

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова  
Кафедра Агрономии

М.А. Шепелев

# **ОРОСИТЕЛЬНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ**

**учебно-методическое пособие**

Костанай, 2013

**ББК 40.6**  
**Ш 48**

**Рецензенты:**

Жемпиисов Шаруан Сиздыкович - к.с.-х.н., профессор кафедры агрономии

Шилов Михаил Павлович - к.с.-х. н., доцент кафедры агрономии

Ерняязова Хайма Мылтыкбаевна., к.с.-х.н., доцент кафедры сельскохозяйственных технологий КИНЭУ им М.Дулатова

**Автор:**

Шепелев Михаил Алексеевич, старший преподаватель кафедры агрономии

Ш 48 М.А. Шепелев

Оросительная мелиорация. учебно-методическое пособие по сельскохозяйственной мелиорации для студентов специальности 5В080100 – Агрономия - Костанай, 2013. – 57 с.

В пособие указания включены практические занятия по оросительной мелиорации, методические указания по их выполнению, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 5В080100 - Агрономия.

ББК 40.6

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом  
Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова,  
\_\_\_\_\_ 2013 г , протокол № \_\_\_\_\_.

© Шепелев М.А., 2013

## Содержание

Введение .....	4
1 Определение оросительных и поливных норм.....	6
2 Определение сроков полива биоклиматическим методом .....	9
3 Определение сроков полива методом водного баланса А.Н. Костякова .....	14
4 Увязка режима орошения культур принятого севооборота .....	19
5 Расчет элементов техники полива дождеванием .....	27
6 Проектирование внутрихозяйственной оросительной системы .....	31
7 Гидравлический расчёт оросительных каналов .....	34
8 Гидравлический расчёт трубопровода и насосной станции .....	38
9 Экономическая эффективность орошения .....	41
Список использованных источников.....	44
Приложения.....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Орошение земель — это искусственное увлажнение почвы для повышения ее плодородия.

Орошение применяется во всех природных зонах, однако в различных зонах оно выполняет разные задачи и имеет свои особенности. Аридные регионы (полусухая и очень сухая зоны) отличаются жарким, сухим климатом, здесь выпадает мало осадков (в среднем за год менее 200...250 мм), причем большая часть их приходится на вневегетационный период. Показатель увлажнения здесь (отношение годовой суммы осадков к потенциальной испаряемости) меньше 0,33, дефицит испаряемости (разница между возможной испаряемостью за вегетационный период и продуктивно используемыми осадками) превышает 5000 м<sup>3</sup>/га. В аридной зоне размещено около 40 % орошаемой пашни. Урожаи сельскохозяйственных культур здесь без орошения (на богаре) очень низкие. Поэтому орошение в таких районах является необходимым условием культурного земледелия. Основная орошаемая культура здесь — хлопчатник, овощные культуры. Орошение в сочетании с высокой агротехникой позволяет получать высокие урожаи этой ценной технической культуры, до 4,5...5,0 т/га и выше, а урожаем овощей до 40 – 80 т/га.

Субаридные районы (полувлажная, полузасушливая, засушливая и очень засушливая зона) характеризуются неустойчивым естественным увлажнением, показатель увлажнения здесь меньше 0,77, а дефицит испаряемости 2000...5000 м<sup>3</sup>/га. Каждый 3...4-й год здесь обычно сухой, в вегетационный период выпадает мало осадков, и тогда урожаи сельскохозяйственных культур на богарных землях резко падают. Орошение в этих районах существенно дополняет естественные осадки. Основные культуры в этой зоне — зерновые и кормовые, и орошение наряду с задачей повышения их урожайности имеет весьма важную цель выравнивания по годам валового выхода этих ценных культур, составляющих основу сельского хозяйства. В связи с этим здесь получают распространение участки гарантированного урожая, обеспечивающие определенный минимум валового сбора зерновых, а также кормовых культур.

Орошение в субаридной зоне страны дает возможность не только резко повысить урожайность орошаемых культур и выровнять валовой выход продукции растениеводства по годам, но и обеспечить более интенсивное использование сельскохозяйственных угодий за счет применения промежуточных, повторных и совмещенных посевов, позволяющих получать с одной и той же площади два-три урожая в год.

### Рекомендуемая литература

1. Багров М.Н., Кружилин И.П. Сельскохозяйственная мелиорация. — М.: Агропромиздат, 1985. 270 с.
2. Ерхов Н.С. Практикум по с/х мелиорации и водоснабжение. М.: Колос, 1984. — 312 с.
3. Ерхов Н.С., Мисенев В.С., Ильин Н.И. Сельскохозяйственная мелиорация и водоснабжение. — М.: Колос, 1983. 350 с.

4. Колпаков В.В., Сухарев И.П. Сельскохозяйственная мелиорация М.: Агропромиздат, 1988. – 318 с.
5. Лысагоров С.Д. Орошаемое земледелие. М.: Колос, 1981. 342 с.
6. Тимофеев А.Ф. Мелиорация сельскохозяйственных земель М.: Колос, 1982. – 240 с.

## 1 Определение оросительных и поливных норм

**Цель:** Научиться рассчитывать оросительные и поливные нормы с учётом гидротермических особенностей местности и биологическими особенностями возделываемых на поливе культур.

### План:

- 1 Определение оросительных норм
- 2 Определение поливных норм

### Методические рекомендации:

При изучении данной темы студенту необходимо ознакомиться с методикой расчёта оросительных и поливных норм используя пояснения к этой работе или рекомендуемую литературу и по индивидуальному заданию выполнить эти расчёты. Результаты расчётов сдать преподавателю и ответить на контрольные вопросы.

### Пояснение к заданию:

#### *1 Определение оросительных норм*

В степных районах баланс между расходом и приходом воды, необходимой для формирования высокого урожая сельскохозяйственных культур, отрицательный, поэтому в суммарном водопотреблении значительная доля принадлежит поливам. Количество воды, которое необходимо подать на поле посредством орошения для создания оптимального водного режима почвы и оптимальных условий жизнедеятельности растений, называется оросительной нормой. Это суммарный показатель, который включает нормы влагозарядкового, предпосевного, вегетационных, освежительных и других поливов.

Оросительная норма – это количество воды в м<sup>3</sup> на 1 га, которое даётся культуре всеми поливами за оросительный период. Фактически это дефицит влаги за оросительный период, которое определяется как разница между суммарным водопотреблением культуры и естественным увлажнением за данный период.

В зависимости от климатических, почвенно-мелиоративных условий для одной и той же культуры оросительная норма изменяется в широких пределах. Например, для люцерны — от 1600 до 5900 м<sup>3</sup>/га, для сахарной свеклы — от 3700 до 6100, для яровой пшеницы — от 1100 до 3800 м<sup>3</sup>/га

Поливная норма – количество воды (в м<sup>3</sup>/га, реже в мм), которое дают сельскохозяйственной культуре за один полив.

Для определения оросительной нормы необходимы следующие данные:

- сумма осадков по периодам года (вегетационный, тёплый негативный и холодный) в мм;
- коэффициент использования осадков по этим периодам;
- планируемая урожайность культуры, т/га;

- коэффициент водопотребления культуры, м<sup>3</sup>/га.

Располагая этими данными мы можем определить оросительную норму.

$$\mu_{nt} = K_b * Y - 10 P_1 \mu_1 - 10 P_2 \mu_2 - 10 P_3 \mu_3 - W_{гр. в.}$$

где Y – планируемая урожайность, т/га;

K<sub>в</sub> – коэффициент водопотребления, м<sup>3</sup>/га;

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> – количество осадков соответственно за вегетационный, тёплый не вегетационный и холодный период, мм;

μ<sub>1</sub>, μ<sub>2</sub>, μ<sub>3</sub> – коэффициенты использования осадков соответственно: 0,7; 0,5; 0,3.

Пример расчёта оросительной нормы как культуры приводится в таблице 1.

Таблица 1- Определение оросительной нормы

P <sub>1</sub>			P <sub>2</sub>			P <sub>3</sub>		
P <sub>1</sub>	μ <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> μ <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	μ <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> μ <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	μ <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> μ <sub>3</sub>
105	0,7	74	38	0,5	19	36	0,3	10,8

ΣP μ * 10, м <sup>3</sup> /га	W <sub>гр. в.</sub> м <sup>3</sup> /га	ΣP μ * 10 + W <sub>гр. в.</sub> м <sup>3</sup> /га	E = K <sub>в</sub> * Y, м <sup>3</sup> /га	μ <sub>nt</sub> , м <sup>3</sup> /га	
				вычисленная	принятая
1036	0	1036	3600	2562	2600

W<sub>гр. в.</sub> – объём воды, поступающий в слой активного водопотребления из грунтовых вод восходящими токами, м<sup>3</sup>. Он учитывается при залегании грунтовых вод от 3 м и ближе к поверхности почвы.

В нашем примере планируется получить урожайность кукурузы на силос 45,0 т/га при коэффициенте водопотребления, равном 80 м<sup>3</sup>/т. Следовательно, суммарное водопотребление

$$E = K_b * Y = 80 * 45 = 3600 \text{ м}^3/\text{га}$$

Отсюда μ<sub>nt</sub> = 3600 – 10\*105\*0,7 – 10\*38\*0,5 – 10\*36\*0,3 = 2567 м<sup>3</sup>/га или округлённо 2600 м<sup>3</sup>/га

## 2 Определение поливных норм

Далее определяется величина поливной нормы по формуле:

$$m = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot (Z_{\text{нв}} - Z_{\text{мин}}), \text{ м}^3/\text{га}$$

где  $m$  – поливная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$h$  – глубина активного слоя почвы,  $\text{м}$ ;

$\alpha$  – объёмная масса почвы ненарушенного сложения,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$Z_{\text{нв}}$  – влажность почвы при наименьшей влагоёмкости, %;

$Z_{\text{мин}}$  – влажность почвы перед поливом, или нижний порог оптимальной влажности почвы, %.

В расчётах  $h$  принимается для овощных культур 0,5 м, корнеплодов – 0,6 м, зерновых и кукурузы – 0,7 м, люцерны – 0,8 м. Все остальные показатели принимаются по индивидуальному заданию.

В нашем примере  $h = 0,7$  м,  $\alpha = 1,33 \text{ т}/\text{м}^3$ ,  $Z_{\text{нв}} = 23,5\%$ ,  $Z_{\text{мин}} = 17,3\%$ . Зная эти показатели можно определить поливную норму:

$$m = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot (Z_{\text{нв}} - Z_{\text{мин}}) + 100 \cdot 0,7 \cdot 1,33 (23,5 - 17,3) = 660 \text{ м}^3/\text{га}$$

или округлённо 650  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Поливную норму можно определить и по зависимости

$$m = 0,3 \cdot h \cdot A \cdot \beta_{\text{нв}},$$

где  $h$  – мощность активного слоя почвы,  $\text{м}$ ;

$A$  – скважность, пористость почвы, %;

$\beta_{\text{нв}}$  – влажность почвы в % от скважности, соответствующая НВ

Скважность почвы определяется по зависимости:

$$A = \left(1 - \frac{\alpha}{\rho}\right) \cdot 100\%,$$

где  $\alpha$  объёмная масса почвы ненарушенного сложения,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$\rho$  – удельная масса твёрдой фазы почвы,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

Значения объёмной и удельной масс почвы указываются в индивидуальном задании или берутся из специальной литературы, характеризующей водно-физические свойства типов почв.

В нашем примере:  $\alpha = 1,33 \text{ г}/\text{см}^3$ ,  $\rho = 2,76 \text{ г}/\text{см}^3$ , тогда:

$$A = \left(1 - \frac{1,33}{2,76}\right) \cdot 100 = 52\%$$

Далее определяем  $\beta_{\text{нв}}$  по зависимости:

$$\beta_{\text{нв}} = \frac{\alpha \cdot Z_{\text{нв}}}{A} \cdot 100 = \frac{1,33 \cdot 23,5}{52} \cdot 100 = 60\%$$



Тогда поливная норма будет равна:

$$m = 0,3 * H * A * \beta_{не} = 0,3 * 0,7 * 52 * 60 = 655 \text{ м}^3/\text{га}$$

или округлённо 650 м<sup>3</sup>/га.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 Что такое оросительная норма и поливная норма?
- 2 По какой формуле рассчитывается оросительная норма?
- 3 Как рассчитать суммарное водопотребление?
- 4 По каким формулам можно рассчитать поливную норму?

## **2 Определение сроков полива биоклиматическим методом**

**Цель:** Научиться определять сроки полива сельскохозяйственных культур биоклиматическим методом

### **План:**

- 1 Расчёт дефицита водного баланса
- 2 Графическое определение сроков полива

### **Методические рекомендации:**

При изучении данной темы студенту необходимо ознакомиться с методикой определения сроков полива биоклиматическим методом, используя данное методическое пособие и рекомендуемую литературу. Вначале по таблице 2 необходимо произвести расчёт дефицита водного баланса, а затем используя табличные данные необходимо построить и по нему график и найти сроки полива культуры данной студенту по заданию.

### **Пояснение к заданию:**

#### ***1 Расчёт дефицита водного баланса***

После определения оросительной и поливной нормы можно определить количество поливов и сроки полива.

Из-за различия метеорологических условий сроки и число поливов для одной и той же культуры в различные годы не одинаковы. Поэтому в проектах орошения сроки поливов рассчитывают на среднесухие, средние и средневлажные годы, а затем в процессе орошения их корректируют согласно погодным условиям. В настоящее время в практике орошения применяют несколько методов определения сроков полива:

1) по внешнему состоянию растений. Например, у сеянцев при недостатке влаги желтеют части листьев (обычно нижних), наблюдается их увядание в послеполуденные часы и увеличение их опадения. Листья капусты при недостатке влаги покрываются белым сизоватым налётом, а их края несколько подгибают-

ся. Листья томатов при недостатке влаги приобретают тёмно-зелёную окраску, становится заметной опущенность листьев. Однако применение метода требует опытных наблюдателей и не всегда даёт точные результаты.

