Министерство образования РФ

Марийский государственный технический университет

#### Кафедра СТЛ

Курсовой проект на тему:

**Мелиорация лесосплавного пути и**

**гидротехнических сооружений.**

Выполнила студентка гр. ЛД-43

Романова О.Ю.

### Проверил ассистент

Роженцов А.П.

Йошкар-Ола

2000

## Задание на курсовой проект

**"Мелиорация лесосплавного пути".**

1 Характеристика лесосплавного пути.

1.1 Название реки и номер замыкающего створа *Кама (5)*

1.2 Характеристика водосборной площади:

-дерность *3%*;

-заболоченность *10%*;

-лесистость *70%.*

1.3 Характеристика участка, требующего улучшение:

-протяженность участка *от 1510 до 1590* от устья;

-средний уклон на участке *i=0,0009*;

-средний коэффициент шероховатости *h=0,025*.

1.4 Характеристика расчетного лимитирующего створа:

-положение створа *1570 км* от устья;

-водосборная площадь в створе *Fлс=2200 км2*;

-уклон свободной поверхности *I=0.0008*;

-коэффициент шероховатости *n=0.03*

2. Условия и требования лесосплава.

2.1 Вид лесосплава по реке *смешанный*.

2.2 Молевой лесосплав:

-осадка микропучка *0.56*;

-ширина микропучка -;

-длина микропучка -;

-дефицит лесопропускной способности в расчетном лимитирующем

створе *480 тыс. м3*

-директивный срок окончания молевого лесосплава *10.08*.

3. Возможные створы строительства плотин

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер створа | Положение створа, км от устья | Водосборная площадь *F* ,км2 | Пред. отметка подпоры, *Zпроц* |
| 1 | 1630 | 1600 | 18,1 |
| 2 | 3560 | 2100 | 19,6 |

4. Проектируемая плотина.

4.1 Участок под плотину показан на плане *N-4*.

4.2 Кривая расхода воды в створе плотины *Q=f(z)*, принята по типу *1*

4.3 Заданная пропускная способность лесопропускного устройства для молевого лесосплава *N=830 м3*

4.4 Грунт основания и берегов в створе плотины *суглинок.*

4.5 Сроки строительства плотины *1.08-31.03*

ВВЕДЕНИЕ

Важное место в единой транспортной системе страны занимает водный транспорт леса, который является весьма эффективным, а в некоторых районах единственным средством доставки лесных грузов потребителям.

Водный транспорт леса требует меньших капиталовложений, чем автомобильные и железнодорожные перевозки, так как при лесосплаве используется естественные водные пути – реки и озера. Однако лесосплав, как и другой вид транспорта, будет иметь высокие экономические показатели в том случае, если его путь находится в хорошем техническом состоянии. Лишь не многие реки в их естественном виде удовлетворяют всем требованиям лесосплава. Кроме того, уже в процессе эксплуатации реки, может потребоваться увеличение ее лесопропускной способности или габарита лесосплавного хода, произойти переформирования русла или изменение режима стока. В этих и других подобных случаях необходимо улучшения (мелиорация) лесосплавного пути.

Задачей мелиорацией лесосплавного пути является обеспечение различными техническими мероприятиями оптимальных условий лесосплава при определенном его виде и заданном объеме. Одним из наиболее эффективных методов улучшения реки является регулирование стока.

В заданном курсовом проекте рассматривается улучшение реки именно этим методом. Здесь решаются также вопросы как: получение гидрологической характеристики лесосплавного пути в объеме необходимом для проектирования мелиоративных мероприятий; просмотр возможных вариантов улучшения реки регулированием ее стока и выбор наилучшего из них; проектирование гидротехнического сооружения – плотина, обеспечивающей создание водохранилища.

**I. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОСПЛАВНОГО ПУТИ**

Для расчета гидравлических и гидрологических характеристик лесосплавного пути применяется методика для неизученных рек и отсутствии данных многолетних наблюдений за режимом реки с применением строительных норм 371-97, 356-96.

**1.1 Определение режима расхода воды в расчетном маловодном году.**

1.1.1. Расчет многолетних средних расходов воды.

Средний многолетний расход воды в расчетном створе устанавливается по зависимости:



*F* – площадь водосброса, в рассматриваемом створе реки, км2

*М0* – средний многолетний модуль стока, л/с с 1 км2 площади бассейна, определяемый при отсутствии многолетних наблюдений за стоком реки по карте изолиний среднего годового стока.

Определение среднего годового стока воды Q­0­, как и все последующие расчеты элементов гидрологического режима, проводятся для всех расчетных створов, т.е. для лимитирующего створа и створов возможного строительства плотины. Результаты расчетов представляются в табличной форме. (Таблица №1)

# Таблица №1

**Определение среднего многолетнего расхода воды.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование створов | F, км2 | М­0­ л/с к 1 км2 | Q­0­, м з/с |
| 1. Лимитирующий 2. Плотины №1 3. Плотины №2 | 1600  1300  1500 | 8,11  8,11  8,11 | 12,976  10,543  12,165 |

**1.2. Расчет средних годовых расходов воды маловодного года 90% обеспеченности**.

1.2.1. Установим коэффициент вариации годового стока на карте (рис.1.)



1.2.2. Вычислим коэффициент асимметрии для годового стока



1.2.3. Установим модульный коэффициент



*Ф* – отклонение ординат биноминальной кривой обеспеченности до середины

.(По таблице Ростера-Рыбкина) Ф=-1,24

Все расчеты сведем в таблицу №2.

# Таблица №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование товаров | F,  км2 | Q­0­,  м3/с | С­V | C­S | При обеспеченности Р=90% | | | |
| Ф | ФС­V | К­90% | Q­90%­,  М3/с |
| 1. Лимитирующий 2. Створ плотины №1 3. Створ плотины №2 | 2200  1600  2100 | 12,97  10,54  12,17 | 0,22 | 0,44 | -1,24 | -0,272 | 0,727 | 9,434  7,665  8,844 |

1.2.4 Средний расход воды заданной обеспеченности вычислим по формуле:



**1.3. Внутригодовое распределение стока для года 90 - % обеспеченности.**

Для проектирования лесосплавных объектов необходимо знать среднемесячные и среднедекадные расходы воды для расчетного маловодного года 90 % - ой обеспеченности, которые определяются по формуле:



-среднемесячные или средне декадные расходы воды в рассматриваемом створе, 

- модульные коэффициенты, характеризующие величину среднемесячных (средне декадных) расходов воды;

- среднегодовой расход воды заданной обеспеченности, 

При выборе модульных коэффициентов нужно установить, к какому району относится река, для которой составляется проект. В данном проекте река Кама , и потому коэффициенты принимаем по среднему Уралу.

