

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Гидротехнические мелиорации

Методические указания по выполнению студентами контрольной работы



Новосибирск 2023

УДК 631.6 (07)

ББК 40.6, Я7

Г -464

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 Гидротехнической мелиорации / Составитель: к.т.н., доцент С.М. Тулиглович, Новосибирский ГАУ, Новосибирск 2023. -72 с.

Целью контрольной работы является закрепление теоретических знаний и практических навыков самостоятельного решения задач по мелиорации, 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 различным направлениям всех форм обучения.

Утверждены учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол от 20.01. 2023 г. № 5).

ВВЕДЕНИЕ

1. Внешние и внутренние требования

Внешние требования к освоению дисциплины регламентируются ФГОС ВО по различным направлениям подготовки, в части отнесения ее к циклу ООП бакалавра, базовой части.

Внутренние требования определяются видами и задачами профессиональной деятельности и формируемыми компетенциями.

2. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина Гидротехнические мелиорации предназначена для удовлетворения производственных и бытовых потребностей в воде объектов сельского хозяйства, необходимость подачи воды на большие расстояния и на обширные территории с неравномерно размещенными потребителями и неравномерным водопотреблением как в течении суток, так и в течении года.

Целью дисциплины является формирование системного мировоззрения, представлений, теоретических знаний и практических навыков у студентов по проектированию, строительству, эксплуатации сооружений и систем водоснабжения и обводнения территорий.

Исходя из цели, в процессе изучения дисциплины решается следующее:

- изучение основ мелиорации;
- определение водообеспеченности орошаемых территорий;
- изучение способов и методов обеспеченности водными ресурсами мелиорируемых земель в условиях их недостаточного наличия;
- улучшение культурно-бытовых условий жизни населения;
- изучение способов и методов проектирования, эксплуатации сооружений и мелиоративных систем;
- способы добычи и транспортировки воды;
- изучение норм водопотребления и улучшение качества воды.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:
гидравлику, геодезию, нормы водопользования, метрологию;
природно-техногенные комплексы и основы природообустройства;
водохозяйственные системы и водопользование;
выполнение проектных и изыскательских работ, основы строительного дела, эксплуатацию и мониторинг систем и сооружений;
организацию и технологию работ машин и оборудования по природопользованию и водопользованию, безопасность жизнедеятельности.
Уметь:
Правильно оценивать и грамотно использовать в профессиональной деятельности проектно-изыскательскую документацию и результаты строительных работ, эксплуатации и мониторинга систем и сооружений.
Обеспечивать правильную и экологически безопасную организацию и технологию работ, применение машин и оборудования для природопользования и водопользования.
Владеть:
методами проектирования водохранилища, водоснабжения населенного пункта и участка орошения, подачи воды по трубам и каналам и осуществление полива .

Исходные данные.

- 1.1 Топографический план участка с горизонталями (через один метр) в масштабе 1: 5000, или 1 : 10000, или 1 : 25000.
- 1.2. Сведения о водопотребителях.
- 1.3. Агрофизические свойства почвы и погодные условия за ряд лет.
- 1.4. Культуры для орошаемого севооборота.
- 1.5. Заданный способ полива культур – дождевание, поверхностно-самотечный, подпочвенный и комбинированный.

Содержание контрольной работы.

В тематике уточняется район Новосибирской области (почвенно-климатическая зона), конкретное хозяйство, вид севооборота и дождевальная установка. Для каждого студента выдается отдельное задание. Тема контрольной работы может быть предложена студентом в зависимости от его интересов по согласованию с преподавателем.

Перечень задач к контрольной работе:

- Задача 1. Выбор створа плотины для водохранилища в русле реки и нанесение его контура на топографическом плане при заданной глубине.
- Задача 2. Расчет объема водохранилища.
- Задача 3. Расчет земляной плотины.
- Задача 4. Определение паводкового расхода.
- Задача 5. Расчет донного водосброса.
- Задача 6. Расчет паводкового водосброса.
- Задача 7. Расчет водопотребления для летнего водоснабжения населенного пункта.
- Задача 8. Выбор расчетного года для определения режима орошения.
- Задача 9. Определение испарения с водной поверхности водохранилища по формулам Н.Н. Иванова, П.И. Давыдова.
- Задача 10. Содержание водяного пара в атмосфере (приземный слой).
- Задача 11. Расчёт дефицита суточного увлажнения.

Задача 12. Определение поливных и оросительных норм.

Задача 13. Плановое расположение оросительной системы на местности.

Задача 14. Определение КПД оросительной системы.

Задача 15. Определение необходимого количества воды в водохранилище для водоснабжения и орошения.

Задача 16. Подбор диаметра труб для подачи воды для водоснабжения и на орошаемый участок.

Задача 17. Подбор оборудования (насоса, электродвигателя) для насосной станции.

Оформление контрольной работы производится в виде рабочей тетради и графического материала.

Задача 1. Выбор створа плотины для водохранилища в русле реки и нанесение его контура на топографическом плане при заданной глубине.

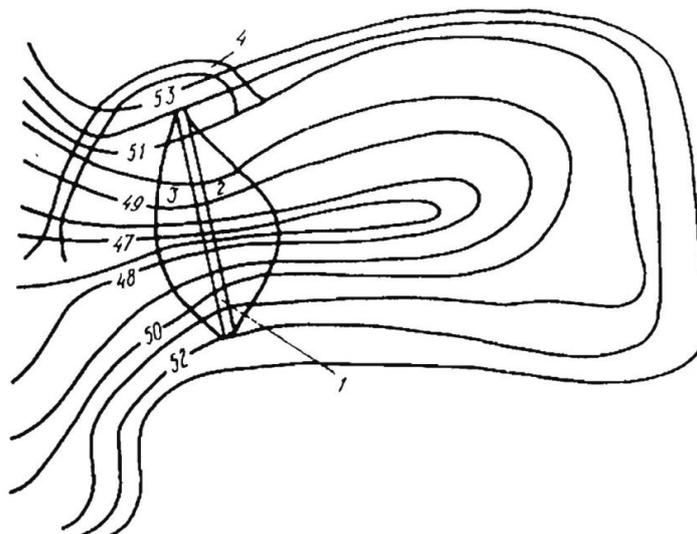


Рис. 1 Топографический план участка с горизонталями.

Проектируемое водохранилище необходимо для создания запаса воды и обеспечения водоснабжения населенного пункта и орошения полевого севооборота.

А) Створ будущей плотины выбирается с учётом следующих положений:

- водохранилище должно находиться ближе к потребителю;

- 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.

Б) Глубину воды в водоеме выбирают в пределах $3 \div 7$ м, при этом отметку нормально-подпорного уровня (∇ НПУ) воды принимают с условием, чтобы отметка (∇ $Min_{\text{УВ}}$) имела самую низкую в сечении плотины.

В) Насосная станция не должна затапливаться и может располагаться за плотинной, т.е. в нижнем бьефе на 1 м выше горизонтали, соответствующей минимальному уровню воды. Расстояние от основания плотины до насосной станции $30 \div 50$ м. С водоёмом насосная станция соединяется с помощью самотечной, или самотечно-всасывающей линий, по которой насос забирает воду из водохранилища.

Задача 2. Расчет объема водохранилища.

Для бесперебойного водоснабжения населенного пункта и орошаемых культур водой необходимо знать количество воды в проектируемом водоеме.

Объем этот может быть определен по приближенной формуле:

$$V = K \cdot H_{\text{вод}} \cdot B \cdot L, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где $H_{\text{вод}}$ – наибольшая глубина воды у плотины, м;

B – ширина водной поверхности у плотины, м;

L – длина водохранилища, м;

K – коэффициент, характеризующий форму балки, равен $\frac{1}{4} \div \frac{1}{16}$; при форме балки, близкой к горизонтальной $K = \frac{1}{16}$; параболической $K = \frac{1}{4}$.

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

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

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 плотинной.

Задача 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;

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

Где $H_{\text{вод}} = \nabla \text{ НПУ} - \nabla \text{ Min}_{\text{УВ}}$ уже определена и составляет 4 м;

$$H_{\text{волн}} = 0,0208 \cdot C_{\text{мах}}^{5/4} \cdot L^{1/3}, \text{ м}, \quad (3)$$

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

L – максимальная длина нагона волны на плотину измеряется по плану в км; (например $L = 1,05$ км);

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

Пример расчёта:

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

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

3.2 Высоту волны можно определить по приближённой формуле Соколова (для $H_{\text{воды}} = 4 \div 5$ м.):

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

где $C_{\text{мах}}$ – максимальная скорость ветра, м/с.

Чтобы определить длину плотины, необходимо найти отметку гребня плотины, а затем продлить ее в обе стороны до пересечения с поверхностью земли (рис. 1 и 2).

$$\nabla \text{ Гр.пл} = \nabla \text{ Min}_{\text{УВ}} + H_{\text{пл}}; \text{ или } \nabla \text{ Гр.пл} = \nabla \text{ НПУ} + H_{\text{волн}} + H_{\text{зап}}, \text{ м} \quad (5)$$

Продлить на плане, по направлению створа, гребень плотины в ту и другую сторону и получим длину плотины $L_{\text{пл}}$.

• Ширина гребня плотины $V_{\text{гр}}$, т.е. проезжей части, принимается в пределах $5 \div 10$ м (для небольших земляных плотин).

• Ширина подошвы или основания плотины $V_{\text{под}}$ рассчитывается исходя из заложения верхового и низового откосов по формуле:

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

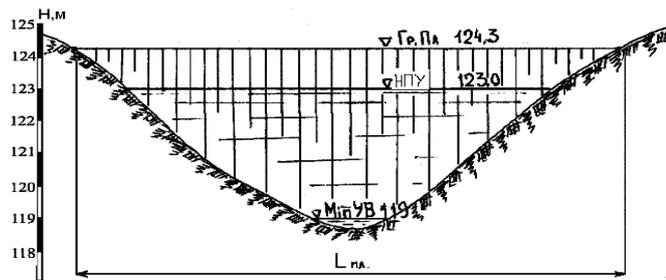


Рис. 2 Продольный разрез плотины.

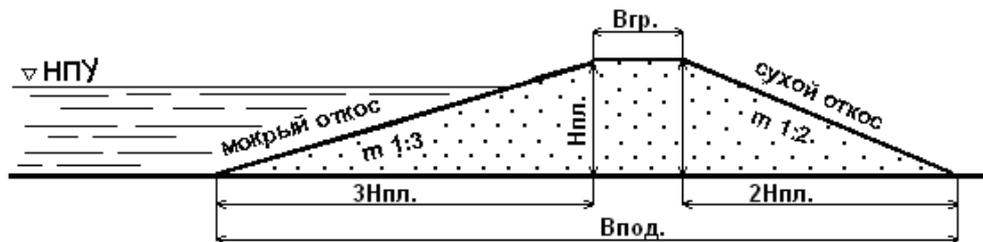


Рис. 3 Поперечный разрез плотины.

Минимальное заложение откосов земляных плотин рекомендуется: для верхового 1:3÷5, низового 1:2. Приняв ширину гребня $V_{гр} = 5$ м, получим:

$$V_{под} = 5 + 5 \cdot 5,3 = 5 + 26,5 = 31,5 \text{ м.}$$

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

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

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

Оптимальное отношение объема водохранилища к объему плотины считается 1 к 15 ÷ 20.

Более точно объем плотины рассчитывается по сечениям. Расчет объема плотины по сечениям, $V, \text{ м}^3$.

$$K = \frac{V_{вхр}}{V_{пл}} \quad (8)$$

Задача 4. Определение паводкового расхода.

Водохранилище, во время весеннего паводка, за счет притока талых вод может переполняться, поэтому необходимо сбросить лишнюю воду в нижний бьеф, с тем чтобы не превышать нормально-подпорного уровня (▼ НПУ).

Чаще всего для этой цели применяется трубчатый водосброс (труба, проложенная в основании плотины). Альтернативой может служить водосброс с боковым сливом, быстроток, перепад, шлюз 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.1.