2) по физиологическим показателям. К. А. Тимирязев указывал, что только само растение может дать наиболее правильный и точный ответ водообеспеченности при той или другой влажности почвы. Зная, как протекает тот или иной физиологический процесс, можно довольно точно судить о водообеспеченности растений, а следовательно, и назначать очередной полив.

Овощные культуры лучше растут, когда в клеточном соке содержится 90...95 % воды и 10...5 % сухого вещества. При уменьшении воды в клеточном соке всего на 2 %, то есть до 88 %. процессы роста заметно приостанавливаются. Целесообразные пределы концентрации клеточного сока устанавливают применительно к местным условиям и культурам. Концентрацию клеточного сока определяют полевым рефрактометром прямо в поле.

Кроме концентрации клеточного сока, показателями сроков полива могут служить осмотическое давление, сосущая сила, ширина открытия устьиц и др. Эти физиологические показатели растений связаны с влажностью почвы и наиболее объективно отражают состояние водообеспеченности растений (таблица 2).

Таблица 2- Значения физиологических показателей, характеризующих потребность в проведении очередного полива

Период, ярус или лист, где берется проба (для зерновых — период развития культуры)	Осмотическое давление, атм.	Сосущая сила, атм.	Концентрация клеточного сока, % от массы сухого вещества	Ширина открытия устьиц, мкм
Сахарная свекла				
Период роста листьев 8...16-го ярусов	8...9,6	6...7	—	6...7
Период роста листьев 20...24-го ярусов и интенсивного роста корнеплода	11	8	-	5
Яровая пшеница				
Начало кущения	10...11	8... 9	5,5...6,5	-
Трубкавание... колошение	10...12	9...10	6,5...7,5	-
Налив зерна	13...15	11...12	8,0...9,0	5,5

3) по влажности почвы. Полив проводят, когда запас воды в корнеобитаемом слое снизится до нижнего предела оптимальной влажности (влажность угнетения). В этих целях на орошаемой площади проводят наблюдения за

влажностью через 5 сут в поверхностных слоях (до 30 см) и через 10 сут в более глубоких слоях почвы (до 1 м). Влажность определяют весовым методом или влагомерами. Пробы берут по слоям через 10 см, а ниже 30 см — через каждые 20 см. Систематическое наблюдение за динамикой влажности почвы позволяет найти среднесуточное понижение влажности и точную дату наступления минимального предела оптимальной влажности, то есть дату полива.

Определение сроков полива биоклиматическим методом изложено подробно в данном пособии.

Схемы поливов отдельных культур. Под схемой полива понимают распределение числа поливов в вегетационный период с учетом биологических особенностей культур. Схему полива составляют таким образом, чтобы было бесперебойное снабжение водой сельскохозяйственных культур. В годы с осадками разной обеспеченности и с разным температурным режимом оросительные и поливные нормы будут изменяться, поэтому схемы поливов разрабатывают для лет разной обеспеченности (например, 95-, 75-, 50-, 25%-ной). Однако во всех случаях при эксплуатации эти схемы придется корректировать с учетом изменения погодных условий, агротехники и фаз развития культуры. Более ответственные в отношении водообеспеченности фазы развития сельскохозяйственных культур приведены ниже (Гарюгин, 1979).

Озимая пшеница	Всходы, начало трубкования, начало колошения
Яровые колосовые	Начало кущения — трубкование, начало колошения
Кукуруза	Образование придаточных корней, начало выбрасывания соцветий, налив зерна
Картофель	Перед бутонизацией, начало цветения, после цветения, максимальный рост клубней
Подсолнечник	Появление 6...8-го листа, начало образования корзинок, цветение и налив зерна
Сахарная свекла	Листообразование, рост корня, сахаронакопление
Многолетние травы на сено	После каждого укоса, между 2-, 3- и 4 укосом
Яблоня	Перед цветением, после цветения и образования завязи, налив плодов

Повышенные требования к содержанию воды (и воздуха) в почве предъявляют овощные культуры в силу своих биологических особенностей. Высокие урожаи овощей можно получить только при достаточной влажности почвы в течение вегетационного периода.

Большинство овощных культур (огурцы, капуста и др.) имеют сравнительно слабо защищенную от излишнего испарения поверхность листьев и поэтому очень отзывчивы на влажность не только почвы, но и воздуха.

Для определения сроков поливов биоклиматическим методом вначале необходимо провести расчёт дефицита водного баланса для орошаемой культуры (в нашем примере кукурузы на силос) за её период вегетации и построить согласно этому расчету интегральную кривую. Расчет производится по форме таблицы 3.

Из погодной характеристики реального года в последние две колонки таблицы вписываются по декадам вегетационного периода культуры значения среднесуточной температуры и количества выпавших осадков. В колонке три таблицы в виде константной величины показан биоклиматический коэффициент, который по сути своей представляет модуль расхода воды одним гектаром площади на 1 гр. С среднесуточной температуры.

Таблица 3- Расчет дефицита водного баланса

Месяцы	Декады	$K \text{ м}^3/1 \text{ гр.С}$	$\sum t$ С	$E$ $\text{м}^3/\text{га}$	$10 P \mu$ $\text{м}^3/\text{га}$	$\Delta W$ $\text{м}^3/\text{га}$	$\Delta W_{\text{нар.}}$ итог., $\text{м}^3/\text{га}$	Средн. темпер. гр.С	Осадки за декаду, мм
V	2		84	168	56	112	112	8,4	8
	3		79	158	63	95	207	7,9	9
VI	1	2	100	200	63	137	344	10,0	9
	2		162	324	70	254	598	16,2	10
	3		227	454	77	377	975	22,7	11
VII	1		193	386	84	302	1277	19,3	12
	2		204	408	84	324	1601	20,4	12
	3		189	378	77	301	1902	17,2	11
VIII	1		230	460	70	390	2292	23,0	10
	2		185	370	56	314	2606	18,5	8

В виде константной величины модуль расхода показан условно, в действительности он значительно колеблется по культурам, а для одной культуры - по этапам вегетационного периода и зависит от складывающихся погодных условий, возраста растений и т.д. В среднем модуль расхода равен примерно  $2 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ гр.С}$ .

Расчет осуществляется следующим образом. Если, например, во второй декаде мая среднесуточная температура (см. таблица 2) составляет  $8,4 \text{ гр. С}$ , то сумма за эту декаду составляет  $84 \text{ гр.С}$ . Если один гектар поля расходует на один градус среднесуточной температуры  $2 \text{ м}^3$  воды, то суммарное водопотребление  $E$  за вторую декаду составит:  $2 \times 84 = 168 \text{ м}^3/\text{га}$ . За эту же декаду выпало  $8 \text{ мм}$  осадков, которые при коэффициенте их использования  $0,7$  доставили в почву  $56 \text{ м}^3$  на гектар воды, компенсировав тем самым часть суммарного водопотребления. Тогда дефицит водного баланса составит:

$$168-56= 112 \text{ м}^3/\text{га}$$

Эта же величина для начала периода вегетации проставляется и в колонке « $\Delta W$  нарастающим итогом».

В третьей декаде мая при среднесуточной температуре 7,9 гр.С сумма температур составит 79°C, а величина суммарного водопотребления  $2 \times 79 = 158 \text{ м}^3/\text{га}$ . За счет выпадающих осадков дефицит воды уменьшится на 63  $\text{м}^3/\text{га}$  и составит  $158 - 63 = 95 \text{ м}^3/\text{га}$ . Следовательно, на конец третьей декады общий дефицит воды в почве составит  $112 + 95 = 207 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Аналогичным образом дефицит рассчитывается до самой последней декады вегетационного периода.

В конечном итоге колонка « $\Delta W$  нарастающим итогом» дает нам общее представление о дефиците водного баланса и его распределении по вегетационному периоду.

## **2 Графическое определение сроков полива**

Если поместить эти данные в системе координат, как показано на рисунке 1, получим интегральную кривую дефицита водного баланса, используя которую, можно с довольно большой точностью определить сроки проведения поливов.

Полученный дефицит водного баланса мы должны компенсировать вегетационными поливами. Как только дефицит воды достигнет величины поливной нормы (она в нашем примере равна  $650 \text{ м}^3/\text{га}$ ), тогда и надо проводить первый полив. Проектируем дефицит в  $650 \text{ м}^3/\text{га}$  на интегральную кривую, находим, что первый полив приходится на 12-VI. Как только дефицит воды достигнет величины удвоенной поливной нормы ( $1300 \text{ м}^3/\text{га}$ ), надо проводить второй полив; он приходится на 1-VII. Аналогичным образом находим, что третий полив надо проводить 21-VII и четвертый 5- VIII.

Указанные числа следует рассматривать, как средние данные поливных периодов. Последний вегетационный полив должен быть увязан со сроками проведения уборки культуры, в связи с чем его средняя дата и поливной период могут быть откорректированы.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 Как провести расчёт дефицита водного баланса?
- 2 Какие климатические показатели используются при этом?
- 3 Что собой представляет график интегральной кривой водного баланса культуры?
- 4 Как по этой интегральной кривой найти даты поливов?

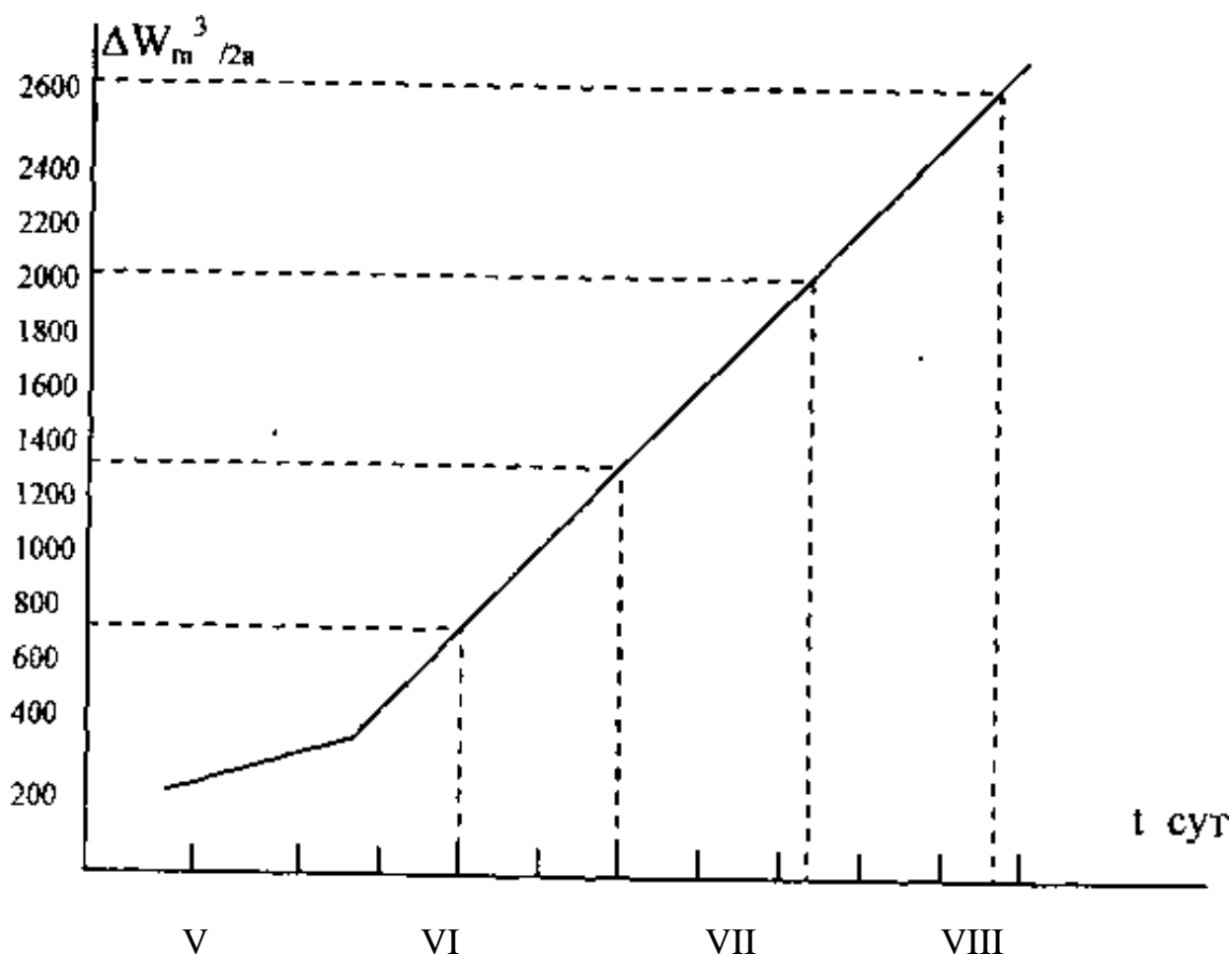


Рисунок 1- Интегральная кривая дефицита водного баланса для кукурузы

### 3 Определение сроков поливов методом водного баланса академика А.Н. Костякова

**Цель:** Научиться определять сроки полива сельскохозяйственных культур методом водного баланса по А.Н. Костякову

**План:**

- 1 Расчёт дефицита водного баланса
- 2 Графическое определение сроков полива

**Методические рекомендации:**

При изучении данной темы студенту необходимо ознакомиться с методикой определения сроков полива методом А.Н. Костякова, используя данное методическое пособие и рекомендуемую литературу. Вначале по таблице 4 необходимо рассчитать распределение суммарного водопотребления, а затем рассчитать и поместить в таблицу 5 баланс влаги в почве и по графику (рисунок 2) определить сроки поливов

## Пояснение к заданию:

### 1 Расчёт дефицита водного баланса

При разработке проектного режима орошения сроки поливов чаще всего определяют графоаналитическим методом А.Н. Костякова, основанным на водно-балансовых расчетах и позволяющим увязать сроки поливов с поливными нормами. Расчет ведут по декадам вегетационного периода, исходными данными являются атмосферные осадки, водопотребление за декаду и мощность активного слоя почвы. Для каждой декады вычисляют запасы влаги, соответствующие верхнему и нижнему пределам оптимальной влажности расчетного слоя почвы. Их наносят на график и получают две кривые, между которыми заключен оптимальный для культуры диапазон почвенной влаги. При орошении влажность почвы не должна выходить за пределы этого диапазона.