Результаты вычислений сводим в таблицу №3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Створы | Среднемесячные (средне декадные) расходы воды, | | | | | | | | |
| I | II | III | IV | | | V | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Мод. коэф | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,25 | 5, | 7,0 | 3,6 |
|  | 1,42 | 1,42 | 1,42 | 1,89 | 2,83 | 2,36 | 47,1 | 66,1 | 33,9 |
|  | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,53 | 2,3 | 1,92 | 38,3 | 53,7 | 27,6 |
|  | 13,3 | 13,3 | 13,3 | 1,77 | 2,65 | 2,21 | 44,2 | 61,9 | 31,8 |

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Створы | Среднемесячные (средне декадные) расходы воды, | | | | | | | | | Среднегодовой, |
| VI | | | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 1 | 2 | 3 |
| Мод. коэф | 2,2 | 1,5 | 1,1 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 0,6 | 0,25 |
|  | 20,8 | 14,1 | 10,4 | 5,7 | 4,7 | 7,6 | 9,4 | 5,7 | 2,4 | 9,43 |
|  | 16,9 | 11,5 | 8,4 | 4,6 | 3,8 | 6,1 | 7,7 | 4,6 | 1,9 | 7,66 |
|  | 19,5 | 13,3 | 9,7 | 5,3 | 4,4 | 7,1 | 8,8 | 5,3 | 2,2 | 8,84 |

###### Продолжение таблицы 3

**1.4. Построение интегральной кривой стока в расчетных створах**.

При проектировании регулирования стока сплавных рек интегральные кривые строят, обычно за один расчетный год заданной обеспеченности, начиная с 1 января.

Все расчеты для построения интегральных кривых стока в расчетных створах сводим в таблицу №4

**Таблица №4**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетные величины | Среднемесячные (средне декадные) расходы воды, | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | II | III | IV | | | V | | | VI | | | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Ср. месячный или средне декадный расходы , | ,42 | 11,42 | 1,42 | 1,89 | 2,83 | 2,36 | 47,14 | 66,04 | 33,96 | 20,75 | 14,14 | 10,38 | 5,66 | 4,72 | 7,55 | 9,43 | 5,66 | 2,36 |
| 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,53 | 2,3 | 1,92 | 38,33 | 53,66 | 27,59 | 16,86 | 11,5 | 8,43 | 4,6 | 3,83 | 6,13 | 7,67 | 4,6 | 1,92 |
| Объем стока за расчетный промежуток времени  , млн.м3 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 1,63 | 2,45 | 2,04 | 40,73 | 57,06 | 29,34 | 17,93 | 12,23 | 9 | 14,72 | 12,27 | 19,63 | 24,52 | 14,72 | 6,14 |
| 3 | 3 | 3 | 1,32 | 2 | 1,66 | 33,12 | 46,36 | 23,84 | 14,57 | 9,94 | 7,28 | 11,96 | 9,96 | 15,94 | 19,94 | 11,96 | 5 |
| Объем стока на конец расчетного промежутка времени (нарастающим итогом)  V, млн.м3. | 3,7 | 7,4 | 11,1 | 12,73 | 15,18 | 17,22 | 57,95 | 115,01 | 144,35 | 162,28 | 174,51 | 183,51 | 198,23 | 210,5 | 230,13 | 254,65 | 269,34 | 275,51 |
| 3 | 6 | 9 | 10,32 | 12,32 | 13,96 | 47,1 | 93,46 | 117,3 | 131,87 | 141,81 | 149,09 | 161,05 | 171,01 | 186,95 | 206,89 | 218,85 | 223,85 |

Правильность вычислений можно проверить: объем интегрального стока на конец декабря должен быть равен объему годового стока, вычисленному по формуле:

 с допустимым расхождением 2-3%.









По данным последней строки таблицы №4 строим интегральные кривые стока для лимитирующего створа и створа плотины №1



Рис. 2. Интегральная кривая стока для лимитирующего створа и створа плотины №1.

По данным первой строки таблицы №4 построим гидрограф реки Кама в расчетном лимитирующем створе. (рис. 3)



Рис.3. Гидрограф в расчетном лимитирующем створе

**1.5 Расчет максимальных расходов воды в створах проектируемых сооружений.**

Этот расчет необходим для расчета отверстий плотин и определения условий пропуска воды в период строительства.

Для лесосплавных плотин IV класса капитальности отверстия которых рассчитываются на пропуск максимальных расходов 5%-ой обеспеченности  и проверяются на пропуск максимальных расходов 1%-ой обеспеченности. Кроме того, во время строительства лесосплавной плотины *IV* класса капитальности проверяется на пропуск дождевого паводка с расходом воды 20%-ой обеспеченности.

* + 1. Определение расчетных максимальных расходов малых вод (весеннего половодья).

Максимальный расход талых вод с обеспеченностью Р%.



 - расчетный слой суммарного стока половодья обеспеченностью Р%, *мм*.

*F* – площадь водосбора в расчетном створе, км2

 - коэффициент дружности половодья, 

*n* – показатель степени, характеризующий уменьшение дружности половодья в зависимости от площади водосбора.

δ­1­ – коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода на реках, зарегулированных озерами;

δ­2­ – то же в залесенных и заболоченных бассейнах.

Расчетный слой стока половодья заданной обеспеченности.



- модульный коэффициент слоя стока половодья расчетной обеспеченности;

- средний многолетний слой стока половодья (мм), определяемый по карте изолиний (рис 4); =160 *м*



- коэффициент вариации слоя стока половодья, определяемый по карте изолиний. (рис.5)



Коэффициент асимметрии слоя стока половодья 



 

К­р5%­=1,77\*0,325+1=1,58 К­р1%­=2,68\*0,325+1=1,87

h­p5%­=1,58\*160=252,8 h­p1%­=1,87\*160=299,2





 - залесенность бассейна выраженная в процентах от площади водосбора бассейна;

 - заболоченность бассейна в процентах от площади водосбора.