Например, для Приобской лесостепи норма годового стока составит:

$$U_{\text{стока}} = 75 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2.$$

Таблица 1. Норма стока для некоторых географических зон

Населенный пункт	Норма стока	
	Тыс. м ³ /км ²	м ³ /га
Омск	19	190
Челябинск. Курган	40	400
Красноярск. Кемерово	180	1800
Барнаул	100	1000
Новосибирск. Томск	75	750
Рубцовск, Алейск	15	150

б). 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 (прилож. 6).

Курган, Челябинск — Тобольская лесостепь;

Рубцовск, Омск, Алейск - Кулундинская лесостепь;

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

Новосибирск, Барнаул, Томск - Приобская лесостепь.

Для примера проведем расчет паводкового расхода для зоны Приобской лесостепи при норме стока 75 тыс. м³/км² для заданной площади водосбора F= 12 км². Определяем паводковые расходы исходя из нормы стока U и площади водосбора F.

Площадь водосбора F=10 км²,

$$Q_{\text{год}} = 63 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2, Q_{\text{пав}} = 3,61 \text{ м}^3/\text{с}, Q_{\text{пав}} = 4,97 \text{ м}^3/\text{с}$$

Площадь водосбора F= 15 км²,

$$Q_{\text{год}} = 126 \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2, Q_{\text{пав}} = 6,6 \text{ м}^3/\text{с}, Q_{\text{пав}} = 9,0 \text{ м}^3/\text{с}$$

Теперь проводим интерполяцию и находим паводковый расход для требуемой нормы стока U= 75 тыс.м³/км² и площади водосбора F= 12 км².

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

$$Q_{\text{пав}} = \frac{4,97 - 3,61}{15 - 10} = \frac{1,36}{5} = 0,272 \text{ м}^3/\text{с} \text{ на единицу площади водосбора.}$$

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=126тыс.м³/км²:

$$Q_{\text{пав}} = \frac{9,0 - 6,6}{15 - 10} = \frac{2,4}{5} = 0,48 \text{ м}^3/\text{с} \text{ на единицу площади водосбора.}$$

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

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

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.

Задача 5. Расчет донного (паводкового) водосброса.

Для донного (паводкового) водосброса определяются длина и диаметр трубы по следующим формулам:

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

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

Расход, который труба сможет пропустить, составит:

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

где K - коэффициент, зависящий от диаметра трубы;

Z - напор, проталкивающий воду по трубе, м, определяется по формуле:

$$Z = H_{\text{вод}} - 0,5 \cdot D, \text{ м}. \quad (11)$$

где D -диаметр трубы донного водосброса, м;

$H_{\text{вод}}$ - глубина воды в водоеме, м.

Таблица 2. Значения коэффициента K :

K	D , мм	примечание
24,93	1000	
11,58	750	
3,93	500	
2,40	400	
1,40	300	
0,60	200	

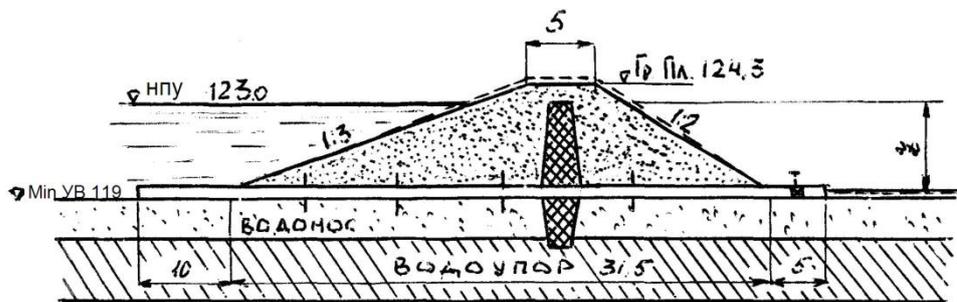


Рис.4 Поперечный разрез плотины по оси донного водосброса.

Диаметр донного водосброса определяют методом подбора. Для этого принимают любой, на выбор, диаметр, по которому берут K 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 $D = 750$ мм, при этом $K = 11,58$.

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

где $Z = 4 - 0,75/2 = 3,625$ м.

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

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 $D = 1000$ мм имеем $K = 24,93$,

$$Z = 4 - 1/2 = 3,5 \text{ м и, следовательно, } Q_{\text{расч}} = 24,93 \cdot \sqrt{3,5/46,5} = 6,85 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Эта труба отвечает пропуску паводкового расхода, поэтому для трубчатого водосброса с $Q_{\text{пав}} = 4,72 \text{ м}^3/\text{с}$ устанавливают трубу $D = 1000$ 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.

Задача 6. Расчет паводкового водосброса.

Лишнюю воду из водоема при форсированном уровне паводка по отводящему 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 м³/с. Отсюда определяют длину сливной грани:

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

Отводящий 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 отводящего канала в верхнем бьефе 20÷30 м, в нижнем — 40÷50 м.

Ширина отводящего канала по дну:

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

Где $H_{\text{кан}}$ – глубина воды в канале, м

В других случаях может быть $H_{\text{кан}} = 1$ м, при этом формула примет вид:

$$B_{\text{кан}} = Q_{\text{max}} / 1,42, \text{ м}, \quad (14)$$

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

Задача 7. Расчет водопотребления для летнего водоснабжения населенного пункта.

Для расчета водопотребления необходимо знать норму водопотребления, т. е. количество воды, выраженное в литрах, которое

расходуется потребителем за сутки, согласно СНиП 2.04.02-84* Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления для населенных мест (прилож.8). Зная число водопотребителей, можно определить суточный расход воды этими водопотребителями:

$$Q_{\text{сут}} = N \cdot q, \text{ л/сут}, \quad (15)$$

где N - количество водопотребителей, л/сут;

q - норма водопотребления, л/сут.

Дальнейшие расчеты сводятся в табл.3, при этом потребление воды жилыми, коммунальными и производственными объектами неравномерно во времени и характеризуется суточными и часовыми коэффициентами неравномерности $K_{\text{сут}}$ и $K_{\text{час}}$.

Потребление воды жилыми, коммунальными и производственными объектами характеризуется суточными и часовыми коэффициентами неравномерности и определяется по формуле:

$$K_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{мах.сут}}}{Q_{\text{ср.сут}}}, \quad (16)$$

где $K_{\text{сут}}$ применяется по следующим рекомендациям:

*для населения и жилищно-коммунального сектора $K_{\text{сут}} = 1,2$;

*для животноводческого сектора с автопоением $K_{\text{сут}} = 1,35$, без автопоения

$K_{\text{сут}} = 1,5$;

*для производственного сектора $K_{\text{сут}} = 1,4$.

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 $K_{\text{час}}$ принимают в следующих пределах:

*жилищно-коммунальный и производственный сектор $K_{\text{час}} = 1,5$;

*животноводческий сектор с автопоением $K_{\text{час.}} = 2,2$, без автопоения $K_{\text{час.}} = 2,5$. В таблице 3 необходимо определить сумму по колонкам 4 и 11 для применения в дальнейших расчетах. (Приложение 7)

Задача 8. Выбор расчетного года для определения режима орошения.

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

В понятие «режим орошения» входит определение общего водопотребления, поливные нормы, сроки полива и их количество.

Режим орошения определяют по многим факторам, к числу которых относятся:

- погодные условия - температура воздуха (t , °C), относительная влажность воздуха (f , %), осадки (θ , мм) и распределение их во времени и пространстве. По средним многолетним показателям (20 лет) определяется климатическая норма. По комплексному показателю испаряемости (E_0) и суммарному водопотреблению (E) определяют необходимость оросительных или осушительных мелиораций;
- почвенно-грунтовые условия - гранулометрический состав, водно-физические свойства, степень и характер засоления, агрегатное строение, влагоемкость, прочность структурных агрегатов и многое другое;
- гидрогеологические условия - глубина залегания уровня и минерализация грунтовых вод (УГВ), условия притока и оттока, их динамика во времени;
- водообеспеченность региона (водные источники, запасы подземных вод);
- применяемая агротехника;
- плодородие почв;
- способ и техника полива;

- Вид культур и фазы их развития.

В практике орошаемого земледелия применяются несколько методов определения водопотребления возделываемых культур:

- а) теоретический, основанный на физических законах испарения (испаряемости) влаги и притока энергии;
- б) метеорологический, когда водопотребление функционально связывают с температурой, относительной влажностью воздуха и осадками;
- в) эмпирический, когда величина водопотребления определяется по исследованным коэффициентам и зависимостям.

Выбор расчетного года

При проектировании расчётный год для зоны неустойчивого увлажнения обычно принимают средне - засушливый 75 % обеспеченности, который выбирается по сложившимся метеорологическим условиям (метеорологический метод) - по данным среднесуточной температуры воздуха, $t^{\circ}\text{C}$; осадков, Θ , мм; 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: температуру воздуха – в убывающем порядке, а осадки и относительную влажность воздуха в возрастающем (см. задание).

Необходимо, чтобы количество лет наблюдений было не менее 9. Если наблюдений больше, то расчётный (75% обеспеченности) находится по уравнению:

$$X = \frac{75 \cdot n}{100}, \quad (17)$$

где n - количество лет наблюдений.

Из верхнего ряда метеонаблюдений полученное число исключается и записывается в таблицу 4 Сводной ведомости расчетного года (прилож.9).

Задача 9. Определение испарения с водной поверхности водохранилища по формуле Н.Н. Иванова.

$$E_o = 0,0018 \cdot (25 + t)^2 \cdot (100 - f), \text{ мм, за месяц} \quad (18)$$

где E_o - испарение, мм;

0,0018 (0,0006 за декаду) - эмпирический коэффициент (за месяц);

t - средняя месячная температура воздуха, °С;

f - относительная влажность воздуха, %.

Данные берут из Таблица 4. Сводная ведомость расчетного года обеспеченности и рассчитывают испарение с водной поверхности водохранилища по таблице 5 (прилож.11).

Более сложный расчет испарения с водной поверхности (E_o) можно провести по формуле П.И. Давыдова:

$$E_o = 0,413 (E - e)^{0,8} \cdot (1 + 0,125 C_{\text{ср}}), \text{ мм/сут}, \quad (19)$$

где E - максимальная упругость водяного пара, мб находится по прилож.10;

$C_{\text{ср}}$ - средняя скорость ветра, м/с (по месяцам из данных ГМС (АГМС)).

e - абсолютная влажность воздуха, определяемая по формуле:

$$e = \frac{E \cdot f}{100}, \text{ мб}, \quad (20)$$

$$d = (E - e) \quad (21)$$

где d - дефицит влажности воздуха, т.е. разница между возможным насыщением парами воздуха и абсолютно замеренной влажностью воздуха, которые сводятся в таблицу 7 (прилож. 13).

Задача 10. Содержание водяного пара в атмосфере (приземный слой).

$$a = \frac{1,81 \cdot e}{1 + 0,000366 \cdot t}, \text{ г/м}^3 \quad (22)$$

где a - содержание водяного пара, г/м³;

t - средняя температура воздуха (месяц), °С;

Пример: $t_{\text{сут}} = 20^\circ\text{C}$, $E = 23.4$ мб, $f = 56\%$

$$e = \frac{23.4 \cdot 56}{100} = 13.10 \text{ мб}$$

$$a = \frac{1,81 \cdot 13,10}{1 + 0,000366 \cdot 20} = \frac{23.711}{1,00732} = 23,538 \text{ г/м}^3$$

Задача 11. Расчёт дефицита суточного увлажнения.

Поливной режим какой-либо культуры может быть установлен на основе данных опытных станций или обобщения опыта передовиков орошаемого земледелия для данного района. Однако часто при проектировании орошения в новых районах аналогичные опытные данные по режиму орошения недостаточны или вовсе отсутствуют. В этих случаях прибегают к установлению поливного режима каждой культуры севооборота при помощи теоретических расчётов. Полученный таким образом поливной режим корректируют в соответствии с данными передовой практики орошения ближайшего района.