Суть метода рассмотрим на примере расчета режима орошения томатов рассадных, выращиваемых на черноземе южном суглинистом, для слоя 0,4 м которого  $\alpha = 1,26 \text{ т/м}^3$  (объемная масса),  $q = 2,68 \text{ т/м}^3$  (удельная масса),  $\text{НВ} = 25\%$ ,  $\Gamma_{\text{нач.}} = 0,8 \text{ НВ}$ ,  $\Gamma_{\text{min}} = 0,7 \text{ НВ}$ .

При коэффициенте водопотребления томатов равном  $160 \text{ м}^3/\text{т}$  планируется получить урожайность  $30 \text{ т/га}$ . При этих исходных данных требуется определить поливные и оросительные нормы и сроки поливов.

Расчет осуществляется в следующем порядке:

1. Определить исходный (начальный) запас влаги в почве по известной весовой влажности.

$$W_{\text{нач.}} = 100 * \text{Н} * \alpha * \Gamma_{\text{нач}} = 100 * 0,4 * 1,26 * 25 * 0,8 = 1008 \text{ м}^3/\text{га}$$

2. За верхний порог оптимального увлажнения принимается  $\Gamma_{\text{НВ}}$  ( $\beta_{\text{НВ}}$ ), тогда запас воды в слое 0,4 м соответствующий НВ определится по зависимости:

$$\begin{aligned} \text{А) } W_{\text{НВ}} &= 100 * \text{Н} * \alpha * \Gamma_{\text{НВ}} = 100 * 0,4 * 1,26 * 25 = 1260 \text{ м}^3/\text{га} \\ \text{Б) } W_{\text{НВ}} &= \text{Н} * \text{А} * \beta_{\text{НВ}}, \end{aligned}$$

предварительно рассчитав скважность и объемную влажность, по зависимости:

$$\begin{aligned} \text{А} &= 1 - (\alpha/q) * 100 = 1 - (1,26/2,68) * 100 = 52,5\% \\ \beta_{\text{НВ}} &= \alpha * \Gamma * 100 / \text{А} = 1,26 * 25 * 100 / 52,5 = 60\% \\ W_{\text{НВ}} &= 0,4 * 52,5 * 60 = 1260 \text{ м}^3/\text{га} \end{aligned}$$

3. За нижний допустимый предел влаги для томатов прием запас, равный 70% от  $W_{\text{НВ}}$ , тогда он определится:

$$\begin{aligned} \text{А) } W_{\text{min}} &= 0,7 * W_{\text{НВ}} = 0,7 * 1260 = 882 \text{ м}^3/\text{га} \\ \text{Б) } W_{\text{min}} &= 100 * \text{Н} * \alpha * \Gamma_{\text{min}} = 100 * 0,4 * 1,26 * 0,7 * 25 = 882 \text{ м}^3/\text{га} \end{aligned}$$

4. Поливная норма первого полива будет равна:

$$m_1 = W_{\text{нв}} - W_{\text{нач.}} = 1260 - 1008 = 252 \text{ м}^3/\text{га}$$

5. Поливная норма последующих вегетационных поливов определяются:

$$m_{2,3\dots} = W_{\text{нв}} - W_{\text{min}} = 1260 - 882 = 378 \text{ м}^3/\text{га}$$

6. Величина суммарного водопотребления томатов составит:

$$E = Y * K_b = 30 \text{ т/га} \cdot 160 \text{ м}^3/\text{га} = 4800 \text{ м}^3/\text{га}$$

Распределение суммарного водопотребления по вегетационному периоду показано в таблице 3.

Примечание: осадки вегетационного периода используются с коэффициентом 0,7.

Зная поступление влаги в почву за счет выпадающих осадков за вегетационный период и характер водопотребления за это же время, можно произвести расчет баланса влаги в почве и определить сроки проведения поливов, как это показано в таблице 4. Расчет производится в следующем порядке. Из таблицы 3 в таблицу 4 вписывается водопотребление по декадам (колонка 7) и объем воды, поступающей в почву от осадков (колонка 5).

Ранее мы посчитали, что запас воды на начало периода вегетации равен  $1008 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Следовательно, еще до начала вегетационного периода (конец первой декады мая) необходимо дать полив с величиной поливной нормы,  $m_1$  равной по нашему расчету  $252 \text{ м}^3/\text{га}$ . Таким образом, на начало вегетационного периода (начало второй декады мая) фактически запас влаги составит  $1260 \text{ м}^3/\text{га}$ .

За вторую декаду мая суммарное водопотребление томатов составляет  $288 \text{ м}^3/\text{га}$ , а поступление воды за счет осадков -  $63 \text{ м}^3/\text{га}$ . На конец декады остается  $1260 + 63 - 288 = 1035 \text{ м}^3/\text{га}$ , что еще значительно превышает допустимый минимум ( $W_{\text{min}} = 882 \text{ м}^3/\text{га}$ ), в связи с чем полив в этой декаде проводить нет необходимости.

Остаточный запас воды на конец второй декады мая ( $1035 \text{ м}^3/\text{га}$ ) является начальным запасом для третьей декады. За третью декаду мая суммарное водопотребление составит  $384 \text{ м}^3/\text{га}$ , а поступление воды за счет осадков  $77 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Следовательно, при остаточном запасе  $1035 + 77 - 384 = 728 \text{ м}^3/\text{га}$ , что ниже  $W_{\text{min}}$ . Значит, в этой декаде надо провести полив с рассчитанной нами нормой  $m_{\dots} = 378 \text{ м}^3/\text{га}$ .



Таблица 4- Распределение суммарного водопотребления

Вегетационный период		Количество осадков мм	Пополнение запасов влаги от осадков		$\Sigma t^\circ$ за декаду	Водопотребление, м <sup>3</sup> /га
месяцы	декады		мм	м <sup>3</sup> /га		
Май	2	9	6,3	63	144	288
	3	11	7,7	77	192	384
Июнь	1	11	7,7	77	216	432
	2	12	8,4	84	240	480
	3	14	9,8	98	288	576
Июль	1	17	11,9	119	288	576
	2	16	11,2	112	312	624
	3	15	10,5	105	240	480
Август	1	13	9,1	91	168	336
	2	11	7,7	77	168	336
	3	10	7,0	70	144	288
<b>Итого</b>		139	97,3	973	2400	4800

Таблица 5- Баланс влаги в почве и сроки поливов

Вегетационный период		Водопотребление	W нач. м <sup>3</sup> /га	Поступление м <sup>3</sup> /га		W <sub>кон.</sub> м <sup>3</sup> /га		Дата поливов
месяцы	декады			Р	м	Естест.	Практ.	
V	2	288	1260	63	-	1035	1035	-
	3	384	1035	77	378	728	1106	26/V
VI	1	432	1106	77	378	751	1129	6/VI
	2	480	1129	84	378	733	1111	16/VI
	3	576	1111	98	378	633	1011	24/VI
VII	1	576	1011	119	378	554	932	3/VII
	2	624	932	112	378	420	798	11/VII
	3	480	798	105	378	423	801	20/VII
V 111%	1	336	801	91	378	556	934	31/VII
	2	336	934	77	378	675	1053	14/VIII
	Л	288	1063	70	378	835	1213	23/VIII

## 2 Графическое определение сроков полива

Когда необходимо провести полив? Для ответа на этот вопрос обращаемся к рисунку 2, на котором ведем графическое изображение динамики запаса воды в почве.

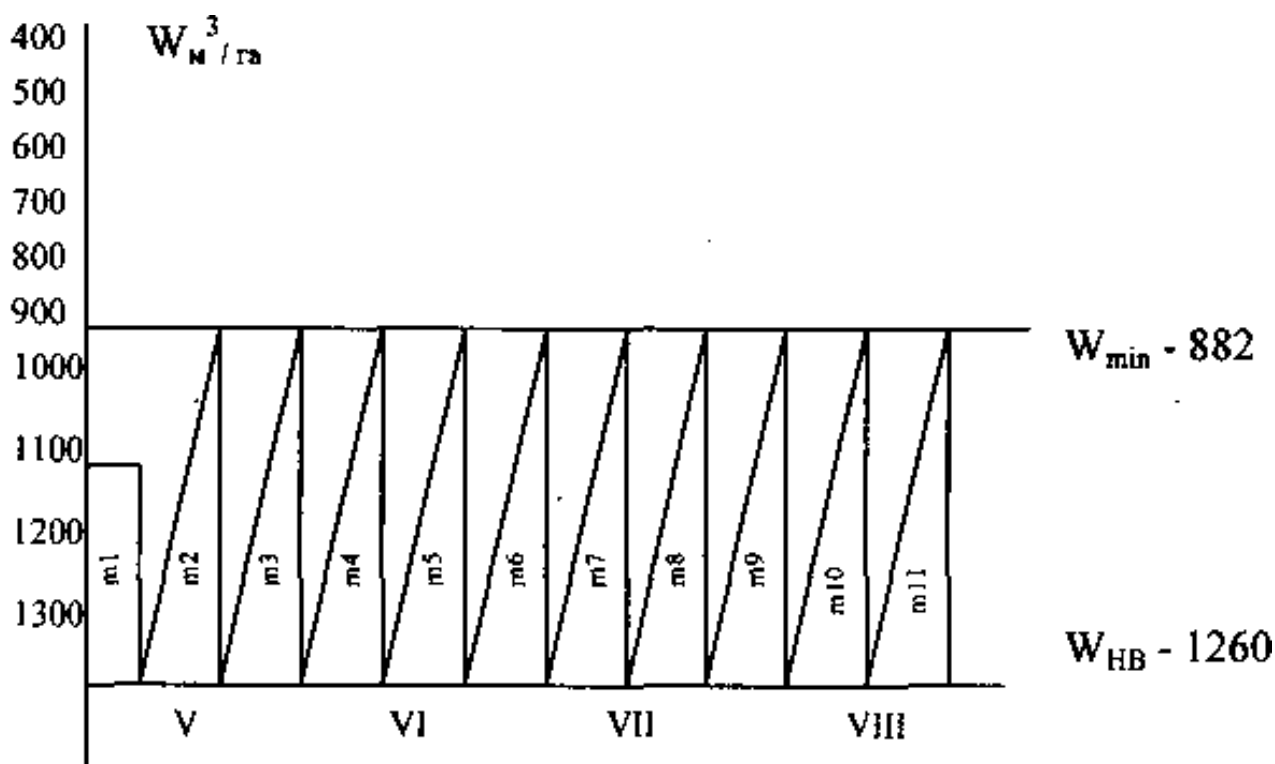


Рисунок 2- баланс влаги в почве и сроки полива

На этом графике точку соответствующую запасу воды на начало 3-й декады мая ( $1035 м³/га$ ) соединяем с точкой характеризующей запас воды на конец декады ( $728 м³/га$ ). Тогда точка пересечения этой прямо с прямой  $W_{мин}$  даст нам дату проведения полива.

В нашем примере это 26 мая.

С учетом выданной поливной нормы остаточный запас воды в конце третьей декады мая составит  $1106 м³/га$ , он же будет начальным для первой декады июня. При поступления осадков  $77 м³/га$  и суммарном водопотреблении  $432 м³/га$  остаточный запас воды на конец декады составит  $761 м³/га$ . Следовательно, в этой декаде следует также произвести полив с нормой  $378 м³/га$ . Графическое изображение динамики запасов влажности показывает, что этот полив должен быть проведен в середине декады - 6/VI.

Производя аналогичные расчеты и графическое изображение находим, что очередные вегетационные поливы томатов должен быть проведены 16/VI, 24/VI, 3/VII, 11/VII, 20/VII, 31/VII, 14/VIII, 23/VIII.

Всего за период вегетации проведены:

Один полив с нормой  $252 м³/га$  и 10 поливов с нормой  $378 м³/га$ . Таким образом, величина суммарного водопотребления в  $4800 м³/га$  компенсирована естественным путем за счет выпадающих осадков -  $973 м³/га$  и искусственным - вегетационными поливами -  $4032 м³/га$ . В заключение расчета проводится балансовая проверка:

$$E = \sum P + \sum m + (W_{нач} - W_{кон.})$$

$$4800 = 973 + 4032 + (1008 - 1213)$$

$$4800 = 5005 + (-205)$$

$$4800 = 4800$$

**Контрольные вопросы:**

- 1 На чём основано определение сроков поливов по методу А.Н. Костякова?
- 2 По какой формуле определяется исходный (начальный) запас влаги в почве?
- 3 Как рассчитать запас влаги в почве, соответствующий НВ?
- 4 По каким формулам рассчитывается поливная норма первого полива, и поливные нормы последующих поливов?
- 5 Объясните построение графика баланса влаги в почве и как по нему определить сроки поливов?

**4 Узвязка режима орошения культур принятого севооборота**

**Цель:** Научиться проводить узвязку орошения культур конкретного севооборота

**План:**

- 1 Проведение расчётов
- 2 Построение неукомплектованного и укомплектованного графиков полива

**Методические рекомендации:**

При изучении данной темы студенту необходимо ознакомиться с режимом орошения культур, с проведением расчётов необходимых величин и с практикой построения графиков пролива, используя данное методическое пособие и рекомендуемую литературу. Далее по заданию индивидуального севооборота построить для него графики неукомплектованного и укомплектованного поливов. Расчёты и графики сдать преподавателю на проверку и после неё ответить на контрольные вопросы.

