Исследование влияния на речной поток центробежных сил инерции на поворотах русла

8.3 Исследование влияния на речной поток отклоняющей силы вращения Земли

8.4 Определение расхода воды и расхода взвешенных наносов в поперечном сечении русла

Раздел 9. Анализ русловых переформирований

9.1 Построение сопоставленных планов

9.2 Построение совмещенных планов

9.3 Анализ русловых деформаций

Графическая часть

Заключение

Использованная литература

**Введение**

Водные изыскания, выполняемые в связи со строительством гидротехнических сооружений на водоемах, носят название гидротехнических изысканий. В зависимости от целей гидротехнического строительства они подразделяются на воднотранспортные, водно-энергетические, лесосплавные, мелиоративные и др.

Для производства изысканий технические участки имеют в своем составе специализированные и русловые изыскательные партии.

В реке большое число элементов находится во взаимодействии и составляет сложную систему. Если рассматривать любой водоток, даже на участке небольшой протяженности, длина которого может составлять от нескольких сот метров до нескольких километров, можно утверждать, что один участок не похож на другой, русло существенно меняется: изменяется глубина, ширина, средние скорости течения и скоростная структура потока в целом, состав донных отложений, тип берегов и т.д. Это разнообразие физической среды обуславливает разнообразие флоры и фауны.

В результате вмешательства человека, особенно когда результаты его носят глобальный в масштабах реки характер, происходит разрыв природного экологического цикла. Некоторые виды растений и организмов полностью исчезают или быстро уничтожаются. Последнее относится и к берегам рек, которые играют немаловажную роль в речной экосистеме, причем если глубины водного потока значительны, береговая среда играет первостепенную роль как зона перехода от водной среды к береговой.

В курсовой работе предлагается сделать анализ русловых деформаций по сопоставленным и совмещенным планам, построить продольный профиль по оси судового хода, исследовать скоростной режим участка съемки и дать анализ экологического состояния рассматриваемого участка реки с учетом влияния господствующих ветров.

**Раздел 1. Описание участка**

1) Название участка – р. Вилюй, 1064-1073 км от устья

Название переката – Балыктахский

2) Наличие островов – острова отсутствуют

Наличие осередков (длина и максимальная ширина) - длина осередка – 0, 375 км, ширина осередка – 0,05 км

3) Коэффициент извилистости:



Коэффициент разветвленности:

,



где длина рукавов и проток;



L- длина судового хода.

4) Гарантированная глубина:



5) Минимальная и максимальная ширина русла между нулевыми изобатами: на 1070,9 км



на 1072,8 км



6) Минимальная и максимальная ширина русла между изобатами гарантированной глубины:

на 1070,9 км



на 1069,9 км



7) Минимальная и максимальная глубины по линии судового хода:

на 1064,3 км



на 1072,4 км



8) Притоки - на левом берегу на 1071,2 км – руч. Куссугуй-Балыктах,

на правом берегу на 1073,1 км – руч.Тетинг-Юрюйе и

на 1070,3 км – руч.Улахан-Балыктах.

Водовороты – отсутствуют

Течения – имеется затяжное течение и свальное течение на 1066,8 км.

9) Затоны, пристани, существующие судоходные прорези и выправительные сооружения отсутствуют.

10) Длина участка: по судовому ходу – 6,75 км (1064-1073 км от устья)

11) Характеристика берегов:

Крутизна: крутые берега

Растительность: имеются кусты, луга и болота отсутствуют.

Состав грунтов: галечные берега

12) Причины образования переката: неравномерное размытие русла, оседание наносов и т. д.

13) Направление течения реки: река течет с запада на восток

14) Наличие пунктов плановой и высотной опорной сети:

На левом берегу на 1065,6 и 1068,6 километрах имеются перевальные знаки и на 1066,1 и 1067,6 километрах имеются ходовые знаки.

А на правом берегу ходовые знаки имеются на 1064,3 и 1071,3 километрах

15) Населенные пункты и другие объекты отсутствуют

**Раздел 2. Построение и определение влияния розы ветров на исследуемый участок**

Для построения розы ветров на исследуемом участке используются из гидрологического ежегодника или водного кадастра по ближайшему гидропосту, где проводились измерения силы ветра на высоте 10 метров анеморумбометром. Приводятся сведения о распределении ветра по направлению и скорости в целом за период, свободный ото льда. Таблица составлена по данным ежедневных 8-срочных наблюдений с береговой метеорологической площадки. Повторяемость ветра по градациям направления и скорости, выраженная в процентах от числа наблюдений, определялась по формуле

.,



Где n – число случаев повторяемости ветра данных интервала скорости и румба;

- число всех случаев измерений ветра за период.



Данные заносятся в таблицу 2.1

Таблица 2.1- Повторяемость направлений ветра по румбам в процентах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость ветра | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
| 1-3 | 5,2 | 2,2 | 3,5 | 11,0 | 3,0 | 4,1 | 10,6 | 3,7 |
| 4-5 | 1,5 | 0,2 | 0,8 | 1,4 | 0,1 | 0,5 | 3,8 | 0,6 |
| 6-7 | - | - | - | 0,2 | - | - | 0,3 | 0,2 |
| 8-9 | - | - | - | - | 0,1 | - | - | - |
| Сумма | 6,7 | 2,4 | 4,3 | 12,6 | 3,2 | 4,6 | 14,7 | 4,5 |

По данным таблицы 2.1 на миллиметровой бумаге строится роза ветров (см. рисунок 2.1). Для этого по направлениям восьми румбов в масштабе откладываются отрезки пропорциональные значениям повторяемостей ветра для каждого интервала скоростей. Указывается масштаб, который можно принять в 1 см – 2%. Из начала координат откладываются отрезки, соответствующие проценту повторяемости первого интервала скоростей, затем добавляются отрезки для второго интервала и так далее. Концы отрезков каждого интервала скоростей соединяются прямыми линиями. Поля розы ветров окрашиваются в разные цвета. Делаем анализ влияния ветра на экологическую обстановку рассматриваемого участка:

1) Изменение скорости течения реки в результате влияния ветра.

Из рисунка видно, что ветер на данном участке реки преобладают юго-восточные и западные ветра.

При юго-восточном ветре на 1065-1069 км. течение под влиянием ветра замедляется, так как ветер дует под углом, противоположно направлению течения реки.

При западном ветре на 1070-1073 км. течение под влиянием ветра ускоряется , так как направление ветра и направление течения реки совпадают.

2) Влияние населенных пунктов и сельского хозяйства.

Влияние юго-восточного ветра: выбросы предприятий в атмосферу под действием ветра попадут в русло реки, следовательно, строительство и эксплуатация промышленных предприятий по правому берегу реки на исследуемом участке запрещены.

Влияние западного ветра: на правом берегу нельзя строить промышленные предприятия, заводы, фабрики и производить обработку сельскохозяйственных угодий.

Их можно проводить только на левом берегу и только на 1065-1067 км.