Дефицит суточного увлажнения (ε) рассчитывают по формуле Залыгина - Сахончика (1958):

$$\varepsilon = 0.375 \cdot d \cdot T - \theta_{\text{эф}}, \text{ мм} \quad (23)$$

$$\varepsilon = 0.675 \cdot d \cdot T - \theta_{\text{эф}}, \text{ мм} \quad (24)$$

где: 0,375 - для пропашных культур;

0,675 - для культур сплошного сева;

$\theta_{\text{эф}}$ – эффективные осадки, мм;

d – дефицит влажности воздуха;

T – число дней в месяце.

$$\theta_{\text{эф}} = 0,8 \cdot \theta, \quad (25)$$

Где θ - осадки, мм (таблица 4);

Расчёты сводятся в таблицы 8, 9 (прилож. 14,15).

Задача 12. Определение поливных и оросительных норм.

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

Оросительная норма – это количество воды, которое необходимо дать в течении вегетационного периода на 1 гектар орошаемых земель дополнительно к естественным запасам её в почве, чтобы получить запланированную урожайность.

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 $W_{мин}$ пределы увлажнения, можно определить величину вегетационной нормы полива:

$$m_{\text{вег}} = W_{нв} - W_{мин}, \quad (26)$$

Перед весенним или осенним поливом в почве находится какой-то запас влаги $W_{ф}$, учитывая его, получаем значение поливной нормы перед посевом:

$$m_{\text{пр}} = W_{нв} - W_{ф} \quad (27)$$

Величины $W_{нв}$ и $W_{ф}$ находятся по формуле:

$$W_{нв} = 100 \cdot h \cdot d \cdot r_{нв}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (28)$$

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;

d – объемная масса почвы, г/см³;

$r_{нв}$ – 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
Саженьцы	1,0	0,5
	0.6	0.3

$$W_{min} = \frac{W_{нв} \beta_{min}}{100}, \quad (29)$$

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

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

Морковь, лук - - - - - 70

Огурец, капуста, картофель, томат, клевер - - - - - 75

Кострец, б/о, люцерна, пшеница, кукуруза - - - 70

Свекла, кормовые корнеплоды - - - - - 65

$$W_{\phi} = 100 \cdot h \cdot d \cdot \Gamma_{\phi}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (30)$$

где Γ_{ϕ} – фактическая влажность почвы в % от массы сухой почвы.

Поливные нормы округляют до 50 м³/га. Значения d, Γ_{ϕ} , $\Gamma_{нв}$ приведены в задании.

Если h = 0,5 м, то необходимо взять среднее арифметическое, т.е. сложить пять значений и поделить на пять.

Активный слой почвы, где располагается до 95% корневой системы, принимается по таблице 10. Плотность почвы d, влажность $\Gamma_{нв}$, Γ_{ϕ} рассчитывается на среднеарифметический слой, т.е. если слой почвы принят 0,3 м, то значения складывают из верхних трех горизонтов и делят на 3 и т.д. Затем производим в таблице 11 расчет поливных норм культур (прилож. 16). Далее с учётом рассчитанных поливных норм для сельскохозяйственных культур определяют по дефициту суточного увлажнения, сроки и количество поливов, учитывая, что предпосевной полив делается за 5 ÷ 10 дней до посева– посадки, а также рекомендуемые сроки последнего вегетационного

полива, после которых поливать уже не надо. В таблице 12 приведены ориентировочные даты посева и полива овощных и кормовых культур.

Таблица 12 – Ориентировочные даты посева и полива овощных и кормовых культур.

Культура	Дата сева или высадки полевых культур	Дата полива		Дата последнего полива
		предпосевной	вегетационный	
Огурец	25÷30 мая	с 20 мая	расчетная	10 августа
Лук на репку	05÷15 мая	с 03 мая	расчетная	15÷20 июля
Томат	5÷15 июня	с 5 июня	10÷15 июня	10 августа
Капуста раннеспелая	10÷20 мая	с 5 мая	10÷15 мая	1 июля
Капуста среднепоздняя	01÷10 июня	с 26 мая	01 июня	15÷25 сентября
Морковь	01÷15 мая	с 28 апреля	после 10 июня	10 сентября
Кормовые корн., свёкла	10÷20 мая	с 5 мая	после 15 июня	5÷10 сентября
Картофель	15÷20 мая	не эффект.	расчетная	10 августа
Многолетние травы	15÷20 мая	10 мая	расчетная	10 августа
	Прошлых лет			15÷25 августа

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 дождевальных машин 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:

$$U = \left[0,71 + (0,15 \cdot v) \cdot t \cdot \left(1 - \frac{f}{100} \right) \right], \quad (31)$$

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

v – скорость ветра, 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:

$$j_{ду} = \frac{60 \cdot Q_{д.м.}}{\omega}, \quad (32)$$

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

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

ω – площадь полива, га.

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

$$t = \frac{m \cdot \omega \cdot u}{0,06 \cdot Q_{д.м.} \cdot 100}, \quad (33)$$

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

Расчетный расход Q_n для любого мелиоративного объекта можно принять, зная площадь орошения и среднюю поливную норму m :

$$Q_n = \frac{m \cdot \omega}{3,6 \cdot T_{п.п.} \cdot \tau}, \quad (34)$$

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. Поливной период в днях, находят из уравнения:

$$T_{пп} = \frac{m \cdot \omega}{3,6 \cdot Q_{д.м.} \cdot \tau}, \quad (35)$$

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

m – поливная норма, м³/га;

ω – площадь полива, га;

τ – время полива, час;

3,6 – переводной коэффициент.

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

Для расчёта даты полива культуры определяют межполивной интервал ($T_{м.п.}$) в днях.

$$T_{мп} = \frac{m}{\varepsilon}, \quad (36)$$

где ε – суточный дефицит увлажнения, м³/сутки.

Руководствуясь данными прилож.16, 17 и уравнениями рассчитывают ведомость полива культур и сводятся в таблицу 14 (прилож.18).

Эксплуатационный режим орошения строится на основе неуккомплектованной ведомости полива и позволяет ранжировать поливы культур в технологической последовательности из таблицы 13 (прилож.17).

Оросительный гидромодуль рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{\mu \cdot m \cdot 1000}{100 \cdot T_{п.п.} \cdot (\tau \cdot 3600)}, \quad \text{л/с на 1га} \quad (37)$$

где μ – состав культуры в севообороте, %;

m – поливная норма, м³/га;

$T_{п.п.}$ – поливной период, дни;

τ – время полива, час(смена);

3600 секунд в 1 час;

Пример: $m_{\text{вег.}} = 550$ м³/га; $T = 3$ дня; $\tau = 16$ час

$$q = \frac{25 \cdot 550 \cdot 10}{3 \cdot (16 \cdot 3600)} = \frac{137500}{172800} = 0,7957 \text{ л/с на 1 га}$$

Задача 13. Плановое расположение оросительной системы на местности.

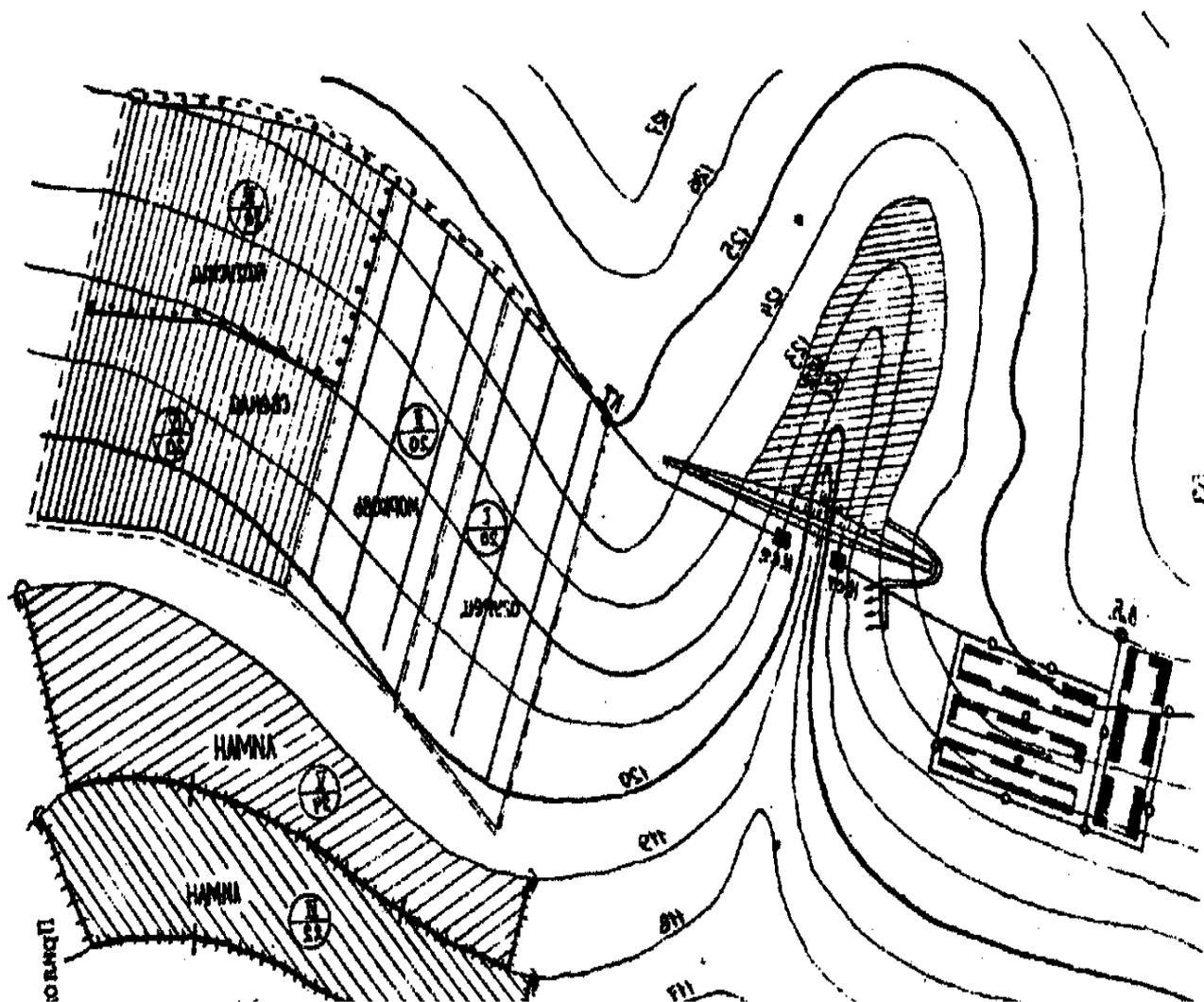
Известно, что по способу забора и подачи воды в оросительную систему существуют три варианта: самотечный, с механическим подъёмом и комбинированный. Третий способ сочетает в себе первые два. Он заключается в том, что от источника воду с помощью насосной станции по магистральному трубопроводу до командной точки (КТ), а дальнейшее распределение воды идёт самотёком, т.е. по земляному магистральному каналу (МК), который трассируется с уклоном 0,001, чтобы обеспечить оптимальную скорость воды (0,6 м/с), при которой отсутствует как заиление, так и размыв.

Командная точка (КТ) выбирается в самом высоком месте будущего орошаемого участка с таким расчётом, чтобы иметь достаточно площади для размещения полей. После проектирования магистрального канала размещают поля орошения, при этом учитывают культуры севооборота, рельеф местности и способ полива. Для орошения пропашных культур применяют полив по бороздам и дождеванием ДДА-100М. Дождевальная установка с учётом задания на проектирование может быть выбрана другой марки, что скажется на размерах полей и оросительного гидромодуля, например, ЭДМФ «Кубань».

При выборе места под орошаемый участок необходимо учитывать ряд требований:

- орошаемые поля размещают на лучших по плодородию землях и ближе к водоисточнику (пруд, водохранилище, река, озеро, скважина);
- уклоны полей при дождевании не более 0,02, при поливах по бороздам 0,004-0,005, а поперечные уклоны не должны превышать 0,008...0,01.