**Пояснение к заданию:****1 Проведение расчётов**

Режим орошения всех культур, входящих в севооборот, должен учитывать режимы орошения этих, отдельно взятых культур, все агротехнические приемы по их выращиванию, почвенные условия каждого поливного участка, организацию труда, способы и технику полива.

Разработав режим орошения расчетной культуры одним из предложенных методов и приняв нормы и сроки поливов остальных культур севооборота по заданию, узвязывают режим орошения всех культур севооборота с целью равномерности подачи воды на орошаемый участок.

Узвязку режима орошения выполняют графически: в виде графика гидро модуля (удельные расходы, л/с, га) или графика поливов.

График гидромодуля используется преимущественно при поверхностных способах полива, а график поливов при дождевании на конкретном севообороте с учетом площади, занятой каждой культурой.

На графике по оси абсцисс откладывают сроки и продолжительность полива в сутках, а по оси ординат - расчетные величины гидромодуля или расход всех одновременно действующих машин. Составляются графики для каждого севооборотного участка. При наличии в хозяйстве нескольких севооборотов на орошении строится совмещенный график поливов.

Согласно задания проектируется полив дождеванием. Поэтому, мы рассмотрим на конкретном примере построение графика полива с использованием дальнеструйного дождевателя ДДН-100 в 4-х польном севообороте (таблица б). Построение графика полива производится в следующей последовательности.

Предварительно определяем средние значения поливных норм, количества поливов, продолжительности оросительных периодов, используя данные задания. Например, для люцерны 1-го и 2-го года пользования дается один влагозарядковый полив с нормой  $1000 \text{ м}^3/\text{га}$  и 4 полива с нормой  $700 \text{ м}^3/\text{га}$ . Следовательно, средняя величина поливной нормы составляет:

$$m_{\text{ср.}} = (1000 + 4 \cdot 700) / 5 = 3800 / 5 = 760 \text{ м}^3/\text{га}$$

для кукурузы на зеленый корм:

$$m_{\text{ср.}} = (2 \cdot 600 + 2 \cdot 700) / 4 = (1200 + 1400) / 4 = 650 \text{ м}^3/\text{га}$$

для яровой пшеницы с подсевом люцерны:

$$m_{\text{ср.}} = (1000 + 700 + 650) / 3 = 790 \text{ м}^3/\text{га}$$

Средняя поливная норма по всему севообороту составит:

$$m_{\text{ср.}} = (760 + 650 + 790) / 3 = 733 (730) \text{ м}^3/\text{га}$$

Далее определяем продолжительность поливных периодов по полям севооборота. На первом и втором полях (под люцерной) он длится с 1 июня по 10 августа и влагозарядка с 1 сентября по 30 - 100 дней, на втором поле (под кукурузой) с 12 июня по 11 августа - 60 дней; на третьем поле (под яровой пшеницей) с 5 июня по 25 июля и плюс влагозарядка с 5 сентября по 15 - 60 дней.

Таким образом, средняя продолжительность поливного периода по всему севообороту составит:

$$t_{\text{ср.}} = (100 + 60 + 60) / 3 = 71 \text{ день}$$

Число поливов: для люцерны - 5, кукурузы на зеленый корм - 4, и для яровой пшеницы - 3.

Среднее число поливов по севообороту равно:

$$П_{ср.} = (5 + 4 + 3)/3 = 4 \text{ полива}$$

Далее необходимо определить количество машин, которые за поливной сезон способны обеспечить 4 полива на площади 200 га при поливной норме 730 м<sup>3</sup>/га.

Определение количество машин осуществляется в следующем порядке. Определяется суточная производительность дождевальная машины по формуле:

$$F_{сут.} = (3,6 * Q * T * K) / m_{ср.}$$

где, Q - расход дождевальная машины, л/сек

T - время работы машины, час (при двухсменной работе T = 16 час.)

K - коэффициент использования рабочего времени, принимается 0,75-0,8

m<sub>ср.</sub> - поливная норма, м<sup>3</sup>/га

Подставляя данные нашего примера в формулу, получим:

$$F_{сут.} = (3,6 * 100 * 16 * 0,75) / 730 = 5,9 \text{ (6) га}$$

Если машина ежедневно поливая по 6 га, способна за поливной период 71 день обеспечить однократным поливом площадь равную:

$$6 * 71 = 426 \text{ га,}$$

то сезонная производительность ее при необходимости проведения 4-х поливов, будет в 4 раза меньше:

$$F_{сез.} = F_{сут.} * t_{ср.} / П_{ср.} = 6 * 71 / 4 = 106 \text{ га, где}$$

F<sub>сут.</sub> - суточная производительность машины, га

t<sub>ср.</sub> - средняя продолжительность поливного периода, сутки

П<sub>ср.</sub> - среднее число вегетационных поливов

Площадь всего севооборота 200 га, следовательно, для обеспечения своевременных поливов этой площади, потребуется машин:

$$N = \frac{F_{нетто}}{F_{сез.}} = \frac{200}{106} = 2 \text{ машины}$$

Поскольку обе машины будут работать одновременно, то поливной расход нетто будет равен:

$$Q_{нетто} = 100 \text{ л/сек} * 2 = 200 \text{ л/сек}$$

Далее определяем время однократного полива каждой культуры при заданной величине поливной нормы по зависимости:

$$t = \frac{m * F * (1 + \alpha)}{N * Q * T * 3,6 * K} \text{сутки, где}$$

$F$  - площадь поля, га

$\alpha$ - коэффициент, учитывающий потери воды на испарение в процессе полива, принимается равным 0,05-0,1.

Остальные показатели известны.

$$t_{\text{люц.}}(\text{при } m = 1000) = \frac{1000 * 100 * 1,1}{2 * 100 * 16 * 3,6 * 0,75} = \frac{110000}{8600} = 12,8(13) \text{суток}$$

$$t_{\text{люц.}}(\text{при } m = 700) = \frac{700 * 100 * 1,1}{2 * 100 * 16 * 3,6 * 0,75} = \frac{77000}{8600} = 9 \text{суток}$$

$$t_{\text{куж.}}(\text{при } m = 600) = \frac{600 * 100 * 1,1}{2 * 100 * 16 * 3,6 * 0,75} = \frac{33000}{8600} = 3,9(4) \text{суток}$$

$$t_{\text{яр. пшеница.}}(\text{при } m = 1000) = \frac{1000 * 50 * 1,1}{2 * 100 * 16 * 3,6 * 0,75} = \frac{55000}{8600} = 6,5 \text{суток}$$

$$t_{\text{яр. пшеница.}}(\text{при } m = 700) = \frac{700 * 50 * 1,1}{2 * 100 * 16 * 3,6 * 0,75} = \frac{38500}{8600} = 4,5 \text{суток}$$

$$t_{\text{яр. пшеница.}}(\text{при } m = 650) = \frac{650 * 50 * 1,1}{2 * 100 * 16 * 3,6 * 0,75} = \frac{32400}{8600} = 4 \text{суток}$$

Примечание: при равновеликой площади и одинаковых поливных нормах, нет необходимости повторно производить определение продолжительности полива, она принимается равной исчисленной.

## 2 Построение неуккомплектованного и укомплектованного графиков полива

Все расчеты по определению продолжительности полива и расход одновременно действующих машин, вносятся в таблицу 5 в соответствующие графы ведомости неуккомплектованного и укомплектованного графиков полива.

Имея средние даты и продолжительность поливов, определяем (работая в таблице 6) сроки их проведения и на основе этих данных, строим неуккомплектованный график поливов (рисунок 3).

Графики удобней строить на одном листе миллиметровой бумаги. В верхней половине листа - неуккомплектованный, а в нижней - производить комплектование графика полива.

Масштабы удобней принять следующие: горизонтальный - 1 мм - 1 сутки; вертикальный масштаб зависит от количества культур в севообороте и расчет-

ного расхода. Масштаб надо подобрать по сумме расходов, когда будет поливаться одновременно наибольшее число культур. Вертикальный масштаб может быть в 1 см. 50,70 и т.д. л/сек. Каждой культуре дается условное обозначение (цветными карандашами или различными видами штриховок).

### Пример построения неукomплектованного графика полива

Начинать строить удобнее с культуры, имеющей наибольшее количество поливов. В нашем примере это будет люцерна. Первый полив люцерны начинается 25 мая, поливной период составляет 9 дней. Заканчивается полив 2 июня.

На графике (см. рисунок 3) по горизонтальной оси находим даты 25 мая и 2 июня, из этих точек восстанавливаем перпендикуляры, на которых откладывается величина расхода первого полива - 200л/сек. Получение точки соединением прямой линией и образуется прямоугольник, изображающий первый полив - первое и второе поле люцерны. Таким же образом наносим на график все поливы остальных культур.

Построение неукomплектованного графика при дождевании не представляет больших трудностей в связи с тем, что величина ординаты поливного расхода ( $Q$  нетто) для всех культур данного севооборота есть величина постоянная (в нашем примере  $Q$  Нетто = 200л/сек). Причем ординаты всех культур в севообороте при совпадении сроков полива суммируются. Например, 2 июня заканчивается первый полив люцерны расходом 200л/сек и начинается первый полив пшеницы расходом 200 л/сек. Над поливом люцерны (один день) надстраиваем полив яровой пшеницы (один день) и расход составит  $200 + 200 = 400$  л/сек.

Таким образом, по графику можно определить расходы воды, необходимые для орошения севооборотного участка в любое время, а также характер работы оросительного канала, трубопровода, подающих воду на орошаемую площадь. Однако график, как правило, получается со значительно колеблющимися ординатами при наличии кратковременных перерывов в подаче воды. Такой график называют неукomплектованным.

### Недостатки неукomплектованного графика поливов

1. Большие колебания расходов (400 и 200 л/сек см. график), что создает неравномерность в работе каналов на поливном участке, в количестве дождевальных машин и послеполевых работ.

2. Максимальные ординаты расхода требуют большой мощности насоса, увеличения размеров каналов и сооружений на них, которые длительное время будут работать с недогрузкой.

3. Одновременно производится полив нескольких культур, в связи с этим, происходит дробление расхода по разным каналам, увеличиваются потери и уменьшается коэффициент полезного использования воды

Для устранения недостатков необходимо график укomплектовать, т.е. выровнять и снизить ординаты, придать всему графику такую форму, при которой

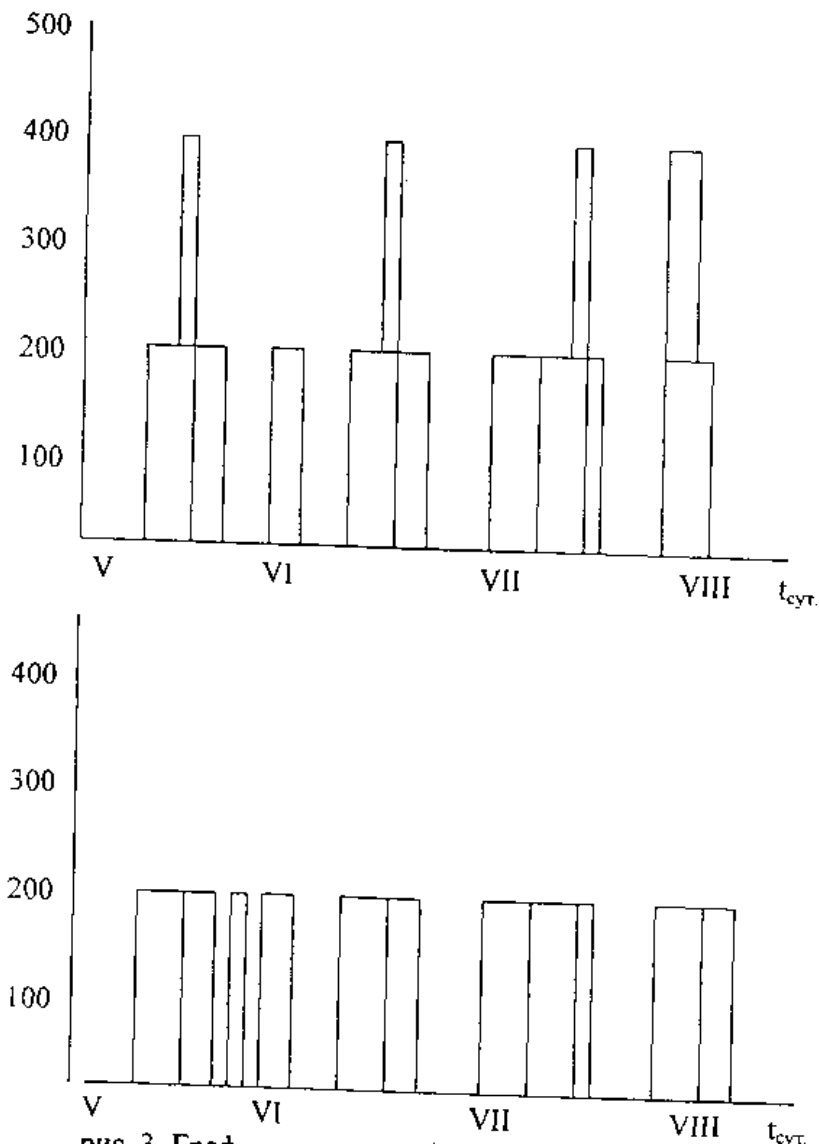


Рисунок 3- Графики поливов: а) неукomплектованный; б) укomплектованный

работа на орошаемом участке по возможности будет непрерывной и равномерной.

#### Условия комплектования

1. Произведение поливного расхода на продолжительность полива неукomплектованного графика должно быть равно произведению этих показателей в укomплектованном графике ( $Q_1T_1 = Q_2T_2$ ).

2. Планировать начало полива можно на три дня для овощных, 5 дней для зерновых и кормовых культур раньше, чем начало этого полива по неукomплектованному графику.

3. Интервалы между средними датами двух соседних поливов одной культуры не изменять более чем на 3-5 дней.