3) Деформация берегов

При юго-восточном ветре на 1068,5-1071 км размывается левый берег.

При западном ветре на 1065-1067 км. размывается левый берег.

**Раздел 3. Анализ химического состава воды**

Вода обладает большой реакционной и растворяющей способностью. Природная вода представляет собой сложную динамическую систему, содержащую газы, минеральные и органические вещества, находящиеся в растворенном, коллоидном или взвешенном состоянии. Состав природных вод постоянно изменяется. Этому способствуют протекающие в них процессы окисления и восстановления, смешение вод различных источников, выпадения содержащихся в них солей в результате изменения температуры и давления, осаждения и взмучивания крупных и тяжелых частиц, обмена ионами между осадками и водой, обогащение подземных вод некоторыми микроэлементами и, наконец, вследствие микробиологических процессов.

Анализ химического состава воды производится по данным гидрологических ежегодников или водных кадастров, рассчитанных по методике, принятой в Гидрометслужбе. Общая жесткость и кальций определены трилонометрическим методом. Ионы хлора определены меркуриметрическим методом. Пробы воды при взятии консервировались хлороформом и 25% -ной серной кислотой.

Таблица 3.1 – химический состав воды в 1958 г р. Вилюй

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Дата взятия пробы |  |  | Содержание ионов, мг/л | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 09.04 | 8,13 | 0,0 | 45,7 | 14,7 | 128,7 | 60,5 | 134,6 | 10,4 | 0,06 |
| 2 | 15.05 | 342,0 | 0,0 | 25,2 | 8,6 | 51,2 | 33,3 | 87,9 | - | - |
| 3 | 23.05 | 9930,0 | 1,2 | 9,6 | 3,6 | 31,7 | 12.4 | 3,8 | - | - |
| 4 | 05.06 | 6930,0 | 5,7 | 7,8 | 1,3 | 18,9 | 5,6 | 0,6 | 4,9 | 0,15 |
| 5 | 30.06 | 1420,0 | 13,2 | 8,4 | 2,8 | 29,3 | 3.3 | 2,5 | 4,2 | 0,01 |
| 6 | 30.07 | 514,0 | 20,3 | 18,8 | 4,4 | 65,3 | 7,6 | 8,0 | 4,8 | 0,01 |
| 7 | 11.11 | 77,3 | 0,0 | 16,2 | 5,6 | 65,9 | - | 23,2 | 1,2 | 0,02 |
| 8 | 30.12 | 14,6 | 0,0 | 26,0 | 10,7 | - | - | 65,7 | 1,7 | 0.02 |

Таблица 3.2 – химический состав воды в 1969 г р. Вилюй

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Дата взятия пробы |  |  | Содержание ионов, мг/л | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 04.04 | 132,00 | 0,0 | 12,0 | 4,3 | 42,7 | 2,5 | 8,4 | 5,0 | 0,02 |
| 2 | 23.05 | 796,0 | 0,0 | 12,0 | 7,2 | 19,5 | 8,1 | 8,0 | 3,0 | 0,05 |
| 3 | 30.05 | 2300,0 | 0,2 | 13,6 | 3,5 | 22,6 | 3,3 | 8,0 | 3,5 | 0,10 |
| 4 | 20.06 | 444,0 | 17,3 | 15,8 | 4,0 | 41,5 | 6,7 | 6,7 | 4,1 | 0,02 |
| 5 | 06.10 | 113,0 | 1,6 | 12,0 | 4,5 | 48,8 | 7,4 | 9,4 | 3,3 | 0,01 |
| 6 | 13.11 | 112,0 | 0,0 | 12,8 | 5,1 | 33,0 | 6,9 | 13,6 | 4,3 | 0,02 |

По данным таблицы химического состава воды строятся графики изменения концентрации веществ по времени взятия проб за два года с интервалом в десять лет (см. Рисунки 3.1, 3.2, 3.4). Выполняется анализ графиков, определяются места возможных сбросов сточных вод (промышленные, сельскохозяйственные, бытовые), источники загрязнений (карьеры добычи строительных материалов, от движения судов и др.), определяются места максимальной концентрации загрязнений и делается вывод.

Вывод:

Наблюдения 1958 года показали, что содержания ионов в реке Вилюй были крайне неравномерны. Наибольшее количество концентрации наблюдалось 9 апреля и составляет 45,7 мг/л., что соответствует пику весеннего половодья, а минимальный уровень наблюдался 5 июня – на спаде половодья, т.е. в период летней межени и составляет 7,8 мг/л. График изменения концентрации в течении года носит переменный характер с повышением концентраций в периоды половодья и паводков и снижением в периоды межени и осеннего ледообразования.



В 1969 году максимальная концентрация зафиксирована 20 июня и составляет 15,8 мг/л во время летнего паводка и минимальная концентрация составляет 12,0 мг/л в периоды межени и в конце года. Если сделать анализ за десятилетний период в целом, концентрация уменьшилась. Можно заключить, что, промышленные предприятия либо закрылись, либо построили ( усовершенствовали) очистные сооружения.



Концентрация ионов Mg+2 за 1958 – максимальная – 14,7 мг/л в период пика половодья, а именно 9 апреля, а минимальная зафиксирована 6 июня и составляет всего 1 мг/л в период межени. В 1969 году наибольшее количество наблюдалось 23 мая и составляет 7,5 мг/л – на пике половодья, а наименьшее 20 июня и составляет 4,0 мг/л – в период межени. Если следить за тем, как концентрация меняется за десятилетний период, то концентрация Mg+2 снизилась. Причиной снижения стало закрытие предприятий, сбрасывающего загрязняющие вещества в реку.

Концентрации , и в 1958 году носят аналогичный характер в течении года: с наибольшими концентрациями в период паводка и минимальными в меженный период. За десятилетие концентрации снизились.



Максимальная концентрация наблюдается 5 июня на спаде половодья, а минимальная 30 июня и 30 июля - в периоды межени.



За десятилетний период концентрации всех веществ снизились за счет уменьшения сброса загрязняющих веществ, улучшения очистных сооружений и вследствие закрытия предприятий, сбрасывающих загрязняющие вещества в реку.

**Раздел 4. Построение графика связи уровней воды между гидропостами**

**4.1 Выбор соответственных точек по графикам колебания уровней воды**

Для построения графика связи уровней воды между гидропостами используются данные ежедневных уровней воды из гидрологических ежедневников или водных кадастров, по которым строятся графики изменения навигационных уровней воды (см. рис. 4.1) по времени. По вертикальной оси откладываются уровни воды, а по горизонтальной – дни, месяцы навигационного периода. Построение графиков производится на одном формате разным цветом по каждому гидропосту. По графикам в результате анализа хода уровней воды на данном участке определяются соответственные уровни (максимальные пиковые и минимальные), значения которых заносятся в таблицу 4.1. При этом необходимо учитывать расположение гидропоста относительно течения.