Рис.5 План орошаемого участка.



При поливе по полосам уклоны рекомендуются 0,001...0,01.

Размеры полей, т. е. их ширина и длина, должны быть увязаны с имеющейся на карте площадью, в зависимости от применяемой дождевальной техники. Зная площадь поля, определяют его длину и ширину и переносят эти размеры на план. При этом пользуются следующими рекомендациями: поля должны иметь форму прямоугольника или

параллелограмма; при поливе по бороздам за основу принимается длина поля **L** (300 ÷ 500 м); при дождевании за основу берётся ширина поля **B**, которая должна быть кратна ширине захвата дождевальной машины ДКШ-64, ДМ, ДУ, ДА, аппаратом.

При проектировании полей для других дождевальных машин необходимо учитывать их технические данные (прилож.20-23).

Расчетный расход оросительной системы:

$$Q_{\text{расч.}} = q \cdot \omega, \quad (38)$$

где q – гидромодуль, л/с на 1га

ω – площадь орошаемого участка (культуры), га.

На орошаемом участке необходимо запроектировать дорожную сеть и лесополосы. Первая обеспечивает возможность быстрого и удобного выезда техники и машин на каждое поле севооборота, вывоза продукции с полей при уборке урожая.

Полевые дороги располагают по границам полей. Ширина земляного полотна дорог, не считая кюветов, 5 м.

Создание полезащитных лесных полос на орошаемых землях чрезвычайно важно. Оно является одним из неперенных условий правильной организации орошаемого земледелия. Полезащитные лесонасаждения на орошаемых землях имеют преимущественно ветроломное значение. Их проектируют из высокорастущих деревьев с невысоким подлеском продуваемой конструкции.

Древесные и кустарниковые полосы проектируют вдоль постоянной оросительной и дорожной сетей, вдоль постоянных дорог, по границам полей севооборота и располагают так, чтобы тень от деревьев падала на каналы и затеняла их, уменьшало испарение влаги. Желательно лесополосы располагать в полосах отчуждений каналов по обе стороны. В том случае, когда работу на каналах производят механизированным способом, лесополосы располагают только с одной стороны.

Задача 14. Определение КПД оросительной системы.

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

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{бр}}}, \quad (39)$$

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

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

$$Q_{\text{бр}} = Q_{\text{н}} + \frac{Q_{\text{н}} \cdot L \cdot \sigma}{100}, \quad (40)$$

σ – потери воды на фильтрацию, %, зависящие от сменности работы на поливе и гранулометрического состава почвы по данным таблицы 16:

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

L – максимальная длина пути воды от командной точки, км;

Пример расчета для почвы среднего гранулометрического состава и длины канала принимается $L = 1,29$ км.

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

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

Задача 15. Определение необходимого количества воды в водохранилище для водоснабжения и орошения.

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

$$M_{ор} = \sum m, \quad (41)$$

где m – поливная норма принимается из эксплуатационного режима орошения при выбранном способе полива.

Далее определяют объём воды на орошение каждой культуры по формуле:

$$V_{ор} = M_{ор} \cdot \omega / \eta, \quad (42)$$

где $M_{ор}$ – оросительная норма, м³/га;

ω – площадь поля, га;

η – коэффициент полезного действия оросительной системы(0,86).

Считаем сколько уходит воды на орошение $V_{ор}$.

Чтобы узнать, достаточно ли воды в водоёме для орошения, необходимо составить его баланс. Определяем полезный объём водохранилища. От его объёма исключаем испарение, фильтрацию и мертвый объём, которые составляют - 50% от объёма водохранилища.

$$V_{пол.} = K \cdot V_{вдхр} \quad (43)$$

где k – коэффициент потерь на испарение, фильтрацию и мертвый объём.

Определяем резервный объём водохранилища:

$$V_{рез} = V_{пол} - V_{ор} - V_{всн} \quad (44)$$

где $V_{рез}$ - резервный объём водохранилища, м³;

$V_{ор}$ – объём воды для орошения, м³;

$V_{всн}$ – объём воды для водоснабжения, м³.

Задача 16. Подбор диаметра труб для подачи воды для водоснабжения и на орошаемый участок.

Воду от насосной станции к населенному пункту и орошаемым участкам подают по трубам, диаметр которых необходимо установить по двум показателям: расчетному расходу ($Q_{расч.}$) и по скорости движения воды в трубах (V)./

В данном примере:

а) по расчетному секундному расходу ($Q_{\text{расч.}}$):

$$Q_{\text{расч.}} = Q_{\text{расч. сек.}} + Q_{\text{пож.}} + Q_{\text{вдсн}}, \quad (45)$$

где $Q_{\text{расч.}}$, л/с, выписывается из таблицы 3 графа 11 (прилож. 7);

$Q_{\text{пож.}}$ - расход на пожаротушение принимается от $3 \div 5$ л/с.

б) по скорости движения воды в трубах:

самотечный водовод (C_B) $V = 0,5 \div 0,7$ м/с;

всасывающий водовод (B_B) $V = 1,2 \div 1,5$ м/с;

магистральный водовод (M_B) $V = 0,8 \div 1,2$ м/с.

Зная расчетный расход и скорость для каждой трубы определяется диаметр, потери на трение при движении воды по трубам и фактическая скорость по таблицам (прилож. 1). В данном примере:

а) самотечно - всасывающая труба

$Q_{\text{расч.}} = 10$ л/с, $V = 0,5 \div 0,7$ м/с

принимаются трубы $D = 150$ мм; $V = 0,57$ м/с; $h_{\text{тр.}} = 0,37$ м

б) магистральная труба

$Q_{\text{расч.}} = 10$ л/с $V = 0,8 \div 1,2$ м/с

принимаются трубы $D = 125$ мм; $V = 0,81$ м/с; $h_{\text{тр.}} = 0,97$ м

Потери по длине трубопровода можно определить по формулам, таблицам и монограммам различных авторов.

Распространенной формулой для определения потерь $h_{\text{тр}}$ по длине является:

$$h_{\text{тр}} = A \cdot \frac{v^2 \cdot L}{2 \cdot g \cdot d}, \text{ м} \quad (46)$$

где d - диаметр трубы, м;

v - скорость движения воды в трубе, м/с;

A - коэффициент удельного сопротивления (из таблицы Ф.А. Шевелева);

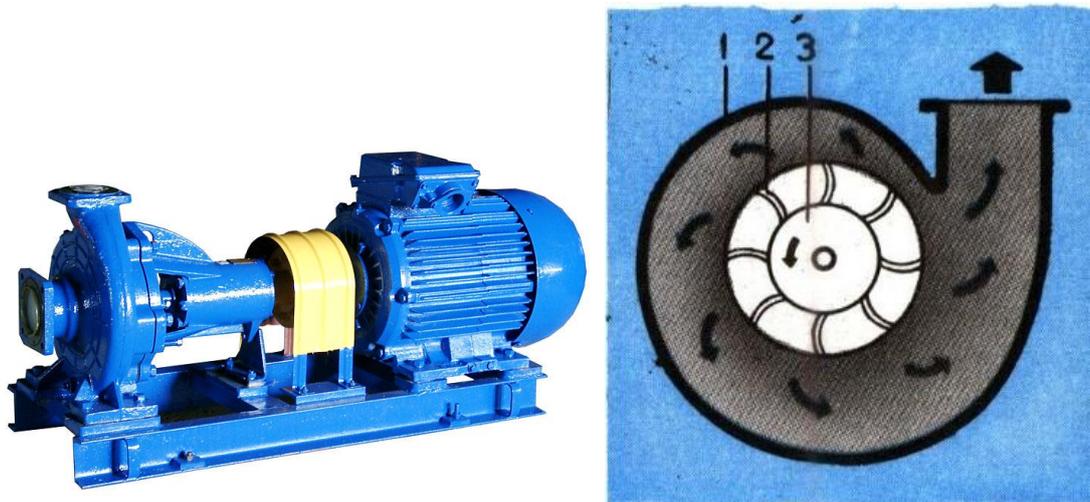
L – длина магистрального трубопровода, м;

g - величина ускорения силы тяжести ($9,80665 \text{ м/с}^2$).

Задача 17. Подбор оборудования (насоса, электродвигателя) для насосной станции.

Так как способ подачи воды на оросительную систему механический, то необходимо подобрать насос и электродвигатель. При самотёчной подаче воды на оросительную систему эти расчёты отсутствуют.

1. Для подачи воды к потребителям необходимо подобрать насос.



Насосы делятся на три типа:

а) центробежные насосы, основной деталью которых является рабочее колесо. По общепринятому каталогу марки центробежных насосов характеризуют их конструкцию и назначение.

Марка насоса включает: размер диаметра входного патрубка (в мм), уменьшенный в 25 раз; букву, обозначающую тип насоса (К - консольный, Д - двухстороннего всасывания, М - многоступенчатый спиральный с первым колесом двухстороннего входа, МС - многоступенчатый секционный и т.д.) и величину коэффициента быстроходности, уменьшенную в 10 раз.

В многоступенчатых насосах в марке справа после знака умножения указывается число ступеней, например, 10М -8 x 8- восьмиступенчатый (x8) спиральный корпус с диаметром входного патрубка - $10 \cdot 25 = 250$ мм и коэффициентом быстроходности - $8 \cdot 10 = 80$.

До настоящего времени в серийном производстве находятся некоторые хорошо зарекомендовавшие себя насосы типа НД. В этих насосах в отличие от типа Д цифра, указывающая размер диаметра патрубка насоса, относится к напорному, а не к всасывающему патрубку.

б) вихревые насосы основаны на том же принципе действия, что и центробежные, но лопатки у них прямые.

Вихревые насосы служат для заливки во время пуска центробежных насосов. Напор этих насосов не более 60 м, расход - 1÷8 л/с, коэффициент полезного действия их - 0,18 ÷ 0,3;

в) поршневые насосы имеют малые расходы, а КПД = 0,5.

Насос подбираем по двум показателям, по Q расч. и Н полн.

После подбора насоса выписывается марка насоса, число оборотов, КПД и допустимая вакуумметрическая высота всасывания, H_с, м.

Насос подбирается по прилож.2,3.

Принимается насос ЗК-9, частота вращения n- 2900, КПД - 54,4÷66,3% (K=0,544÷0,633);

$$H_s = 7,7 \div 4,7 \text{ м}$$

Высоту всасывания принимаем наименьшую для обеспечения лучших условий работы насоса.

Для работы насоса необходим электродвигатель, который соединяется с насосом непосредственно или через ременную передачу.

2. Определяют полную высоту подъёма воды или полный напор:

$$H_{\text{полн}} = H_{\text{геод.}} + \sum H_{\text{тр.пут.}} + \sum H_{\text{тр.мест.}} + H_{\text{ду}}, \text{ м} \quad (47)$$

где H_{геод}—геодезическая высота подъема воды, м;

$\sum H_{\text{тр. пут.}}$ -потери высоты напора за счет трения в трубопроводе, м;

$\sum H_{\text{мест.}}$ —местные потери высоты(запорная арматура, повороты и т. д, м;

H_{ду} – потери в дождевальнoй установке.

$$H_{\text{геод}} = \nabla \text{КТ} - \nabla \text{Min УВ}, \quad (48)$$

$$H_{\text{геод}} = 125 - 119 = 6 \text{ м};$$

где $\nabla \text{КТ}$ — отметка командной точки орошаемого ландшафта;

$\nabla \text{Min УВ}$ - отметка минимального уровня воды водохранилища.

$$\sum H_{\text{тр.пут}} = H_{\text{тр.пут.сам.}} + H_{\text{тр.пут.нагн}} = \frac{h_{\text{тр.сам.}} \cdot L_{\text{сам.}}}{100} + \frac{h_{\text{тр.нагн}} \cdot L_{\text{нагн}}}{100}, \quad (49)$$

где $L_{\text{нагн}}$ = длина магистрального трубопровода по плану от насосной станции до командной точки (1550 м);

Пример расчета:

$$\sum H_{\text{тр.пут}} = \frac{0,25 \cdot 70}{100} + \frac{0,33 \cdot 1550}{100} = 0,18 + 5,12 = 5,30 \text{ м}$$

$$\sum H_{\text{тр.мест}} = 15 \% \cdot \sum H_{\text{тр.пут}} = 0,15 \cdot 5,30 = 0,8 \text{ м};$$

Свободный напор при поливе принимают 40 м (напор необходимый для работы ДКШ – 64.)

$$H_{\text{полн.}} = 6 + 5,30 + 0,8 + 40 = 52,1 \text{ м.}$$

Зная $Q_{\text{бр.}} = 73,9$ л/с и $H_{\text{полн.}} = 52,1$ м, подбирают марку насоса (прилож. 2,3)

Получают насос 6НДС; частота вращения $n = 1450$ об/мин;

КПД насоса $\eta = 76\%$, или 0,76.