4. Не производить одновременно полив более двух культур.



Таблица 6 - Ведомость неуккомплектованного и укомплектованного графика полива дождеванием

№ поля	Культура	Площадь, га	Порядк. номер полива	Поливная норма м <sup>3</sup> /га	Неуккомплектованный				Укомплектованный			
					начало	конец	продолжит. . сутки	расход, л/сек	начало	конец	продолжит. . сутки	расход, л/сек
1,2	люцерна 1-го и 2-го года	100	0	1000	1/IX	13/IX	13	200	1/IX	13/IX	13	200
			1	700	25/V	2/VI	9	200	25/V	2/VI	9	200
			2	700	20/VI	28/VI	9	200	20/VI	28/VI	9	200
			3	700	10/VII	18/VII	9	200	10/VII	18/VII	9	200
			4	700	2/VIII	10/VIII	9	200	29/VII	6/VIII	9	200
3	кукуруза на зеленый корм	50	1	600	10/VI	13/VI	4	200	10/VI	13/VI	4	200
			2	600	28/VI	1/VII	4	200	29/VI	2/VII	4	200
			3	700	19/VII	23,5/VII	4.5	200	19/VII	28,5/VII	4.5	200
			4	700	3/VIII	5/VIII	4.5	200	7/VIII	11,5/VIII	4.5	200
4	яровая пшеница с подсевом люцерны	50	0	1000	10/IX	16/5/IX	6.5	200	10/IX	16,5/IX	6.5	200
			1	700	2/VI	6,5/VI	4.5	200	3/VI	7,5/VI	4.5	200
			2	600	22/VII	22/VII	4	200	23,5/VII	27,5/VII	4	200

## Приёмы комплектования графиков полива

Приёмы комплектования графиков полива сводятся к двум вариантам: первый вариант – расчётное количество дождевальных машин одновременно работают на одном поле, поливают одну культуру (комплектование в одном ярусе); второй вариант – дождевальные машины одновременно работают на двух полях, поливают две культуры (комплектование в двух ярусах).

Выбор варианта построения графиков определяется количеством одновременно работающих дождевальных машин и величиной их расхода.

Если расчётом установлена потребность в нескольких машинах с большим их расходом, то построение и комплектование графиков полива целесообразно осуществлять в двух ярусах с таким расчётом, чтобы участковый распределитель имел пропускную способность не более 250-300 л/сек.

Из рисунка 3 видно, что сроки поливов некоторых культур совпадают. При этом поливы не плотно следуют друг за другом в первом ярусе и тем более во втором. Комплектование такого графика с соблюдением выше указанных условий практически возможно в одном ярусе, поэтому расчетное количество одновременно работающих машин остается неизменным (2 ДДН-100,  $Q_{\text{нетто}} = 200$  л/сек).

Укомплектованный график выглядит, как показано на рисунке 3. Следует отметить, что при комплектовании общий поливной период увеличился на 2 дня.

Рассмотрим особенности комплектования графика в два яруса. Предположим, что одновременно работают 2 ДДН-100 в двух полях, следовательно, поливной расход равен 100 л/сек. При уменьшении вдвое поливного расхода и необходимости подачи на поле такого же количества воды, как и при  $Q_{\text{нетто}} = 200$  л/сек, продолжительность поливов практически увеличивается вдвое. Соответственно этому изменяются несколько сроки проведения поливов. На основании полученных данных строится укомплектованный график по такому же принципу, как было рассмотрено выше.

### Контрольные вопросы:

1. Что такое режим орошения?
2. Как рассчитать средние значения поливных норм, количества поливов, продолжительности оросительных периодов
3. По какой формуле определяется суточная производительность дождевальной машины?
4. Как рассчитать сезонную производительность дождевальной машины?
5. Как рассчитать время однократного полива каждой культуры при заданной величине поливной нормы
6. Объясните, как вы строили неукомплектованный график поливов.
7. Расскажите о недостатках неукомплектованного графика поливов.
8. Какие условия должны учитываться при комплектовании графика поливов?
9. Расскажите о приёмах комплектования графиков полива.

## 5 Расчет элементов техники полива дождеванием

**Цель:** Научиться проводить расчёты элементов техники полива способом дождевания

### Методические рекомендации:

В Костанайской области основным и практически единственным способом применяемого полива является дождевание. Для чего используют ряд дождевальных машин и агрегатов. Поэтому перед студентами стоит задача научиться производить расчёты элементов техники полива дождеванием. Для чего студент вначале внимательно изучает данный вопрос по рекомендуемой литературе, в том числе прилагаемого ниже пояснения к заданию. Проводит все необходимые расчёты и графики по индивидуальному заданию, отвечает преподавателю на вопросы и сдает работу преподавателю на проверку и оценку.

### Пояснение к заданию:

#### *Дождевальный двухконсольный агрегат ДДА - 100М, ДДА- 100 МА*

ДДА - 100М монтируется на базе тракторов ДТ - 75. ДДА -100МА - более усовершенствованный образец ДДА - 100М -навешивается на более мощный трактор ДТ - 75М. Оба агрегата предназначены для орошения овощных, зерновых и технических культур. Работают в движении с забором воды из временного оросителя. Схема расположения временной и постоянной оросительной сети должна быть увязана с техническими данными машин и размерами поля. Агрегат ДДА 100М движется вдоль оросителя по спланированной дороге шириной 5-6 метров с каналом.

1 Перед началом полива ороситель предварительно разбивают на поливные гоны (бьефы), длина которых зависит от уклона рельефа и необходимости поддержания глубины воды в канале не менее 0,5 м, и определяется по формуле:

$$Lб = \frac{Hс - 0,5}{i}$$

где  $Lб$  - длина бьефа, м

$Hс$ - строительная глубина оросителя, м

0,5 - уровень воды в оросителе, м

$i$  - уклон рельефа

Перед пуском воды в канал в конце бьефа устанавливают переносной металлический щит или брезентовую перемычку.

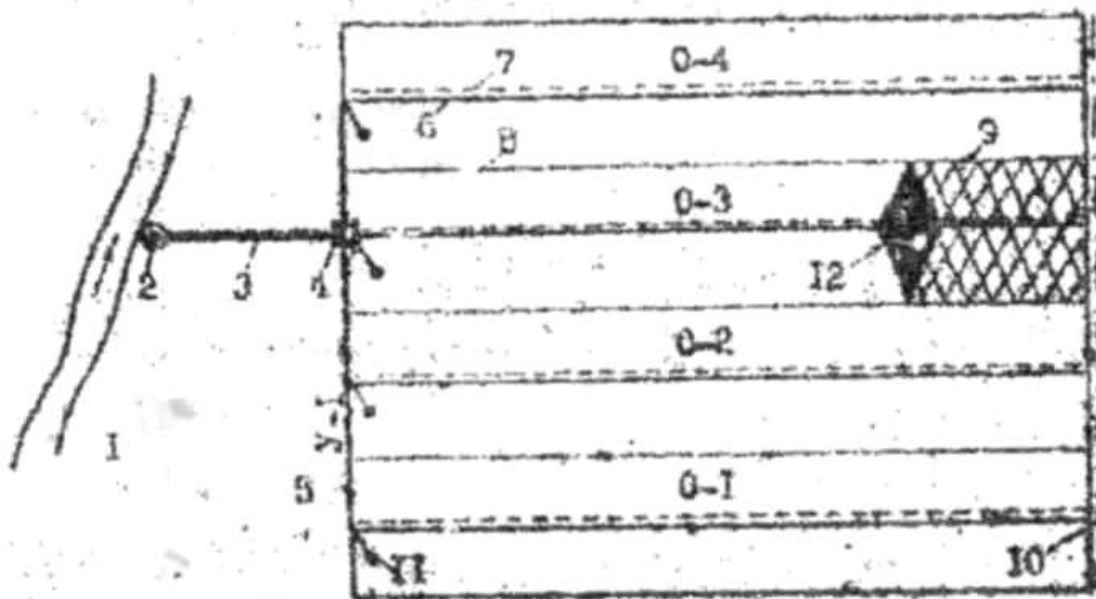


Рисунок 4. Схема оросительной сети для полива ДДА-100 М и ДДА -100МА 1- водоем, 2-насосная станция, 3-напорный трубопровод, 4-водоприемник, 5- участковый распределитель, 6- временный ороситель, 7-дорога вдоль оросителя, 8- граница полива агрегатов, 9-политая площадь после прохода агрегата, 10- временный сбросной канал, 11- водовыпуск во временный ороситель, 12-дождевальная установка.

Основные технические данные ДДА-100М и ДДА-100МА приводятся в таблице 7.

Таблица 7- Техническая характеристика двухконсольных дождевальных агрегатов.

Показатели	ДДА-100М	ДДА-100МА
Расход воды, л/с	100	130
Рабочий напор, создаваемый насосом, м	25	25
Средняя интенсивность дождя, мм/мин.	2,7	2,5
Ширина захвата, м	120	120
Слой осадков за один проход, мм	7,5	8.5-8.6
Часовая производительность при поливной норме 300 куб.м/га га/час.	1,2	1,57
Коэффициент использования рабочего времени.	0,75	0,80
Сезонная производительность, га	100-110	120-140
Скорость движения при поливе, км/час	0,37-0,41	0,47-1,040
Допустимый уклон поверхности участка	0,005	0,005
Допустимый уклон оросителя	0,003	0,0003
Обслуживающий персонал, чел.	2	2

Средняя интенсивность дождя определяется по формуле:

$$i = \frac{60 * Q}{a * L}$$

где  $i$  - интенсивность дождя, мм/мин

$Q$  - расход машины, л/с

$a$  - ширина захвата агрегата, м

$L$  - длина бьефа, м

Слой воды за один проход агрегата устанавливается по зависимости:

$$h = \frac{Q}{a * V}$$

где  $h$  - слой воды за один проход машины, мм

$Q$  - расход машины, л/с

$a$  - ширина захвата машины, м

$V$  - скорость движения агрегата, м/сек

Количество проходов при заданной поливной норме определяется формулой:

$$П = \frac{m}{10 * h}$$

Где  $П$  - число проходов

$m$  - поливная норма, м<sup>3</sup>/га

$h$  - слой дождя, мм

Поливной период определяется по формуле:

$$t = \frac{m * F}{3,6 * T * Q}$$

где  $F$  - площадь поливного участка, га

$T$  - количество часов полива в сутки

Продолжительность работы агрегата на поливе площади, обслуживаемой одним временным оросителем определяется по формуле:

$$T = \frac{L * П}{V_{cp}}$$

где  $L$  - длина временного оросителя, м

$P$  - количество проходов агрегата по оросителю

Производительность полива за смену определяется по формуле:

$$F_{см} = 3,6 \frac{Q * T * K}{m * \beta}$$

$F_{см}$  - сменная производительность машины, га

$Q$  - расход машины, л/с

$T$  - продолжительность смены в часах

$K$  - коэффициент, использования времени смены.

$m$  - поливная норма, м<sup>3</sup>/га

$\beta$  - коэффициент, учитывающий потери воды на испарение при дождевании, принимается в пределах 1,05-1,20

Производительность полива за сезон определяется по формуле:

$$F_{сез} = 3,6 \frac{Q * T * P * K_{см} * K_{сез}}{M_{пр} * \beta}, \text{ га}$$

где  $T$  - продолжительность полива за сутки, час

$P$  - продолжительность оросительного периода, сут.

$K_{см}$  - коэффициент использования времени в течение смены

$K_{сез}$  - сезонный коэффициент использования времени

$M_{пр}$  - приведенная оросительная норма, м /га.

Остальные обозначения приведены выше.

Потребное количество машин для полива севооборотного участка определяется по формуле:

$$N = \frac{F_{нетто}}{F_{сез}}$$

где  $N$  - число одновременно действующих машин

$F_{нетто}$  - площадь севооборотного участка нетто, га

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое дождевание?
2. Назовите машины и агрегаты, которые используются в нашей стране для полива способом дождевания.
3. Как рассчитать длину бьефа и среднюю интенсивность дождя?
4. Как рассчитать количество проходов ДДА-100 при заданной поливной норме и продолжительность поливного периода?
5. По какой формуле рассчитывают продолжительность работы агрегата на поливе площади, обслуживаемой одним временным оросителем?

6. По какой формуле рассчитывают производительность полива за смену?
7. По какой формуле рассчитывают производительность полива за сезон?

## **6 Проектирование внутрихозяйственной оросительной системы**

**Цель:** Научиться проектировать внутрихозяйственную оросительную сеть.

**План:**

- 1 Размещение севооборота на топографическом плане
- 2 Проектирование элементов оросительной системы

### **Методические рекомендации:**

Используя топографический план местности, студент планирует размещение на нём своего индивидуального севооборота, размещение полей севооборота, планирует размещение оросительной сети (каналов, трубопроводов, временных оросителей, дорог, лесных полос). Для этого студенту необходимо внимательно изучить рекомендуемую литературу, приведённые ниже пояснения к заданию. По окончании выполнения работы студент отвечает на контрольные вопросы и сдает работу на проверку преподавателю.

### **Пояснение к заданию:**

#### **1 Размещение севооборота на топографическом плане**

Элементами внутрихозяйственной оросительной сети являются: постоянные хозяйственные и участковые каналы или трубопроводы, временная оросительная сеть, водосборно-сбросная сеть, сооружения на оросительной сети, дороги и лесные полосы.

Основой для составления схемы внутрихозяйственной оросительной системы служат: план в горизонталях, принятая техника полива, площадь севооборотного участка и количество полей в севообороте.

Раздел начинается с работы над планом. Необходимо исключить из орошения участки со сложным рельефом и уклонами, превышающими 002. Нанести границы площади, подлежащей орошению, затем приступить к разбивке на плане полей севооборота и поливных участков в пределах севооборота.