**4.2 Расчет и анализ скорости добегания**

С графиков колебания уровней воды по горизонтальной оси снимается время добегания волны t в сутках и часах (см. табл. 4.1), вычисляются скорости добегания по формуле: C = L/t, где L-расстояние между гидропостами, км.

L=1149-944=205 км.

Расчет выполняется в табличной форме (см. табл. 4.1.).

Таблица 4.1 - Расчет скорости добегания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ точек | 1/1’ | 2/2’ | 3/3’ | 4/4’ | 5/5’ | 6/6’ | 7/7’ | 8/8’ | 9/9’ | 10/10’ | 11/11’ | 12/12’ | 13/13’ | 14/14’ | 15/15’ |
| Верхний г/п № 163 | 252 | 262 | 195 | 435 | 220 | 428 | 397 | 510 | 175 | 185 | 160 | 215 | 197 | 215 | 195 |
| Нижний г/п № 164 | 685 | 705 | 692 | 806 | 765 | 780 | 640 | 675 | 610 | 645 | 300 | 712 | 554 | 585 | 230 |
| t, сут. | 4 | 2 | 9 | 8 | 7 | 9 | 9 | 10 | 12 | 11 | 3 | 36 | 33 | 33 | 4 |
| t, час | 96 | 48 | 216 | 192 | 168 | 216 | 216 | 240 | 288 | 264 | 72 | 864 | 792 | 792 | 96 |
| С, км/час | 2,14 | 4,27 | 0,95 | 1,07 | 1,22 | 0,95 | 0,95 | 0,85 | 0,71 | 0,78 | 2,85 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | 2,14 |

Вывод:

Максимальная скорость добегания составила 4,27 км/час при уровне в верхнем г/п 262 см. и в нижнем г/п 705 см, минимальная скорость добегания составила 0,24 км/час при уровне в верхнем г/п 215 см. и в нижнем г/п 712см. Максимальные скорости добегания наблюдаются в период весеннего половодья, а минимальные – в период летне-осенней межени, следовательно, загрязнённая вода добегает быстрее весною и в начале лета, а медленнее уходит в конце лета и начале осени.

**4.3 Построение и анализ кривой связи уровней воды**

График связи уровней воды между гидропостами строится по данным табл. 4.1 на миллиметровой бумаге формата А3 или А4 (см. рис. 4.2). По вертикальной оси откладываются уровни воды по верхнему гидропосту, а по горизонтальной - по нижнему. По центрам тяжести проводится прямая связи уровней воды между гидропостами.

Из рисунка 4.2 видно, что разброс точек очень большой, значит русло неустойчивое.

**5. Построение кривых обеспеченности и выбор проектного уровня**

Построение кривых обеспеченности навигационных уровней воды по каждому гидропосту. Исходными материалами служат данные по уровням воды из гидрологических ежегодников.

Порядок выполнения расчетов.

1. По таблицам ежедневных уровней воды выбираются значения максимального и минимального уровней (для каждого гидропоста свои значения).
2. Вычисляется амплитуда колебания уровней воды .



1. Амплитуда разбивается на равные интервалы и определяется величина одного интервала , где k – количество интервалов (20 или 30).



1. Интервалы уровней записываются в таблицу 5.1 в убывающем порядке, каждый последующий интервал начинается с еличины на 1 см меньше предыдущего (см. таблицу 5.1 и таблицу 5.2), первый интервал начинается с максимального уровня , а последний заканчивается минимальным уровнем .



1. Для каждого интервала подсчитывается повторяемость в днях и обеспеченность в днях и процентах. За 100% принимается весь навигационный период.
2. По полученным данным строятся кривые обеспеченности (по нижним границам интервалов) для каждого гидропоста (см. рис. 5.1 и рис. 5.2).
3. По заданному проценту обеспеченности, зависящему от категории реки, определяются величины проектных уровней по каждому посту.

Расчеты:

=581 см



=158 см



А=581см-158см=423см

=423см/20=21,15 см



Таблица 5.1-Повторяемость и обеспеченность уровней воды (г/п №163)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Интервал (см) | Повторяемость | | Обеспеченность | |
| Дни | % | Дни | % |
| 1 | 581-560 | 3 | 2,03 | 3 | 2,03 |
| 2 | 559-540 | 1 | 0,68 | 4 | 2,70 |
| 3 | 539-520 | 1 | 0,68 | 5 | 3,38 |
| 4 | 519-500 | 3 | 2,03 | 8 | 5,41 |
| 5 | 499-480 | 2 | 1,35 | 10 | 6,76 |
| 6 | 479-460 | - | - | 10 | 6,76 |
| 7 | 459-440 | 1 | 0,68 | 11 | 7,43 |
| 8 | 439-420 | 7 | 4,73 | 18 | 12,16 |
| 9 | 419-400 | 6 | 4,05 | 24 | 16,22 |
| 10 | 399-380 | 6 | 4,05 | 30 | 20,27 |
| 11 | 379-360 | 1 | 0,68 | 31 | 20,95 |
| 12 | 359-340 | 2 | 1,35 | 33 | 22,29 |
| 13 | 339-320 | 1 | 0,68 | 34 | 22,97 |
| 14 | 319-300 | 3 | 2,03 | 37 | 25 |
| 15 | 299-280 | 2 | 1,35 | 39 | 26,35 |
| 16 | 279-260 | 3 | 2,03 | 42 | 28,38 |
| 17 | 259-240 | 14 | 9,46 | 56 | 37,84 |
| 18 | 239-220 | 12 | 8,11 | 68 | 45,95 |
| 19 | 219-200 | 39 | 26,35 | 107 | 72,29 |
| 20 | 199-180 | 38 | 25,68 | 145 | 97,97 |
| 21 | 179-160 | 2 | 1,35 | 147 | 99,32 |
| 22 | 159-140 | 1 | 0,68 | 148 | 100 |
|  | | 148 |  | | |

Таблица 5.2-Повторяемость и обеспеченность уровней воды (г/п №164)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Интервал (см) | Повторяемость | | Обеспеченность | |
| Дни | % | Дни | % |
| 1 | 806-780 | 5 | 4,24 | 5 | 4,24 |
| 2 | 779-750 | 8 | 6,78 | 13 | 11,02 |
| 3 | 749-720 | 3 | 2,54 | 16 | 13,56 |
| 4 | 719-690 | 9 | 7,63 | 25 | 21,19 |
| 5 | 689-660 | 6 | 5,08 | 31 | 26,27 |
| 6 | 659-630 | 11 | 9,32 | 42 | 35,59 |
| 7 | 629-600 | 6 | 5,08 | 48 | 40,68 |
| 8 | 599-570 | 2 | 1,69 | 50 | 42,37 |
| 9 | 569-540 | 4 | 3,38 | 54 | 45,76 |
| 10 | 539-510 | 3 | 2,54 | 57 | 48,31 |
| 11 | 509-480 | 8 | 6,78 | 65 | 55,08 |
| 12 | 479-450 | 3 | 2,54 | 68 | 57,63 |
| 13 | 449-420 | 4 | 3,38 | 72 | 61,02 |
| 14 | 419-390 | 2 | 1,69 | 74 | 62,71 |
| 15 | 389-360 | 5 | 4,24 | 79 | 66,95 |
| 16 | 359-330 | 3 | 2,54 | 82 | 69,49 |
| 17 | 329-300 | 8 | 6,78 | 90 | 76,27 |
| 18 | 299-270 | 5 | 4,24 | 95 | 80,51 |
| 19 | 269-240 | 12 | 10,17 | 107 | 90,68 |
| 20 | 239-210 | 11 | 9,32 | 118 | 100 |
|  | | 118 |  | | |