3. Подбор электродвигателя

Электродвигатели подбираются по двум показателям: мощность электродвигателя - N ; число оборотов - n .

Для определения мощности электродвигателя сначала определяется мощность, требуемая для подъема воды ($N_{\text{п.в.}}$):

$$N_{\text{п.в.}} = \frac{Q_{\text{бр.}} \cdot H_{\text{полн.}}}{102 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, \text{ кВт} \quad (50)$$

где $H_{\text{полн.}}$ – полная высота подъема воды, м;

102 – коэффициент перевода л.с в кВт;

η_1 - КПД насосов из таблицы (прилож. 4);

η_2 - КПД передачи при соединении насоса с мотором на одном валу, т.е. когда частота оборотов двигателя и насоса совпадают - $\eta_1 = 0,95$, а при соединении их с помощью ременной передачи - $\eta_2 = 0,85$.

Принимаем соединения на одном валу ($\eta_1 = 0,95$).

Мощность электродвигателя :

$$N_{\text{э.д.}} = K \cdot N_{\text{п.в.}}, \quad (51)$$

где K -коэффициент, зависящий от мощности электродвигателя, принимается по следующим параметрам из следующей таблицы17:

Таблица 17.

$N_{\text{э.д.}}$	К
> 35 кВт	1,1
15-35 кВт	1,15
7 - 15 кВт	1,2
< 7 кВт	1,25

По мощности и по числу оборотов насоса ($n = 1450$ об/м) подбирают марку и тип электродвигателя (прилож. 4).

$$N_{\text{э.д.}} = 1,1 \cdot 52,28 = 57,51 \text{ кВт}$$

По прилож.5 подбираем электродвигатель. Получаем : Тип АО2 –82 или А2-82.

Определения

(краткий терминологический словарь)

Аванкамера	Сборный резервуар, расширенная часть магистрального канала перед насосной станцией.
Автоматический водосброс	Водослив с гребнем на отметке нормального подпертого уровня в составе гидроузлов, при повышении уровня в верхнем бьефе вода переливается через гребень водослива без участия людей.
Акведук	Мост, поддерживающий лоток (трубопровод), который является частью водовода, предназначен для переброски воды через реку, овраг.
Активный слой почвы	Слой почвы, где расположена основная масса (до 90%) корневой системы растений, в орошаемой зоне мощность активного слоя почвы - от 6 до 1,2 м.
Аэрация почвы (АП)	Наличие свободной порозности, определяемая как разность между пористостью и её влажностью. Оптимальным уровнем АП является 20÷40% корнеобитаемого слоя почвы, которые должны быть свободны от влаги, и заполнены воздухом.
Бассейн водосборный	Прилегающая к реке, речной системе или озеру территория, с которой происходит сток воды.
Вегетационный полив	Полив культур в период их вегетации.
Вегетационный период	Период года, в который по метеорологическим условиям возможны рост и развитие растений или время от посева до уборки.
Влагоемкость почвы	Способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды.
Влагозарядка почвы	Технологический прием, направленный на создание

	запасов воды в почве в осенне-зимний период, которые культуры могут использовать следующей весной или в начале лета.
Влажность воздуха	Содержание водяного пара в атмосфере.
Влажность почвы	Содержание в почве влаги, которое выражается в % от массы абсолютно сухой почвы.
Водопроницаемость	Количество воды, фильтруемое почвой в определенный интервал времени.
Водохранилище	Водоем вместимостью >1 млн. м ³
Водное законодательство российской федерации	Водный кодекс РФ и принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты РФ или ее субъектов.
Водовод	Водопропускное гидротехническое сооружение (ГТС) осуществляющее транспортирование воды в заданном направлении.
Водораспределение	Забор воды из водоисточника в соответствии с установленным лимитом, транспортировка и распределение ее между водопотребителями.
Водоснабжение	Обеспечение хозяйств, нужд населения водой питьевого качества.
Водозабор	Забор воды из водного источника для различных народнохозяйственных нужд.
Водонапорная башня	Емкость для хранения воды на искусственной опоре для суточного регулирования расчетных расходов и напоров водопроводной сети.
Вынос проекта в натуру	Геодезические работы, предшествующие строительству мелиоративных систем и включающие обследование территорий, закрепление в натуре пунктов опорной геодезической сети и производство разбивочных работ в процессе строительства.

Высота волны	Вертикальное расстояние между вершиной и подошвой волны.
Гидромодуль (оросительный)	Потребный расход воды (л/с • га) культурами
Гидротермический режим почв	Совокупность явлений поступления, расхода и переноса влаги и тепла в почве.
Гидротехнические изыскания	Комплекс полевых, камеральных и лабораторных работ для определения условий строительства, работы и эксплуатации ГТС.
Государственный земельный кадастр	Единая государственная многоуровневая информационная база систематизированных данных на бумажных и цифровых носителях, получаемых в процессе кадастрового учета, содержащие сведения о земельных участках и неразрывно связанных с ними иных объектов недвижимости, включающих данные о местоположении, целевом назначении, разрешенном использовании, стоимости и правовом положении.
Государственная регистрация прав	Юридический акт признания и подтверждения государством возникновения, ограничения, перехода или прекращения прав на недвижимое имущество в соответствии с Гражданским кодексом РФ.
Государственный водный кадастр	Систематизированный, постоянно пополняемый и при необходимости уточняемый свод официальных сведений о водных объектах, их режиме и качестве вод; о водных ресурсах и их использовании; о водохозяйственных объектах и водопользователях.
Государственный учет вод	Систематическое определение и фиксация в установленном порядке количества и качества водных ресурсов, имеющих на данной территории.
Групповой водопровод	Название системы водоснабжения для подачи воды в поселки, фермы, полевые станы.
Грунтовые воды	Подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта.

Дефицит водный в растениях	Недостаток насыщения клеток растений водой, возникающий вследствие преобладание расхода влаги над её поступлением
Дефицит водного баланса	Недостаток влагообеспеченности активного слоя почвы, где располагается до 90% корневой системы растения восполняемый подачей на поле оросительной воды.
Дождевание	Способ полива при помощи установок (устройств), которые разбрызгивают воду в виде дождя с интенсивностью, близкой к интенсивности впитывания почвой над поверхностью культур.
Дюкер	Напорный водовод, который устраивают на каналах при встрече препятствий, проходящих на отметках, близких к отметкам трассы канала.
Закрытая сеть	Система подземных трубопроводов или полостей в грунте на мелиорируемых землях.
Засуха	Значительный по сравнению с нормой недостаток осадков в течение длительного времени весной и летом, в результате чего иссякают запасы влаги в почве и создаются неблагоприятные условия для нормального развития растений, а урожай снижается или гибнут растения.
Испарение	Фактически общий, или суммарный, расход воды растениями в конкретных почвенно-климатических условиях
Канал	Искусственное русло правильной формы с уклоном дна в сторону отвода воды и с безнапорным течением, устраиваемое в грунте.
Качество воды	Совокупность определенных свойств воды для удовлетворения конкретных запросов и требований потребителей.
Магистральный канал	Главный канал оросительной или осушительной системы, к которому причленяются каналы меньшего порядка.
Маловодье	Период наступления маловодных лет или маловодных сезонов с низким стоком.

Межбассейновое перераспределение стока	Переброска части водных ресурсов из многоводных бассейнов, характеризующихся относительно небольшим водопотреблением, в бассейны с интенсивным использованием воды для решения проблемы водообеспечения.
Мелиорация	Совокупность организационно-хозяйственных и гидротехнических мероприятий по коренному улучшению земель. Это изменение природных условий путей регулирования водного и воздушного режимов почвы в благоприятном для растений направлении.
Межполивной период	Интервал времени между смежными поливами.
Наименьшая влагоёмкость (НВ)	Количество влаги, прочно удерживающееся в почве после полного свободного стекания гравитационной воды.
Обводнение земель	Совокупность водохозяйственных мероприятий, удовлетворяющих хозяйственно-бытовым и производственным потребностям в воде всех потребителей, находящихся на данной обводняемой территории.
Обводнение пастбищ	Совокупность гидротехнических мероприятий по обеспечению водой пастбищ в безводных и маловодных районах для культурно-бытовых и хозяйственных целей.
Оборотное водоснабжение	Система водоснабжения на предприятиях, обеспечивающая многократный оборот одной и той же воды в технологии производства.
Орошение земель (ирригация)	Искусственное увлажнение почвы в целях повышения её плодородия. Объем воды, который необходимо подать культурам за вегетационный период для восполнения дефицита влаги в расчетном слое почвы и обеспечения прироста урожая, м ³ /га
Оросительный	Интервал времени, от начала первого полива до конца

период	последнего
Оптимальная влажность почвы	Влажность корнеобитаемого слоя почвы, при которой обеспечивается максимальная продуктивность возделываемых культур при оптимуме других условий среды произрастания растений.
Опустынивание	Комплекс деградационных процессов аридных экосистем, происходящих в результате естественных экодинамических процессов и нерациональной деятельности человека, ведущей к аридизации растительного и почвенного покрова, уменьшению биопродуктивности вплоть до полного уничтожения и превращения территорий в пустыню.
Орошение лиманное	Разновидность поверхностного способа орошения затоплением, основанная на использовании вод местного стока или паводковых вод путем их задержания, аккумуляции и функционального распределения по инженерно-обустроенной площади лиманов различным слоем.
Ответственность за нарушение водного законодательства	Вид правовой ответственности, которая наступает за совершение правонарушений в области водных отношений.
Относительный вес	Отношение веса тела к весу дистиллированной воды взятой в том же объеме при 4°С, (не рекомендуемый термин - удельный вес)
Относительная влажность почвы	Влажность почвы относительно НВ, зависящая от требования культур. При снижении влажности почвы до 60÷70% НВ нарушается сплошное капиллярное передвижение воды, называемое влажностью разрыва капиллярной связи, близкой к влажности замедления роста растений (ВЗР) и соответствует нижнему пределу оптимальной влажности роста и развития растений. ВЗР указывает на необходимость проведения полива.
Охрана вод	Система водохозяйственных мероприятий, обеспечивающая возможности удовлетворения текущих и перспективных потребностей общества в

	воде, осуществляемая путем управления водными ресурсами и допускающая только такие качественные и качественные их изменения, которые направлены на улучшение социально-экономических условий жизни общества.
Очередность строительства	Технологически и организационно увязанная последовательность выполнения отдельных видов работ на объектах строительства.
Паводок	Фаза водного режима реки, многократно повторяющаяся в различные сезоны года, которая характеризуется интенсивным, кратковременным увеличением расходов воды в результате ливней или интенсивного таяния снегов.
Переброска стока	Изменение направления стока рек при помощи ГТС, позволяющее решать проблему территориального перераспределения водных ресурсов.
Перераспределение стока	Искусственное изменение режима естественного стока с целью создания благоприятных условий для водопользования.
Пик паводка	Наивысшая точка подъема уровней воды за период паводка в определенном фиксированном створе реки.
Платность водопользования	Система экономических взаимоотношений субъектов водопользования, возникающих в связи с подготовкой и обеспечением водой водопользователей, восстановлением и охраной водных ресурсов.
Плодородие почвы	Способность почвы обеспечивать потребности растений в факторах и условиях жизни: в питательных веществах, воздухе, тепле, воде, благоприятной среде для развития корневой системы.
Плотность почвы, d_v	Все единицы объема рассматриваемого тела, $г/см^3$, $т/м^3$
Поливная норма	Количество воды, дают культурам за один полив, $м^3/га$
Полная влагоемкость (ПВ)	Наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии полного заполнения всех пустот и пор.

