

Комплексное использование водных ресурсов

Методические указания по выполнению студентами контрольной работы



УДК 631.672 (07)
ББК 40.627. Я7
К 637

Составитель: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович.

Рецензент: Старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных машин Новосибирского ГАУ Луцик В.Г.

Методические указания для выполнения контрольных работ по дисциплине «Комплексное использование водных ресурсов» / Составитель: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович; Новосибирский ГАУ, Новосибирск 2022,-39 с.

Целью контрольной работы является закрепление теоретических знаний и практических навыков самостоятельного решения задач по Комплексное использование водных ресурсов; умения самостоятельно пользоваться научной и справочной литературой.

При выполнении работ студент должен проявить творческую инициативу в решении данной проблемы и уметь обосновать выводы и предложения.

Методические указания предназначены для студентов агрономического факультета по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

Утверждены учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол от 30.09. 2022 г. № 2)

Введение

Контрольная работа – часть учебного процесса, в течение которого учащийся вырабатывает навыки проектирования в области Комплексного использования водных ресурсов.

В контрольной работе по Комплексному использованию водных ресурсов решается комплекс взаимосвязанных вопросов, что позволяет студентам лучше усвоить трудные и важные разделы учебной программы.

Работа расширяет технический кругозор учащихся, приучает их творчески мыслить, делать технико-экономические сравнения, самостоятельно решать организационные, технические и экономические вопросы, пользоваться учебной и справочной литературой.

Состав и оформление контрольной работы

Контрольная работа по Комплексному использованию водных ресурсов состоит из пояснительной записки и графического материала. В состав пояснительной записки входят: титульный лист; задание; оглавление, текстовая и расчетная часть; список использованной литературы; Объем пояснительной записки составляет 11-20 страниц печатного текста. Она должна быть написана технически грамотным языком с выводами и конкретным обоснованием принятых решений по излагаемому вопросу. Обоснование должно быть в виде расчетов, ссылок на литературу, изложения мотивов, побудивших принять то, или иное решение.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (297 × 210 мм), чертежи и рисунки выполняются в карандаше, а также поясняют подрисуночными подписями; над таблицей указывают её номер и название, рисунки обозначаются в нижней части. Нумерация таблиц и рисунков сквозная.

Содержание контрольной работы

Контрольная работа состоит из следующих основных глав:

1. Проектирование водохранилища на плане: определение его месторасположения; выбор створа плотины; определение отметок нормально-подпорного уровня (НПУ), минимального уровня воды (MinУВ).
2. Расчет объема водохранилища.
3. Расчет земляной плотины.
4. Расчет водосбросов.
 - 4.1 Трубчатый водосброс.
 - 4.1 Расчет трубчатого водосброса.
 - 4.2 Водосброс с боковым сливом.
5. Агропромышленное производство.
 - 5.1. Сельскохозяйственное производство.

- 5.2. Поливной режим сельскохозяйственных культур.
- 5.2.1 Выбор расчётного года.
- 5.2.2 Определение испарения с водной поверхности.
- 5.2.3 Расчёт дефицита суточного увлажнения.
- 5.2.4 Определение поливных и оросительных норм.
- 6. Определение КПД оросительной системы и необходимого количества воды для орошения.
- 7. Водохозяйственные расчеты.
- 8. Разработка водоохранных мероприятий.
- 10. Приложения

Исходные данные для расчетов
(30 вариантов).

- 1. Топографический план участка с горизонталями (через один метр) в масштабе.
- 2. Сведения о водопотребителях.
- 3. Агрофизические свойства почвы орошаемого участка и погодные условия за ряд лет.

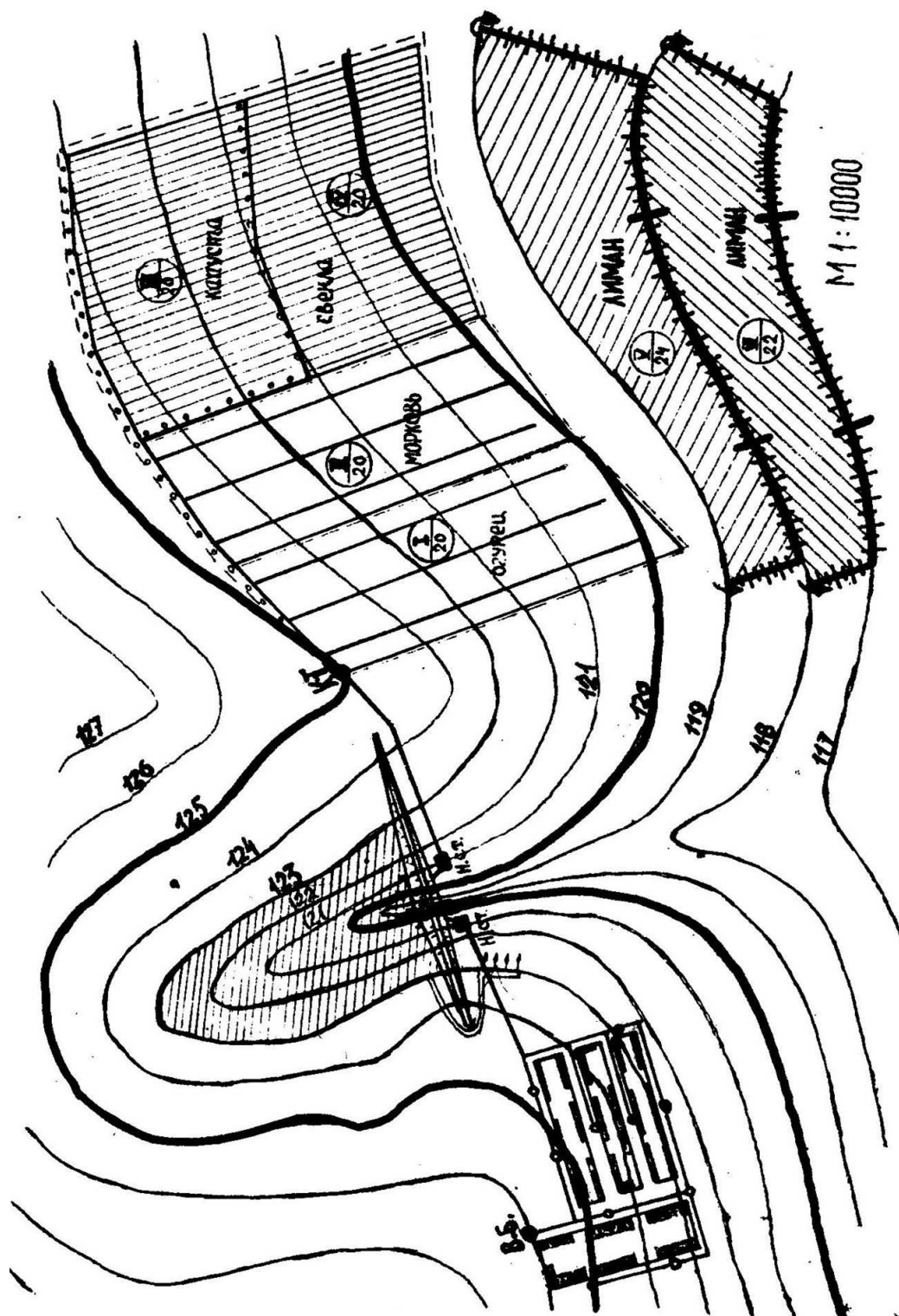


Рис.1. План участка

I. Проектирование водохранилища

Проектируемое водохранилище служит для орошения сельскохозяйственных культур и долевого летнего водоснабжения населенного пункта.

1. Створ будущей плотины выбирается с учётом следующих положений:

- водохранилище должно находиться ближе к орошаемому участку;
- плотина строится в наиболее узком месте, чтобы объем земляных работ был минимальным;
- водоем желательно располагать выше населенного пункта, чтобы в него не попадали сточные загрязненные воды;

2. Глубину воды в водоеме выбирают в пределах 3 - 7 м, при этом отметку нормально-подпорного уровня ($\nabla \text{НПУ}$) воды принимают с условием, чтобы в зону затопления не попадал населенный пункт. При этом за минимальный уровень воды (∇MinUB) принимается горизонталь, имеющая самую низкую отметку в сечении плотины. В данном примере (рис. 1)

$\nabla \text{MinUB}=119, \nabla \text{НПУ}=123$. Таким образом, глубина воды в водоеме составляет $H_B = \nabla \text{НПУ} - \nabla \text{MinUB} = 123 - 119 = 4$ м.

3. Насосная станция не должна затапливаться и может располагаться за плотиной, т.е. в нижнем бьефе на 1 м выше горизонтали, соответствующей минимальному уровню воды. Расстояние от основания плотины до насосной станции 30-50 м. С водоёмом насосная станция соединяется с помощью самотечной, или самотечно-всасывающей линий, по которой насос забирает воду из водохранилища для орошения сельскохозяйственных культур и долевого летнего водоснабжения населенного пункта.

2. Расчет объема водохранилища

Для обеспечения водой орошаемого участка и водопотребителей необходимо знать количество воды в проектируемом водоеме. Объем этот может быть определен по приближенной формуле:

$$V = K \times H \times B \times L, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где H —наибольшая глубина воды у плотины, м;

B —ширина водной поверхности у плотины, м;

L —длина пруда, м;

K —коэффициент, характеризующий форму балки, равен $1/4$ - $1/16$; при форме балки, близкой к горизонтальной, $K=1/16$; параболической— $K=1/4$.

Ширина, длина и глубина водоема определяются по плану и с учетом заданного масштаба.

Пример расчёта:

$$V = 1/5 \times 4 \times 420 \times 1050 = 352000 \text{ м}^3.$$

Более точно объём водохранилища определяют с помощью планиметра. Для этого определяется цена деления планиметра на квадрате со сторонами 10×10 см, а затем площади, ограниченные горизонталями и плотиной.

Топографический план участка с горизонталями выдается по заданию. Расчет сводится в табл.1.

Таблица 1. - Расчет объема водохранилища (графический способ)

| Горизонтالي | Площадь сечения, тыс. м ² | Средняя площадь между сечениями, тыс. м ² | Объем между сечениями, тыс. м ³ | Суммарный объем нарастающим итогом, тыс. м ³ |
|-------------|--------------------------------------|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Итого | | | | 352.00 |

Итак, объем пруда, вычисляется наиболее точно планиметром –352.00 тыс.м³, или с применением палетки, или геометрических фигур.

3. Расчет земляной плотины

Для отсыпки земляной плотины необходимо знать ее размеры, т.е. высоту, ширину гребня, подошвы (основания) и в конечном итоге объем земляных работ по её возведению. Определение этих величин входит в расчет плотины.

3.1. Высота плотины определяется по следующей формуле;

$$H_{пл} = H_{вод} + H_{волн} + H_{зап}, \quad (2)$$

где $H_{вод} = \nabla \text{НПУ} - \nabla \text{MinУВ}$ уже определена и составляет 4 м;

$$H_{волн} = 0,0208 \times C_{\max}^{5/4} \times L_{волн}^{1/3}, \text{ м}, \quad (3)$$

где C_{\max} –максимальная скорость ветра, м/с;(из задания $C_{\max}=20$ м/с;)

$L_{волн}$ –максимальная длина нагона волны на плотину измеряется по плану в км;
 $L_{волн} = 1,05$ км;

$H_{зап}$ –высота на запас, для небольших плотин принимается от 0,3 до 0,5 м.