Расчет:

=806 см



=233 см



А=806см-233см=573 см

=573см/20=28,65 см



**6. Построение линий свободной поверхности между гидропостами при максимальном и проектном уровнях воды**

**6.1 Построение линии свободной поверхности при максимальном уровне, определение падения и продольного уклона**

Разность отметок водной поверхности в начале и конце рассматриваемого участка *Zн – Zк = Z*, называется падение. Если падение *Z* будет измерено в сантиметрах, а длина участка реки *L* – в километрах, то отношение величины падения к длине участка даёт осреднённое, на единицу длины, падение



*Zср = (Zн – Zк) / L, см/км,*



где: *L = lк – lн*;

*lк* , *lн* – значение продольной координаты (ось 1 направлена по течению).

Если падение и длину выразить в одних единицах длины – в метрах, то отношение даст безразмерную величину, называемую уклоном:

*Iср = (Zн – Zк) / L = Z / L*



Таблица 6.1 – Расчёт падений и уклонов при максимальном уровне

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование гидропоста | Высота нуля графика гидропоста | Расстояние между гидропостами по реке, км | Дата | Уровень над нулём графика, см | Отметка уровня, м | Падение | | Уклон |
| Общее, м | Осреднённое, м/км |
| Верхний №163 | 147,04 | 205 | 21.06. 1987 | Hmax1 =  581 | ZHmax1 =  152,85 | ZHmax=+15,07 | Zср = 0,074 | I=0,000074 |
| Нижний №164 | 129,72 | 205 | Hmax2 =  806 | ZHmax2 =  137,78 |

Построение линии свободной поверхности между гидропостами (см. рисунок 6.1) производится по отметкам максимального уровня воды, вычисленным по формуле

*ZHmax i = z “0” гр.i + ZHmax i*, м

где: *z “0” гр.i* – отметка нуля графика гидропоста, м;

*ZHmax i* – максимальный уровень воды, м.

Определение падения и продольного уклона в таблице 6.1.

Падение при максимальном уровне воды вычисляется по формуле

*ZHmax = ZHmax 1 – ZHmax 2*, м



где: *ZHmax 1* – отметка максимального уровня воды в верхнем №163 г/п;

*ZHmax 2* – отметка максимального уровня воды в нижнем №164 г/п.

Осреднённое падение определяется делением общего падения в метрах на расстояние между гидропостами *L* в километрах

*Zср. = ZHmax / L*, м/км.



Определяется уклон водной поверхности *Imax* (см. таблица 6.1).

**6.2 Построение линии свободной поверхности при проектном уровне, определение падения и продольного уклона**

Построение линии свободной поверхности при проектном уровне между гидропостами (рисунок 6.1) производится по отметкам проектного уровня воды, вычисленным по формуле

*ZHпр i = z “0” гр.i + Hпр. i*,

где: *Нпр.i* – проектный уровень воды по гидропосту, м.

Определение падения и продольного уклона производится в таблице 6.2.

Падение при проектном уровне воды вычисляется по формуле

*ZHпр = ZHпр. 1 – ZHпр. 2*, м,



где: *ZHпр. 1* – отметка проектного уровня воды в верхнем г/п №163;

*ZHпр. 2* – отметка проектного уровня воды в нижнем г/п №164.

Вычисляются осреднённое падение и уклон при проектном уровне

*zср. = ZHпр / L*, м/км.



Таблица 6.2 – Расчёт падений и уклонов при проектном уровне

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование гидропоста | Высота нуля графика гидропоста, м | Расстояние между гидропостами по реке, км | Уровень над нулем графика, см | Отметка уровня, м | падение | | Уклон |
| Общее, м | Осредненное, м/км |
| Верхний г/п №163 | 147,04 | 205 | 195 | 149,02 | ZHmax  =16,6 | Zср =  0,081 | I=  0,000081 |
| Нижний г/п №164 | 129,72 | 205 | 270 | 132,42 |

Вывод:

Уклон при проектном уровне больше уклона при максимальном уровне на 0,000007.

**7. Построение и анализ продольного профиля русла по оси судового хода на исследуемом участке**

**7.1 Определение отметок максимального уровня**

Отметки максимального уровня воды на каждом километре исследуемого участка русла определяются по формуле:

*ZHmaxn = ZHmax1 - Zn*,



где *ZHmax1* – отметка максимального уровня воды на первом гидропосту;

*Zn = Imax \* Ln* – падение на каждом километре при максимальном уровне;



*Ln* – расстояние от первого гидропоста до рассматриваемого километра;

*Imax* – уклон при максимальном уровне.

**7.2 Определение отметок проектного уровня по уклону водной поверхности**

Отметки проектного уровня воды на каждом километре исследуемого участка русла определяются по формуле:

*ZHпр. n = ZHпр. 1 - Zn*,



где *ZHпр. 1* – отметка проектного уровня воды на первом гидропосту;

*Zn = Iпр \* Ln* – падение на каждом километре при проектном уровне;



*Ln* – расстояние от первого гидропоста до рассматриваемого километра;

*Iпр* – уклон при проектном уровне.

**7.3 Вычисление значений срезок на исследуемом участке**

Вычисляются срезки по г/п

для первого поста *H1 = Hmax 1 – Hпр 1*;



для второго поста *H2 = Hmax2 – Hпр 2.*



Разница между *H1* и *H2* меньше 5 (1,53 < 5) (см. таблица 7.1), следовательно, срезка в верхнем сечении рассматриваемого участка определяется по формуле



*HB =* (H1 + H2) / 2



*HB =* (3,83 + 5,36) / 2 = 4,60 м



**7.4 Определение отметок проектного уровня по значениям срезки, сравнение и анализ результатов**

Определение отметок проектного уровня по значениям срезки производится по формуле:

*ZHпр n = ZHmaxn - Hn*,



где *ZHmaxn* – отметка максимального уровня воды каждого километра рассматриваемого участка;

*Hn* – срезка для каждого километра.