δ­2­=1⋅0,8(0,05⋅65+0,1⋅5+1)=0,46

Створ плотины №1:





Створ плотины №2:





Расчет максимальных расходов и уровней воды для обоих створов плотин производим в таблице №5.

**Таблица №5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование створов | F, км2 | (F+1)n | ­k0 | hp­, мм | | δ­1 | δ­2 | Q­max­, | | УВВ, м | |
| 5% | 1% | 5% | 1% | 5% | 1% |
| Створ плотины №1 | 1600 | 3,38 | 0,007 | 252,8 | 299,2 | 1 | 0,46 | 385,3 | 456,1 | 18,1 | 18,3 |
| Створ плотины №2 | 2100 | 3,4 | 502,8 | 595,1 | 18,2 | 18,4 |

УВВ весеннего половодья расчетной обеспеченности определили для соответствующих максимальных расходов воды по кривой расходов в створе плотины, приводимой в задании.

* + 1. Определение максимального расхода воды дождевого паводка 20%-ной обеспеченности.

Максимальные расходы воды дождевого паводка заданной обеспеченности можно определить по упрощенной формуле профессора Д.Л.Соколовского:



*F* – площадь водосбора в створе плотины, *км2*

*S’*­­ – коэффициент, учитывающий влияние озерности и заболоченности бассейна, определяется из выражения:



 - соответственно площадь озер и болот в процентах от всей площади бассейна;

*В* – коэффициент, учитывающий географическое положение реки и зависящий от заданной обеспеченности определяемого расхода. *В* = 3,0



Створ плотины №1:



Створ плотины №2:



Установив величину максимального расхода воды дождевого паводка 20% - ной обеспеченности по кривой расходов , находим соответствующую отметку уровня высоких вод дождевого паводка расчетной обеспеченности. Все расчеты сводим в таблицу №6.

**Таблица №6**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование створов | F, км2 |  | В | S’ | , | УВВ обеспеченным |
| Створ плотины №1 | 1600 | 40 | 3,0 | 0,76 | 91,2 | 16,7 |
| Створ плотины №2 | 2100 | 45,83 | 104,5 | 16,9 |

* + 1. Построение кривой расхода в лимитирующем створе.

В пределах отметок поперечного профиля назначается три уровня на отметках *Z­1­, Z­2­, Z­3­* за начальный «нулевой» уровень *Z­0*­ принимается уровень нижней точки дна, для которого все гидравлические элементы сечения равны нулю. Для уровня вычисляются:

а) площадь живого сечения *ω м2*, располагающаяся от дна до данного уровня.

б) ширина русла по зеркалу воды на данном уровне, *В м*

в) средняя глубина , эквивалентная при широком русле гидравлическому радиусу R;

г) скоростной множитель 

д) средняя скорость потока , м/с

е) расход воды , 

Все результаты расчетов сводим в таблицу 7.

**Таблица №7**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ΔZ, м | ω, м2 | В, м | , м | С, | V, | Q, |
| 10,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 30,5 | 30,5 | 1 | 50 | 1,12 | 34,16 |
| 13 | 65,7 | 33,5 | 1,96 | 56 | 1,75 | 114,97 |
| 14 | 104,5 | 37 | 2,82 | 59,5 | 2,23 | 233,04 |

По данным таблицы №7 справа от поперечного профиля строим графики зависимостей  и  (рис. 6).



Рис.6.

**II Выбор и обоснование схемы регулирования стока реки**

**2.1. Определение сроков лесосплава на естественных уровнях и расчет необходимого его продления.**

Расчет проводится для наиболее неблагоприятного по условиям лесосплава (лимитирующего) створа, положение которого указано в задании. Эта задача решается в следующей последовательности:

* + 1. Определяется минимальная сплавная глубина.



Т – максимальная осадка сплавляемых единиц; *Т*=0,56

Z – данный запас, принимается 0.10 – 0.15 *м*

0,56+0,14=0,7 *м*

* + 1. Определяется минимальный сплавной расход воды в лимитирующем створе, при котором обеспечивается минимальная сплавная глубина , а при молевом сплаве, так же и минимальная эксплуатационная скорость 0.15 – 0.2 *м/c*.

Минимальный сплавной расход определяется по поперечному профилю лимитирующего створа и кривым расхода воды и скоростей, построенным для этого створа (рис.6).

В качестве расчетной величины принимается наибольшее из двух найденных величин. Уровень воды, отвечающий расчетной величине минимального сплавного расхода называется минимальным сплавным уровнем.(Мин. СУВ).

* + 1. Дата окончания лесосплава на естественных условиях определяется условием:



 - среднедекадный или среднемесячный расход воды в лимитирующем створе.

Начало сплава на естественных уровнях –1.V

Конец сплава на естественных уровнях – 31.V

Начало регулирования сплава –1.VI

* + 1. Сроки продления периода лесосплава за счет регулирования стока.

Определим часовую лесопропускную способность в лимитирующем створе:

 

 - коэффициент перехода от поверхностной скорости течения к скорости движения бревен в сжатом сечении лесосплавного хода.

 - средняя поверхностная скорость течения при минимальном сплавном расходе  ;



- сжатая ширина лесосплавного хода*, м*



*в* – ширина по зеркалу воды в лимитирующем створе при Мин. СУВ; *в*=29 *м*



ε - коэффициент использования ширины реки в сжатом сечении.

- предельный коэффициент заполнения лесосплавного хода в сжатом сечении;

*g* – объем лесоматериалов, плотно размещающихся на 1 *м2* акватории:



- средний диаметр бревен, *м*



Произведение коэффициентов  и ;

При  



Продолжительность молевого лесосплава на регулированном стоке (число часов эффективного дополнительного питания) *n*:



*Д* – дефицит лесопропускной способности, *м3*

Число суток, на которое должен быть продлен период лесосплава при возможности двухсменной работы, т.е. при сезонном регулировании стока:

 *суток*

14 – число часов лесосплава в сутки при двухсменной работе.