Пример расчёта:

$$H_{волн} = 0,0208 \times 20^{5/4} \times 1,05^{1/3} = 0,885 \text{ м} \approx 0,89 \text{ м};$$

$$H_{пл} = 4 + 0,89 + 0,41 = 5,3 \text{ м}.$$

3.2 Высоту волны можно определить по формуле Соколова (для $H_{воды}$ 4-5 м);

$$H_{волн} = 0,073 \times C_{\max}, \text{ м} \quad (4)$$

Чтобы определить длину плотины, необходимо найти отметку гребня плотины, а затем продлить ее в обе стороны до пересечения с поверхностью земли (рис. 1).

$$\nabla \text{Гр.п} = \nabla \text{НПУ} + H_{волн} + H_{зап}. \quad (5)$$

Пример расчёта:

$$\nabla \text{Гр.п} = 119 + 5,3 \text{ м} = 124,3 \text{ м}$$

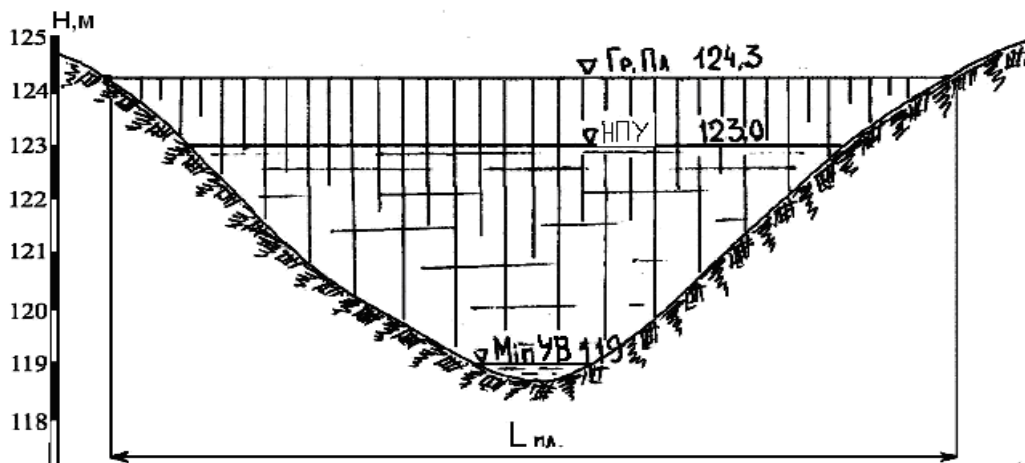


Рис. 2. Продольный разрез плотины

Продлив на плане по направлению створа гребень плотины до отметки 124,3 в ту и другую сторону, получим длину плотины $L_{пл}$. В нашем примере она составляет $L_{пл}=850$ м.

- Ширина гребня плотины $B_{гр}$, т.е. проезжей части, принимается в пределах 5-10 м (для небольших земляных плотин).
- Ширина подошвы или основания плотины $B_{осн.}$ рассчитывается исходя из заложения мокрого и сухого откосов (рис. 2) по формуле:

$$B_{под} = B_{гр} + 5H_{пл}, \text{ м.} \quad (6)$$

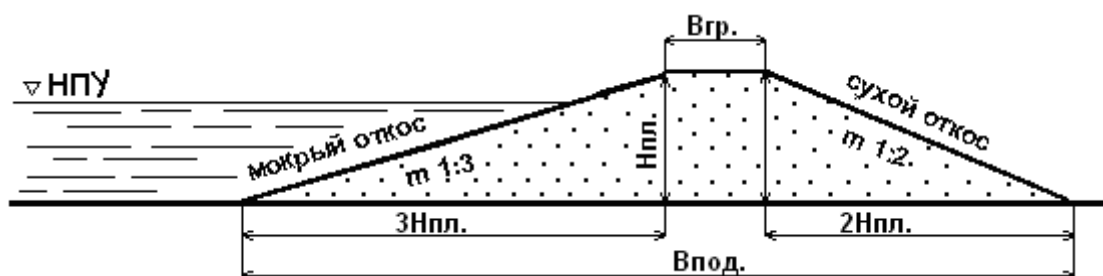


Рис. 3. Разрез земляной плотины

Минимальное заложение откосов земляных плотин рекомендуется: для мокрого 1:3-5, сухого 1:2.

Пример расчёта:

Приняв ширину гребня $B_{гр}=5$ м, получим:

$$B_{под} = 5 + (5 \times 5,3) = 5 + 26,5 = 31,5 \text{ м.}$$

Зная размеры всех составляющих плотины, определяют объем земляной плотины по приближенной формуле:

$$V_{пл} = 0,25 \times H_{пл} \times L_{пл} \times (B_{гр} + B_{под}), \text{ м}^3, \quad (7)$$

Пример расчёта:

$$V_{пл} = 0,25 \times 5,3 \times 850 \times (5 + 31,5) = 38780 \text{ м}^3.$$

Более точно объем плотины можно рассчитать согласно плану по сечениям. Расчет сводится в табл. 2.

Таблица 2. - Объем плотины по сечениям (графический способ)

| Номер сечения | Высота плотины Н, м | Ширина гребня, В _{гр} , м | Ширина подошвы В _{под} , м | Площадь сечения, S _{сеч} , м ² (В _{гр} + В _{под}) | Средняя площадь между сечениями S _{ср} , м ² | Расстояние между сечениями и L, м | Объем между сечениями, V, м ³ , гр.бхгр.7 |
|---------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |

Высота плотины в каждом сечении по горизонталям определяется как $H_{пл.} = \nabla_{гр.п.} - \nabla_{пз.}$, где $\nabla_{пз.}$ – отметка поверхности земли в любой точке по створу плотины, определяется по плану (рис. 3)

Площадь сечения $S_{сеч}$ определяется как площадь трапеции (рис. 2), т.е. как полусумма оснований, умноженная на высоту:

$$S_{сеч.} = \frac{(B_{гр} + B_{под})}{2} \times H, м^2 \quad (8)$$

Расстояние между соседними сечениями определяется по плану с учетом масштаба.

4. Расчет водосбросов

Во время весеннего паводка водохранилище за счет талых вод может переполняться, поэтому необходимо сбросить лишнюю воду за плотину, т.е. в нижний бьеф, с тем, чтобы не превышать нормально-подпорного уровня (НПУ). Чаще всего для этой цели применяются трубчатый водосброс, (труба,

проложенная в основании плотины). Альтернативой может служить водосброс с боковым сливом, быстроток, перепад и др.

Паводковый расход определяется в зависимости от местоположения водохранилища и площади водосбора.

Паводковый расход ($Q_{\text{пав}}$) определяется в два этапа:

а) определение нормы стока:

Среднегодовая норма стока U определяется по карте изолиний или из табл. 3.

Таблица 3. Норма стока для некоторых географических зон

| Населенный пункт | Норма стока | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | тыс. $\text{м}^3/\text{км}^2$ | $\text{м}^3/\text{га}$ |
| Омск | 19 | 190 |
| Челябинск, Курган | 40 | 400 |
| Красноярск, Кемерово, Иркутск, | 180 | 1800 |
| Абакан | 100 | 1000 |
| Барнаул | 75 | 750 |
| Новосибирск, Томск | 15 | 150 |
| Рубцовск, Алейск | | |

Например, для лесостепной зоны Приобской лесостепи норма годового стока составит: $U_{\text{стока}} = 75 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2$.

в) определение паводкового расхода.

Паводковый расход $Q_{\text{пав}}$ определяется для года 1%-й обеспеченности, т.е. для расчета принимаем паводок, который бывает один раз в 100 лет. Любой населённый пункт располагается в бассейне какой-либо реки или междуречья (прил. 2):

Курган, Челябинск – Тобольская лесостепь;

Рубцовск, Омск, Алейск – Кулундинская лесостепь;

Абакан, Красноярск, Иркутск, Кемерово – Саяно-Сибирский горный район;

Новосибирск, Барнаул, Томск – Приобская лесостепь.

Для **примера** проведём расчет паводкового расхода для зоны Приобской лесостепи при норме стока $75 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2$ для заданной площади водосбора $F = 12 \text{ км}^2$. Определяем паводковые расходы исходя из нормы стока U и площади водосбора F .

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Норма стока | $F = 10 \text{ км}^2$ | $F = 15 \text{ км}^2$ |
| $63 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2$ | $Q_{\text{пав}} = 3,61 \text{ м}^3/\text{с}$ | $Q_{\text{пав}} = 4,97 \text{ м}^3/\text{с}$ |

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| Норма стока | $F = 10 \text{ км}^2$ | $F = 15 \text{ км}^2$ |
| $126 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2$ | $Q_{\text{пав}} = 6,6 \text{ м}^3/\text{с}$ | $Q_{\text{пав}} = 9,0 \text{ м}^3/\text{с}$ |

Теперь проводим интерполяцию и находим паводковый расход для требуемой нормы стока $U = 75 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2$ и площади водосбора $F = 12 \text{ км}^2$.

На единицу площади разность в расходе составит для нормы стока 63 тыс. м³/км²

$$Q = \frac{4,97 - 3,61}{15 - 10} = \frac{1,36}{5} = 0,272 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для F=10 км² паводковый расход составляет Q_{пав} = 3,61 м³/с, тогда для F=12 км² он составит

$$Q_{\text{пав}} = 3,61 + 0,272 \times 2 = 4,15 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Аналогичный расчет производим для нормы стока U=126 тыс.м³/км²:

$$Q = \frac{9,0 - 6,6}{15 - 10} = \frac{2,4}{5} = 0,48 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для F=12 км²

$$Q_{\text{пав}} = 6,6 + 0,48 \times 2 = 7,56 \text{ м}^3/\text{с}.$$

По такому же принципу проводим интерполяцию для нормы стока U=75 тыс. м³/км² и площади водосбора F=12 км²

$$Q = \frac{7,56 - 4,15}{126 - 63} = \frac{3,41}{63} = 0,054 \text{ м}^3/\text{с на единицу нормы стока}.$$

И окончательно:

$$Q_{\text{пав}} = 4,15 + 0,054 \times 12 = 4,15 + 0,656 = 4,72 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Это и есть искомый паводковый расход, на который далее рассчитываются проектируемые водосбросы.

4.1 Расчет трубчатого водосброса

Для трубчатого водосброса определяются длина и диаметр трубы по следующим формулам:

$$L_{\text{тр}} = B_{\text{под}} + 15 \text{ м}, \quad (9)$$

где B_{под} – ширина подошвы плотины, м:

$$L_{\text{тр}} = 31,5 + 15 = 46,5 \text{ м}.$$

Расход, который труба сможет пропустить, составит:

$$Q = K \times \sqrt{Z/L}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (10)$$

где K - коэффициент, зависящий от диаметра трубы;

Z - напор, проталкивающий воду по трубе, м;

L - длина трубы водосброса, м.

$$Z = H_{\text{воды}} - D/2, \text{ м}, \quad (11)$$

где H_{вод} - глубина воды в водоёме при его полном затоплении;

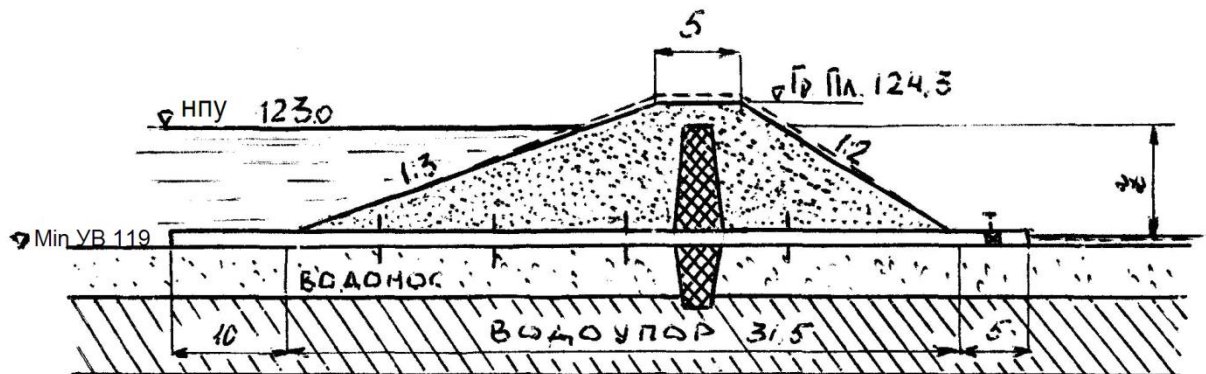


Рис. 4. Поперечный разрез плотины

Значения коэффициента К:

| К | <Д, мм |
|-------|--------|
| 24,93 | 1000 |
| 11,58 | 750 |
| 3,93 | 500 |
| 2,40 | 400 |
| 1,40 | 300 |
| 0,60 | 200 |
| 0,20 | 100 |

Диаметр трубчатого водосброса определяют методом подбора. Для этого принимают любой, на выбор, диаметр, по которому берут К и подставляют в вышеприведенную формулу. Определяют расход воды, который сможет пропустить данная труба, и сравнивают его с паводковым $Q_{\text{пав}}$. Если данная труба не справляется с пропуском паводкового расхода, то рассчитывают трубу другого, большего диаметра. В некоторых случаях приходится ставить две или даже три трубы для пропуска паводка.