На топографическом плане необходимо нанести:

- 1) все поля заданного севооборота в масштабе 1:10000 на плане в 1 см-100 м;
- 2) оросительную сеть открытую, закрытую или комбинированную и сооружения на ней;
- 3) дороги и границы участка.

Для лучшей организации территории и создания условий использования орошаемой площади, поля севооборота следует располагать компактно в одном

орошаемом участке. Следует также стремиться, чтобы конфигурация полей приближалась к прямоугольникам.

При орошении дождеванием ширина полей должна быть равной или кратной расстоянию между временными оросителями или поливными трубопроводами, которые, в свою очередь определяются типом дождевальной машины или агрегата.

Длина поля определяется длиной временного оросителя или полевого трубопровода.

Длина временных оросителей, идущая вдоль склона местности, принимается от 400 до 1200 м, а идущих поперек склона (под острым углом к горизонталям) - от 400 до 500 м, но с таким расчетом, чтобы длина канала была кратной радиусу полива дальнеструйной установки, длина бьефа при поливе ДДА-100МА.

Временные оросители отходят от распределительных каналов под прямым углом или под углом меньше  $90^\circ$  от  $90^\circ$  до  $60^\circ$  и идут параллельно друг другу и двум границам поля, поливаемого на этих оросителях.

Временные оросители набирают воду на открытых участковых распределителях или каналах, проектируемых по границам полей, а полевые трубопроводы из хозяйственных трубопроводов.

Если все поля не размещаются вдоль внутрихозяйственного оросителя, следует спроектировать еще и участковые распределители, подводящие воду от хозяйственного оросителя и одному-трем полям севооборота.

## 2 Проектирование элементов оросительной системы

Распределительные каналы (хозяйственный, участковый), временные оросители проектируются как вдоль, так и поперек склона. Уклон дна временных оросителей принимается от 0,0005 до 0,003. Если уклон трассы временного оросителя проектируемого под острым углом к горизонталям получается меньше 0,0005, то угол между трассой канала и горизонталями увеличивают и наоборот, если уклон временного оросителя окажется больше 0,003.

Для определения уклона трассы канала находят отметки поверхности земли в начале и конце канала, а затем разницу между ними делят на длину трассы канала по формуле:

$$J = \frac{h}{I}$$

Где:  $J$ - уклон трассы канала;

$h$ - разница между отметками в начале и конце канала, м

$I$  - кратчайшее расстояние между точками, м

Для общей ориентировки при выборе временных оросителей и распределителей, а также длинных границ севооборотных полей определяют средний уклон всего участка и отдельных полей.



После разбивки границ полей намечают размещение открытой постоянной и временной оросительной сети. Хозяйственный и участковый распределители можно запроектировать в виде закрытых трубопроводов.

На участках, поливаемых агрегатами ДДА-100 М, ДДА- 100 МА или дальнеструйными ДДН-70, ДДН-100, показываются все водовыпуски во временные оросители, а на поливных закрытых трубопроводах - все гидранты. На одном поле показывается схема работы агрегата, который предусмотрен вариантом задания. При поливе дальнеструйными дождевателями на плане показывают места стоянок поливного агрегата. При поливе ДДА- 100 М, ДДА- 100 МА показывается расстановка временных подпорных щитков, т.е. разбивка, называемая бьефами. Бьефы разбиваются на участки не короче 100-150 м при уклонах оросителей порядка 0,002-0,003 и не длиннее 400 м- при меньших уклонах.

Полевые дороги располагаются с таким расчетом, чтобы можно было беспрепятственно обслужить каждое поле севооборота. Пересечение дорогами каналов нежелательно и допускается лишь в исключительных случаях. Дороги преимущественно располагаются параллельно каналам с верхней их стороны. На плане все элементы оросительной системы обозначаются условными знаками.

Кроме того на плане показываются: хозяйственные и участковые распределители, (трубопроводы) временные оросители;

Территория, заключенная в установленных границах оросительной системы, составляет ее валовую площадь. В нее входят орошаемые и неорошаемые земли, а также водотоки, озера пр.

Площадь, занятая посевами с/х культур, называется орошаемой площадью нетто или поливной площадью.

Площадь, занятая каналами, сооружениями, дорогами, лесными полосами, составляет площадь отчуждения.

Орошаемая площадь нетто вместе с площадью отчуждения составляет площадь орошения брутто. Степень использования земельного фонда оросительных систем характеризуется коэффициентом земельного использования орошаемой площади, который должен быть не ниже 085-090.

К.З.И. - площадь орошения нетто / площадь орошения брутто

Все данные по определению К.З.И. заносятся в таблицу 8

### **Контрольные вопросы:**

1. К элементам внутрихозяйственной оросительной сети относятся ...
2. Что необходимо нанести на топографическом плане?
3. Чему должна быть равна ширина полей при орошении дождеванием?
4. Назовите допустимые уклоны dna временных оросителей и как определить уклон.
5. Что такое площадь нетто и площадь брутто?
6. Как рассчитать К.З.И.?

Таблица 8- Определение площади брутто

№ п/п	Наименование площадь	Длина, м	Ширина, м	Площадь, га
1	Площадь орошения нетто			
2	Постоянные каналы		6-10	
3	Постоянные трубопроводы		2	
4	Временные оросители		2-2,5	
5	Дороги полевые		6-6,5	
6	Дороги			
7	Лесополосы: А) вдоль канала Б) окружные		3-6 9-15	
8	Сбросные каналы		3	
9	Площадь брутто			

Примечание: Данные в графе 3 принимаются согласно проекта. В графе 4 указана рекомендуемая ширина полос отчуждения. По итогам таблицы вычисляется коэффициент использования орошаемой площади (К.З.И.)

## 7 Гидравлический расчет оросительных каналов

**Цель:** Научиться проводить расчёты оросительных каналов с целью их строительства и эксплуатации.

### Методические рекомендации:

Изучив рекомендуемую литературу и согласно пояснения к заданию студент проводит расчёт расхода потока воды, площади живого сечения оросительных каналов, смоченный период, среднюю скорость воды в канале. Определяет ширину каналов по дну и глубину их наполнения. Последним этапом гидравлического расчета является проверка полученной скорости на возможный размыв и заиливание канала. По окончании выполнения работы студент отвечает на контрольные вопросы и сдает работу на проверку преподавателю.

### Пояснение к заданию

Гидравлический расчет производится для определения наивыгоднейших размеров каналов - ширина канала по дну и глубины воды в канале, определяющий в основном общую глубину канала.

Для этого необходимо знать расчетные расходы воды  $Q$ , которые должен пропускать канал.

Расходом потока  $Q$  называется объем воды, протекающей через поперечное сечение канала за секунду.

Для определения расхода потока служить формула:

$$Q = V \cdot W$$

где Q- расход потока, м<sup>3</sup>/с;

V- скорость движения воды, м/с;

W- площадь живого сечения потока, м<sup>2</sup>

Площадь живого сечения оросительных каналов трапецеидальной формы сечения вычисляют по формуле:

$$W = (B + mh) \cdot h$$

Где h- глубина воды в канале м, для первого ориентировочного расчета, значение принимается по таблице 9;

v - ширина канала

m - коэффициент заложения откосов каналов берется по «Заданию»

Для определения средней скорости движения воды в канале -V необходимо определить две промежуточные величины - смоченный параметр P и гидравлический радиус R.

Смоченный периметр определяется по формуле:

$$P = v + 2h\sqrt{t} + m^2$$

Гидравлический радиус  $R = W / P$

Определение средней скорости движения воды в канале

$$V = C \sqrt{RJ}$$

Где C - скоростной коэффициент;

J- уклон оросительного канала, определяемый по плану размещения оросительной сети.

По заданию следует рассчитать расход участкового распределителя трапецеидальной формы сечения.

За расчетный расход канала принимается наибольшая ордината укомплектованного графика.

Ширина канала по дну (v) и глубина наполнения (h) определяется путем подбора, пользуясь таблицей 9.

Коэффициент откоса принимают в зависимости от характера почв и размера канала. Для небольших каналов глубиной до 1 м значения этого коэффициента такие:

Легкий суглинок - 1,25-1,7; Средний суглинок - 1,0-1,25; Чернозем - 1,5; Тяжелый суглинок- 1,0.

Коэффициенты откосов принимаются равными: m = 1,0 и m = 1,5 как наиболее часто встречающиеся в практике проектирования.

Пользуясь этой таблицей, принимают значения (v) и (h), интерполируя их величины относительно запроектированному уклону и расчетному расходу.

После этого рассчитывают площадь живого сечения потока ( $W$ ), смоченный периметр ( $P$ ), гидравлический радиус ( $R$ ).

Чтобы определить скорость движения воды, необходимо определить скоростной коэффициент  $C$ , который зависит от величины гидравлического радиуса  $R$  и коэффициента шероховатости  $n$ .

В практике проектирования при расчетах принимают  $n = 0,0250$ , считая что оросительные каналы всегда должны быть в хорошем состоянии.

Скоростной коэффициент  $C$  можно также определить по таблице 10.

Подсчитав величины  $W$  и  $V$ , определяют расход воды в канале  $Q$ , т.е. пропускную способность принятого поперечного сечения. Полученная величина  $Q$  должна равняться расчетному расходу воды в канале или превышать его не более, чем на 5%.

Таблица 9- Значения  $v$  и  $h$

Расход $m^3/c$	Уклон дна канала									
	0,0004		0,0008		0,0012		0,0016		0,002	
	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$
$m = 1,0$										
0,02	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
0,06	0,6	0,3	0,6	0,25	0,5	0,25	0,4	0,25	0,4	0,25
0,10	0,7	0,4	0,6	0,35	0,6	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3
0,20	1,0	0,5	0,8	0,45	0,8	0,4	0,7	0,4	0,6	0,4
0,30	1,0	0,6	1,0	0,5	0,8	0,5	0,7	0,5	0,6	0,6
0,40	1,3	0,6	1,0	0,6	0,9	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5
0,50	1,3	0,7	1,2	0,6	1,0	0,6	0,9	0,6	0,8	0,5
0,60	1,6	0,7	1,3	0,6	1,1	0,6	0,9	0,6	1,0	0,6
0,80	1,6	0,8	1,4	0,7	1,1	0,7	0,9	0,7	1,1	0,6
1,00	2,0	0,8	1,8	0,7	1,5	0,7	1,2	0,7	1,5	1,6
$m = 1,5$										
0,02	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,05	0,5	0,3	0,5	0,25	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2
0,10	0,7	0,35	0,6	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3
0,20	0,9	0,45	0,8	0,4	0,8	0,35	0,8	0,35	0,6	0,3
0,30	1,0	0,5	1,0	0,45	1,0	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4
0,40	1,1	0,6	1,0	0,5	1,0	0,45	0,9	0,45	0,8	0,4
0,50	1,4	0,6	1,0	0,6	1,0	0,5	0,9	0,5	0,9	0,5
0,60	1,5	0,7	1,2	0,6	1,0	0,6	1,0	0,5	1,0	0,5
0,80	1,6	0,7	1,3	0,6	1,0	0,65	1,1	0,6	1,1	0,55
1,00	1,8	0,8	1,4	0,7	1,1	0,7	1,3	0,6	1,5	0,5

Если же пропускная способность канала оказалась меньше расчетной или очень большой (превышение более 5%), ширину канала по дну ( $v$ ) а иногда и ( $h$ ) изменяют и снова подсчитывают площадь поперечного сечения и скорость

течения воды в канале, пока не получить пропускную способность канала в требуемых пределах, т.е. гидравлический расчет проводится методом последовательных приближений.

Последним этапом гидравлического расчета является проверка полученной скорости на возможный размыв и заиление канала.

Чтобы обеспечить неразмываемость канала расчетные скорости воды не должны превышать наибольших допустимых значений.

Для постоянных каналов критическая скорость на заиление должна быть не менее 0,3м/с. Значение размывающих скоростей в зависимости от почвы и облицовки для небольших каналов приведены в таблице 11.

Таблица 10- Значение коэффициента С по формуле акад. Н.Н. Павловского

п/ п	0,011	0,012	0,020	0,025	0,030
0,10	67,2	60,3	30,6	22,4	17,3
0,12	68,8	61,9	32,6	23,5	18,3
0,14	70,3	63,3	33,0	24,5	19,1
0,16	71,5	64,5	34,0	25,4	19,9
0,18	72,6	65,6	34,8	26,2	20,6
0,20	73,7	66,6	35,7	26,9	21,3
0,22	74,6	67,5	36,4	27,6	21,9
0,24	75,5	68,3	37,1	28,3	22,5
0,26	76,3	69,1	37,3	28,8	23,0
0,28	77,0	69,8	38,4	29,4	23,5
0,30	77,7	70,5	39,0	29,9	24,0
0,35	79,3	72,1	40,3	31,1	25,1
0,40	80,7	73,4	41,5	32,2	26,9
0,45	82,0	74,6	42,5	33,1	26,9
0,50	83,1	75,7	43,5	34,0	27,8
0,55	84,1	76,8	44,4	34,8	28,5
0,60	85,3	77,7	45,2	35,5	29,2
0,65	86,0	78,6	45,9	36,2	29,8
0,70	86,8	79,4	46,6	36,9	30,4
0,80	88,3	80,8	47,9	38,0	31,0
0,90	89,4	81,8	48,8	38,9	32,3
1,00	90,9	83,3	50,0	40,0	33,8
1,20	93,1	85,4	51,8	41,6	34,8
1,50	95,7	86,0	53,9	43,6	
2,00	99,3	91,4	56,6	46,0	

При проектировании каналов желательно как можно больше приблизиться к максимальным скоростям, так как при большей скорости можно пропустить расчетный расход воды меньшим сечением канала.

Если полученная по расчету скорость движения воды превышает максимально допустимую, то необходимо уменьшить уклон дна канала устройством перепадов. Можно также уменьшить скорость, увеличить ширину канала по дну.

При проектировании каналов желательно как можно больше приблизиться к максимальным скоростям, так как при большей скорости можно пропустить расчетный расход воды меньшим сечением канала.