Потери напора по длине потока	Потеря удельной энергии, выделяемая сопротивлением по длине потока
Поток воды	Движение массы воды, ограниченной поверхностями твердых тел, как неподвижных, так и подвижных.
Почва	Природное образование, состоящее из генетически связанных горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под воздействием воды, воздуха и животных организмов, а также деятельности человека.
Предпосевной полив	Увлажнение почвы в начальный период (до сева) в целях увлажнения почвы, получение дружных и полных всходах, укоренения и быстрого роста сельскохозяйственных культур.
Пропуск паводка	Комплекс работ и организационно-технических мероприятий на регулирующих ГТС по пропуску высоких вод в период весеннего половодья или летне-осенних паводков, позволяющий минимизировать отрицательные последствия подъема воды.
Пруд	Водоем небольшого размера вместимостью до 1 млн. м ³
Пусковой комплекс	Отдельные объекты, на которые разбивается строительство водопроводящих систем в целях повышения эффективности капитальных вложений, сокращения доли незавершенного строительства, ускорения окупаемости вкладываемых в строительство средств.
Разгон волны	Протяженность водной поверхности, охваченной ветром, в пределах которой возникают, развиваются и распространяются волны.
Расход воды	Объем воды, протекающей 1 секунду через поперечное живое сечение водотока.
Система водохозяйственная	Совокупность взаимосвязанных природных вод в естественном и зарегулированном состоянии, а также инженерных сооружений по забору, транспортировке, подготовке, распределению воды, сетей водопровода, канализации и очистных сооружений.

Система обводнения пастбищ	Пастбищное содержание сельскохозяйственных животных является одним из самых эффективных способов роста их продуктивности и получения дешевой высококачественной продукции.
Сметная документация	Комплекс сметных расчетов и смет для определения затрат на строительство объектов.
Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов	Систематизированные материалы исследований и проектных разработок по современному состоянию и перспективному развитию комплексного использования, охраны водных ресурсов и борьбы с вредным воздействием вод, увязанных с перспективами развития всех отраслей народного хозяйства.
Территориальное перераспределение речного стока	Инженерно-техническое вмешательство в природные процессы и закономерности формирования водных ресурсов, обусловленное неравномерным естественным распределением воды по территории и сезонам года.
Транспирация	Испарение воды растениями.
Увядание растений	Утрата растениями тургора из-за нарушения водного баланса, когда в результате транспирации листья теряют воды больше, чем её поступает в ткани.

Сокращения

- ПВ** – Полная влагоёмкость; %, мм, м³/га
- НВ** – Наименьшая влагоёмкость; %, мм, м³/га
- β_{\min}** (бета) – Нижний предполивной порог увлажнения, % от НВ;
- $\gamma_{\text{НВ}}$** – Влажность почвы (const) в % веса абсолютно сухой почвы;
- $\gamma_{\text{ф}}$** – Фактическая влажность почвы в % от веса абсолютной сухой почвы;
- $m_{\text{вер}}$** – Поливная норма вегетационного полива, м³/га;

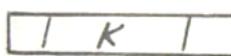
$m_{пр}$	Поливная норма предпосевного (влагозарядкового) полива, $m^3/га$;
$W_{нв}$	Запас влаги в активном слое почвы, $m^3/га$;
W_{min}	Запас влаги, соответствующий нижнему предполивному порогу увлажнения, $m^3/га$;
$W_{ф}$	Запас влаги (фактический) в любой момент времени, $m^3/га$;
$r_{вз}$	Влажность почвы устойчивого завядания растений, %;
$r_{мг}$	Влажность почвы максимальной гигроскопичности, %;
K	Коэффициент (эмпирических уравнений);
t	Температура воздуха (почвы), $^{\circ}C$;
f	Относительная влажность воздуха, %;
Θ (тета)	Атмосферные осадки, мм;
α - (альфа)	Объемная масса почвы, $г/см^3$; T/m^3 ;
h	Активный слой почвы, м;
E (кси)	Максимальная упругость водяного пара, мб;
e	Абсолютно замеренная влажность воздуха, мб;
d	Дефицит влажности воздуха, мб,мм;
E_0	Испаряемость, мб, мм;
Φ (фи)	Суммарный расход влаги, мм;
E	Дефицит суточного увлажнения, $m^3/га$;
ω (омега)	Площадь орошаемого поля, га;
Z (дзета)	Напор, проталкивающий воду в трубе, м;
B (бета)	Ширина водной поверхности, основание (подошва) плотины, м;
σ (сигма)	Непродуктивный расход влаги осадков, сток %;
Q, q -(кю)	Расчетный расход воды, паводка, л/с, $m^3/с$;

L -	Длина водохранилища, плотины, канала; м, км;
H (эта) -	Высота места над уровнем моря, глубина воды и плотины, м;
T,(tau) -	Количество дней;
τ(tau) -	Время, час, мин, с;
η (эта) -	Коэффициент полезного действия (КПД);
U -	Норма годового стока, м ³ /га, м ³ /км ² ;
F -	Площадь водосбора, км ² ;
C -	Скорость ветра (максимальная, средняя), м/с.
S -	Площадь сечения, м ² ;
D -	Диаметр магистрального трубопровода, мм.

Греческий алфавит.

A, α – альфа;	N, ψ – ню;
B, β – бета;	E, ξ – кси;
Γ, γ – гамма;	O, ο – омикрон;
Δ, δ – дельта;	Π, π - пи;
E, ε – эпсилон;	Ρ, ρ – ро;
Z, ζ – дзета;	Σ, σ, δ – сигма;
H, η – эта;	T, τ – тау;
Θ, θ – тета;	V, υ – ипсилон;
I, ι – иота;	Φ, φ – фи;
K, κ – каппа;	X, χ – хи;
Λ, λ – лямбда;	Ψ, ψ – пси;
M, μ – мю;	Ω, ω - омега;

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	Акведук на канале
	Акведук через канал
	Быстроток
	Воздушный клапан (вантуз)
	Водовыпуск в оросительный канал * (Т или О)
	Водовыпуск во временный ороситель * (Т или О)
	Водовыпуск в закрытую сеть * (Т или О)
	Водовыпуск из оросителя в борозду, полосу, чек * (Т или О)
	Водовыпуск в сбросной канал * (Т или О)
	Водохранилище, пруд
	Водозабор бесплотинный
	Водозабор приплотинный
	Впуск в коллектор
	Временный ороситель (ВО-1)
	Гидроузел существующий



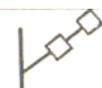
Гидроузел проектируемый



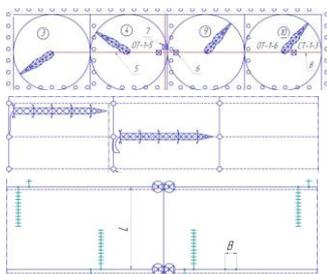
Границы полей севооборота



Дюкер на канале



Дюкер под каналом



Дождевальные широкозахватные машины кругового действия

Тоже фронтальные шланговые машины с электроприводом

Тоже позиционного действия с фронтальным перемещением



Дождевальная установка барабанного типа



Дорожная сеть



Колодец на закрытом трубопроводе



Колодец с запорной арматурой



Командная точка (наивысшая отметка участка)



Концевой сброс



Ливнеспуск



Лесные полевые защитные полосы



Магистральный подземный трубопровод (МТ)



1.5мм

Магистральный трубопровод (МТ)



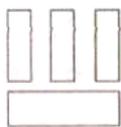
1.5мм

Магистральный канал (МК)



Мост * (А, или Ж, или П)

Наблюдательная скважина



Населенный пункт



Насосная станция * (НС_в, НС_п, НС_{пл}, НС_с)



Направление полива



Номер поля и севооборота/площадь нетто, га



0.7мм

Ороситель (О-1)



Отстойник на канале



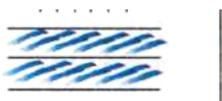
Перегораживающее сооружение * (Т или О)



Перепад * (С или К)



Поливные борозды



Поливные полосы



1.0мм

Распределительный канал (РК-1)



РТ

Распределительный подземный трубопровод (РТ-1)



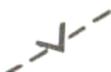
Рыбозащитное устройство



Трубчатый переезд (труба на канале)



Труба под каналом



Упоры на поворотах трубопровода



Устье коллектора

Примечание. (*)

Для обозначения разных видов водовыпусков и перегораживающих сооружений при условном графическом обозначении ставят индекс: трубчатый - Т, открытый - О.

Для обозначения перепадов разных видов при условном графическом обозначении ставят индекс: ступенчатый - С, консольный - К.

Для обозначения разных видов мостов ставят индекс: автодорожный - А, пешеходный - П, железнодорожный - Ж.

Виды колодцев обозначают индексами: распределительный - Р, смотровой - С, опораживающий - О, потайной смотровой - ПС, фильтрующий - Ф.

Типы насосных станций обозначают индексами: стационарная - С, передвижная - П, плавучая - ПЛ, для водоснабжения - В.

Рекомендуемая литература

1. Абрамов Н.Н., « Водоснабжение» (текст):учебник для вузов Н.Н. Абрамов.-3-е изд. перераб. и доп.-Москва:Интеграл, 2014, - 440 с.
2. Голованов А.И., Мелиорация земель. [Электронный ресурс]: учебник/ А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров. Электрон.дан. – СПб.: Лань, 2022, - 816 с. (ЭБС Лань).
3. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв.-М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2003.- 448с.
4. Орлов В.А., Водоснабжение: Учебник/ В.А. Орлов, Л.А. Квитка-Москва: Инфра-М, 2022.- 443 с. (высшее образование: Бакалавриат).
5. Сомов М.А., Водоснабжение: Учебник/ М.А. Сомов, Л.А. Квитка/ - Москва: ИНФРА-М, 2021.-287 с.- (среднее профессиональное образование).
6. Тимерьянов А.Ш. Лесная мелиорация [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2022. — 160 с. (ЭБС Лань)
7. Черкасов А.А. Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. - М.: Сельхозгиз, 1958. -376с.
8. Психрометрические таблицы. - Л.: Гидрометеиздат, 1957.
9. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
10. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф., Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб, справочное пособие, изд. Бастет.