Пример:

Первоначально примем трубу **Д=750мм**, при этом $K=11,58$. В нашем примере $H_{\text{вод}}=4$ м.

$$Q_{\text{расч}} = 11,58 \times \sqrt{Z/L} = 11,58 \times \sqrt{3,625/46,5} = 3,22 \text{ м}^3/\text{с},$$

где $Z=H - D/2=4 - 0,75/2=3,625$ м.

Итак, имеем $Q_{\text{пав}}=4,72 \text{ м}^3/\text{с} > Q_{\text{расч}}=3,22 \text{ м}^3/\text{с}$,

т.е. труба диаметром 750 мм не может пропустить паводковый весенний расход, поэтому надо или увеличить диаметр трубы, или поставить еще одну трубу, предварительно сделав расчет.

Для **Д=1000** мм имеем $K=24,93$. В нашем примере также $H_{\text{вод}}=4$ м.
 $Z=4 - 1/2 = 3,5$ м и, следовательно,

$$Q_{\text{расч}} = 24,93 \times \sqrt{3,5/46,5} = 6,85 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Эта труба отвечает пропуску паводкового расхода, поэтому для трубчатого водосброса с $Q_{\text{пав}}=4,72 \text{ м}^3/\text{с}$ устанавливают трубу **Д=1000** мм. На трубе ставят диафрагмы для уменьшения фильтрации из расчета - одна диафрагма на один метр глубины воды пруда (водохранилища), т.е. в нашем случае ставят четыре диафрагмы равномерно длине основания плотины.

Для устранения фильтрации под плотиной выполняют замок, который врезается в водоупор на 0,5 м.

4.2 Водосброс с боковым сливом

Лишнюю воду (паводковому расходу) из водоема при форсированном уровне паводка по подводящему каналу отводят за плотину к сливной грани, которую выполняют горизонтально и пропускают вниз по всей длине грани тонким слоем, не смывая задернованный склон. Расход воды на 1 м.п.сливной грани $0,055 \text{ м}^3/\text{с}$. Отсюда определяют длину сливной грани:

$$L=Q_{\text{max}}/0,055=4,72/0,055=85,8 \text{ м}. \quad (12)$$

Подводящий канал строится, как правило, на освещенном склоне, что способствует быстрой очистке канала весной от снега. Рабочий склон сливной грани должен разделяться дерновыми стенками на полосы 5-10 м. Расстояние от плотины до начала подводящего канала в верхнем бьефе 20-30 м, в нижнем – 40-50 м.

Ширина подводящего канала по дну:

$$B = Q_{\max} / 1,42H^{3/2}, \text{ м}, \quad (13)$$

где H – глубина воды в канале, иногда принимается такой ($H=0,5$ м), чтобы возможен был проезд через канал (это бывает при отсутствии стройматериалов на строительство моста).

Пример расчёта:

В других случаях H может быть 1 м, при этом формула примет вид

$$B = Q_{\max} / 1,42, \text{ м};$$
$$B = 4,72 / 1,42 = 3,324 \text{ м}.$$

Зная все характеристики водосброса с боковым сливом, наносят его на план.

5. Агропромышленное производство.

Один из направлений интенсификации сельскохозяйственного производства является создание агропромышленных объединений и предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Они потребляют воду в технических целях, для мойки сырья, производства пара и других нужд. Объём водопотребления предприятиями сельскохозяйственной промышленности определяется в зависимости от объёма и вида выпускаемой продукции, характера использования воды, принятой технологии производства и системы промышленного водоснабжения.

5.1. Сельскохозяйственное производство.

По объёму потребления воды сельское хозяйство значительно превосходит все другие отрасли. Использование воды распределяется следующим образом (%): 75- орошение, увлажнение и обводнение; 18- производственные нужды, животноводство;

7- сельскохозяйственное водоснабжение и хозяйственно-питьевые нужды.

Большим потребителем воды в сельскохозяйственном производстве является животноводческий комплекс – крупное специализированное предприятие по производству продукции на базе индустриальной технологии. Вода здесь потребляется на физиологические (например, поение животных и птиц), технологические и вспомогательные нужды, которые включают кормоцехи, объекты ветеринарно-санитарного обслуживания и животных и административно бытовых зданий. В нормах учитывают расход воды отдельно на каждый вид потребления, причем используют усредненные показатели по каждой группе животных с учетом мощности комплексов, технологии содержания животных и способов уборки навоза. Последний фактор оказывает наибольшее влияние на объём водопотребления. В

зависимости от способа уборки навоза (механического или гидравлического) норма потребления может увеличиваться в 3...4 раза.

Для расчета водопотребления необходимо знать норму водопотребления, т. е. количество воды, выраженное в литрах, которое расходует потребитель за сутки, согласно СНиП II-30-76 (прил. 3).

Дальнейшие расчеты сводятся в табл.4, при этом потребление воды жилыми, коммунальными и производственными объектами неравномерно во времени и характеризуется суточными и часовыми коэффициентами неравномерности $K_{сут.}$ и $K_{час.}$.

Коэффициент суточной неравномерности $K_{сут.}$ принимают согласно следующим рекомендациям:

- *для населения и жилищно-коммунального сектора $K_{сут.} = 1,2$;
- *для животноводческого сектора с автопоением $K_{сут.} = 1,35$, без автопоения $K_{сут.} = 1,5$;
- *для производственного сектора $K_{сут.} = 1,4$.

Среднее количество часов водопотребления в сутки принимается непосредственно проектировщиком исходя из следующих рекомендаций:

- *население, больницы – 24 ч; школы, ясли, бани – 10-16 ч;
- * животноводческий сектор с автопоением – 24 ч, без автопоения – 10-12 ч;
- *производственный сектор – 16-24 ч, учитывая одно двух или трёхсменную работу.

Коэффициент часовой неравномерности $K_{час.}$ принимают в следующих пределах:

- *жилищно-коммунальный и производственный сектор $K_{час.} = 1,5$;
- *животноводческий сектор с автопоением $K_{час.} = 2,2$, без автопоения $K_{час.} = 2,5$.

В табл.4 приведен пример расчета определения секундного расхода воды. Здесь необходимо определить сумму по колонкам 4 и 11.

Таблица 4. – Расчёт водопотребления населенного пункта (вода техническая).

| Водопотребитель | Кол-во водопотребителей | Суточная норма водопотребления, | Суточный расход, л/сут, [2] × [3] | Коэффициент суточной не- | $Q_{\text{max, сут}}$ л/сут, [4] × [5] | Среднее кол-во часов водопотребления за | $Q_{\text{сред. ч}}$ л/ч, [6] / [7] | Коэффициент часовой не- | $Q_{\text{max. ч}}$, [8] × [9] | Расчётный расход, л/с [10] / 3600 |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Население | | | | | | | | | | |
| Коровы дойные | | | | | | | | | | |
| Лошади | | | | | | | | | | |
| Тракторы | | | | | | | | | | |
| Сумма, Σ | | | $\Sigma 198020$ | | | | | | | $\Sigma 5,38$ |

Исходные данные для расчетов выдаются руководителем по варианту.

Суточный расход воды составляет- $V = 198020$ л/сут. или $198 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Расчётный расход - $Q_{\text{расч.}} = 5,38$ л/с. который суммируют с расчётным расходом на орошение.

5.2. Поливной режим сельскохозяйственных культур

Режим орошения должен быть принят определённой обеспеченности для получения планируемого (максимально возможного) урожая сельскохозяйственных культур.

5.2.1 Выбор расчётного года

При проектировании расчётный год для зоны неустойчивого увлажнения обычно принимают средnezасушливый 70 – 80 % -й обеспеченности, который выбирается по сложившимся метеорологическим условиям данным: осадкам, Θ ; среднесуточной температуре, $t^\circ\text{C}$; относительной влажности воздуха, f , %.

Расчётный год можно выбрать по месту в метеорологическом ряду. Для этого многолетние погодные данные за вегетационный период располагают в определённом порядке: осадки и относительную влажность воздуха в возрастающем, а температуру воздуха – в убывающем (табл. 5).

Необходимо, чтобы количество лет наблюдений было не менее 9. Если, например, имеется 12 лет наблюдений, значит:

$$X = \frac{n \cdot 75}{100} \quad (14)$$

где n - количество лет наблюдений

Пример расчёта:

$$x = 12 \times 75 / 100 = 9 \text{ лет,}$$

т. е. три самых сухих неблагоприятных года исключают, а четвёртый по засушливости берут за расчётный.

Таблица 5. - Погодные условия вегетационного периода

| Год | Апрель (фактический) | | | Апрель (расчетный) | | |
|------|-------------------------|------|-------|-----------------------|------|-------|
| | t°C | f, % | Θ, мм | t°C | f, % | Θ, мм |
| 1995 | -2,9 | 72 | 7 | 8,0 | 62 | 7 |
| 1996 | 1,4 | 65 | 24 | 6,3 | 63 | 12 |
| 1997 | 6,2 | 68 | 23 | 6,2 | 65 | 18 |
| 1998 | 8,0 | 62 | 12 | 4,0 | 66 | 19 |
| 1999 | 3,4 | 70 | 29 | 3,4 | 67 | 19 |
| 2000 | 1,0 | 75 | 30 | 3,3 | 68 | 23 |
| 2001 | 4,0 | 80 | 25 | 3,1 | 69 | 24 |
| 2002 | 6,3 | 66 | 19 | 2,9 | 70 | 24 |
| 2003 | 2,9 | 63 | 24 | 1,8 | 72 | 25 |
| 2004 | 1,8 | 69 | 32 | 1,4 | 72 | 29 |
| 2005 | 3,3 | 67 | 19 | 1,0 | 75 | 30 |
| 2006 | 3,1 | 72 | 18 | -2,9 | 80 | 32 |

Расчётный год для апреля будет при

t= 4,0°C ; f= 66% ; Θ = 19 мм

Так выбирают данные по всем месяцам вегетационного периода и записывают в табл. 6.

Таблица 6. - Сводная ведомость расчётного года

| Апрель | | | Май | | | Июнь | | | Июль | | | Август | | |
|--------|----|----|-----|---|---|------|---|---|------|---|---|--------|---|---|
| t° | f | Θ | t° | f | Θ | t° | f | Θ | t° | f | Θ | t° | f | Θ |
| 4 | 66 | 19 | | | | | | | | | | | | |

5.2.2 Определение испарения с водной поверхности

Испарение с водной поверхности определяют по формуле Давыдова:

$$E_0 = 0,413 (E - e)^{0,8} \times (1 + 0,125 C_{cp}), \text{ мм/сут,} \quad (15)$$

где E_0 – максимальная упругость водяных паров, зависящая от температуры воздуха, мб. Её определяют по психрометрическим таблицам (прил. 4);

e - абсолютная замеренная влажность воздуха, определяемая по формуле:

$$e = \frac{E f}{100}; \quad (16)$$

C_{cp} – средняя скорость ветра, (указана в задании, например: $C_{cp} = 5$ м/с).