При проектировании каналов расчетная скорость должна удовлетворять следующему условию: она должна быть меньше скорости на размыв и больше скорости на заиление.

В практике строительство каналов расчетную скорость лучше брать как полусумма скорости на размыв и на заиление, т.е.

$$V_{расч.} = 1/2 * (V_{разм} + V_{заил}), \text{ м/с.}$$

Таблица 11- Допустимые неразмывающие скорости (при R= 1 м) м/с

Грунт	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	
	1,1-1,3	1,3-1,7
Глина	0,65-0,75	0,75-1,0
Суглинок тяжелый	0,55-0,70	0,70-0,95
Суглинок средний	0,45-0,65	0,60-0,80
Суглинок легкий	0,40-0,60	0,60-0,80

### Контрольные вопросы:

1. Для каких целей необходимо производить гидравлический расчёт каналов?
2. Какие величины необходимо определять при гидравлическом расчёте оросительных каналов и по каким формулам?
3. Какие табличные данные при этом необходимо использовать?

## Тема 8 Гидравлический расчет трубопровода и насосной станции

**Цель:** Научиться проводить гидравлические расчёты трубопроводов (диаметра и нужного напора трубопровода) и насосной станции.

### Методические рекомендации:

Внимательно изучив рекомендуемую литературу и приведённые ниже пояснения к заданию, студент по индивидуальному заданию выполняет гидравлический расчёт трубопровода и насосной станции. Отвечает на контрольные вопросы и сдаёт расчёты на проверку и оценку преподавателем.

### Пояснение к заданию:

Гидравлический расчет трубопровода сводится к определению его диаметра и нужного напора. Диаметр трубопровода определяется исходя из общей формулы расхода воды:

$$Q = W * V, \text{ м}^3/\text{с}$$

Отсюда поперечное сечение:

$$W = \frac{Q}{V}, \text{ м}^3$$

а для труб площадь живого сечения

$$W = (\pi * d^2) / 4$$

Решая эти уравнения находим, что  $d = 1,13 * \sqrt{Q / V}, \text{ м}^3$

При закладке закрытых напорных трубопроводов применяют стандартные трубы (смотри приложение 1)

Определив диаметр и уточнив соответствие его стандарту, находят истинную скорость движения воды в трубопроводе по формуле:

$$V = \frac{Q}{W}, \text{ м/с}$$

где Q- расчетный расход,  $\text{м}^3/\text{с}$

W- площадь поперечного сечения трубопровода, определения по принятому стандартному диаметру, т.е.

$$W = (\pi * d^2) / 4 \text{ м}^2$$

Где d- принятый диаметр трубопровода

При подъеме воды из источника орошения на орошаемый участок необходимо определить полный (манометрический) напор по формуле:

$$H = H_r + h_{\text{дл.}} + h_{\text{м.с.}} + h_c$$

$H_r$ - геодезическая высота подъема, м

$h_{\text{дл.}}$  - потери напора по длине, м

$h_{\text{м.с.}}$  -местные потери напора (при входе, закруглениях, на изменениях, диаметра, при выходе), м

$h_c$  -свободный напор на гидранте, необходимый для работы машин, м

Геодезическая высота подъема ( $H_r$ ) определяется как разность между командной точкой (КТ) и наинизшим уровнем воды в источнике (УМВ) или отметкой уровня мертвого объема пруда (УМО).

Потери напора по длине определяются по формуле:

$$h_{\text{дл.}} = R * (V^2/2g) * (l / d)$$

Где: R- коэффициент сопротивления для металлических труб принимается 0,025, асбоцементных-0,02)

V- скорость воды в трубопроводе, м/сек

l- длина трубопровода, м

d- диаметр трубопровода, м

g- ускорение силы тяжести- 9.81

Местные потери  $h_{\text{м.с.}}$  принимаются приближенно, 10% от потерь по длине. Мощность насоса определяется по формуле:

$$N_n = K * \frac{Q * H}{102 * \eta}, \text{ кВт.}$$

где K- коэффициент запаса мощности, равный от 1,15 до 1,20

Q- Расчетный, расход в л/сек.

H- полный напор, м

$\eta$  - к.п.д. насоса (075-080)

Потребная мощность двигателя определяется по формуле:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_n}{\eta_{\text{пер}}}, \text{ кВт.}$$

Где  $\eta$  – коэффициент полезного действия передачи (0,95)

Выбор насосов с необходимыми электродвигателями производят по техническим характеристикам (приложение 4) с учетом расчетных расходов и полных напоров.

### **Контрольные вопросы:**

1. К определению каких величин сводится гидравлический расчёт трубопроводов?
2. Как рассчитать диаметр трубопровода?
3. По какой формуле рассчитывается истинная скорость движения воды в трубопроводе?
4. Как определить полный (манометрический) напор?
5. По какой формуле рассчитываются потери напора по длине трубопровода?
6. Как рассчитать необходимую мощность насоса и потребную мощность двигателя?



## **Тема 4 Экономическая эффективность орошения**

**Цель:** Освоить расчёт экономической эффективности применяемого орошения.

**План:**

1. Основные положения методики определения эффективности мелиорации.
2. Сравнительная экономическая эффективность мелиорации земель.

**Методические рекомендации:**

используя данные по урожайности сельскохозяйственных культур возделываемых в Северном Казахстане без полива и при поливе, закупочные цены сложившиеся на возделываемую продукцию за последние три года, и технологические затраты на их возделывание по индивидуальным заданиям студент проводит определение экономической эффективности орошения определённой заданием культуры. Для этого вначале изучается методика расчёта экономической эффективности орошаемой культуры по рекомендуемой литературе и по приведённому ниже пояснению к заданию. После выполнения расчётов студент отвечает на контрольные работы и сдаёт результаты расчётов преподавателю для проверки и оценки.

**Пояснение к заданию:**

**1. Основные положения методики определения эффективности мелиорации**

Экономическую эффективность мелиорации сельскохозяйственных земель оценивают по результатам сельскохозяйственного производства на мелиорируемых землях. За конечный результат принимают общие итоги сельскохозяйственного производства, если мелиорируемые площади ранее не использовались, или дополнительные по сравнению с показателями до мелиорации, если эти площади уже были в сельскохозяйственном обороте.

Экономическую эффективность в целом подразделяют на хозяйственную и экономическую в узком смысле. Под хозяйственной эффективностью принимают степень решения хозяйственных задач (рост урожайности, достижение определённых валовых сборов зерна, овощей, сена и других продуктов и т.д.), под экономической эффективностью в узком смысле – соизмерение затрат и эффекта в денежном выражении.

При планировании и проектировании мелиораций прежде всего требуется обоснование хозяйственной необходимости мелиораций, которая вызывается потребностями и задачами развития сельского хозяйства, а также других отраслей народного хозяйства. Каждое сельскохозяйственное предприятие имеют определённые планы по производству сельскохозяйственных продуктов. Исходя из этих задач и перспектив развития, планируют те или иные виды и объёмы

мелиоративных работ (увеличение производства зерна, овощей, создание прочной кормовой базы и т.д.).

Далее анализируют условия и возможности выполнения мелиоративных работ (наличие мелиоративной техники, экономическое состояние предприятия, его возможность принятия участия в проведении мелиоративных работ) и особенно возможности хозяйства правильно эксплуатировать оросительные системы и интенсивно использовать орошаемые земли.

Следовательно, при определении экономической эффективности орошения прежде всего учитывают, в какой степени мелиорация помогает решению хозяйственных задач. Однако далеко не безразлично, какой ценой достигается решение той или иной задачи.

Важно при наименьших затратах добиться наибольшего эффекта. Это достигается определением в процессе планирования и проектирования общей (абсолютной) экономической эффективности и сравнительной экономической эффективности.

Общая экономическая эффективность — это отношение эффекта ко всей сумме капитальных вложений. Сравнительная экономическая эффективность показывает, насколько один вариант эффективнее другого. Применительно к мелиорации сначала устанавливают общую экономическую эффективность, а затем сравнительную эффективность отдельных технических решений мелиорации.

Таким образом, общая экономическая эффективность мелиорации проявляется через изменение экономических показателей ведения сельскохозяйственного производства на мелиорируемых землях, а сравнительная экономическая эффективность позволяет выбрать наилучший технический вариант для достижения определённой урожайности.

## **2. Сравнительная экономическая эффективность мелиорации земель.**

В этом разделе производится экономическая оценка орошения культур принятого севооборота по сравнению с возделыванием их без орошения.

Исчисление данных, необходимых для определения показателей эффективности, производится в таблице 12. Приведённые в ней цифры — пример расчёта. У студента будут свои.

Урожайность отдельных культур до и после орошения можно принять согласно приложения 5.

Урожайность культур, не приведенных в приложении следует принимать по данным передовых хозяйств области: закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию - по справочной литературе.

Размер издержек производства, т.е. ежегодных затрат, определяется затратами на сельскохозяйственное производство (затраты на обработку орошаемой площади, дополнительные затраты на посев, уход, уборку и транспортировку урожая и мелиоративными затратами - содержание сети в исправном состоянии, эксплуатационная планировка, поливы и т.д.

Таблица 12- Ведомость исчисления экономической эффективности орошения культур в севообороте.

№ п/п	Показатели	Культуры			
		Картофель ранний		Капуста средняя	
		до орошен.	после ор.	до ор.	после ор.
1	Площадь, га	100	50	-	50
2	Урожайность, ц/га	50	200	-	100
3	Валовая продукция, ц	5000	10000	-	15000
4	Закупочная цена, тенге/ц	900	900	-	800
5	Стоимость валовой продукции, тенге	4500000	9000000	-	12000000
6	Ежегодные затраты на 1 га	27000	34000	-	20000
7	Суммарные затраты, тенге	2700000	1700000	-	1000000
8	Чистый доход тенге	1800000	7300000	-	11000000
9	Дополнительный чистый доход, тенге	5500000		11000000	
10	Суммарный дополнительный чистый доход тенге	16500000			

Затраты на сельскохозяйственное производство и закупочные цены принимаются по положению б.

Чистый доход (ЧД) определяется по формуле:  $ЧД = СВП - И$ , тыс.тенге, где: СВП - стоимость валовой продукции, тыс. тенге И - издержки производства, тыс.тенге.

Дополнительный чистый доход (ДЧД) вычисляется по формуле:

$$ДЧД = ЧД_2 - ЧД_1 \text{ тыс.тенге, где:}$$

$ЧД_2$  - чистый доход после мелиорации, тыс. тенге

$ЧД_1$  - чистый доход до мелиорации, тыс.тенге.

Срок окупаемости капитальных вложений (О) определяется по следующей формуле:

$$O = \frac{K}{ДЧД}$$

где: К-размер капитальных вложений, тенге.

Размеры капитальных вложений на мелиорацию складываются из затрат на мелиоративное строительство и мелиоративное освоение. Кроме того, учитывается сельскохозяйственное освоение, расходы и приобретение дождевальных машин, закладка дорожной сети, лесных полос.

Капитальные затраты определяются сметами на строительство оросительной системы. Эти затраты принимаются по укрупненным показателям на условный гектар:

А) 375,0 тыс.тенге на овощной севооборот

Б) 270 тыс.тенге на кормовой севооборот

Сроки окупаемости а зависимости от состава культур ориентировочно могут быть в пределах 5-10 лет.

**Контрольные вопросы:**

1. Зачем необходимо проводить экономическую оценку орошения?
2. Что такое хозяйственная и экономическая эффективность?
3. Как вы понимаете сущность общей и сравнительной экономической эффективности мелиорации?
4. Какие показатели необходимо знать для расчета экономической эффективности орошения?
5. Как рассчитать чистый и дополнительный чистый доход?

## Список использованных источников

1. Багров М.Н., Кружилин И.П. Сельскохозяйственная мелиорация. – М.: Агропромиздат, 1985. 270 с.
2. Волковский П.А. Практикум по с/х мелиорации. М.: Колос, 1972. – 284 с.
3. Дементьев В.Г. Орошение. М.: Колос, 1979. – 216 с.
4. Ерхов Н.С., Мисенев В.С., Ильин Н.И. Сельскохозяйственная мелиорация и водоснабжение. – М.: Колос, 1983. 350 с.
5. Колпаков В.В., Сухарев И.П. Сельскохозяйственная мелиорация М.: Агропромиздат, 1988. – 318 с.
6. Лысагоров С.Д. Орошаемое земледелие. М.: Колос, 1981. 342 с.
7. Сельскохозяйственная мелиорация /под ред. Безменова А.И. М.Колос, 1974. – 365 с.
8. Тимофеев А.Ф. Мелиорация сельскохозяйственных земель М.: Колос, 1982. – 240 с.
9. Хруппа И.Ф., Иванов В.П. Гидротехнические сооружения и с/х мелиорация. М.: Колос, 1983. - 218 с.