**2.2.Выбор варианта схемы регулирования стока**

2.2.1 Проверка возможности применения суточного регулирования.

Суточное регулирование стока следует применять только для продления сроков молевого лесосплава.

Первым критерием применимости суточного регулирования стока является предельная дальность действия попуска (). Эта величина обуславливается явлением распластывания волны и ограниченной продолжительностью попуска.

При среднем уклоне i = 0.0009 предельная дальность действия попуска будет:



Рис.7

Расчет ведем по створу плотины №1:



Следовательно, суточное регулирование невозможно.

2.2.2 Проверка возможности сезонного регулирования стока.

Сезонное регулирование стока может использоваться для продления периода молевого лесосплава.

Дата начала дополнительного питания соответствует началу расчетного интервала времени, следующего за окончанием периода лесосплава на естественных уровнях 1.VI. Дата окончания дополнительного питания 7.IV .

Средний расход в лимитирующем створе:



Средний за период расход воды дополнительного питания:



Для того, чтобы обеспечить дополнительное питание в течение периода , необходим полезный объем водохранилища:



Для этого объема соответствует отметка *∇ НПУ* (нормальный подпорный уровень) равная 17 *м*, что ниже 19,3 *м*. Следовательно, сезонное регулирование возможно.

После проверок делаем вывод, что принимается сезонное регулирование стока в створе плотины №1 на 1630 *км* от устья реки.

2.3. Водохозяйственный расчет по принятому варианту схемы регулирования стока.

Для выбранного варианта производится уточненный водохозяйственный расчет.

3.1. Сезонное регулирование стока.

1. Продолжительность периода дополнительного питания с 1.VI по 7.VI.
2. Весь период дополнительного питания разбивают на части (декады).

В нашем случае разбивка не требуются, т.к. дополнительное питание проводится в одну декаду.

1. В табличной форме производим расчет величины полезного объема водохранилища.

**Таблица №8**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № расчетного периода | Сроки расчетного периода | Продолжительность расчетного периода, ΔТ | Ср. за расчетный период расходы, | | |  | , |
|  |  |  |
| 1 | 1.06-7.06 | 6 | 25 | 24,27 | 0,73 | 378432 | 416275,2 |



Объем воды, полезно срабатываемый из водохранилища за данный период :



Полный объем воды, который должен быть запасен в водохранилище на данный расчетный период :



1. Выясним режим расхода воды из водохранилища в период дополнительного питания.

Зарегулированный расход воды, поступающей из водохранилища:



 - естественный расход в створе плотины за расчетный период, принимается по таблице 3.

Объем зарегулированного стока из водохранилища:



Результаты расчетов сводим в таблицу №9.

**Таблица №9**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № расчетного периода | Сроки расчетного периода | Продолжительность расчетного периода, ΔТсут | Ср. за расчетный период расходы воды, | | | , |
|  |  |  |
| 1 | 1.06-7.06 | 6 | 19.72 | 0.73 | 20.45 | 10601280 |

1. Проверяем обеспеченность зарегулированного режима стока в створе плотины естественной приточностью в маловодном году 90%-ной обеспеченности.

Чтобы не ухудшить условия лесосплава на естественных уровнях и обеспечить требующийся режим дополнительного питания, для створа плотины должно соблюдаться неравенство:



- объем годового стока (= 221854500 *м3*)

- объем зарегулированного стока за период дополнительного питания..

- объем стока за период сплава на естественных условиях, т.е. с начала лесосплава до начала дополнительного питания.

221854500>(10601280+127410000) 221854500>138011280

то есть условие выполняется.

1. Определим отметку уровня мертвого объема водохранилища (*УМО*)



- отметка уровня воды в нижнем бьефе плотины при зарегулированном расходе в последнем расчетном периоде дополнительного питания, когда водохранилище срабатывается до наинизшего уровня, т.е. до *УМО*.

*ΔZ* = 0,1-0,3 *м* – перепад уровней, необходимый для пропуска через плотину зарегулированного расхода. (ΔZ = 0,2 *м*)

Величину берем из таблицы №9, после чего определяем по кривой расхода в створе плотины №1.

= 16.1+0.2=16.3 *м*

 соответствует мертвому объему =1000000  ( нашли по кривой расхода водохранилища *W=f(Z)*).

1. Находим полный объем водохранилища как сумму мертвого и полезного объемов.



Рис.8 Определение основных параметров водохранилища

=1+10,6 =11,6 *млн.*

Полному объему водохранилища соответствует  установленная по кривой объема.

 - условие выполняется. 18.2<19.3

**III Проект лесосплавной плотины**

3.1. Исходные данные.

а)  385.33 м3/с 2. а) 18.1 м

б)  91.2 м3/с б) 16.7 м

в)  20.45 м3/с в) 16.1 м

456.06 м3/с

3. 18.2 м 16.3 м

4. Грунт суглинок

5. Заданные сроки строительства с 1.08 по 31.03

Тип кривой



Рис. 9. Кривые расходов воды в створе плотины Q=f(Z)



Рис. 10 Участок под плотину-план №

3.2. Выбор створа плотины.

Плотина размещается на участке наибольшего сближения крутых берегов долины с тем, чтобы иметь наименьшую длину дамб сопрягающих плотину с берегами. Непосредственно ниже створа плотины нужно иметь сравнительно прямолинейный участок реки с тем, чтобы не создавать условий для размыва берега и образования заторов леса в нижнем бьефе плотины.

Водопропускная часть плотины (водосброс) располагается перпендикулярно динамической оси потока и в наиболее пониженной части русла, чтобы обеспечить наилучшие условия для пропуска высоких вод.

Створ плотины №1 будут размещен на участке под плотину – план №4 рис.10.

3.3. Выбор типа и конструкции плотины.

Тип флютбета - свайный, т.к. напор на пороге плотины до 4.0 м, а грунт позволяет забивку свай.

Тип устоев – ряжевые.

Конструкция постоянных промежуточных опор – контрфорсные, шириной 0,4 – 0,7 м.

Конструкция ряжей – из бревен сплошной рубки.

Тип затворов – обыкновенные плоские щиты.

Тип моста – служебный.

3.4. Гидравлический расчет ширины отверстия плотины.