Весь расчёт сводят в табл. 7. Температура и относительная влажность воздуха указаны в табл. 7.

Таблица 7. - Испарение с водной поверхности

| Месяц | Количество дней, Т | Температура, t° | Максимальная упругость | Относительная влажность, f, % | $e = \frac{E \cdot f}{100}$ | d = E-e дефицит [4] – [6] | $d^{0.8}$ | $I + 0,125 C_{cp}$ | $0,413 \times d^{0.8}$ | Испарение, мм/сут, [9] × [10] | Испарение за месяц, [11] × Т |
|----------|--------------------|-----------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------|--------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Май | | | | | | | | | | | |
| Июнь | | | | | | | | | | | |
| Июль | | | | | | | | | | | |
| Август | | | | | | | | | | | |
| Сентябрь | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Σ=0,57м |

Испарение за летний период составляет 569,3 мм, или ~ 0,57 м.

5.2.3 Расчёт дефицита суточного увлажнения

Дефицит суточного увлажнения для культур рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon = 10 \cdot \varphi - \frac{10 \cdot \Theta (1 - \alpha)}{T}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (17)$$

где φ – суммарное испарение (эвапотранспирация);

$\varphi = 0,5 d$ – для пропашных культур;

$\varphi = 0,9 d$ – для культур сплошного сева;

$d = E - e$ – дефицит влажности воздуха (табл. 7. графа 7).

Для перевода **мм** в **м** принимают коэффициент перевода, равный 0,75.

Отсюда: $10 \varphi = 3,75 d$ и $10 \varphi = 6,75 d$.

$10 \Theta (1 - \sigma)$ – приход воды за счёт атмосферных осадков.

T

где Θ – осадки в мм из расчётного года (табл.6);

T – число дней в месяце;

σ – коэффициент непродуктивного расхода влаги, принимаемый 0,2.

$$\frac{10 \cdot \Theta (1 - \alpha)}{T} = \frac{10 \cdot \Theta (1 - 0,2)}{T} = \frac{8 \cdot \Theta}{T}$$

Расчёты дефицита суточного увлажнения культур сплошного сева и пропашных культур сводят в таблицы 8 и 9.

Таблица 8. Дефицит суточного увлажнения пропашных культур

| Месяц | Дни, Т | Дефицит, d, мб | $3,75 \cdot d$, м ³ /га, расход | Осадки Θ , мм | $8 \cdot \Theta$ | $8 \cdot \Theta / T$, м ³ /га, приход $\frac{[6]}{[2]}$ | Суточный дефицит увлажнения ε , м ³ /сут, $[4] - [7]$ | Дефицит за месяц, $\varepsilon [8] \times [2]$, м ³ /га | Нарастающий дефицит, $\sum \varepsilon$, м ³ /га |
|----------|--------|----------------|--|----------------------|------------------|--|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Май | | | | | | | | | |
| Июнь | | | | | | | | | |
| Июль | | | | | | | | | |
| Август | | | | | | | | | |
| Сентябрь | | | | | | | | | |

Итак, суммарный дефицит увлажнения выбирается из графы 10 за сезон для пропашных культур и строится интегральная кривая (рис. 5).

Таблица 9. Дефицит суточного увлажнения культур сплошного сева.

| Месяц | Дни, Т | Дефицит, d, мб | $6,75 \cdot d$, м ³ /га (расход) | Осадки, Θ , мм | $8 \cdot \Theta$ | $8 \cdot \Theta / T$ м ³ /га $\frac{[6]}{[2]}$. Приход | Суточный дефицит увлажнения, ε м ³ /сут, $[4] - [7]$ | Дефицит за месяц, $d_m [8] \times [2]$ м ³ /га | Нарастающий дефицит, $\sum d_m$, м ³ /га |
|----------|--------|----------------|---|-----------------------|------------------|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Май | | | | | | | | | |
| Июнь | | | | | | | | | |
| Июль | | | | | | | | | |
| Август | | | | | | | | | |
| Сентябрь | | | | | | | | | |

Суммарный дефицит увлажнения выбирается из графы 10 за сезон для культур сплошного сева и строится интегральная кривая (рис. 5)

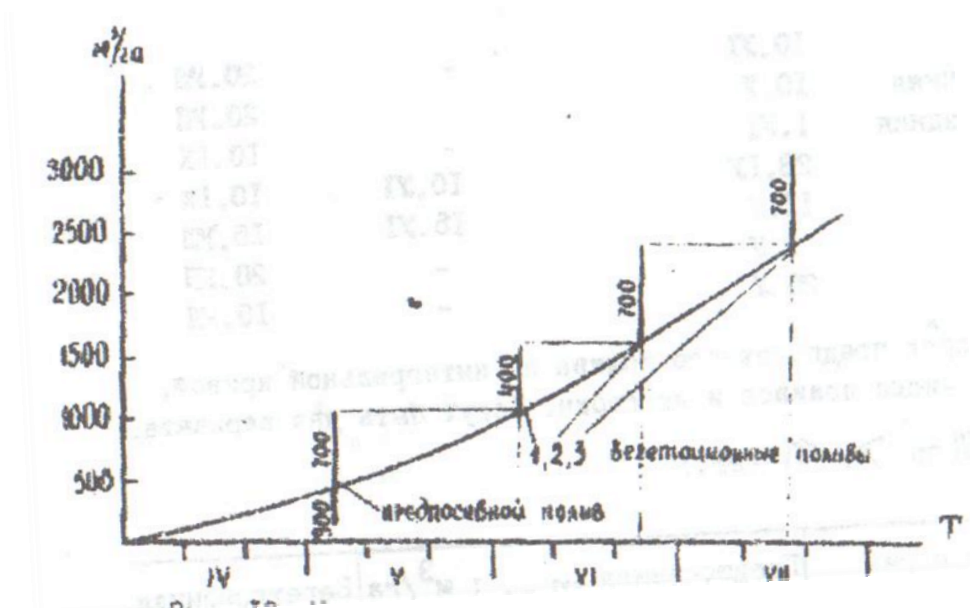


Рис 5. Кривая дефицита суточного увлажнения.

5.2.4 Определение поливных и оросительных норм.

Поливная норма – это количество воды, подаваемое за один полив , $\text{м}^3/\text{га}$.

Оросительная норма – это количество воды, подаваемое за поливной сезон, $\text{м}^3/\text{га}$.

При определении поливных норм исходят обычно из **наименьшей влагоёмкости (НВ)**. При поливе влажность почвы должна быть доведена до наименьшей влагоёмкости расчётного слоя почвы. Наименьшая влагоёмкость **(НВ)** показывает, какое количество влаги почва может удержать в равновесном состоянии. Нижним пределом увлажнения является минимальная влажность.

Минимальная влажность – это влажность, при которой растения начинают снижать прирост растительной массы, соответствует влажности замедления роста ВЗР или влажности разрыва капиллярных связей(ВРК).

Зная верхний **W_{нв}** и нижний **W_{min}** пределы увлажнения, можно определить величину вегетационной нормы полива:

$$m_{\text{вег}} = W_{\text{нв}} - W_{\text{min}}. \quad (18)$$

Перед весенним или осенним поливом в почве находится какой-то запас влаги **W_ф**, учтя его, получаем значение поливной нормы перед посевом.

$$m_{\text{пр}} = W_{\text{нв}} - W_{\text{ф}}. \quad (19)$$

Величины **W_{нв}**, **W_{min}**, **W_ф** находятся по формуле

$$W_{\text{нв}} = 100 \times h \times \alpha \times r_{\text{нв}}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (20)$$

где **h** – величина активного слоя почвы, м. Активный слой почвы – это слой, в котором располагается 90 % всей корневой системы растений. Для каждой культуры активный слой почвы различен, принимаем по таблице 5;

α– объемная масса почвы, г/см³;

г_{нв} – влажность почвы в % от веса сухой почвы (const)

Таблица 10. Активный слой почвы различных культур.

| Культура | Активный слой почвы, h, м | |
|-------------------------------------|---------------------------|----------|
| | полный | половина |
| Морковь | 0,5÷0,6 | 0,3 |
| Огурец, лук, свекла столовая | 0,4÷0,5 | 0,2 |
| Капуста, картофель, томат | 0,6 | 0,3 |
| Кукуруза, суданка | 0,7 | 0,4 |
| Кормовые корнеплоды | 0,8 | 0,4 |
| Однолетние травы | 0,6 | 0,3 |
| Травосмесь (люцерна + кост- рец) | 0,6 | 0,3 |
| Люцерна | 1,0 | 0,5 |

$$w_{min} = \frac{w_{нв} \cdot \beta_{min}}{100}, \quad (21)$$

где **β_{min}** - минимальная влажность почвы от наименьшей влагоёмкости, %.

Величина **β_{min}** для разных культур различна, **% от НВ**:

Таблица 11. Минимальная влажность почвы

| № п/п | Культура | β _{min} |
|-------|---|------------------|
| 1 | Морковь, лук | 70 |
| 2 | Огурец, капуста, картофель, томат, клевер | 75 |
| 3 | Кострец, б/о, люцерна, пшеница, кукуруза | 70 |
| 4 | Свекла кормовые корнеплоды | 65 |

$$W_{\phi} = 100 \times H \times \alpha \times g_{\phi}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (22)$$

где **г_ф** – фактическая влажность почвы в % от массы сухой почвы.

Значения **α**, **г_ф**, **г_{нв}** приведены в задании.

Если **h_{акт.}** = 0,5 м, то необходимо взять среднее арифметическое, т.е. сложить пять значений и поделить на пять.

Пример: агрофизические показатели почвы поливного участка учхоза «Тулинский» (почва чернозём выщелоченный среднесуглинистый)

| Активный слой почвы, h, м. | Объемная масса, α, г/см ³ | | | Влажность г _ф , % | | | Наименьшая влагоёмкость, г _{нв} , % | | |
|----------------------------------|---|--------------------------------|------|------------------------------|--------------------------------|------|---|--------------------------------|------|
| | по слоям | среднее арифметич- еское | | по слоям | среднее арифмети- ческое | | по слоям | среднее арифмети- ческое | |
| 0,1 | 1,1 | 0,2 | 1,15 | 25 | 0,2 | 25,5 | 35 | 0,2 | 34,0 |
| 0,2 | 1,2 | | | 26 | | | 33 | | |
| 0,3 | 1,2 | 0,3 | 1,17 | 24 | 0,3 | 25,0 | 31 | 0,3 | 33,0 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|----|-----|------|----|-----|------|
| 0,4 | 1,3 | 0,4 | 1,20 | 21 | 0,4 | 24,0 | 29 | 0,4 | 32,0 |
| 0,5 | 1,3 | 0,5 | 1,22 | 19 | 0,5 | 23,0 | 27 | 0,5 | 31,0 |
| 0,6 | 1,3 | 0,6 | 1,22 | 16 | 0,6 | 21,8 | 24 | 0,6 | 29,8 |
| 0,7 | 1,4 | 0,7 | 1,23 | 13 | 0,7 | 20,6 | 22 | 0,7 | 28,7 |
| 0,8 | 1,4 | 0,8 | 1,257 | 13 | 0,8 | 19,6 | 20 | 0,8 | 27,6 |
| 0,9 | 1,4 | 0,9 | 1,289 | 13 | 0,9 | 18,9 | 19 | 0,9 | 26,7 |
| 1,0 | 1,4 | 1,0 | 1,30 | 13 | 1,0 | 18,3 | 18 | 1,0 | 25,8 |

Для выбранных культур севооборота рассчитываем вегетационную и предпосевную нормы полива и сводим расчеты в таблицу.