Подбор водопроводных стальных труб, Д, мм

Q л/с	V	h	V	h	V	h	V	h	V	h	V	h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Д -50 мм			Д-75 мм						Д диаметр труб, мм			
2,0	1,0	5,0	0,44	0,57	Д-100 мм				h _{тр.} - потери напора на трение на 100 м длины труб, м.			
2,5	1,26	8,0	0,57	1,0	0,32	0,20						
3,0			0,68	1,30	0,38	0,25	Д -125 мм		V - скорость воды, м/с			
4,0			0,90	2,40	0,51	0,51	0,32	0,15	Q - расход воды, л/с			
5,0			1,13	3,70	0,64	0,80	0,41	0,24	Д-150 мм			
6,0			1,35	5,30	0,76	1,15	0,49	0,35	0,34	0,13		
8,0			1,82	9,60	1,02	2,04	0,68	0,62	0,45	0,23	Д-175 мм	
10,0	Д-200 мм				1,27	3,20	0,81	0,97	0,57	0,37	0,42	0,16
12,0	0,38	0,11			1,53	4,57	0,98	1,40	0,68	0,53	0,50	0,22
15,0	0,47	0,18	Д-225 мм		1,91	7,19	1,22	2,19	0,85	0,82	0,62	0,36
20,0	0,64	0,32	0,50	0,16			1,63	3,89	1,13	1,47	0,83	0,65
25,0	0,80	0,50	0,63	0,26	Д-250 мм		2,04	6,08	1,41	2,29	1,03	1,01
30,0	0,96	0,71	0,75	0,38	0,61	0,22	2,44	8,76	1,69	3,31	1,25	1,46
35,0	1,11	0,97	0,88	0,52	0,72	0,30	Д-300 мм		1,98	4,50	1,38	1,98
40,0	1,27	1,27	1,01	0,67	0,82	0,38	0,57	0,14	2,28	5,89	1,67	2,58
20,0	1,59	1,98	1,25	1,03	1,02	0,60	0,71	0,22	2,83	9,18	2,15	4,03
60,0	1,90	2,84	1,51	1,52	1,22	0,86	0,85	0,33	Д-350		2,49	5,84
80,0	2,55	5,06	2,00	2,67	1,63	1,54	1,14	0,58	0,83	0,25	Д-400 мм	
100,0	3,18	8,00	2,52	4,23	2,04	2,40	1,42	0,91	1,04	0,40	0,80	0,19
120,0	-	-	2,99	6,01	2,45	3,47	1,69	1,30	1,25	0,58	0,96	0,28
150,0	-	-	3,78	9,55	3,15	5,85	2,13	2,03	1,56	0,91	1,20	0,44
200	Д – 500мм				4,07	9,67	2,83	3,60	2,08	1,62	1,59	0,78
250	1,64	0,62	Д-550 мм		0,84	0,15	0,64	0,08	-		1,86	1,16
280	1,76	0,78	1,34	0,45	0,94	0,19	0,72	0,09	-		2,08	1,46
300	1,88	0,89	1,43	0,52	1,01	0,21	0,77	0,10	-		2,23	1,67
320	2,06	1,01	1,53	0,59	1,07	0,24	0,82	0,12	-		-	-
352	-	1,23	1,68	0,72	1,18	0,28	0,9	0,14			-	-

400			1,91	9,25	1,34	0,36	1,02	0,18	0,79			
460	-	-	2,20	1,22	1,54	0,48	1,18	0,23	0,91	0,12	0,72	0,07
500	-	-	-	-	1,68	0,67	1,28	0,37	0,48	0,14	0,78	0,08
550	-	-	-	-	1,85	0,69	1,4	0,33	1,08	0,17	0,86	0,09
600	-	-	-	-	2,01	0,81	1,53	0,395	1,18	0,2	0,93	0,11
650	-	-	-	-	2,18	0,96	1,66	0,46	1,28	0,23	1,01	0,13
700	-	-	-	-	2,35	0,11	1,79	0,54	1,38	0,27	1,09	0,15
750	-	-	-	-	2,52	1,27	1,42	0,62	1,48	0,31	1,17	0,17

Приложение 2

Техническая характеристика центробежных насосов

Марка насоса	Расход воды, Q, л/с	Полный напор, Н, м	Частота вращения, об/мин	Допустимая вакуумметрическая высота, Н _{всас} , м	КПД насоса, %
1	2	3	4	5	6
2К-6	3-8	35-24	2900	5-8	63-51
3К-6	8-19	62-45	2900	7,7-4,7	54,4-66,3
3К-9	8-15	35-27	2900	7,0-2,9	62-71,5
4К-6	18-37	98-72	2900	7,3-4,0	63-66
4К-6а	18-35	82-61	2900	7,1-4,6	63,2-66,0
4К-8	19-30	59-43	2900	5,3-3,8	65-66
4К-8а	19-30	48-37	2900	5,3-4,0	67-65
4К-12	18-33	38-28	2900	6,7-3,3	72-74,5
4К-18	17-28	26-19	2900	5,4-4,2	78-77
4К-18а	14-25	21-14	2900	5,4-5,2	73-75
6К-8	30-53	36-31	1450	6,6-5,4	70-75
6К-8А	30-50	30-25	1450	6,6-5,8	72-74
6К-8б	30-50	24-18	1450	6,6-5,9	71,3-65
6К-12	30-56	23-17	1450	8,5-7,0	76-79
8К-12	61-95	32-25	1450	6,5-4,7	82,6-79
8К-12а	56-80	26-22	1450	6,7-5,5	79,9-81
8К-18	61-100	21-15	1450	6,2-5,0	80,5-77,5
8К-18а	56-89	18-13	1450	6,5-5,2	83,5-78
4НДВ	25-50	104-22	1450	6,5	71-68
5НДВ	35-70	40-28	1450	7,3-4,6	70-68
6НДВ	70-100	54-46	1450	5,0-4,0	75-73
6НДВ	60-100	48-39	1450	5,5-4,5	73-70
6НДВ	60-100	42-33	1450	5,5-4,0	74-71
6НДС	60-82	80-60	1450	5,3-3,0	80-76
8НДВ	110-200	94-28	1450	6,5-1,4	81-75
12НДС	165-280	27-24	960	6,0-5,0	87-83
10Д-6	111-167	70-57	1450	6,4-3,8	75,6-74

10Д-9	100-167	45-35	1450	8,0-6,4	81-77
12Д-6	180-258	97-82	1450	5,5-2,8	76-75
12Д-9	167-264	71-50	1450	7,1-5,4	81,5-78
12Д-13	167-278	40-30	1450	6,4-4,4	83,5-77
12Д-19	172-258	24-18	1450	6,2-3,3	85,5-77
12Д-19М	150-258	24-11	1450	6,5-3,3	85-77
14НДсМ	220-350	40-32	960	5,0	
16НДнМ	375-550	21-10	750	7,0-5,2	
20НДм	550-900	32-13	960	6,3-2,9	
20Д-6	375-640	107-76	960	4,2-4,0	

Приложение 3

Основные характеристики насоса типа К

№ п/п	Марка насоса (старая марка насоса)	Подача м ³ /ч	Напор м	Электро- двигатель марка, тип,	Мощность кВт	Частота вращ. об/мин
1	К8/18(1,5К-6) К 50х32х125-новый	12,5	20	4АМ80В2	1,5 2,2	2900
2	К20/18(2К-9)	20	18	4А80В2	2,2	3000
3	К20/30(2К-6) К 65х50-160-новый	25	32	4АМ10052	4,0 5,5	2900
4	К45х30(3К-9) К80х65-160-новый	50	32	4АМ112М2	7,5 7,5	2900
5	К45/55а (3К-6а)	40	41,5	4 А122М2	11	3000
6	К90/20(4К-18)	90	20	4А112М2	7,5	3000
7	К45/55 (3К-6) К80-50-200 С.3.»				15	
8	К90/35 (4К-12а) К100-80-160 С.5	100	32	4АМ16052	15 15	2900
9	К90/35а (4К-12а)	85	28,6	4А132М2	11	3000
10	К90/55(4К-8) К 100-65-200-новый	100	50	4АМ180М2	22 30	2900
11	К 90/55а (4К-8а)	90	43	4А160М2	18,5	3000

12	K90/85 K 100-65-250-новый	100	80	4AM20052	55 45	2900
13	K90/85a(4K-6a)	85	76	A2-72-2	40	3000
14	K160/20 (6K-12) K 150x125x250-новый	200	20	4AM160M4	15 18,5	1450
15	K160/20a(6K-12a)	150	15	A02-52-4	10	1500
16	K160/30(6K-8) K150-125-315-новый	200	32	4AM180M4	30 30	1450 1500
17	K160/30a(6K-8a)	140	28,6	A2-71-4	22	1500
18	K160/30б(6K-8б)	140	22	A2-71-4	22	1500
19	K290/18 (8K-18) K 200-150-250 -новый	315	20	4AM 180M4	22 30	1450
20	K290/18a(8K-18a)	260	15,5	4A160M4	18,5	1500
21	K290/30(8K-12)	290	30	A2-81-4	40	1500
22	K290/30a (8K-12a)	250	24	A2-72-4	30	1500
Основные характеристики насосов типа KM						
1	KM45/55(3KM-6)	45	55	4A16052M201	10,5	3000
2	KM45/55a (3KM-6a)	40	41,5	4A16052M201	7,5	3000
3	KM90/35 (4KM-12)	80	35	4A16052M201	10,8	3000
4	KM90/35a (4KM-12a)	85	28,6	4A16052M201	9,2	3000
5	KM 90/55 (4KM-8)	90	55	4A16052M201	19,0	3000
6	KM 90/55a (4KM-8a)	90	43	4A16052M201	16,8	3000
7	KM 160/20 (6KM-12)	160	20	4A160 2M201	10,9	1500
8	KM 160/20a (6KM-12a)	150	15	4A160 2M201	8,1	1500

Номинальные мощности, N(кВт) и частоты вращения электродвигателей (об/мин) основного исполнения

Тип электродвигателя	Мощность на валу (кВт) при синхронной частоте вращения (об/мин)			
	2900	1450	960	750
1	2	3	4	5
A2-61	17	13	10	7,5
A2-62	22	17	13	10
A2-71	30	22	17	13
A2-72	40	30	22	17
A2-81	55	40	30	22
A2-82	75	55	40	30
A2-91	100	75	55	40
A2-92	125	100	75	55
АО2,АОЛ2-11	0,8	0,6	0,4	-
АО-2,АОЛ2-12	1,1	0,8	0,6	-
АО2,АОЛ2-21	1,5	1,1	0,8	-
АО2,АОЛ2-22	2,2	1,5	1,1	-
АО2,АОЛ2-31	3,0	2,2	1,5	-
АО2,АОЛ2-32	4,0	3,0	2,2	-
АО2-41	5,5	4,0	3,0	2,2
АО2-42	7,5	5,5	4,0	3,0
АО2-51	10	7,5	5,5	4,0
АО2-52	13	10	7,5	5,5
АО2-61	-	13	10	7,5
АО2-62	17	17	13	10
АО2-71	22	22	17	13
АО2-72	30	30	22	17
АО2-81	40	40	30	22
АО2-82	55	55	40	30
АО2-91	75	75	55	40
АО2-92	100	100	75	55

Приложение 5

Подбор токопроводящего провода и его сечения, мм²

Мощность двигателя кВт	Сечение токопроводящего провода, мм ²														
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
	Длина токопроводящего провода при падении напряжения 2%														
1,1	141	234													
1,5	109	182	289												
2,2	77	127	203												
3,0	57	94	150	223											
4,0	44	74	117	175	289										
5,5		55	87	130	214	336									
7,5		41	65	97	159	251									
11			44	66	109	172	263	360							
13				56	92	145	222	303	416						
17				40	66	104	159	216	297						
22					56	88	135	184	254	341					
32						64	98	134	185	247	318				
45							72	90	136	183	236	284			
55								80	111	149	193	232	274		
75									84	112	145	175	208	242	288
90										88	113	136	160	185	219

Приложение 6

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
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
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 7

Таблица 3. – Расчёт водопотребления населенного пункта (вода техническая).

Водоот- ребитель	Кол-во водопотребителей	Суточная норма водопотребления, л/сут	Суточный расход, л/сут,	Коэффициент суточной неравномерности, К _{сут}	Q _{макс, сут} л/сут, [4] × [5]	Среднее кол-во часов	Q _{сред. ч} , л/ч, [6] / [7]	Коэффициент часовой неравномерности, К _ч	Q _{макс. ч} [8] × [9]	Расчётный расход, л/с [10] / 3600
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полив приусадебн ых участков										
Население										
Коровы дойные										

Лошади										
Тракторы										
			Σ		Σ					Σ

Приложение 8

Нормы хозяйственно- питьевого водопотребления для населенных мест
СНиП 2.04.02-84*.