Водосливное отверстие плотины класса капитальности рассчитывается на пропуск максимального расхода 5%-ной обеспеченности и проверяется на пропуск максимального расхода 1%-ной обеспеченности. Кроме того, по эксплуатационным условиям отверстие плотины рассчитывается на пропуск зарегулированного расхода при минимальном напоре на пороге сооружения, т.е. при отметке уровня мертвого объема. Поскольку пропуск максимальных расходов происходит при полностью снятых щитах, отверстие лесосплавных плотин в гидравлическом отношении могут рассматриваться как водослив с широким порогом.

Расчет ширина отверстия лесосплавной плотины проводится в следующей последовательности.

3.4.1. Установим отметку порога водосливного отверстия по условиям лесосплава через створ плотины.



- минимальная сплавная глубина для соответствующего вида лесосплава;

-минимальный зарегулированный уровень воды в период лесосплава.

16.1 – 0.7= 15.4 *м*

Если через створ плотины производится только молевой лесосплав, как в данном случае, то  принимается для последнего расчетного периода.

Вычислив , находим напор на пороге плотины:

=18.2 – 15.4=2.8 *м*

3.4.2. Определим сжатую ширину отверстия из условия пропуска максимального расхода 5%-ной обеспеченности.

а) составим расчетную схему пропуска воды через створ плотины.

Так как = 18.2 выше , то принимаем следующую схему.



Рис.11. Расчетная схема к определению ширины отверстия плотины.

б) установим тип водослива с широким порогом по условию:

 (водослив не затопленный)

 2.7 *м*

 - напор на водосливе

2.8 *м;* 2.7<0.8⋅2.8; 2.7>2.24

условие не выполняется, следовательно, водослив затопленный.

в) определим сжатую ширину водосливного отверстия плотины в случае затопленного водослива:



- максимальный расход воды 5%-ной обеспеченности; =385.33 *м3/с*

*m* – коэффициент расхода (0,36÷0,38); *m*=0,38

- полный напор на водосливе, который принимаем равным статическому напору *Н*; =2.8 *м*

- коэффициент затопления, принимается в зависимости от степени затопления.

0.96 находим 0.59



3.4.3. Так же определим сжатую ширину отверстия  из условия пропуска зарегулированного расхода при наинизшем уровне верхнего бьефа, т.е. при , используя следующую схему. (рис.12).



Рис. 12. Расчетная схема к определению ширины отверстия плотины.

В качестве расчетного расхода здесь берем в случае сезонного регулирования стока зарегулированный расход  для последнего расчетного периода.

20.45 *м3/с*

16.3-16.1=0.2 м



3.4.4. Выбираем расчетную сжатую ширину отверстия наибольшую из двух, т.е. 83 м

3.4.5. Определяем полную ширину отверстия  с учетом сжатия струн устоями и постоянными опорами. Находим ее по приближенной формуле:



ε = 0,85÷0,95 – коэффициент бокового сжатия.

83/0.95=87 *м*

**3.5. Лесопропускные устройства плотины и разбивка ее отверстия на пролеты**.

3.5.1. Определяем ширину лесопропускного устройства.

Число бревен, которые должны одновременно входить в отверстие лесопропускного устройства:



- заданная пропускная способность лесопропускного устройства плотины, 

 - скорость подачи бревен в лесопропускное устройство, *м/с* 0,5÷1,0 *м/с* =0,5 м/с

*d* – средний диаметр бревен, м d=0,7 *м*

*k* - поправочный коэффициент на неравномерность впуска;  *к*=0,6



Принимаем штуку.

Ширина лесопропускного устройства в свету.

*м*

0,1 м – зазор по ширине между соседними бревнами и между бревнами и стенками лесопропускного устройства.



Так как получилось, что <1,5 *м*, то, учитывая трудность подачи бревен в узкие отверстия и возможность их заклинивания, принимаем =1,5 *м*.

3.5.2. Устанавливаем тип лесопропускного устройства. Простейшим и наиболее удобным в эксплуатации типом является лесопропускное отверстие (ЛПО), с порогом на уровне порога плотины. Этот вид лесопропускного устройства применим, если



- расход воды через полностью открытое лесопропускное отверстие при отметке НПУ в верхнем бьефе.

- минимальный зарегулированный расход воды или минимальный расход попуска;

 = 20,45 *м3/с*

В этих условиях водослив всегда оказывается незатопленным и, следовательно,:



- сжатая ширина лесопропускного устройства;





условие выполняется, следовательно, устанавливаем лесопропускное отверстие шириной =1,5 *м*

3.5.3. Намечаем разбивку отверстия плотины между устоями на более мелкие пролеты путем устройства постоянных промежуточных опор – контрфорсов.

а) При установке постоянных промежуточных опор пролеты назначаются между контрфорсами .

б) Ширина отверстия между промежуточными сторонами в свету, с учетом толщины стен ряжевых опор и средней толщины контрфорсов, составляет: .

в) В результате разбивки отверстия плотины на пролеты для водосливного фронта плотины должно быть выдержанно условие:



с допустимым отклонением от +10 до –5 %

 

 

  

Отклонение составляет – 1,88%, что допустимо.

3.5.4. Вычерчиваем схему разбивки отверстия плотины на пролеты (рис.13)



Рис.13. Разбивка отверстия плотины на пролета контрфорсами.

3.5.5. Принятое отверстие плотины проверяем на пропуск максимального расхода воды 1%-ной обеспеченности - . Возвышение уровня верхнего бьефа над порогом плотины определяется по формуле:



В эту формулу подставляем фактическую величину 



Поскольку, не зная величину  нельзя определить, будет ли в этом случае водослив затоплен или нет, расчет ведется подбором.

Принимаем  и определяем , а затем находим отношение.

18,3 - 15,4=2,9 м

Если < 0,8 - расчет выполнен правильно. Если же > 0,8 – водослив затоплен и нужно задаваться .







* условие не выполняется.

Отметка подпорного уровня высоких вод 1%-ной обеспеченности:



**3.6. Расчет подземного контура плотины и боковой фильтрации.**

Размеры подземного контура плотины устанавливаются фильтрационным расчетом. Расчет ведется в следующей последовательности.