Расчеты:

1) =76 км; =77км; =78км; =79км; =80км; =81км;



2)



=0,000074\*76\*=5,624 м



=0,000074\*77\*=5,698 м



0,000074\*78\*=5,772 м



=0,000074\*79\*=5,846 м



=0,000074\*80\*=5,92 м



м



3)



4) :



*Z0 = 0,000081\*76 \* 103* = 6,156 м



*Z1 = 0,000081 \*77 \* 103* = 6,237 м



*Z2 = 0,000081 \*78 \* 103* = 6,318 м



*Z3 = 0,000081\*79 \* 103* = 6,399м



*Z4 = 0,000081 \*80\* 103* = 6,48 м



*Z5 = 0,000081 \*81\* 103* = 6,561 м



*5)Hпр: Zi = Zн - Zi*



*Z0 = 149,02 – 6,156*= 142,864 м

*Z1 = 149,02 –6,237* = 142,783 м

*Z2 = 149,02– 6,318* = 142,702 м

*Z3 = 149,02 – 6,399* = 142,621 м

*Z4 = 149,02 – 6,48*= 142,54 м

*Z5 = 149,02 – 6,561* = 142,459 м

6)



### Таблица 7.1 – Определение отметок проектного уровня

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № / № | Опреде ляемые величины | Верхний г/п №163 | № № километра | | | | | | Нижний г/п №164 |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ZHmax n | 152,85 | 147,226 | 147,152 | 147,078 | 147,004 | 146,93 | 146,856 | 137,78 |
| 2 | Hn | 3,83 | 4,362 | 4,369 | 4,376 | 4,383 | 4,39 | 4,397 | 5,36 |
| 3 | ZHпр. n | 149,02 | 142,864 | 142,783 | 142,702 | 142,621 | 142,54 | 142,459 | 132,42 |
| 4 | Zn | - | 4,362 | 4,369 | 4,376 | 4,383 | 4,39 | 4,397 | - |
| 5 | ZHпр. n | - | 142,864 | 142,783 | 142,702 | 142,621 | 142,54 | 142,459 | - |

Вывод:

Расчёты таблицы сделаны верно, так как *Hn = Zn*.



**7.5 Построение и анализ продольного профиля русла по оси судового хода**

По отметкам максимального уровня воды проводим линию свободной поверхности для максимального уровня, по отметкам проектного уровня проводим линию свободной поверхности для проектного уровня красного цвета (см. рисунок 7.1).

Вычисляем отметки дна на каждом километре рассматриваемого участка по формуле:

Zдна = *ZHпр n – hn*,

где ZHпр n – отметка проектного уровня, м;

hn – глубина по судовому ходу, м.

Отметки проектного уровня для промежуточных точек определяется пропорционально расстояниям.

Линия проектного дна проводим красным цветом по отметкам, полученным вычитанием минимальной гарантированной глубины hг из отметок проектного уровня:

*Zпр дна = ZHпр n – hг*

Zдна = ZHпр n – hn,

1. Zдна 0 = 142,864 – 2,5 = 140,364 м
2. Zдна 1 = 142,783-3,4=139,383 м
3. Zдна 2 = 142,702-2,82=139,882 м
4. Zдна 3 = 142,621-2,65=139,971 м
5. Zдна 4 = 142,54-2,7=139,84 м
6. Zдна 5 = 142,459-3,4=139,059 м

Zпр дна = ZHпр n – hг

1) Zпр дна 0 =142,864 – 1 =141,864 м

2) Zпр дна 1 =142,783– 1 = 141,783м

3) Zпр дна 2 =142,702– 1 = 141,702м

4) Zпр дна 3 =142,621– 1 = 141,621м

5)Zпр дна 4 =142,54 – 1 = 141,54м

6) Zпр дна 5 =142,459 – 1 = 141,459м

Вывод:

Землечерпательные работы на исследуемом участке не требуются, так как на протяжении участка отметки глубин дна не пересеклись с отметкой проектного дна.

**8. Исследование скоростного режима русла**

**8.1 Определение средней и размывающей скоростей течения**

В природе наблюдаются два режима течения жидкостей: ламинарный и турбулентный. Режим движения жидкости зависит от скорости течения и глубины потока. Турбулентный режим бывает установившимся и неустановившимся. Движение может быть равномерным и неравномерным. При равномерном движении средняя скорость течения в поперечном сечении русла определяется по формуле Шези

*Vср. =* ,



где *С* – коэффициент Шези;

*R* – гидравлический радиус, *R = w /* , м;



*I* – продольный уклон водной поверхности.

Коэффициент Шези зависит от шероховатости русла, глубины потока и от формы живого сечения. Для определения этого коэффициента используем формулу Маннинга:

*С = R1/6 / n*,

В приведенных формулах

n- коэффициент шероховатости, определяемый по формуле:

*n = kd1/6*,

*k* - коэффциент по В. М. Макееву равен 0,03;

*d* – диаметр частиц донных отложений.

R=W/-гидравлический радиус, м (для равнинных рек гидравлический радиус равен средней глубине hср=W/B);



W-площадь поперечного сечения русла,;



-длина смоченного периметра русла, м;



В - ширина русла, м;

H - глубина потока, м;

dср - средний диаметр частиц донных отложений, мм.

Рассматривается участок р. Вилюй на 590 км:

Вычисляем площадь поперечного сечения русла по формуле

*W = W1 + W2 + W3 + W4*, м2;



Смоченный периметр в поперечном сечении русла определяется:



=508 м



Теперь необходимо выполнить:

1. Определить коэффициент шероховатости русла;
2. Определить значение гидравлического радиуса;
3. Вычислить коэффициент Шези;
4. Вычислить среднюю скорость течения;
5. Построить поперечное сечение русла.

Расчеты:

1. *n = 0,03 \* 0,481/6* = 0,0264;
2. *R = 477,3 / 508* = 0,94 м;
3. *С = 0,941/6 / 0,0264* = 37,482 м0,5/с;
4. *Vср. = 37,482 \**  0,34 м/с



1. см. рисунок 8.1.

Средняя скорость течения *Vср* на вертикали, отвечающая состоянию предельного равновесия донных частиц, когда отдельные частицы срываются с места и перемещаются, но общего движения наносов ещё нет, называется неразмывающей. Она является предельной скоростью, отвечающей началу сдвига отдельных частиц, т.е. скоростью начала влечения и может быть определена с помощью следующих зависимостей.

Формула В. Н. Гончарова, которая по данным исследований ЛИВТа даёт на песчаных перекатах наилучшие результаты

*Vнр = 3,9 \* (d \* h / d95)0,2(d + 0,0014)0,3*,

где *h* – глубина потока, м;

*d* – средний диаметр донных частиц, м;

*d95* – диаметр частиц с обеспеченностью 95% по кривой гранулометрического состава, т.е. такой диаметр, который оказывается превзойдённым лишь у 5% частиц, м.

*Vнр = 3,9 \* (0,00048\*1,91 / 0,00066)0,2 \* (0,00048 + 0,0014)0,3* = 0,632 м/с

Скорость течения Vр, при которой движение донных наносов становится массовым, называется размывающей. Соотношение между размывающей и неразмывающей скоростями равно 1,30

*Vр = 1,30 \* Vнр*, м/с,

*Vр = 1,30 \* 0,632* = 0,822 м / с

Вывод:

Средняя скорость меньше размывающей скорости (0,34 м/с < 0,822 м/с), следовательно размыва дна в потоке не будет.