Таблица 12. Расчёт поливных норм

| Культура | h, м | α , г/см ³ | $\Gamma_{\text{нв}}$, % | $W_{\text{нв}}$, м ³ /га | β_{min} , % | W_{min} , м ³ /га | $\Gamma_{\text{ф}}$, % | $W_{\text{ф}}$, м ³ /га | m _{вег} , м ³ /га | | m _{пр} , м ³ /га | |
|----------|------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | | | | | | | | | полученная | округлённая | полученная | округлённая |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Поливные нормы округляют до 50 м³/га.

Зная величины предпосевной и вегетационной норм полива и расхода влаги можно определить даты поливов и их число. Первый полив, т.е. предпосевной, делают за 5 – 8 дней до посева культуры. Поэтому необходимо учитывать сроки посева или посадки различных культур. Окончание поливного периода определяется уборкой культур и окончанием максимального их водопотребления (табл. 13). Для некоторых культур (морковь, лук, свекла) первый полив надо делать при появлении фазы настоящего листа.

Таблица 13. Ориентировочные даты посева и полива овощных и кормовых культур.

| Культура | Дата посева и высадки полевых культур | Дата полива | | Дата последнего полива |
|---------------|---------------------------------------|---------------|----------------|------------------------|
| | | предпосевного | вегетационного | |
| Огурец | 25÷30 мая | с 20 мая | расчетная | 10 августа |
| Лук на репку | 05÷15 мая | с 03 мая | расчетная | 15÷20 июля |
| Томат | 05÷15 июня | с 05 июня | 10÷15 июня | 10 августа |
| Капуста | 10÷20 мая | с 05 мая | 10÷15 мая | 1 июля |
| раннеспелая | 01÷10 июня | с 26 мая | 01 июня | 15÷25 |
| Капуста | 01÷15 мая | с 28 апреля | не ранее | сентября |
| среднепоздняя | 10÷20 мая | с 05 мая | 10 июня | 10 сентября |
| Морковь | 15÷20 мая | не эффект. | не ранее | |
| Кормовые: | | | 15 июня | 5÷10 сентября |
| корм., свёкла | | | | 10 августа |
| картофель | | | расчетная | 10 августа |
| кукуруза | прошл. лет | с 05 мая | расчетная | 15÷25 |
| Многолетние | | | расчетная | августа |
| травы | | | расчетная | |
| (травосмесь) | | | | |

Далее, с учётом рассчитанных поливных норм для сельскохозяйственных культур, определяют по построенным интегральным кривым дефицита суточного увлажнения сроки и количество поливов, учитывая что предпосевной полив делается за 5 ÷ 10 дней до посева, и также рекомендуемые сроки последнего вегетационного полива, после которых поливать уже не надо. Кроме того, следует учесть, что для таких мелкосеменных культур, как морковь, кормовые корнеплоды, столовая свёкла делать полив раньше 10 и 15 июня соответственно не рекомендуется. Принятые сроки полива культур севооборота заносятся в табл. 14.

Таблица 14. Принятые сроки полива культур севооборота

| Культуры | Предпосевной полив | | Первый полив | | 2-й вег. полив | | 3-й вег. полив | | 4-й вег. полив | | Оросительная норма, м ³ /га |
|----------|--------------------|-------|--------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|--|
| | срок полива | норма | срок полива | норма | срок полива | норма | срок полива | норма | срок полива | норма | |
| | | | | | | | | | | | |

6. Определение КПД оросительной системы и необходимого количества воды для орошения

Площади возделываемых культур определяют из экономической целесообразности в рыночных условиях. Оросительную систему необходимо проектировать комбинированную, с тем условием, чтобы можно было выполнять поливы как дождеванием (дождевальными машинами), так и по

бороздам, полосам. Проектируемый магистральный канал (МК), в основном, выполняет функцию поверхностных способов полива и для работы дождевальными машинами ДДА-100 М и ДДА-100 МА, Кубань, работающих из открытой оросительной сети в движении.

При построении эксплуатационного режима орошения необходимо придерживаться следующих правил:

- отклонение от расчётного расхода не более 15 %;
- срок полива сдвигается в обе стороны, но не более чем на три дня;
- по возможности желательно сократить перерывы в работе, управляя временем работы агрегатов в сутках.

При поливе в жаркую погоду значительное количество воды идет на испарение, что необходимо учитывать при эксплуатации оросительных систем. Потери в % можно учесть по уравнению:

$$U = (0,71 + (0,15 \cdot v) \cdot t \cdot (1 - \frac{f}{100})), \quad (23)$$

где U – потери влаги на испарение, % от объема;

v – скорость ветра, м/с, принимаем 4 м/с;

f – относительная влажность воздуха, %;

t – температура воздуха за определенный период (сутки) °С.

Интенсивность дождя любой дождевальной установки (машины) или аппаратов можно рассчитать по уравнению, чтобы в работе не допускать стока поливной воды и ирригационной эрозии:

$$j_{\text{ду}} = \frac{60 \cdot Q_{\text{д.м.}}}{\omega}, \quad (24)$$

где $j_{\text{ду}}$ – интенсивность дождя дождевальной установки (машины), мм/мин;

$Q_{\text{д.м.}}$ – расход дождевальной машины, л/с;

ω – площадь полива, га.

Время работы дождевальной установкой (машины) на одной позиции находится по формуле:

$$t = \frac{m \cdot \omega \cdot u}{0,06 \cdot Q_{\text{д.м.}} \cdot 100}, \quad (25)$$

где U , ω и $Q_{\text{д.м.}}$ приведены выше.

Расчетный расход $Q_{\text{н}}$ для любого мелиоративного объекта можно принять, зная площадь орошения и среднюю поливную норму m :

$$Q_{\text{н}} = \frac{m \cdot \omega}{3,6 \cdot T_{\text{п.п.}} \cdot \tau}, \quad (26)$$

Выбирая расчётный расход воды, необходимо увязывать его со способом полива.

Индексом $m_0 - 1$ обозначается влагозарядковый полив; $m_1, 2, 3$, и.т.д. – номера вегетационных поливов; время полива дождеванием – τ при двухсменной работе принимается 16 час, а при поверхностном – 24 час.

Полivной период в днях, находят из уравнения:

$$T_{\text{пп}} = \frac{m \cdot \omega}{3,6 \cdot Q_{\text{д.м.}} \cdot \tau}, \quad (27)$$

где $T_{\text{п.п.}}$ – поливной период, дни;

m – поливная норма, м³/га;

ω – площадь полива, га;

τ – время полива, час;

3,6 – переводной коэффициент.

$Q_{\text{д.м.}}$ – расход дождевальной машины, л/с;

Коэффициент полезного действия оросительной системы (η) рассчитывают по формуле:

$$\eta = Q_{\text{н}}/Q_{\text{бр}}, \quad (28).$$

где $Q_{\text{н}}$ – расход нетто, т. е. чистый расход воды на полив культуры; принимают по расходу дождевальной машины;

$Q_{\text{бр}}$ – расход брутто, т. е. с учётом потерь воды на фильтрацию по земляным каналам. Его определяют следующим образом:

$$Q_{\text{бр}} = Q_{\text{н}} + \frac{Q_{\text{н}} \times L \times \sigma}{100}, \quad (29)$$

где σ – потери воды на фильтрацию, %, зависящие от сменности работы на поливе и гранулометрического состава почвы Таблица 15:

| Почвы | 1 смена | 2 смены |
|---------|---------|---------|
| Лёгкие | 30 | 24 |
| Средние | 15 | 12 |
| Тяжелые | 5 | 3,7 |

L – максимальная длина пути воды от командной точки, км; принимается по плану $L = 1,29$ км.

Пример:

$$Q_{\text{бр}} = 64 + \frac{64 \times 12 \times 1,29}{100} = 64 + 9,9 = 73,9 \text{ л/с}$$

$$\eta = 64/73,9 = 0,86.$$

Чтобы установить, хватит ли воды в запроектированном водоёме, определяют количество воды для орошения. Для этого сначала рассчитывают оросительную норму для каждой культуры (M):

$M = \sum m$, где m – поливная норма; принимается из эксплуатационного режима орошения

Пример:

$M_{\text{кап.}} = 3150 \text{ м}^3/\text{га}$

$M_{\text{огур.}} = 2600 \text{ м}^3/\text{га}$

$M_{\text{морк.}} = 4200 \text{ м}^3/\text{га}$

$M_{\text{корн.}} = 4600 \text{ м}^3/\text{га}$

Далее определяют объём воды на орошение каждой культуры по формуле

$$V_{\text{ор}} = M \times \omega / \eta, \quad (30)$$

где M – оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

ω – площадь поля, га;

η - коэффициент полезного действия оросительной системы.

Пример:

$$V_{\text{кап.}} = 3150 \times 20 / 0,86 = 73256 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{огур.}} = 2600 \times 20 / 0,86 = 60465 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{морк.}} = 4200 \times 20 / 0,86 = 97674 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{корн.}} = 4600 \times 20 / 0,86 = 106977 \text{ м}^3$$

$$\text{Всего воды на орошение } V_{\text{ор}} = 338372 \text{ м}^3 \text{ или } 338,4 \text{ тыс. м}^3.$$

7. Водохозяйственные расчеты.

Характеристика потребителей поверхностных вод (водохранилищ);

1. Городское коммунально-бытовое хозяйство;
2. Животноводство;
3. Промышленность;
4. Сельское коммунально-бытовое хозяйство;
5. Орошение;
6. Рекреация;
7. Попуски: ГЭС, Рыбохозяйственные, Водотранспортные, Санитарные.

Под водохозяйственным расчетом водохранилища в составе ВХК понимают совокупность расчетов по установлению основных параметров водохранилища и режима его работы. К основным параметрам относят мертвый ($V_{\text{УМО}}$), полезный ($V_{\text{Плз}}$) и полный ($V_{\text{полн}}$) объемы.

Полный объем водохранилища соответствует отметке НПУ – наивысшему проектному уровню верхнего бьефа, который может поддерживаться в нормальных условиях эксплуатации гидроузла. Он складывается из мертвого и полезного

$$V_{\text{полн}} = V_{\text{УМО}} + V_{\text{Плз}}$$

Мертвый объем водохранилища – объем, заключенный между дном и зеркалом воды на отметке уровня мертвого объема (УМО) и в нормальных условиях эксплуатации водохранилищных гидроузлов не срабатывается и в регулировании стока не участвует. Мертвый объем должен удовлетворять ряду требований:

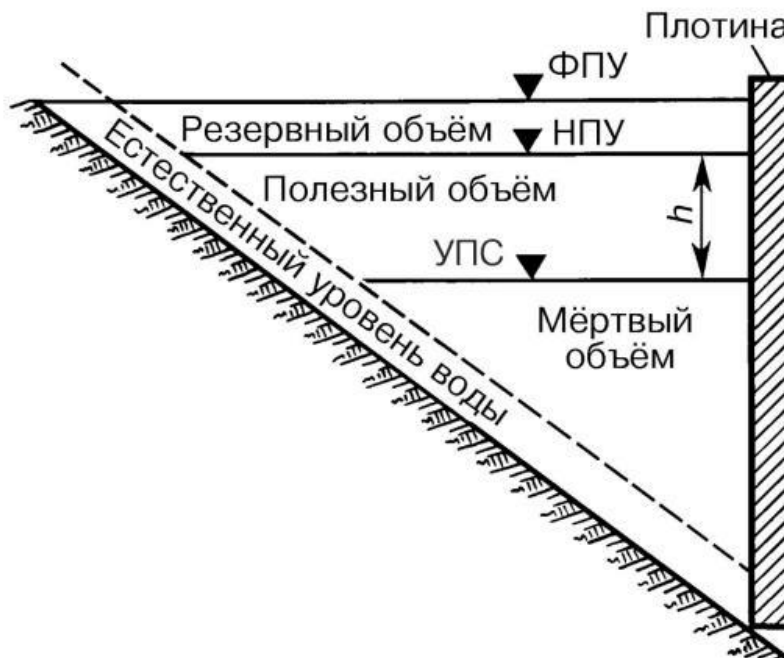
- обеспечивать аккумуляцию наносов, задерживаемых водохранилищем на протяжении всего периода предстоящей работы;
- обеспечивать судоходные глубины на вышерасположенном участке;
- должны соблюдаться санитарные условия, сводящиеся к недопущению образования мелководий во избежание очагов малярии, сильного перегрева воды, сильного зарастания, для чего средняя глубина при УМО должна быть в пределах 1,5-2,0 м.