3.6.1. Выбираем тип подземного контура плотины, назначаем его предварительные размеры и вычерчиваем схему (Рис.14). В зависимости от напора сооружения (Н =2,8) и грунта основания (суглинок ) флютбет плотины устраиваем свайным. При назначении размеров подземного контура плотины руководствуемся следующими практическими формулами:

Длина предпонурной подушки 

Длина понура 

Длина водобоя 

Длина слива 

Длина рисбермы 

Глубина забивки королевого шпунта, отсчитываемая от отметки дна котлована  принимаем .

Глубина забивки понурного шпунта (также от дна котлована).



Общая глубина забивки шпунтов

 (2,5+2)<6 4,5<6

условие выполняется



Рис.14. Расчетная схема подземного контура плотины на свайном основании.

3.6.2. Вычисляем фильтрационный напор , под действием которого движется фильтрационный поток. Максимального значения эта величина достигает при полном напоре на плотине и закрытых щитах.



 - уровень воды нижнего бьефа при закрытых щитах, т.е. при Q=0 определяемый по кривой расхода в створе плотины.

3.6.3. Применяемые в п.6.1. размеры водонепроницаемых частей подземного контура проверяем по формуле Лена:



- приведенная длина водонепроницаемых частей подземного контура;

- длина вертикальных участков пути фильтрации;

- длина горизонтальных участков пути фильтрации;

- фильтрационный напор;

- коэффициент, характеризующий грунт в основании плотины, т.к. у нас суглинок, то С­0­ =2,5.







 13>8 

Может быть допущен небольшой запас в пределах 10-20%, следовательно условие выполняется.

3.6.4. Строим приведенную эпюру фильтрационного давления на флютбет и на основании ее определяем величину фильтрационного давления на понур и водобой (рис15)



Рис.15. Приведенная эпюра фильтрационного давления воды на флютбет плотины.

Для получения величины полного давления на водонепроницаемый элемент флютбета нужно учесть взвешивающее давление со стороны нижнего бьефа.



- возвышение горизонта воды нижнего бьефа при закрытой плотине под дном котлована.

м



  

 и - напор фильтрационного потока в начале и в конце контура с учетом взвешенного давления со стороны нижнего бьефа.



Величина противодавления на 1 пог.м. ширины понура и водобоя вычисляется по формулам:



- объем веса воды. (1,0 т/м3)

- длина понура, м

- длина водобоя, м

Расчет боковой фильтрации.







 14>8

условия выполняются.

**3.7. Статические расчеты основных элементов плотины.**

3.7.1. Расчет промежуточной стойки без подкоса.



Рис. 16 Схема к расчету промежуточных стоек.

Так как , то выбираем расчетную схему на рис.16.

Превышение центра верхней балки над НПУ:



-превышение центра верхней опоры над :



 - превышение  над НПУ



Расчетная длина промежуточной стойки:



*Н* - напор на пороге плотины при в ее верхнем бьефе, *м*.

Для того, чтобы все щиты в пролете имели одинаковую ширину необходимо, чтобы расстояние в осях стоек соответствовали равенству:



*L* - пролет в осях лицевых стен постоянных опор, м.

*k* - расстояние от оси лицевой стены опоры до оси коренной стойки; *k*=0,2

*n* - число промежуточных стоек в пролете.



Для принятых обозначений и выбранной схемы нагрузки верхняя и нижняя опорные реакции вертикальной стойки составляет:





- удельный вес воды (=1 т/м3).

Максимальный изгибающий момент возникает в сечении, отстоящем от центра верхней опорной балки на величину.



Значение максимального изгибающего момента находится по зависимости:



Требуемый момент сопротивления:



- расчетное сопротивление древесины при изгибе, *кг/см2*

=100 кг/см2

Типовое сечение деревянной промежуточной стойки выбирается по таблице 1[2]. При  выбираем сечение W=2843 cм3

 



3.7.2. Расчет свайного флютбета на сдвиг.

Сдвигающей силой является гидростатическое давление воды при закрытой плотине и наивысшем уровне верхнего бьефа, т.е. при . Устойчивость против сдвига создается за счет круглых свай и шпунтов, забитых в грунт основания и работающих на горизонтальную нагрузку.

Задача расчета - проверка принятой при конструировании схемы забивки свай, их сечений и глубины забивки.

Расчет ведется на ширину отсека флютбета  равной расстоянию между соседними продольными рядами свай, т.е. на один продольный ряд свай в пролете плотины.



Рис.18. Схема к расчету свайного флютбета на сдвиг.

 принимаем 

Расчетная сдвигающая сила при 



В пределах расчетной схемы имеется 7 свай площадью *F*, *м2* каждая и шпунтовые ряды толщиной  и , м, нагрузка приходящаяся на одну сваю или на каждый из шпунтовых рядов определяется по формулам:







Площадь сваи определяется по формуле:





Рис.19

Прочность грунта обеспечена при соблюдении следующих условий:





*h* - глубина забивки свай, *м*.

*d* - диаметр сваи, *м*

*а* - возвышение оси насадки над дном котлована. (*а*=0,5 *м*)

*m* - коэффициент зависящий от характера грунта.



 - удельный вес грунта, *кН/м3*

 - угол внутреннего трения грунта, *град*

При насыщении основания водой объемный вес грунта принимается во взвешенном состоянии.



 0,26<1,7

 2,5<2,8

 1,66<1,7

Глубину забивки свай принимаем 4 *м*, понурного шпунта 2 *м*, королевского шпунта - 2,5 *м.*

Максимальный изгибающий момент для сваи или шпунта в *тм*:







Прочность сваи или шпунта проверим по зависимости:

  

 - моменты сопротивления сваи и расчетные секции шпунта, см3







- расчетное сопротивление при изгибе, *кг/см3*

1000 *т/м3* 

 

Таким образом условия выполняются.

3.7.3. Расчет ряжевого устоя на сдвиг.

Ряжевые устои рассчитываются на сдвиг в сторону отверстия плотины под действием распора грунта береговой засыпки. Плоскость сдвига - верх насадок при свайном флютбете.:

Расчет ведется на секцию устоя, расположенного в самой узкой части между открылками. Ширина расчетной секции, *а* принимается равной продольному размеру ящика устоя, то есть расстоянию в осях его поперечных стенок.