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

Нормы расхода воды для скота, птицы и зверей на с.х. 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 некормящие 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 - отъемыши	5
Птицы, звери	
Куры, индейки, утки, гуси	1
Норки, соболи	3
Лисы и песцы	7
Кролики	3
РТМ	
На 1 трактор	120
На 1 автомашину, комбайн	140-200
Мастерские разработка и ремонт на 1 трактор то же на 1 автомобиль	1500 700
Мастерские на 1 станок механическая слесарная столярная кузнечная	35 80 20 40
Цеха, заводы	
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 с пастеризацией с механизированной пастеризацией	3-5 5-8 8-10
Молочно-сметанный завод, на 1 л молока ручная обработка с пастеризацией механизированная обработка с пастеризацией	5-8 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 9

Таблица 4. Сводная ведомость расчетного года обеспеченности

Обеспеченность, %	май			июнь			июль			август			сентябрь		
	t, °C	f, %	θ, мм	t, °C	f, %	θ, мм	t, °C	f, %	θ, мм	t, °C	f, %	θ, мм	t, °C	f, %	θ, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
75															

Приложение 10

Максимальная упругость водяного пара над водой, Е, мб

t, °C	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 11

Таблица 5. Испарение с водной поверхности, мм/сут

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

Приложение 12

Таблица 6. Определение дефицита по метеорологическим параметрам, d, мб (t°С и f, %)

Месяц	Число дней, T	Средняя месячная температура воздуха, t, °С	Максимальная упругость водяного пара, E, мб	Относительная влажность воздуха, f, %	Абсолютно замеренная влажность воздуха, e, мб	Дефицит влажности воздуха, d, мб
1	2	3	4	5	6	7
Май	31					
Июнь	30					
Июль	31					
Август	31					
Сентябрь	30					
Сумма	153					

Приложение 13

Таблица 7. Испарение расчетного года, мм (95,75,50,25%)

Месяц	Средняя месячная температура, t, °C	$(25+t)^2$	Относительная влажность воздуха, f, %	100- f, %	Испарение(E_o) $0,0018 (25+t)^2$ $\cdot(100-f)$, мм	Испарение(E_o) нарастающим итогом, мм $(V+VI+VII+VIII+$ IX)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
Май							
Июнь							
Июль							
Август							
Сентябрь							
Средняя		x		x	x	Σ	

Приложение 14

Таблица 8. Дефицит суточного увлажнения пропашных культур, м³/га

Месяц	Дни, Г	Дефицит, д, мб	$3,75 d$, м ³ /га, расход	Осадки $\Theta_{эф}$, мм	$8 \Theta_{эф}$	$8\Theta_{эф} / T$, м ³ /га, приход $\frac{[6]}{[2]}$	Суточный дефи- цит увлажнения E_o м ³ /сут, [4] - [7]	Дефицит за месяц, м ³ /га [8] • [2]	Нарастающий де- фицит, м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Приложение 15

Таблица 9. Дефицит суточного увлажнения культур сплошного посева, м³/га.

Месяц	Дни, Т	Дефицит, d, мб	6,75, м ³ /га (расход)	Осадк и, $\Theta_{эф}$, мм	$8 \Theta_{эф}$	$8\Theta_{эф}/T$ м ³ /га $\frac{[6]}{[2]}$ Приход	Суточный дефицит ув- лажнения, E_0 , м ³ /сут, [4] – [7]	Дефицит за месяц [8]•[2] м ³ /га	Нарастающий итог м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Приложение 16

Таблица 11. Расчет поливных норм культур, м³/га

Культура	Активный слой почвы, h, м	Плотность почвы, d, т/м ³	Наименьшая влагоемкость, $\Gamma_{НВ}$, %	Запасы влаги в почве, $W_{НВ}$, м ³ /га	Минимальная влажность, β_{min} , % от НВ	Минимальный порог увлажнения, W_{min} , м ³ /га	Влажность почвы перед поливом (фактич.ч.) $\Gamma_{фак}$, %	Запасы влаги в почве (фактическая) $W_{ф}$, м ³ /га	Поливная норма вегетационного полива, м ³ /га		Поливная норма предпосевного полива, м ³ /га	
									полученная	округленная	полученная	округленная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Приложение 17

Таблица 13. Ведомость полива культур проектного режима орошения (неукомплектованная)

Культура	Площадь, га	Наименование полива (0-1-предн. 1,2..3 - вегетационные)	Поливная норма, м ³ /га	Суточный дефицит увлажнения, Е, м ³ /сут.	Межполивной период			Поливной период			Оросительный гидро модуль, q, л/с
					Т _{мп} сроки	Даты календ.		начало	конец	Т _{пв} , дни (количество)	
						начало	конец				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Приложение 18

Таблица 15. Эксплуатационный режим орошения культур

Культура	Наименование полива	Поливная норма, м ³ /га	Поливной период			Рекомендуемый способ полива
			начало	конец	Дни, Т (кол-во)	
1	2	3	4	5	6	7

Приложение 19

**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 одной 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 обслуживающего персонала, чел	0,25	2	1	0,5	0,5	2	1	1
Стоимость дождевальных	80000	6450	7000	-	10000	20074	2500	-

агрегатов, руб									
Внутрихозяйственные эксплуатационные затраты, руб./га	170	36	30	60	20	650	50	50	
Ежегодное отчисление на амортизацию дождевальных агрегатов	9400	1290	1400	2000	2000	4000	700	-	

Примечание. ДДН-100 и ДДН-70 могут работать от закрытой сети; ПЗС – позиционный из закрытой сети; ДЗС – в движении из закрытой сети; ДОС – в движении из открытой сети.

Приложение 20

Характеристика различных модификаций машины ДМ «Фрегат»

Показатель	Модификация машины с расходом, л/с									
	ДМ-454			ДМ-424			ДМ-394		ДМ-365	ДМ-335
	100	70	50	90	70	50	80	55	68	58
Количество самодвижущихся опор (тележек), шт.	16	16	16	15	15	15	14	14	13	12
Расход воды (в числит.) при минимальном напоре (в знаменат.), л/с	<u>90-100</u> 6,5	<u>70</u> 5,6	<u>50</u> 4,9	<u>90</u> 6,3	<u>70</u> 5,5	<u>50</u> 4,9	<u>80</u> 5,8	<u>55</u> 5,0	<u>68</u> 5,3	<u>58</u> 5,0
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,31	0,29	0,18	0,3	0,25	0,19	0,29	0,32	0,28	0,26
Минимальное время полного оборота машины и получаемая при этом норма полива, ч/м ³ /га	<u>51,0</u> 240	<u>51,0</u> 175	<u>51,0</u> 125	<u>47,5</u> 240	<u>47,5</u> 185	<u>47,5</u> 135	<u>44,0</u> 230	<u>44,0</u> 260	<u>40,5</u> 210	<u>37,0</u> 190
Максимальная площадь полива за сезон при работе с										

одной позиции, га	72	65,5	57	49,5	42
Масса машины, т	15	14,1	13,2	12,3	11,4

Приложение 21

Техническая характеристика среднеструйных дождевальных аппаратов

Показатель	Аппараты				
	СДА-2М	ХКЗ-4	«Роса-1»	«Роса-2»	«Роса-3»
Расход воды, л/с	1,9-2,3	3,2-3,8	0,4-1,2	0,9-2,9	2,2-5,0
Напор, вод.ст. у аппарата	25-35	25-35	20-45	25-50	25-50
Интенсивность дождевания, мм/мин	0,12-0,1	0,16-0,15	0,07-0,08	0,07-0,11	0,1-0,12
Радиус действия, м	18-21,5	19,5-22	10,9-17,6	15,7-22,3	20,3-27,7
Масса, кг	1,9	2,9	0,8	1,3	2,2

Приложение 22

Техническая характеристика дождевальных аппаратов ПУК-2 и ПУК-3

Диаметр сопла, мм	Расход воды, л/с	Напор, м вод.ст.	Радиус действия, м	Средняя интенсивность дождевания, мм/мин
ПУК-2				
12/6	3,3-4,27	30-50	25-30	0,100-0,090
14/7	4,33-5,75	30-50	25-32	0,113-0,107
16/7	6,25-7,84	40-60	33-37	0,109-0,110
18/7	7,75-9,17	40-60	37-38	0,109-0,121
ПУК-3				

20/8	9,32-11,5	40-60	35-41	0,146-0,131
22/8	11,25-14,5	40-60	37-44	0,156-0,143
24/8	13,32-16,7	40-60	38-46	0,172-0,150
26/8	15,83-19,3	40-60	39-48	0,199-0,161
28/8	17,50-22,2	40-60	41-49	0,199-0,177
30/8	20,50-25,8	40-60	42-50	0,222-0,197

Приложение 23

Пересчет дебита (л/с, л/мин, м³/сут, м³/ч)

л/с	л/мин	м ³ /ч	м ³ /сут
1	60	3,6	86,4
2	120	7,2	172,8
3	180	10,8	259,2
4	240	14,4	354,6
5	300	18,0	432,0
6	360	21,6	518,4
7	420	25,2	604,8
8	480	28,8	691,0
9	540	32,4	776,6
10	600	36,0	864,0
12	720	43,2	1036,8
14	840	50,4	1209,6
16	960	57,6	1392,4
18	1080	64,8	1555,2
20	1200	72	1728,0
25	1500	90	2160,0
30	1800	108	2592,0
35	2100	126	3024,0

40	2400	144	3456,0
45	2700	162	3888
50	3000	180	4320
55	3300	198	4752
60	3600	216	5184
65	3900	234	5616
70	4200	252	6048
75	4500	270	6480
80	4800	288	6912
85	5100	306	7344
90	5400	324	7776
95	5700	342	8208
100	6000	360	8640
110	6600	396	9504
120	7200	432	10368
130	7800	468	11232
140	8400	504	12096
150	9000	540	12960
160	9600	576	13826
170	10200	612	14688
180	10800	648	15552
190	11400	684	16416
200	12000	720	17280
300	18000	1080	25920
400	24000	1440	34560
500	30000	1800	43200
600	36000	2160	51840
700	42000	2520	60480

800	48000	2880	69120
900	54000	3240	77760
1000	60000	3600	86400

Приложение 24

Дефицит влажности воздуха, $d^{0,8}$

d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$	d	$d^{0,8}$
0,0	0,00	4,0	3,03	8,0	5,30	12,0	7,30	16,0	9,20
0,2	0,28	4,2	3,15	8,2	5,40	12,2	7,40	16,2	9,29
0,4	0,44	4,4	3,28	8,4	5,50	12,4	7,50	16,4	9,38
0,6	0,63	4,6	3,40	8,6	5,60	12,6	7,60	16,6	9,47
0,8	0,82	4,8	3,51	8,8	5,70	12,8	7,68	16,8	9,55
1,0	1,00	5,0	3,62	9,0	5,80	13,0	7,76	17,0	9,65
1,2	1,16	5,2	3,73	9,2	5,90	13,2	7,86	17,2	9,75
1,4	1,31	5,4	3,85	9,4	6,00	13,4	7,95	17,4	9,85
1,6	1,45	5,6	3,96	9,6	6,10	13,6	8,05	17,6	9,95
1,8	1,60	5,8	4,08	9,8	6,20	13,8	8,15	17,8	10,05
2,0	1,74	6,0	4,20	10,0	6,30	14,0	8,25	18,0	10,15
2,2	1,88	6,2	4,30	10,2	6,40	14,2	8,34	18,2	10,24
2,4	2,0	6,4	4,40	10,4	6,50	14,4	8,43	18,4	10,33
2,6	2,15	6,6	4,50	10,6	6,60	14,6	8,52	18,6	10,42
2,8	2,28	6,8	4,60	10,8	6,70	14,8	8,61	18,8	10,51
3,0	2,41	7,0	4,70	11,0	6,80	15,0	8,70	19,0	10,60
3,2	2,54	7,2	4,80	11,2	6,90	15,2	8,80	19,2	10,68
3,4	2,67	7,4	4,90	11,4	7,00	15,4	8,90	19,4	10,77

3,6	2,79	7,6	5,00	11,6	7,10	15,6	9,00	19,6	10,86
3,8	2,91	7,8	5,10	11,8	7,20	15,8	9,10	19,8	10,95

Тулиглович Сергей Михайлович

Гидротехнические мелиорации

Методические указания по выполнению студентами контрольной работы

Печатается в авторской редакции

Отпечатано на агрономическом факультете

Новосибирского государственного аграрного университета, 2023

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 333. Тел. /факс
(383)267-36-10. E-mail: agro_dek@ngs.ru