Полезный объем – основная часть объема водохранилища, предназначенная для регулирования стока. Он зависит от назначения водохранилища, вида регулирования стока и определяется на основе водохозяйственного и техникоэкономического расчетов.

Методы водохозяйственных расчетов водохранилищ подразделяют на балансовые (основанные на использовании длительных наблюдений за

стоком) и обобщенные (опирающиеся на математическую статистику и теорию вероятностей).

Сезонное (годовое) регулирование стока обусловлено неравномерностью внутригодового распределения стока и водопотребления. Годовой объем водопотребления при сезонном регулировании не должен превышать объем стока расчетного (маловодного) водохозяйственного года.



- нормальный подпорный уровень (НПУ), при котором наиболее эффективно использование водных ресурсов
- форсированный подпорный уровень (ФПУ), до которого допускается подъем водной поверхности в случае непредсказуемо высокого половодья или паводка;
- уровень проектной сработки (УПС), до которого разрешено понижать водную поверхность водоема при использовании его водных ресурсов

водохранилища

6

Рис. 6 Основные параметры водохранилища

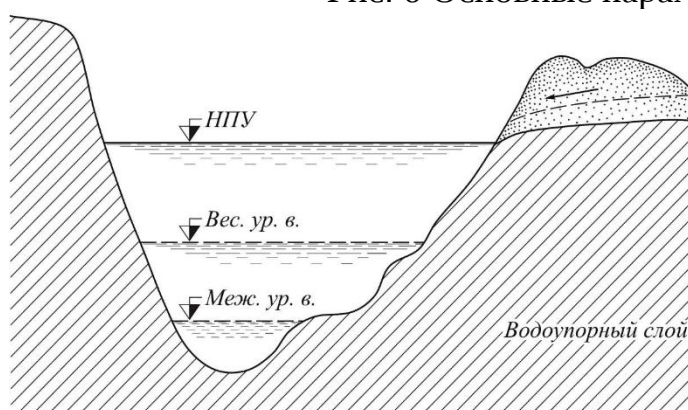


Рис. 7 Продольный разрез уровней реки:
весенний уровень реки, меженный уровень реки

Чтобы узнать, достаточно ли воды в водоеме для орошения, необходимо составить его баланс, т. е. сопоставить расходы на

водопотребление, испарение, фильтрацию и орошение с существующим объёмом пруда.

Далее составляют баланс воды в водоёме (**пример**):

а) мертвый объём берут из 5-й колонки табл. 1, он равен 1,4 тыс. м³ и соответствует минимальному уровню воды, т.е. отметке 119 и 1.4 тыс. м².

б) объём льда определяют исходя из его толщины, которую принимают 0,5 м.

$$V_{\text{л}} = 23,3 \text{ тыс. м}^3; F_{\text{льда}} = 80 \text{ тыс. м}^2;$$

в) объём на долевое водоснабжение определяют по уравнению:

$$V_{\text{л.в.}} = 153 \times 98,0 = 15 \text{ тыс. куб. м.}$$

$$\nabla V_{\text{л.в.}} = 122,1 \text{ м};$$

г) объём на испарение определяют по формуле

$$V_{\text{исп}} = H_{\text{исп}} \times \frac{F_{\text{нпу}} + F_{\text{л}}}{2}, \quad (31)$$

где $H_{\text{исп}}$ – слой испарения воды из водоёма за вегетационный период (из табл. 7),

$$H_{\text{исп.}} = 0,57 \text{ м};$$

$F_{\text{нпу}}$ – площадь, соответствующая нормально подпорному уровню (из табл. 1)

$$F_{\text{нпу}} = 221,0 \text{ т. м}^2;$$

$F_{\text{л}}$ – площадь льда, определённая ранее.

$$V_{\text{исп}} = 0,57 \times \frac{221,0 + 80,0}{2} = 85,5 \text{ тыс. м}^3,$$

$$\nabla V_{\text{исп}} = 122,7 \text{ м};$$

е) объём на фильтрацию при слое фильтрации за летний период 0,5 м определяют как

$$V_{\text{ф}} = 0,5 \times \frac{F_{\text{нпу}} + F_{\text{л}}}{2} = 75,2 \text{ тыс. м}^3, \quad (32)$$

$$\nabla V_{\text{ф}} = 123,1 \text{ м}^3;$$

ж) объём на орошение

$$V_{\text{ор}} = 338,4 \text{ тыс. м}^3,$$

$$\nabla V_{\text{ор}} = 124,5$$

т.е. воды на орошение недостаточно, и необходимо поднять нормально-подпорный уровень (**НПУ**) на отметку 124,5 или нужен дополнительный источник

Суммарный расход воды составляет 519,2 тыс. куб. м, а объём пруда 287,15 тыс. куб. м. Дефицит составляет 232 тыс. куб. м.

Месячный объём воды, необходимый для увлажнения сельскохозяйственных земель в заданном административно – хозяйственном районе определяется в зависимости от площади увлажняемых земель

Принимая равномерное распределение годового объёма по месяцам, определяем месячный объём водопотребления в животноводстве:

8. Разработка водоохранных мероприятий.

Водоохранной зоной является территория, прилегающая к акватории малых рек, прудов и водохранилищ, где устанавливается специальный режим хозяйственного пользования для предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод. В пределах водоохранной зоны выделяется прибрежная природоохранная полоса, (ППП) на территории которой строго ограничивается хозяйственная деятельность.

При назначении размеров ВЗ и ППП для прудов и водохранилищ, расположенных на межнаселенных территориях, учитывают категорию водопользования объекта (культурно-бытовое, рыбохозяйственное или хозяйственнопитьевое), сельскохозяйственное использование прилегающих земель (луговые, пахотные земли или покрытые древесно-кустарниковой растительностью) и крутизну прилегающих склонов. Минимальная ширина ВЗ для всех рек, озер, прудов и водохранилищ расположенных на межнаселенных территориях, составляет 500м, а минимальная ширина ППП для них- 35м.

Таблица 16. Минимальная ширина водоохранных зон и прибрежных полос прудов и водохранилищ межнаселенных территорий, метрах.

| Назначение водоема | Виды земель | Водо-охран-ная зо-на | Прибрежная полоса | | | |
|------------------------|-------------|----------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | пруды | | водохранилища | |
| | | | при уклоне поверхности земли | | | |
| | | | до 3 град. | более 3 град. | до 3 град. | более 3 град. |
| Хозяйствен-но- бытовое | луговые | 500 | 35 | 35 - 50 | 50 | 50 - 70 |
| | пахотные | 500 | 55 | 55 - 100 | 70 | 70 - 100 |
| Рыбохозяй-ственное | луговые | 500 | 50 | 50 - 120 | 70 | 70 - 120 |
| | пахотные | 500 | 70 | 70 - 120 | 90 | 90 - 150 |
| Хозяйствен-но-питьевое | луговые | 500 | 80 | 80 - 150 | 120 | 120 - 200 |
| | пахотные | 500 | 100 | 100 - 170 | 150 | 150 - 200 |

Таблица 17. Минимальная ширина водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов для населенных пунктов, метрах.

| Водный объект | Водоохранная зона | Прибрежная полоса |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| Ручей, родник | 50 | 5 |
| Малая река | 200 | 10 |
| Средняя и большая реки | 300 | 50 |
| пруд | 200 | 20 |
| водохранилище | 300 | 30 |
| озеро | 300 | 30 |

Внешние границы ППП и ВЗ совмещаются с естественными и искусственными рубежами, элементами рельефа (бровки речных долин, опушки леса, насыпи дорог, квартальные просеки). Границы ППП и ВЗ в процессе строительства водохозяйственных систем выносятся в натуру и закрепляются специальными информационными знаками по установленной Минприроды форме, в местах массового отдыха, расположенных в границах водоохранных зон и прибрежных полос.

Границы водоохранных зон и прибрежных полос для водохранилищ и прудов, устанавливаются от уреза воды при нормальном подпорном уровне с учетом зон прогнозирования переработки берегов и постоянного подтопления земель.

В водоохранных зонах устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности, которая должна осуществляться с соблюдением мероприятий, предотвращающих загрязнение, засорение и истощение вод. В пределах границ водоохранных зон запрещается:

- применение пестицидов, внесение минеральных удобрений авиационным методом;
- размещение животноводческих ферм и комплексов, накопителей сточных вод, полей орошения сточными водами, кладбищ, скотомогильников, а также других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения и подземных вод;
- размещение складов для хранения пестицидов, минеральных удобрений, площадок для заправки аппаратуры пестицидами, размещение объектов хранения нефти и нефтепродуктов (за исключением складов нефтепродуктов в портах, судоремонтных заводах и предприятиях водных путей), а также других объектов, способных вызывать химическое загрязнение поверхностных и подземных вод;
- мойка транспортных средств вне установленных мест;
- строительство и реконструкция сооружений и коммуникаций без согласования с территориальными органами Минприроды.

В пределах границ прибрежных полос дополнительно к ограничениям, указанным выше запрещается:

- применение всех видов удобрений;
- выпас скота и организация летних лагерей для него;
- строительство зданий и сооружений;
- проведение работ, нарушающих почвенный и травяной покров;
- удаление объектов растительного мира;
- размещение лодочных причалов и площадок постоянного базирования судов маломерного флота за пределами отведенных для этих целей мест;
- заезд и стоянка механических транспортных средств, за исключением транспортных средств оперативных, специальных служб и пограничных войск;

- размещение садоводческих товариществ и дачных кооперативов, без согласования с территориальными органами Минприроды.

В основу создания ППП включаются мероприятия предотвращающие поступление биогенных элементов в водохранилище, то есть направленные на максимально возможный перевод поверхностной составляющей стока дождевых и талых вод в подземную. Поэтому, в конструктивном отношении ППП представлены водоохранными лесными полосами, которые подразделяются на нижние и верхние. Нижние лесные насаждения проектируются в зоне подтопления и временного затопления, а верхние – на размытых береговых участках и откосах, выше зоны подтопления.

Вместе с тем, лесные полосы, особенно вблизи населенных пунктов и дорог, должны иметь декоративно-эстетическое значение. В связи с этим, в насаждениях окаймляющих водохранилище делают разрывы, через которые с желаемого места или с оборудованной смотровой площадки, просматривается водная гладь.

На низких влажных участках берега, древесно-кустарниковый пояс создают посадкой ивы трехтычинковой или калины обыкновенной. Иногда, при повышенных требованиях к качеству воды, на расстоянии 10-15 метров от берега высаживают рядами хвойные породы (ель и сосна обыкновенные) с целью уменьшения засорения водохранилища опавшими листьями. Дальше, за хвойной опушкой создается дубово-липовый или дубово-кленовый пояс для перевода поверхностного стока в почвогрунтовой. Для исключения попадания скота в границы ППП, крайние верхние полосы обсаживаются колючими кустарниками.