Высота устоя:



 - отметка верха устоя, *м*

- отметка основания устоя*, м*

 



Рис.20 Расчетная схема ряжевого устоя и его основания.

Ширина ряжевого устоя в узкой его части берется в пределах *В*=(0,6÷1,0); *а*=1,5 *м*

В=0,6⋅4,8=2,88 м принимаем В=4 м.

Объем расчетной секции ряжа:

 

Объем деревянного каркаса ряжа:

 

Объем загрузки:

 

Вес деревянного каркаса ряжа и вес загрузки при водопроницаемых водобое и загрузке:

  

  

Сдвигающая сила - распор грунта засыпки со стороны берега или земляной дамбы:

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*



- высота устоя от плоскости сдвига, м.

а - ширина расчетной секции устоя, м.

,  - удельный вес и угол внутреннего трения грунта засыпки за устоем.



Сила сопротивления сдвигу берутся из двух компонентов:

а) силы трения деревянного каркаса расчетной секции устоя по насадкам или по ряжу флютбета:



-действующий вес ряжа расчетного отсека.

i - коэффициент передачи веса нагрузки на каркас.

- коэффициент трения ряжа по насадкам или по ряжу флютбета с учетом врубок; 

б) силы трения остальной части засыпки расчетного отсека по грунту основания:



- коэффициент трения засыпки ряжа по грунту основания; 

Устойчивость ряжевого устоя обеспечивается если выполняется условие:





условие выполняется.

7.4. Расчет свайного основания ряжевого устоя.

Задача расчета - подбор глубины забивки свай, поддерживающих устой.

Опрокидывающий момент относительно оси А-А (рис. 20)



Удерживающий момент:







Расстояние от лицевой стенки ряжа до пересечения равнодействующей вертикальных и горизонтальных сил R с основание ряжа:



Эксцентриситет равнодействующей:



Нагрузка на новую сваю в расчетной секции при одинаковом диаметре и глубине забивки всех свай:



n - число свай в расчетной секции устоя; n=3

х - расстояние от центра тяжести свайного основания до соответствующей сваи;

Отсчитывается в сторону отверстия плотины со знаком «+», в сторону берега «-».

  









Глубина забивки свай h и их диаметр d подбираются так, чтобы выполнялось условие:



 - допускаемая нагрузка на сваю;

, т

- допускаемое давление на грунт; 45т/м3

k - коэффициент зависящий от рода грунта; k=0,25

- удельный вес грунта; =1,9

h - глубина забивки свай; h=4м

F - площадь поперечного сечения сваи; 

d - диаметр сваи; d=0,2 м

U - периметр сваи; 

τ - удельное сопротивление трения грунта 45т/м3



 условие выполняется.

7.5. Расчет стоечного контрфорса.

Стоечные контрфорсы могут использоваться постоянные промежуточные опоры в пролете плотины.

При расчете контрфорса учитываются следующие силы:

1. Гидростатическое давление воды P­0­ на контрфорсе и на щиты, непосредственно на него опирающиеся.
2. Горизонтальная сила, передаваемая на контрфорс верхними опорными балками, на которые в смежных с рассчитываемым контрфорсом пролетах опираются промежуточные стойки.

Гидростатическое давление воды (т)



В=

- удельный вес воды;

Н - расчетный напор на пороге плотины

- расстояние между осями контрфорса и промежуточных стоек, м.



Расстояние в свету 

- ширина контрфорса; 0,5 м

L - ширина выбранной промежуточной стойки. L =0,25 м



Другая действующая на контрфорс горизонтальная сила:



 - число промежуточных стоек в смежных с расчетным контрфорсом пролетах; n=3

 - верхняя опорная реакция промежуточной стойки;



Контрфорс рассматривается как ферма, и поэтому все действующие силы считаются приложенными в узлах (рис.21)

С учетом этого, сила  раскладывается на две составляющие. При треугольной форме эпюры нагрузка :



Рис. 21. Расчетная схема контрфорса с одиночными подкосами.





Вертикальные составляющие , действующие по осям первой и второй стоек контрфорса и растягивающие эти стойки:





 - углы наклона к горизонту первого и второго подкосов контрфорса.

Стойки контрфорса проверяют на расстоянии усилиями : 

F - площадь поперечного сечения стойки.







Силы, действующие в подкосах контрфорса:









Подкосы контрфорса проверяют на сжатие усилиями  и на продольный изгиб, с учетом которого действительное напряжение определяется по формуле:



 - расчетные усилия в подкосе, кг

F - площадь поперечного сечения подкоса;

W - момент сопротивления сечения подкоса, см3

М - изгибающий момент

Е - наибольший эксцентриситет силы S относительно оси подкоса, м 





W=





7.6. Расчет нижних упорных брусьев.

Нижние упорные брусья воспринимают через поперечный распределительный брус горизонтальное давление от нижних концов промежуточных стоек и передают его через прямые зубья на продольные брусья.

Необходимая площадь смятия:



 - сила, равная нижней реакции промежуточной стойки.

 - коэффициент смятия поперек волокон на части длины. 



Высота упорного бруса по конструктивным соображениям берется в пределах: ; ширина его 

Примем , 



В конструкции примем 1 брус, т.к. 

Длина зуба  находится по допускаемому напряжению на скалывании вдоль волокон:



- допускаемое напряжение на скалывании вдоль волокон

Принимаем 

Приняв число зубьев n=2 и назначив высоту зуба  проверяем напряжение на смятие зуба вдоль волокон:



 - коэффициент смятия 100 кг/см2



условия выполняется.

7.7. Расчет щитов и выбор подъемников.

В качестве затворов низконапорных деревянных плотин используем скользящие щиты. (рис.22)



Рис. 22. Схема к расчету длины щита

Длина щита:



В - расстояние в осях промежуточных стоек;

Е - зазор между щитами и стойкой 0,01-0,02 м



Расчетная длина щита между условными точками опоры:







Расчет прочности производится для нижней доски нижнего щита, ширину доски принимаем .

Напор над центром этой доски:



Давление на один метр доски (Т/м)



Максимальный изгибающий момент ()



Необходимый момент сопротивления:



Толщина щита:



Принимаем толщину щита δ =

Высота щитов назначается так, чтобы усилие для подъема каждого из них было примерно одинаковым. Высоту нижнего щита назначают: 



Рис. 23. Схема к расчету высоты щитов.