**8.2 Исследование влияния на речной поток центробежных сил инерции на поворотах русла**

При изменении направления потока возникают центробежные силы инерции, направленные по нормали к криволинейным линиям тока. Они приводят к образованию поперечного уклона *Iпоп*, направленного от вогнутого берега к выпуклому, и поперечных составляющих скорости, перпендикулярных к основному направлению стока вод.

Поперечный уклон определяется по формуле:

,



где *r* – гидравлический радиус (снимается с плана), м



Превышение уровня воды у вогнутого берега над выпуклым определяется произведением поперечного уклона на ширину русла:

*H = Iпоп \* B*,



где *B* – ширина русла, м

*H =0,0000098 \* 250* = 0,00245 м



Для определения величины поперечной составляющей скорости Vпоп. на вертикали, находящейся на повороте русла применяется формула К.И. Россинского и И.А. Кузьмина

*Vпоп = [(1,53 \* С2 \* Vср \* h) / (g \* r)] \* (y1/h)0,15 \* [(y1/h)0,3 – 0,80]*, м/с,

где *y1* – высота точки над дном, м;

*h* – глубина потока, м.

*1)(y1/h)* = V0,02 = *[(1,53 \* 37,4822 \* 0,34 \* 1,91) / (9,8 \* 2250)] \* (0,02)0,15 \* [(0,02)0,3 – 0,80] =* -0,017 м/с

*2)(y1/h)* = V0,2 = *[(1,53 \* 37,4822 \* 0,34 \* 1,91) / (9,8 \* 2250)] \* (0,2)0,15 \* [(0,2)0,3 – 0,80] =* -0,009 м/с

*3)(y1/h)* = V0,4 = *[(1,53 \* 37,4822 \* 0,34 \* 1,91) / (9,8 \* 2250)] \* (0,4)0,15 \* [(0,4)0,3 – 0,80] =* -0,002 м/с

*4)(y1/h)* = V0,6 = *[(1,53 \* 37,4822 \* 0,34 \* 1,91) / (9,8 \* 2250)] \* (0,6)0,15 \* [(0,6)0,3 – 0,80] =* 0,003 м/с

*5)(y1/h)* = V0,8 = *[(1,53 \* 37,4822 \* 0,34 \* 1,91) / (9,8 \* 2250)] \* (0,8)0,15 \* [(0,8)0,3 – 0,80] =* 0,008 м/с

*6)(y1/h)* = V1,0 = *[(1,53 \* 37,4822 \* 0,34 \* 1,91) / (9,8 \* 2250)] \* (1,0)0,15 \* [(1,0)0,3 – 0,80] =* 0,0126 м/с

Строим эпюру скоростей течения от действия центробежной силы (см. рис. 8.3: а).

**8.3 Исследование влияния на речной поток отклоняющей силы вращения Земли**

Из теоретической механики известно, что всякое тело, движущееся по поверхности Земли с некоторой скоростью, испытывает ускорение, называемое кориолисовым.

В северном полушарии сила Кориолиса направлена вправо под прямым углом к движению тела, а в южном – влево. Под её действием в реках северного полушария частицы воды отклоняются к правому берегу и создают превышение уровня воды у правого берега по сравнению с левым, а в южном-наоборот. Что, в свою очередь, приводит к возникновению в северном полушарии поперечной циркуляции с направлением поверхностных слоёв воды к правому берегу, а донных-к левому. Совместно с продольным течением жидкости поперечная циркуляция образуется в потоке спиралеобразное движение. В северном полушарии циркуляция направлена по часовой стрелке, если смотреть по течению, и осуществляется как на прямолинейных участках русла, так и на поворотах. На поворотах русла влево она складывается с циркуляцией, вызываемой центробежной силой, а на поворотах вправо она уничтожается, ослабляя действие более мощной циркуляции, имеющей противоположное вращение и возникающей под действием центробежной силы.

Рассматриваемая поперечная циркуляция наиболее интенсивно проявляется на больших реках в период половодья, так как и скорости течения и масса воды в этот период наибольшие.

Поверхность воды на прямолинейном участке потока устанавливается нормально к равнодействующей силы Кориолиса и силы тяжести.

*Iк = (0,0001456 \* Vср \* sin) / g*,



где - географическая широта, на которой расположен исследуемый участок реки, в град. (в нашем случае = 63° С. Ш.).



*Iк = (0,0001456 \* 0,34 \* sin63°) / 9,8* = 0,0000045

Превышение уровня воды у вогнутого берега над выпуклым определяется произведением поперечного уклона на ширину русла:

*H = Iк \* B*,



где *B* – ширина русла, м

*H = 0,0000045\*250=0,001125*



Для определения поперечной составляющей Vк скорости (на вертикали), возникающей под действием силы Кориолиса, К. И. Россинский и И. А. Кузьмин предложили следующую формулу

*Vк = (2,65 \* w \* С2 \* h \* sin) \* (y1/h)0,15 \* [(y1/h)0,65 – 0,89]*, м/с,



где *w* – угловая скорость вращения Земли, выраженная в радианах в секунду

(*w = 2 \* p / (24 \* 3600)* = 0,0000728 рад/с)

*1) (y1/h)* = *V0,02 = (2,65 \* 0,0000728 \* 37,4822 \* 1,91 \* sin*63°*) \* (0,02)0,15 \* [(0,02)0,65 – 0,89]* = -0,194 м/с

*2) (y1/h)* = *V0,2 = (2,65 \* 0,0000728 \* 37,4822 \* 1,91 \* sin*63°*) \* (0,2)0,15 \* [(0,2)0,65 – 0,89]* = -0,183 м/с

*3) (y1/h)* = *V0,4 = (2,65 \* 0,0000728 \* 37,4822 \* 1,91 \* sin*63°*) \* (0,4)0,15 \* [(0,4)0,65 – 0,89]* = -0,127 м/с

*4) (y1/h)* = *V0,6 = (2,65 \* 0,0000728 \* 37,4822 \* 1,91 \* sin*63°*) \* (0,6)0,15 \* [(0,6)0,65 – 0,89]* = -0,069 м/с

*5) (y1/h)* = *V0,8 = (2,65 \* 0,0000728 \* 37,4822 \* 1,91 \* sin*63°*) \* (0,8)0,15 \* [(0,8)0,65 – 0,89]* = -0,013 м/с

*6) (y1/h)* = *V1,0 = (2,65 \* 0,0000728 \* 37,4822 \* 1,91 \* sin*63°*) \* (1,0)0,15 \* [(1,0)0,65 – 0,89]* = 0,047 м/с

По полученным данным *Vпоп* и *Vк* строим эпюры *Vпоп* и *Vк* и суммарную эпюру поперечной циркуляции (от действия сил центробежной и Кориолиса) (см. рисунок 8.3).