Внешние границы ППП и ВЗ совмещаются с естественными и искусственными рубежами, элементами рельефа (бровки речных долин, опушки леса, насыпи дорог, квартальные просеки). Границы ППП и ВЗ в процессе строительства водохозяйственных систем выносятся в натуру и закрепляются специальными информационными знаками по установленной Минприроды форме, в местах массового отдыха, расположенных в границах водоохраных зон и прибрежных полос.

Границы водоохраных зон и прибрежных полос для водохранилищ и прудов, устанавливаются от уреза воды при нормальном подпорном уровне с учетом зон прогнозирования переработки берегов и постоянного подтопления земель.

В водоохраных зонах устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности, которая должна осуществляться с соблюдением мероприятий, предотвращающих загрязнение, засорение и истощение вод. В пределах границ водоохраных зон запрещается:

- применение пестицидов, внесение минеральных удобрений авиационным методом;
- размещение животноводческих ферм и комплексов, накопителей сточных вод, полей орошения сточными водами, кладбищ, скотомогильников, а также

других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения и подземных вод;

- размещение складов для хранения пестицидов, минеральных удобрений, площадок для заправки аппаратуры пестицидами, размещение объектов хранения нефти и нефтепродуктов (за исключением складов нефтепродуктов в портах, судоремонтных заводах и предприятиях водных путей), а также других объектов, способных вызывать химическое загрязнение поверхностных и подземных вод;
- мойка транспортных средств вне установленных мест;
- строительство и реконструкция сооружений и коммуникаций без согласования с территориальными органами Минприроды.

В пределах границ прибрежных полос дополнительно к ограничениям, указанным выше запрещается:

- применение всех видов удобрений;
- выпас скота и организация летних лагерей для него;
- строительство зданий и сооружений;
- проведение работ, нарушающих почвенный и травяной покров;
- удаление объектов растительного мира;
- размещение лодочных причалов и площадок постоянного базирования судов маломерного флота за пределами отведенных для этих целей мест;
- заезд и стоянка механических транспортных средств, за исключением транспортных средств оперативных, специальных служб и пограничных войск;
- размещение садоводческих товариществ и дачных кооперативов, без согласования с территориальными органами Минприроды.

В основу создания ППП включаются мероприятия предотвращающие поступление биогенных элементов в водохранилище, то есть направленные на максимально возможный перевод поверхностной составляющей стока дождевых и талых вод в подземную. Поэтому, в конструктивном отношении ППП представлены водоохранными лесными полосами, которые подразделяются на нижние и верхние. Нижние лесные насаждения проектируются в зоне подтопления и временного затопления, а верхние – на размытых береговых участках и откосах, выше зоны подтопления.

Вместе с тем, лесные полосы, особенно вблизи населенных пунктов и дорог, должны иметь декоративно-эстетическое значение. В связи с этим, в насаждениях окаймляющих водохранилище делают разрывы, через которые с желаемого места или с оборудованной смотровой площадки, просматривается водная гладь.

На низких влажных участках берега, древесно-кустарниковый пояс создают посадкой ивы трехтычинковой или калины обыкновенной. Иногда, при повышенных требованиях к качеству воды, на расстоянии 10-15 метров от берега высаживают рядами хвойные породы (ель и сосна обыкновенные) с целью уменьшения засорения водохранилища опавшими листьями. Дальше, за хвойной опушкой создается дубово-липовый или дубово-кленовый пояс

для перевода поверхностного стока в почвогрунтовый. Для исключения попадания скота в границы ППП, крайние верхние полосы обсаживаются колючими кустарниками.

Таблица 18. Виды и нормы расхода древесно-кустарникового материала для высадки посадки ППП.

| Лесные породы | Расход, шт/га | % от ППП |
|--|---------------|----------|
| Ива ломкая, белая, трех- тычинковая, прутьевидная | 75-800 | 10-12 |
| Ель обыкновенная | 50-600 | 10-20 |
| Береза бородавчатая | 1400-1500 | 20-25 |
| Дуб черешчатый | 750-800 | 10-15 |
| Липа мелколистная | 2000-2100 | 25-30 |
| Кустарники (лещина, бу- зина, свидина) | 3000-3100 | 30-40 |
| Колючие кустарники (ши- повник, боярышник, ока- ция белая, окаяция желтая, барбарис). | 2800-3000 | 20-30 |

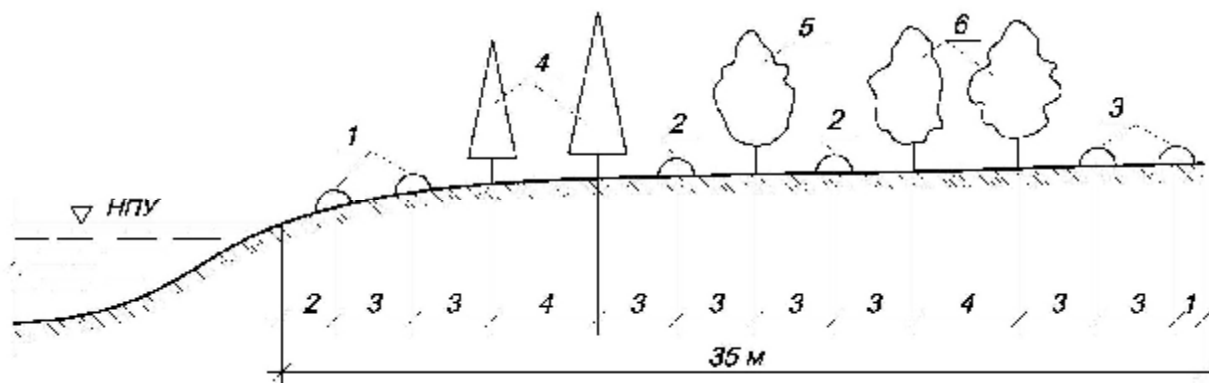


Рис. 8 Конструкция природоохранной прибрежной полосы: 1 - калина обыкновенная; 2-лещина; 3- шиповник; 4-ель обыкновенная; 5- береза бородавчатая; 6-дуб черешчатый.

Рекомендуемая литература

3. Список основной литературы:

1. Горелкина Г. А. Инженерные системы водоснабжения и водоотведения: учебное пособие/ Г. А. Горелкина, Ю. В. Корчевская, И. Г. Ушакова.- Омск: Омский ГАУ, 2020 -154 с. -ISBN 978-5-89764-859-7.- Текст: электронный// Лань электронно-библиотечная система. –URL: <https://e.landook.com/book/153548>.
2. Карамбиров Н.А. Сельскохозяйственное водоснабжение., М. Агропром-издат, 1986, - 352с.
3. Корпачев В.П. /Водные ресурсы и основы водного хозяйства: учебное пособие/ В.П.Корпачев, Бабкина И.В., Пережилин А.И. и др. – 3-е изд., испр., доп.-Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 320 с.-ISBN 978-5-8114-1331-7. – Текст: электронный// Лань электронно-библиотечная система. –URL: <https://e.landook.com/book/210992>.
4. Орлов В.А., Водоснабжение: Учебник/ В.А. Орлов, Л.А. Квитка/ Изд. Москва: Инфра-М, 2022, 443 с. (высшее образование: Бакалавриат).- ISBN 978-5-16-010620-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1850355>.
5. Первов А.Г. Комплексное использование водных ресурсов: метод. указания по составлению курсового проекта для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 270800 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение»: методические указания/ А.Г. Первов, А.П. Андрианов.-Москва: МИСИ-МГСУ, 2014.-64 с.- Текст: электронный// Лань электронно-библиотечная система.-URL: <https://e.lanbook.com/book/73653>.
6. Сомов М.А., Водоснабжение: Учебник/ М.А. Сомов, Л.А. Квитка/ - М.: ИНФРА-М, 2021.-287 с.- (среднее профессиональное образование).- Текст: электронный –URL: <https://e.landook.com/book/https://znanium.com/catalog/product/1248683>.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**Греческий алфавит.**

Α, α – альфа;

Β, β – бета;

Γ, γ – гамма;

Δ, δ – дельта;

Ε, ε – эpsilon;

Ζ, ζ – дзета;

Η, η – эта;

Θ, θ – тета;

Ι, ι – иота;

Κ, κ – каппа;

Λ, λ – лямбда;

Μ, μ – мю;

Ν, ν – ню;

Ξ, ξ – кси;

Ο, ο – омикрон;

Π, π – пи;

Ρ, ρ – ро;

Σ, σ, δ – сигма;

Τ, τ – тау;

Υ, υ – ипсилон;

Φ, φ – фи;

Χ, χ – хи;

Ψ, ψ – пси;

Ω, ω – омега;

Максимальный расход воды снегового стока 1%- й обеспеченности, м³/с

| Норма годового стока | | Площадь водосбора, км ² | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|
| л/с с 1 км ² | тыс.м ³ с 1км ² | 1 | 3 | 5 | 10 | 15 | 25 | 50 | 75 |
| Прикаспийская низменность и Сыртовое Заволжье | | | | | | | | | |
| 0,5 | 15,8 | 1,66 | 4,18 | 6,30 | 10,8 | 14,8 | 21,9 | 36,9 | 50,0 |
| 1,0 | 31,5 | 2,14 | 5,40 | 8,15 | 14,0 | 19,1 | 28,3 | 47,6 | 64,5 |
| Южная часть Высокого Заволжья | | | | | | | | | |
| 3,0 | 9,45 | 2,70 | 6,82 | 10,13 | 17,7 | 24,2 | 35,7 | 60,1 | 81,5 |
| 4,0 | 12,6 | 2,75 | 6,94 | 10,5 | 18,0 | 24,5 | 36,3 | 61,1 | 82,7 |
| 6,0 | 18,9 | 2,59 | 6,55 | 9,9 | 17,0 | 23,2 | 34,3 | 57,7 | 78,0 |
| Высокое Заволжье и северная часть Низкого Заволжья | | | | | | | | | |
| 2,0 | 63 | 0,60 | 1,53 | 2,3 | 3,96 | 5,40 | 8,0 | 13,5 | 18,2 |
| 4,0 | 126 | 0,96 | 2,43 | 3,68 | 6,31 | 8,61 | 12,8 | 21,5 | 29,0 |
| Тобольская лесостепь | | | | | | | | | |
| 0,5 | 15,8 | 0,64 | 1,61 | 2,42 | 4,16 | 5,68 | 8,40 | 14,2 | 19,2 |
| 1,0 | 31,5 | 0,91 | 2,29 | 3,45 | 5,93 | 8,10 | 12,0 | 20,2 | 27,3 |
| 2,0 | 63,0 | 1,18 | 2,99 | 4,51 | 7,75 | 10,6 | 15,7 | 26,4 | 35,6 |
| Ишимская и Барабинская лесостепи | | | | | | | | | |
| 0,5 | 15,8 | 0,26 | 0,66 | 1,0 | 1,72 | 2,34 | 3,46 | 5,83 | 7,9 |
| 1,0 | 31,5 | 0,38 | 0,95 | 1,44 | 2,47 | 3,38 | 4,99 | 8,40 | 11,4 |

| Барабинская и Кулундинская степи | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,6 | 18,9 | 0,34 | 0,86 | 1,3 | 2,22 | 3,04 | 4,50 | 7,57 | 10,2 |
| 0,8 | 25,2 | 0,35 | 0,88 | 1,33 | 2,28 | 3,12 | 4,61 | 7,77 | 10,5 |
| Тургайское плато и Казахский мелкосопочник | | | | | | | | | |
| 0,5 | 15,7 | 1,18 | 2,97 | 4,49 | 7,70 | 10,5 | 15,6 | 26,2 | 35,4 |
| 0,6 | 18,9 | 1,41 | 3,56 | 5,39 | 9,25 | 12,6 | 18,6 | 31,4 | 42,5 |
| 0,7 | 22,0 | 1,58 | 3,98 | 6,01 | 10,3 | 14,1 | 20,8 | 35,2 | 47,5 |
| Приобская лесостепь | | | | | | | | | |
| 2,0 | 63 | 0,56 | 1,40 | 2,12 | 3,61 | 4,97 | 7,35 | 12,4 | 16,7 |
| 4,0 | 126 | 1,01 | 2,54 | 3,81 | 6,60 | 9,0 | 13,3 | 22,4 | 30,4 |
| Саяно-Сибирский горный район | | | | | | | | | |
| 5,0 | 157 | 4,16 | 6,62 | 8,62 | 12,9 | 18,0 | 23,0 | 35,8 | 44,3 |
| 10,0 | 315 | 7,15 | 11,4 | 14,8 | 22,2 | 28,0 | 39,6 | 61,7 | 76,1 |