Назначаем 

Гидростатическое давление на нижний щит (Т) при расчетном напоре Н (м).





Необходимое усилие для подъема щита - подъемные усилия.



G - вес щита с поковками, т

F - коэффициент трения между щитами и стойкой с учетом возможности загрязнения поверхности (дерево по стали- )





G =

T =

При подъеме щитов воротом усилие (Т); приложенное к его рукоятке. (Рис. 24)



r - радиус вала ворота; 0,1 - 0,15 м; r = 0,1 м

с - длина рукоятки от оси вала; 0,5-0,75 м

n - число рукояток (1 или 2)

η - КПД ворота; 0,8



Рис.24. Схема к расчету ворота.

N =

Т.к. в расчете получилось , то ставятся двое рабочих.

7.8. Расчет верхней упорной балки и служебного моста.

При проектировании верхнего строения плотины выбираем схему, когда верхняя упорная балка служит для подпирания верхних концов промежуточных стоек и работает только на горизонтальную нагрузку; служебный мост имеет самостоятельные прогоны. (Рис.25)



Рис. 25. Расчетная схема верхнего строения плотины.

1. верхняя упорная балка.
2. Прогон
3. Промежуточная стойка.

Верхняя упорная балка опирается на лицевые стены устоев, в нашем же случае на верхнюю насадку контрфорса. Таким образом, расчетный пролет верхней упорной балки  равен расстоянию в осях контрфорсов. Расчетная схема верхней упорной балки изображена на Рис.26.



Рис.26. Расчетная схема верхней упорной балки.

Находим максимальный изгибающий момент:



По максимальному изгибающему моменту устанавливаем необходимый момент сопротивления.



Число бревен, составляющих опорную балку находим из условия:



 - число бревен в упорной балке.

 - момент сопротивления одного бревна.

Для составления верхних упорных балок используем бревна , примем d = 0,28 м.

=

Число бревен возьмем 

Условие выполняется.

Верхняя упорная балка будет иметь вид: Рис.27.



Рис.27. Составление верхней упорной балки.

Расчет служебного моста, схема которого приведена на рис.28 ведем в следующей последовательности:



Рис.28 Схема служебного моста.

Доску полового настила рассчитываем на изгиб, как балку на двух опорах, на которую действует нагрузка от разрешенной массы . На доску шириной  на расстоянии между поперечинами  удельная нагрузка (т/м)

 т/м2

Максимальный изгибающий момент:



Момент сопротивления:



Толщина доски настила:



Конструктивно принимаем 

Поперечину рассчитываем как балку на двух опорах с пролетом .Ее равномерно распределенная нагрузка, передаваемая от настила.

 т/м



Находим максимальный изгибающий момент:



Момент сопротивления:



По конструкционным соображениям поперечины из бревен должны иметь диаметр не менее 16 см. (d = 16 см)

Прогон служебного моста рассчитывается как балка на двух опорах с тем же пролетом , что и верхняя упорная балка.



Сосредоточенная нагрузка на прогон от одной поперечины при двухпрогонном мосте:



Приходящаяся на один прогон сосредоточенная нагрузка от подъемного усилия Т и веса подъемника  приложена в данном случае посередине пролета (Рис.29)



для расчетной схемы на рис 29 строим эпюру изгибающихся моментов и определяем .



Рис. 29. Расчетная схема прогона служебного моста.

Максимальный изгибающий момент:



Момент сопротивления:



Прогоны делаем из бревен  принимаем d=28 см.



Количество бревен n=1, остальные прогоны конструктивно принимаем таких же размеров

.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной курсовой работе была получена гидрологическая характеристика лесосплавного пути в объеме, необходимом для проектирования мелиоративных мероприятий. Были рассмотрены возможные варианты улучшения реки регулированием ее стока., был выработан вариант сезонного регулирования стока. Была запроектирована плотина,. Которая в целом характеризуется как деревянная ряжевая плотина сквозной рубки на свайном основании с контрфорсами, отверстиями, перекрываемыми обыкновенными плоскими щитами по съемным стойкам со служебным мостом.

Запроектированная плотина обеспечивает создание водохранилища, что позволяет продлить сроки лесосплава.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. В.В.Савельев «Мелиорация лесосплавных путей и гидротехнические сооружения», М.:Лесная промышленность., 1982.
2. М.М.Овчинников «Мелиорация лесосплавных путей и гидротехнические сооружения». Методические указания. С-Петербург., ЛТА - 1996
3. П.Ф.Войтко «Мелиорация лесосплавных путей и гидротехнические сооружения». Методические указания к выполнению курсового проектирования, Йошкар-Ола, МарПИ, 1994
4. Савельев, Овчинников «Мелиорация лесосплавных путей и гидротехнические сооружения».Методические указания к курсовому проектированию., Л.: ЛТА, 1974.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение.................................................................................................................................

1. Гидрологическая характеристика лесосплавного пути................................................
   1. Определение режима расходов воды в расчетном маловодном году. ......................
   2. Построение интегральной кривой стока в расчетных створах. .................................
   3. Расчет максимальных расходов воды в створах проектируемых сооружений.........
   4. Построение кривой расхода в лимитирующем створе. ..............................................
2. Выбор и обоснование схемы регулирования стока реки. ............................................
   1. Определение сроков лесосплава на естественных уровнях и расчет необходимого его продления. .................................................................................................................
   2. Выбор варианта схемы регулирования стока. .............................................................
   3. Водохозяйственный расчет по принятому варианту схемы регулирования стока...
3. Проект лесосплавной плотины........................................................................................
   1. Исходные данные............................................................................................................
   2. Выбор створа плотины....................................................................................................
   3. Выбор типа и конструкции плотины.............................................................................
   4. Гидравлический расчет ширины отверстия плотины..................................................
   5. Лесопропускные устройства плотины и разбивка ее отверстия на пролеты.............
   6. Расчет подземного контура плотины и боковой фильтрации.....................................
   7. Статические расчеты основных элементов плотины...................................................

Заключение.............................................................................................................................

Литература..............................................................................................................................

Содержание............................................................................................................................