Приложение 1- Стандартные диаметры труб, мм

Трубы стальные (ГОСТ 3202- 75)		Трубы асбоцементные (ГОСТ 539-73)			
Наружный		Внутренний диаметр труб класса			
Диаметр условного прохода		Условный проход	ВТ-6	ВТ-9	ВТ-12
90	101	100	104	100	96
100	114	150	146	141	135
125	140	200	196	189	181
150	165	250	244	235	228
175	203	300	289	279	270
200	219	250	334	322	312
225	245	400	381	368	356
250	273	500	473	456	441
275	299				
300	325				
325	351				
350	377				
400	402				
425	426				
450	430				

Приложение 2- Расчет стальных труб (скорость м/с, потери в метрах на 1000 м трубопровода)

л/с	мм													
	175		200		250		300		350		400		450	
	1000		1000		1000		1000		1000		1000		1000	
45	1,98	42,1	1,31	14,1	0,85	4,66	0,59	1,91	0,43	0,89				
50	2,20	52,0	1,46	17,4	0,94	5,67	0,67	2,32	0,48	1,08				
55	2,42	62,9	1,60	21,0	1,04	6,76	0,72	2,756	0,53	1,29				
60	2,64	74,9	1,75	25,0	1,13	7,96	0,79	3,24	0,58	1,51				
65	2,85	87,9	1,89	29,4	1,22	9,24	0,86	3,76	0,63	1,74				
70	-	-	2,04	39,1	1,41	12,3	0,99	4,90	0,72	2,26				
75	-	-	2,19	39,1	1,41	12,3	0,99	4,90	0,72	2,26				
80	-	-	-	-	1,51	14,0	1,05	5,583	0,77	2,55	0,59	1,33		
85	-	-	-	-	1,60	15,8	1,12	0,19	0,82	2,83	0,63	1,48		
90	-	-	-	-	1,70	17,7	1,18	6,89	0,87	3,17	0,66	1,65		
100	-	-	-	-	1,88	21,9	1,32	8,46	0,97	3,85	0,74	2,00	0,58	1,11
110	-	-	-	-	-	-	1,45	10,2	1,06	7,31	1,04	3,72	0,82	2,06

Продолжение приложения 2

л/с	300		350		400		450		500		600		700	
		1000		1000		1000		1000		1000		1000		1000
150	1,97	19,0	1,45	8,39	1,11	4,23	0,88	2,34	0,72	0,41				
161	2,12	21,9	1,56	9,67	1,20	4,83	0,94	2,67	0,77	1,60				
171	2,25	24,7	1,65	10,90	1,27	5,43	1,00	2,98	0,82	1,79				
181	2,38	27,7	1,75	12,20	1,34	6,09	1,06	3,31	0,87	1,99				
191	2,51	30	1,85	13,60	1,42	6,78	1,12	3,66	0,91	2,20	0,64	0,91		
199	-	-	1,92	14,8	7,36	1,17	3,96	01,95	2,37	0,668	0,98			
210	-	-	2,03	16,4	1,56	8,19	1,23	4,38	1,00	2,62	0,70	1,08		
220	-	-	2,13	18,1	1,63	8,99	1,29	4,80	1,05	2,86	0,738	1,18		
230	-	-	2,22	19,7	1,71	9,83	1,35	5,25	1,10	3,10	0,77	1,28		
240	-	-	-	-	1,78	10,7	1,41	5,72	1,15	3,36	0,805	1,38	0,61	0,70
250	-	-	-	-	1,86	11,6	1,47	6,20	1,20	3,63	0,839	1,49	0,639	0,76
260	-	-	-	-	1,93	12,6	1,52	6,71	1,24	3,91	0,87	1,60	0,66	0,81
272	-	-	-	-	2,02	13,7	1,59	7,34	1,30	4,28	0,91	1,74	0,695	0,88
280	-	-	-	-	2,08	14,6	1,64	7,78	1,34	4,53	0,94	1,84	0,72	0,93
292	-	-	-	-	2,17	15,8	1,71	8,46	1,40	4,93	0,98	1,99	0,75	1,01
300	-	-	-	-	2,23	16,7	1,76	8,93	1,43	5,20	1,01	2,09	0,77	1,06
312	-	-	-	-	2,32	18,1	1,83	9,66	1,49	5,63	1,05	2,25	0,80	1,14
320	-	-	-	-	-	-	1,88	10,1	1,53	5,92	1,07	2,36	0,82	1,19



Продолжение приложения 2

л/с	450		500		600		700		800		900			
		1000		1000		1000		1000		1000		1000		
332	1,95	10,9	1,59	6,37	1,11	2,52	0,85	1,27						
340	1,99	11,5	1,63	6,69	1,14	2,64	0,87	1,33						
352	2,06	12,3	1,68	7,17	1,18	2,82	0,90	1,42						
360	2,11	12,9	1,72	7,49	1,21	2,93	0,92	1,48						
372	2,18	13,7	1,78	8,00	1,25	3,13	0,95	1,57						
380	2,23	14,3	1,82	8,35	1,28	3,27	0,97	1,64						
392	2,30	15,3	1,87	8,89	1,32	3,48	1,00	1,73						
400	-	-	1,91	9,25	1,34	3,62	1,02	1,80	0,79	0,94				
420	-	-	2,01	10,2	1,41	3,99	1,07	1,97	0,83	1,03				
440	-	-	2,10	11,2	1,48	4,38	1,12	2,15	0,87	1,12				
460	-	-	2,20	12,2	1,54	4,79	1,18	2,34	0,91	1,22	0,72	0,68		
480	-	-	2,30	13,3	1,61	5,21	1,23	2,53	0,95	1,32	0,75	0,73		
500	-	-	-	-	1,68	5,65	1,28	2,74	0,98	1,42	0,78	0,79		
550	-	-	-	-	1,85	6,84	1,40	3,32	1,08	1,69	0,86	0,94		
600	-	-	-	-	2,01	8,14	1,53	3,95	1,18	1,99	0,93	1,11		
650	-	-	-	-	2,18	9,56	1,66	4,64	1,28	2,33	1,01	1,28		
700	-	-	-	-	2,35	11,1	1,79	5,38	1,38	2,70	1,09	1,47		
750	-	-	-	-	2,52	12,7	1,92	6,18	1,48	3,10	1,17	1,68		

Приложение 3- Расчет асбоцементных труб (скорость м/с, потери в метрах на 1000 м трубопровода)

л/с	200		250		300		350		400					
		1000		1000		1000		1000		1000				
45	1,60	13,1	1,04	4,48	0,74	1,94	0,55	0,965						
50	1,78	15,9	1,15	5,45	0,82	2,35	0,61	1,17						
55	1,96	19,0	1,27	6,50	0,90	2,81	0,68	1,39						
60	2,14	22,4	1,38	7,64	0,98	3,29	0,74	1,64						
65	2,32	26,1	1,50	8,88	1,06	3,82	0,80	1,90						
70	2,50	30,0	1,61	10,2	1,14	4,39	0,86	2,18						
75	-	-	1,73	11,6	1,23	4,99	0,92	2,47	0,71	1,29				
80	-	-	1,84	13,1	1,31	5,63	0,98	2,78	0,75	1,45				
85	-	-	1,96	14,7	1,39	6,29	1,04	3,12	0,80	1,62				
90	-	-	2,07	16,3	1,47	7,00	1,11	3,46	0,85	1,80				
95	-	-	2,19	18,1	1,55	7,75	1,17	3,83	0,89	1,99				
100	-	-	2,31	19,9	1,64	8,53	1,23	4,21	0,94	2,19				
110	-	-	2,54	23,8	1,80	10,2	1,35	5,03	1,03	2,61				
120	-	-	2,77	28,1	1,96	12,0	1,47	5,92	1,13	3,07				
130	-	-	3,00	32,7	2,13	13,9	1,60	6,87	1,22	3,56				
140	-	-	-	-	2,29	16,0?	1,72	7,89	1,32	4,09				

Продолжение приложения 3

л/с	мм													
	300		350		400		500							
		1000		1000		1000		1000						
150	2,45	18,3	1,84	8,98	1,41	4,65	0,92	1,62						
160	2,62	20,6	1,96	10,1	1,50	5,24	0,98	1,83						
170	2,78	23,1	2,09	11,4	1,60	5,87	1,04	2,05						
180	2,94	25,8	2,21	12,6	1,09	6,53	1,10	2,28						
190		.	2,33	14,0	1,79	7,23	1,16	2,52						
200		-	2,46	15,4	1,88	7,96	1,22	2,77						
209		-	2,57	16,8	1,97	8,65	1,28	3,01						
221		.	2,71	18,0	2,08	9,61	1,35	3,33						
230		.	2,82	20,1	2,16	10,3	1,41	3,59						
239	.	-	2,93	21,6	2,25	11,1	1,46	3,86						
251		-	-	-	2,36	12,2	1,54	5,23						
260		-	-	-	2,44	13,1	1,59	5,52						
269		.	-	-	2,53	13,9	1,65	4,81						
281	.	-	-	-	2,64	15,1	1,72	5,22						
290		-	-		2,73	16,0	1,78	5,54						
299	-	-	-	.	2,81	17,0	1,83	5,87						
311	-	-	-	-	2,92	18,3	1,90	6,31						
320		-	-	-	3,01	19,3	1,96	6,66						
352		.		-	-	-	2,16	7,97						
400	-	-	-	-	-	-	2,45	10,10						

Приложение 4- Техническая характеристика центробежных насосов

Марка насоса	Подача Q л/с	Полный напор Н <sub>2</sub> , м	Число оборотов в минуту	Мощность электродвигателя N, кВт	Допустимая высота всасывания, Н м	Диаметр рабочего колеса, мм
1	2	3	4	5	6	7
16НДН	550	21		14	5,2	460
	500	16	960	100	5,5	410
	418	15		100	6,6	460
20НДН	375	10	750	55	7,0	410
	900	32		350	2,9	550
	834	23	960	240	3,8	490
	695	17,5	730	155	5,7	550
12НДС	555	13,5		110	6,3	490
	280	24		100	5,0	460
	250	22		75	6,0	430
	250	18		75	6,0	400
	220	28	960	100	6,0	460
	200	25		75	6,0	430
	180	30		75	6,0	460
	165	27		75	6,0	430
	350	64		270	3,6	460
	350	54		225	3,6	430
	350	44		190	3,6	400
	300	68		260	4,8	460
		300	58	1450	225	4,8
	300	48		190	4,8	400
	250	70		225	5,0	460
	250	60		190	5,0	430

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7
	250	51		160	5,0	400
14 НДС	350	37		160	5,0	540
	350	32	960	140	5,0	510
	300	40		150	5,0	540
	300	35		130	5,0	510
	300	30		115	5,0	480
	250	42	960	140	5,0	540
	250	37		115	5,0	510
	250	32		100	5,0	480
	220	33		100	5,0	480
	500	86		500	0,8	540
	450	90		500	2,5	540
	450	78	1450	410	2,5	310
	450	68		390	2,5	480
	350	96		410	4,3	540
	350	85		390	4,3	510
	350	76		350	4,3	480
	300	78		300	5,0	480
18 НДС	550	34	730	225	4,8	
	750	58	960	520	1,3	700
20 НДС	750	39	730	340	4,8	765
	950	71	960	800	1,3	765
6НДВ	100	46		75	4,0	405
	100	39	960	75	4,0	380
	100	33		55	4,0	360
	90	49		75	5,0	405

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7
8НДВ	165	35		100	3,8	525
	140	39		75	5,5	525
	140	33		75	5,5	500
	140	28	960	55	5,5	470
	110	42		75	6,5	525
	110	36		55	6,5	500
	110	32		55	6,5	470
	200	89		240	1,4	525
	200	76		220	1,4	500
	200	67	1450	180	1,4	470
	150	94		195	4,0	525
	150	84		180	4,0	500
	150	84		160	4,0	470

Приложение 5- Примерная урожайность с.х. культур

№ п/п	Культуры	Урожайность, ц/га	
		Без орошения	При орошении
1	Зерновые яровые, зерно	10	35-40
2	Зерновые озимые, зерно	15	45-50
3	Многолетние травы 1 г, сено	10	60-65
4	Многолетние травы прошлых лет, сено	20	85-100
5	Кукуруза подсолнечник на з/к	100	400
6	Кукуруза подсолнечник на силос	150	450-500
7	Кормовые корнеплоды	150-200	450-500
8	Столовые корнеплоды	100-150	350-400
9	Кормовая тыква	100	250-300
10	Кормовые бахчи	100	200-250
11	Картофель ранний	50	100-150
12	Картофель поздний	50-70	200-250
13	Капуста ранняя	-	200-250
14	Капуст поздняя	-	300-350
15	Огурцы ранние	-	200-250
16	Томаты	-	300-350
17	Перец	-	250-300
18	Баклажаны	-	250-350
19	Кабачки	-	250-300
20	Лук репчатый	-	150-200
21	Озимая рожь на з/к	80-90	200-250
77	Вико-овсянная смесь на з/к	90-100	180-200
23	Однолетние культуры на з/к (ячмень, овес, пшеница)	60-70	140-160
24	Суданка на з/к	100-120	250-300

Продолжение приложения 5

25	Яровой рапс на з/к	150-200	450-500
26	Просо кормовое	80-90	180-200
27	Однолетние травы, сено	20-25	50-60

Приложение 6- Закупочные цены на ц с/х продукции и затраты на 1 га в тенге.

Культура	Закупочные цены тенге/ц	Затраты в тенге на 1 га	
		Без орошения	После орошения
Зерновые яровые, зерно	2500	13500	22500
Зерновые озимые, зерно	2100	14250	24000
Многолетние травы 1 г. сено	600	3075	5100
Многолетние травы прошлых лет, сено.	600	3075	5100
Кукуруза, подсолнечника з/к	150	6000	10500
Кукуруза подсолнечник на силос	160	6000	10500
Кормовые корнеплоды	800	3150	3600
Столовые корнеплоды	1600	3150	3600
Кормовая тыква	600	2250	3300
Кормовые бахчи	500	2400	3450
Картофель ранний	2800	40500	51000
Картофель поздний	1800	30000	46500
Капуста ранняя	2100	-	31500
Капуста поздняя	1600	-	30075
Огурцы ранние	3800	-	36000
Томаты	4200	-	37500
Перец	4600	-	36000
Кабачки	1800	-	3450



Продолжение приложения 6

Лук репчатый	2400	31500	37500
Озимая рожь на з/к	240	6750	8400
Вико -овеянная смесь на з/к (ячмень)	180	9000	10650
Суданка з/к	150	6750	8400
Яровой рапс на з/к	150	6750	9900
Просо кормовое (сено)	420	3900	7050
Однолетние травы, сено	560	3750	6750

Капитальные затраты

1. Овощной севооборот 375 тыс.тенге на 1 га
2. Кормовой севооборот 270 тыс.тенге на 1 га