Приложение 3

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления для населённых мест

| Водопотребление | Расход воды, л/сут |
|---|-----------------------|
| <i>Население (на одного жителя)</i> | |
| Застройка зданиями, оборудованными водопроводами, канализацией (ванны отсутствуют) | 125-160 |
| То же с ванными и местными водонагревателями | 160-230 |
| На полив приусадебного участка | 1000-1500 |
| Застройка зданиями, оборудованными водопроводами, канализацией и центральным горячим водоснабжением | 250-350 |
| При отсутствии внутреннего водопровода с водопользованием из водозаборных колонок | 40-50 |
| Простейшее водоснабжение без водопровода | 30-40 |
| Бараки | 45 |
| <i>Коммунальные расходы</i> | |
| Баня, на 1моящегося | 150-175 |
| Прачечная, на 1 кг белья | 40 |
| Общественная столовая не механизированная | 15 |
| То же механизированная | 25 |
| Школа, на 1учащегося | 15 |
| Амбулатория, на 1 посетителя | 12 |
| Больница, на 1 койку | 100-150 |
| Детский сад или ясли, на 1ребёнка | 75 |
| Контора, на 1служащего | 20 |
| Душ, на 1человека | 40 |
| Клуб, на 1посетителя | 10 |
| Театр, на 1посетителя | 5 |
| Хлебопекарня, на 1кг выпеченного хлеба | 2 |

Нормы расхода воды для скота, птицы и зверей на сельскохозяйственных фермах

| Потребитель | Норма расхода воды на 1 гол., л/сут |
|---|-------------------------------------|
| Животные | |
| Крупный рогатый скот | 100 |
| Молочный скот | 120 |
| Быки и нетели | 50 |
| Молодняк крупного рогатого скота (до 2 лет) | 30 |
| Телята в возрасте до 6 месяцев | 20 |
| Лошади рабочие, верховые, рысистые, племенные и некормлящие матки | 60 |
| Лошади племенные и кормящие матки | 80 |
| Жеребцы-производители | 70 |
| Жеребцы в возрасте до 1,5 года | 45 |
| Овцы взрослые | 10 |
| Молодняк овец | 3 |
| Хряки-производители, матки взрослые | 25 |
| Свиноматки с поросятами | 60 |
| Молодняк свиней на откорме | 15 |
| Поросята-отъёмыши | 5 |
| Птица, звери | |
| Куры, индейки, утки, гуси | 1 |
| Норки, соболи | 3 |
| Лисы и песцы | 7 |
| Кролики | 3 |

Расход воды на машины и механизмы

| Потребитель | Расход, л/сут |
|---|---------------|
| На 1 трактор | 120 |
| На 1 автомашину, комбайн | 140-200 |
| Мастерские разборка и ремонт на 1 трактор | 1500 |
| то же на 1 автомобиль | 700 |
| Мастерские на 1 станок механическая | 35 |
| слесарная | 80 |
| столярная | 20 |
| кузнечная | 40 |
| Бойня крупного рогатого скота, на 1 голову | 300 |
| Бойня мелкого скота, на 1 голову | 100 |
| Маслодельный и сыроваренные заводы, на 1 л молока | |

| | |
|--|---------|
| без пастеризации | 3-5 |
| с пастеризацией | 5-8 |
| с механизированной пастеризацией | 8-10 |
| Молочно-сметанный завод, на 1 л молока | |
| ручная обработка с пастеризацией | 5-8 |
| механизированная обработка с пастеризацией | 8-20 |
| Кожевенный завод, на обработку 1 овчины или кожи | 100-150 |
| Пивоваренный завод | 5-7,5 |
| Винокуренный завод, на 1 л хлебного вина | 5 |
| Макаронная фабрика, на 1 кг макарон | 1,5 |
| Сахарный завод, на 1 кг сахарной свеклы | 8-12 |
| Консервный завод, на 1 кг консервов | 35-60 |

Приложение 4

Максимальная упругость водяного пара над водой, мб (миллибаров)

| Т, °С | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | |
| 0 | 6,1 | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,3 | 6,3 | 6,4 | 6,4 | 6,5 | 6,5 |
| 1 | 6,6 | 6,6 | 6,7 | 6,7 | 6,8 | 6,8 | 6,9 | 6,9 | 7,0 | 7,0 |
| 2 | 7,0 | 7,1 | 7,2 | 7,2 | 7,3 | 7,3 | 7,4 | 7,4 | 7,5 | 7,5 |
| 3 | 7,6 | 7,6 | 7,7 | 7,7 | 7,8 | 7,8 | 7,9 | 8,0 | 8,0 | 8,1 |
| 4 | 8,1 | 8,2 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,5 | 8,5 | 8,7 |
| 5 | 8,7 | 8,8 | 8,8 | 8,9 | 9,0 | 9,0 | 9,1 | 9,2 | 9,2 | 9,3 |
| 6 | 9,4 | 9,4 | 9,5 | 9,5 | 9,6 | 9,7 | 9,7 | 9,8 | 9,9 | 10,0 |
| 7 | 10,0 | 10,1 | 10,2 | 10,2 | 10,3 | 10,4 | 10,4 | 10,5 | 10,5 | 10,6 |
| 8 | 10,7 | 10,8 | 10,9 | 11,0 | 11,0 | 11,1 | 11,2 | 11,2 | 11,3 | 11,4 |
| 9 | 11,5 | 11,6 | 11,6 | 11,7 | 11,8 | 11,9 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,2 |
| 10 | 12,3 | 12,4 | 12,4 | 12,5 | 12,6 | 12,7 | 12,8 | 12,9 | 13,0 | 13,0 |
| 11 | 13,1 | 13,2 | 13,3 | 13,4 | 13,5 | 13,6 | 13,7 | 13,8 | 13,8 | 13,9 |
| 12 | 14,0 | 14,1 | 14,2 | 14,3 | 14,4 | 14,5 | 14,6 | 14,7 | 14,8 | 14,9 |
| 13 | 15,0 | 15,1 | 15,2 | 15,3 | 15,4 | 15,5 | 15,6 | 15,7 | 15,8 | 15,9 |
| 14 | 16,0 | 16,1 | 16,2 | 16,3 | 16,4 | 16,5 | 16,6 | 16,7 | 16,8 | 17,0 |
| 15 | 17,1 | 17,2 | 17,3 | 17,4 | 17,5 | 17,6 | 17,7 | 17,8 | 17,9 | 18,1 |
| 16 | 18,2 | 18,3 | 18,4 | 18,5 | 18,7 | 18,8 | 18,7 | 19,0 | 19,1 | 19,3 |
| 17 | 19,4 | 19,5 | 19,6 | 19,8 | 19,9 | 20,0 | 20,1 | 20,3 | 20,4 | 20,5 |
| 18 | 20,6 | 20,8 | 20,9 | 21,0 | 21,2 | 21,3 | 21,4 | 21,6 | 21,7 | 21,8 |
| 19 | 22,0 | 22,1 | 22,3 | 22,4 | 22,5 | 22,7 | 22,8 | 23,0 | 23,1 | 23,2 |
| 20 | 23,4 | 23,5 | 23,7 | 23,8 | 24,0 | 24,1 | 24,3 | 24,4 | 24,6 | 24,7 |
| 21 | 24,9 | 25,0 | 25,2 | 25,4 | 25,5 | 25,7 | 25,8 | 26,0 | 26,1 | 26,3 |
| 22 | 26,5 | 26,6 | 26,8 | 26,9 | 27,1 | 27,3 | 27,4 | 27,6 | 27,8 | 27,9 |
| 23 | 28,1 | 28,3 | 28,5 | 28,6 | 28,8 | 29,0 | 29,2 | 29,3 | 29,5 | 29,7 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 24 | 29,9 | 30,0 | 30,2 | 30,4 | 30,6 | 30,8 | 31,0 | 31,1 | 31,3 | 31,5 |
| 25 | 31,7 | 31,9 | 32,1 | 32,3 | 32,5 | 32,7 | 32,9 | 33,0 | 33,2 | 33,4 |
| 26 | 33,6 | 33,8 | 34,0 | 34,2 | 34,4 | 34,6 | 34,9 | 35,1 | 35,3 | 35,5 |
| 27 | 35,7 | 35,9 | 36,1 | 36,3 | 36,5 | 36,8 | 37,0 | 37,2 | 37,4 | 37,6 |
| 28 | 37,8 | 38,1 | 38,3 | 38,5 | 38,7 | 39,0 | 39,2 | 39,4 | 39,6 | 39,9 |
| 29 | 40,1 | 40,3 | 40,6 | 40,8 | 41,0 | 41,3 | 41,5 | 41,8 | 42,0 | 42,2 |

Приложение 5

Основные характеристики и технико-экономические показатели дождевальных машин, агрегатов и установок

| Показатель | Типы машин, агрегатов и установок | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----------|------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|
| | Короткоструйные | | | Среднеструйные | | | Дальноструйные | |
| | «Кубань» | ДДА-100М | ДДА-100М А | «Днепр» ДФ-20 | ДКШ -64 | КИ-50 «Радуга» | ДДН - 70 | ДДН-100 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Средняя интенсивность дождя, мм/мин | 1,2 | 1,85 | 3,12 | 0,28 | 0,275 | 0,28 | 0,41 | 0,32 |
| Напор ,м | 32 | 25 | 37 | 45 | 40 | 80 | 55 | 65 |
| Расход воды, л/с | 180 | 100 | 130 | 120 | 63 | 50 | 70 | 85 |
| Характер работы и системы водозабора | ДОС | ДОС | ДОС | ПЗС | ПЗС | ПЗС | ПЗС | ПЗС |
| Расстояние между трубопроводами и каналами, м | 800 | 120 | 122 | 900 | 800 | - | 100 | 110 |
| Расстояние между водозаборными гидрантами, м | - | - | - | 54 | 18 | 40 | 90 | 110 |
| Площадь,орошаемая с 1 позиции, га | - | - | - | 2,5 | 1,44 | 0,52 | 1,6 | 1,21 |
| Коэффициент использования рабочего времени | 0,85 | 0,75 | 0,75 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,85 | 0,85 |
| Производительность за 1 ч работы при поливной норме 300м ³ /га, га | 0,55 | 0,84-0,96 | 1,60 | 1,46 | - | - | 0,78 | 1,02 |
| Производительность за сезон, га | 170-200 | 125-150 | 160-200 | 150 | 70 | 50 | 70 | 80-90 |
| Количество персонала, чел | 0,25 | 2 | 1 | 0,5 | 0,5 | 2 | 1 | 1 |

Тулиглович Сергей Михайлович

Комплексное использование водных ресурсов

Методические указания по выполнению студентами контрольных работ

Печатается в авторской редакции

Отпечатано на агрономическом факультете Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 333. Тел. /факс (383)267-36-10. E-mail: agro_dek@ngs.ru