**8.4 Определение расхода воды и расхода взвешенных наносов в поперечном сечении русла**

Для верхнего сечения исследуемого участка определяется расход воды и расход взвешенных наносов аналитическим методом.

Порядок выполнения работы:

1. Вычисляются скорости течения воды в каждой из пяти точек на пяти скоростных вертикалях и определяются средние скорости на каждой вертикали ( см. таблицу 8.1.)

n - число оборотов лопасти вертушки в 1 секунду

*n = N / t*, об/с, где:

*N* – сумма оборотов лопасти вертушки, об

*t* – время измерения, с

Вычисляются скорости во всех точках на вертикалях по уравнению вертушки

*v = a + b \* n*, м/с, где:

*a* и *b* – коэффициенты уравнения вертушки (*a* = 0,036; *b* = 0,755)

Средняя скорость на каждой вертикали вычисляется по формуле

*Vср = 0,1 \* (Vпов + 3 \* V0,2 + 3 \* V0,6 + 2 \* V0,8 + Vдно)*, м/с

1. Производится аналитическое вычисление расхода воды и площади живого сечения (по таблице 8.2)

Средние скорости течения между вертикалями определяются

*viср. = (vср. i-1 + vср. i) / 2*,

где vср. i-1 + vср. i – средние скорости на смежных вертикалях.

При этом для первой и последней частей живого сечения средняя скорость определяется умножением средней скорости на ближайшей вертикали на коэффициент, учитывающий распределение скоростей течения у берегов (в нашем случае принимаем коэффициент за 0,7).

Расходы воды через части живого сечения вычислим по формуле

*qi = wi \* viср.*, м3/с.

Общий расход воды определяется по формуле

*Q =* , м3/с.



Общая площадь живого сечения определяется по формуле

*W =* , м2.



1. По полученным данным дополнительно вычислим:

а) среднюю скорость в живом сечении

*Vср. = Q / W*, м/с

б) среднюю глубину живого сечения

*hср. = W \* B*, м,

где B – ширина русла.

Вычисление расхода взвешенных наносов аналитическим способом:

Порядок выполнения:

1. Определяются мутность и единичные расходы взвешенных наносов в каждой точке отбора проб, затем вычисляются аналитическим способом средние единичные расходы наносов на каждой вертикали. При этом принимается, что пробы на мутность отбирались в тех же точках, в которых проводилось измерение скоростей течения. Вычисления производятся в таблице 8.3.

Величины мутностей в точках отбора проб r определяются делением весового количества наносов на объём пробы

, г/м3,



где *P* – вес наносов, г;

*А* – объём пробы, см3.

Единичные расходы наносов в точках вычисляются по формуле:



*= v \** , г/(м2\*с),



где v – скорость течения в точке, м/с;

- мутность в той же точке, г/м3.



Средний единичный расход наносов на вертикали определяются по формуле:

, г/(м2 \* с)



2) По полученным данным аналитическим способом вычисляется общий расход взвешенных наносов по таблице 8.4:

Общий расход взвешенных наносов определяется по формуле:

*R =* , кг/с,



где *ri* – расходы наносов через части живого сечения между смежными вертикалями.

Средние единичные расходы наносов между вертикалями определяются по формуле

*=* , кг/с,



где - средние единичные расходы наносов на смежных вертикалях (см. таблица 8.3).



Для первой и последней частей живого сечения средний единичный расход определяется умножением среднего единичного расхода на ближайшей вертикали на коэффициент 0,7.

Расходы наносов через части живого сечения вычисляются по формуле

*ri = wi \* / 103*, кг/с



3) по полученным данным вычислим среднюю мутность в сечении

*= 1000 \* R / Q*, г/м3,



где R – расход взвешенных наносов, кг/с;

Q – расход воды, вычисленный аналитическим методом, м3/с.

### Таблица 8.1 – Вычисление скоростей в точках живого сечения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер вертикали | Расстояние от постоянного начала li, м | Глубина на вертикали hi, м | Точки измерения на вертикали | Суммарное число оборотов в точке, N, об. | Время измерения в точке, t, с | Число оборотов в 1 секунду n = N / t | Скорость течения в точке, м/с,  v = a + b \* n | Средняя скорость течения на вертикали, Vср. i, м/с |
| 1 | 25 | 1 | Поверхность | 120 | 163 | 0,74 | 0,59 | 0,52 |
| 0,2 | 120 | 167 | 0,72 | 0,58 |
| 0,6 | 80 | 116 | 0,68 | 0,55 |
| 0,8 | 80 | 148 | 0,54 | 0,44 |
| Дно | 60 | 144 | 0,42 | 0,35 |
| 2 | 75 | 3,6 | Поверхность | 140 | 145 | 0,97 | 0,77 | 0,64 |
| 0,2 | 140 | 149 | 0,94 | 0,75 |
| 0,6 | 100 | 128 | 0,78 | 0,62 |
| 0,8 | 100 | 153 | 0,65 | 0,53 |
| Дно | 80 | 160 | 0,50 | 0,41 |
| 3 | 225 | 1 | Поверхность | 140 | 136 | 1,03 | 0,81 | 0,72 |
| 0,2 | 140 | 137 | 1,02 | 0,81 |
| 0,6 | 120 | 130 | 0,92 | 0,73 |
| 0,8 | 100 | 126 | 0,79 | 0,63 |
| Дно | 80 | 134 | 0,60 | 0,49 |

### Таблица 8.2 – Вычисление расхода воды аналитическим способом

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер вертикали | Расстояние от постоянного начала li, м | Глубина на вертикали hi, м | Площадь сечения между вертикалями wi, | Средняя скорость | | Расход между вертикалями *qi*, м3/с | |
| На вертикали Vср.i, м/c | Между вертикалями , м/с |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Урез левого берега | 0 | 0 | 12,5 |  | 0,36 | 4,5 | |
| 1 | 25 | 1 | 0,52 |
| 110,4 | 0,58 | 64,03 | |
| 2 | 75 | 3,6 | 0,64 |
| 340,4 | 0,68 | 231,47 | |
| 3 | 225 | 1 | 0,72 |
| 14 | 0,5 | 7 | |
| Урез правого берега | 248 | 0 |  |
| W= | Q= | |
| Vср=0,64  hср=1,91 |

### Таблица 8.3 – Вычисление мутностей и единичных расходов взвешенных наносов в точках живого сечения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер вертикали | Расстояние от постоянного начала li, м | Глубина на вертикали  hi, м | Точки измерения на вертикали | Скорость течения в точке, v, м/с | Объём пробы, A, см3 | Вес наносов в пробе, P, г | Мутность в точке, , г/м3 | Единичный расход наносов в точке, , г/(м2 с) | Сред. ед. расход наносов на верт., |
| 1 | 25 | 1 | Поверхность | 0,59 | 3000 | 0,054 | 18 | 10,62 | 10,26 |
| 0,2 | 0,58 | 3000 | 0,052 | 17,3 | 10,03 |
| 0,6 | 0,55 | 3000 | 0,057 | 19 | 10,45 |
| 0,8 | 0,44 | 3000 | 0,066 | 22 | 9,68 |
| Дно | 0,35 | 3000 | 0,096 | 32 | 11,2 |
| 2 | 75 | 3,6 | Поверхность | 0,77 | 3000 | 0,067 | 22,3 | 17,17 | 14,80 |
| 0,2 | 0,75 | 3000 | 0,067 | 22,3 | 16,73 |
| 0,6 | 0,62 | 3000 | 0,071 | 23,7 | 14,69 |
| 0,8 | 0,53 | 3000 | 0,073 | 24,3 | 12,88 |
| Дно | 0,41 | 3000 | 0,079 | 26,3 | 10,78 |
| 3 | 225 | 1 | Поверхность | 0,81 | 3000 | 0,071 | 23,7 | 19,19 | 17,64 |
| 0,2 | 0,81 | 3000 | 0,066 | 22 | 17,82 |
| 0,6 | 0,73 | 3000 | 0,072 | 24 | 17,52 |
| 0,8 | 0,63 | 3000 | 0,085 | 28,3 | 17,83 |
| Дно | 0,49 | 3000 | 0,095 | 31,7 | 15,53 |

### Таблица 8.4 – Вычисление расхода взвешенных наносов в живом сечении русла

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № № вертикалей | Расстояние от постоянного начала li, м | Глубина  на вертикали hi, м | Средний единичный расход наносов на вертикали, , г/(м2 с) | Средний единичный расход наносов между вертикалями , г/(м2 с) | Площадь сечения между вертикалями wi, м2 | Расход наносов между вертикалями ri, кг/с |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Урез левого берега | 0 | 0 |  |  |  |  |
| 1 | 25 | 1 | 10,26 | 7,18 | 12,5 | 0,09 |
| 2 | 75 | 3,6 | 14,80 | 12,53 | 110,4 | 1,38 |
| 3 | 225 | 1 | 17,64 | 16,22 | 340,4 | 5,52 |
| Урез правого берега | 248 | 0 |  | 8,82 | 14  W = 477,3 | 0,12  R = 7,11 |

Средняя мутность в сечении

= 1000 \* 7,11 / 307 = 23,15 г/м3



**9. Анализ русловых переформирований**

**9.1 Построение сопоставленных планов**

На планах выбираются одноимённые реперы или постоянные пункты плановой опорной сети и отметим их на координатной сетке, при этом они должны занимать одинаковое плановое положение относительно координатных осей. После этого переносятся изобаты, линия судового хода, судоходные прорези, линии урезов, знаки судоходной обстановки и т.д.

На планах подписываем названия населённых пунктов, пристаней, перекатов, проток, притоков, островов; укажем направление течения (см. рисунок 9.1).

**9.2 Построение совмещённых планов**

Относительно постоянных точек плановой опорной сети проводятся линии берега, нулевые изобаты и изобаты гарантированной глубины. Совмещение планов по большему числу изобат не рекомендуется, т.к. этим полнота анализа не повышается, а чтение таких планов осложняется. При этом, чтобы удобнее выполнять анализ русловых деформаций, съёмки разных лет оформляются разными цветами, и изобаты гарантированной глубины рисуются пунктирной линией, а нулевые изобаты – сплошной линией. По расположению изобат определяются зоны размыва и намыва, которые заштриховываются в соответствии с условными обозначениями, представленными на чертеже (см. рисунок 9.2).

**9.3 Анализ русловых деформаций**

На затруднительных участках, в особенности в разветвлённых руслах, анализ многолетних русловых переформирований имеет определяющее значение для выбора варианта конкретного улучшения. На основе такого анализа определяется ведущий берег, а также выбирается направление судового хода и трассы.

При анализе переформирований русла необходимо не только зафиксировать его определённые изменения, но также выявить причины этих изменений и их закономерности. Анализ переформирований на затруднительном участке проводится по возможности в две стадии:

1. выявление общих тенденций развития русла на участке за длительный период времени;
2. детальный анализ переформирования отдельных элементов русла за последние два года.

На основе анализа в первом приближении определяется ведущий берег или ведущие берега.

Анализ сопоставленных планов съёмок проводим с помощью координатной сетки, которая даёт возможность исследовать для меандрирующих русел за интервал времен скорости размыва вогнутых и намыва выпуклых берегов; для русел побочневого типа определяется скорость перемещения побочней и осерёдков; на разветвлённых участках устанавливается зависимость интенсивности развития рукавов во времени.

По совмещённым планам устанавливаются:

1. недеформирующиеся части русла;
2. части русла, деформирующиеся примерно с одинаковой интенсивностью и в одном направлении;
3. части русла, деформации которых систематически меняются по интенсивности и по направлению;
4. интенсивность размыва вогнутых и нарастания выпуклых берегов, особенно в меандрирующих руслах, а также характер развития этого процесса во времени;
5. средние скорости движения побочней и осерёдков, особенно на участках с побочневым русловым процессом.

При наличии данных геологического строения участка совмещённые и сопоставленные планы анализируются одновременно с изучением геологического строения берегов русла и поймы, т.к. разница в многолетних переформированиях затруднительных участков является, главным образом, следствием двух факторов: особенностей планового очертания русла и геологии поймы.

В результате анализа сопоставленных и совмещённых планов устанавливаются общие тенденции развития русла по его длине, определяются направление и интенсивность деформаций по частям участка, даётся описание и размеры зон размывов и намывов правого и левого берегов.

**Анализ сопоставленных планов**

На участке 1064-1066 км по правому берегу на повороте увеличивается зона размыва, по левому берегу зона намыва. Осерёдок на 1066,7-1067,3 км смещается ниже по течению на 25 – 30 метров. Скорость перемещения осерёдка около 25-30 м/10 лет, аналогичная скорость при размыве и намыве берегов осерёдка; А также на 1069,5-1070,3 км. увеличивается зона размыва по левому берегу, а на правом берегу происходит намыв берега.

**Анализ совмещённых планов**

На участке 1071-1073 км берега не деформировались, а на всех остальных участках происходит деформация берегов примерно с одинаковой интенсивностью. А именно 1064-1066 км по правому берегу образовалась зона размыва, а по левому зона намыва и на 1069,5-1070,3 км по левому берегу зона размыва, по правому зона намыва.

**Заключение**

Мы провели анализ русловых деформаций по сопоставленным и совмещённым планам, построили продольный профиль по оси судового хода, исследовали скоростной режим участка съёмки и сделали анализ экологического состояния рассматриваемого участка реки с учётом влияния господствующих ветров.

**Список используемой литературы**

1. Шамова В.В. “Методические указания по курсовой работе для студентов специальности КИОВР гидротехнического факультета “Водные изыскания и исследования”, НГАВТ, г. Новосибирск – 99
2. Шамова В.В., Бортникова К.С. “Альбом планов участков реки Вилюй. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине “Русловые изыскания”, НГАВТ, г. Новосибирск - 08