



МЕЛИОРАЦИЯ

Кызыл
2023

ФГБОУ ВО «ТУВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

МЕЛИОРАЦИЯ

Задачник

Кызыл 2023

УДК 631.67
ББК 40.62
М 47

Печатается по решению Учебно-методического совета
Тувинского государственного университета

Рецензенты:

Тюлюш Эрес Эдер-оолович, начальник отдела растениеводства и механизации Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Тыва

Канзываа Светлана Отук-ооловна, кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой агрономии сельскохозяйственного факультета ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет»

Мелиорация : задачник / составитель Ч.К. Болат-оол. – Кызыл : Издательство ТувГУ, 2023. – 49 с. – Текст : непосредственный

Задачник содержит задачи связанные с основами установления режима орошения сельскохозяйственных культур, элементы техники полива дождеванием, расчеты запаса влаги в почве, водоотдачи почвы и коэффициента водоотдачи, определение поливной нормы по дефициту влажности, нормы влагозарядкового полива, степень минерализации поливных вод и технико-экономическое обоснование капитальных вложений в мелиорацию

Задачник предназначен для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия по очной и заочной форме обучения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Задача 1. Определение обеспеченности осадками	5
2. Задача 2. Определение оросительной нормы	6
3. Задача 3. Определение поливных норм	8
4. Задача 4. Сроки и продолжительность поливов.....	10
5. Задача 5. Определение величины оросительного гидромодуля	10
6. Задача 6. Построение неукomплектованного графика оросительного Гидромодуля	10
7. Задача 7. Укомплектование графика оросительного гидромодуля	13
8. Задача 8. Расчет запаса влаги в почве	16
9. Задача 9. Расчет водоотдачи почвы и коэффициента водоотдачи	17
10. Задача 10. Расчёт оросительной нормы при разной обеспеченности осадками.....	18
11. Задача 11. Определение поливной нормы по дефициту влажности	18
12. Задача 12. Определение нормы влагозарядкового полива	18
13. Задача 13. Определение степени минерализации поливных вод	19
14. Задача 14. Химический состав воды	20
15. Задача 15. Определение токсичности ионов в поливной воде	21
16. Задача 16. Определение пригодности воды для полива	21
17. Задача 17. Техникo-экономическое обоснование капитальных вложений в мелиорацию	23
Список литературы	26
Приложения	28

Введение

Мелиорация - это комплекс технических, организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на улучшение неблагоприятных природных условий и повышение плодородия почв с целью получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур [6].

Слово "мелиорация" происходит от латинского "melioratia" – улучшение [14]. Известно, что земля постоянно нуждается в улучшении. Возделывание сельскохозяйственных культур находится в зависимости от местных природно-климатических условий. Применение орошения в современных условиях должно быть экологически и экономически обосновано. В конкретных условиях необходим учет многих факторов, в той или иной степени влияющих на сохранение благоприятной экологической обстановки территории и получение гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур [4].

Методические указания составлены в виде задачника с целью оказания студентам в освоении вопросов установления режима орошения основных сельскохозяйственных культур, определения состава агромелиоративных работ при освоении засоленных земель, при расчёте экономической эффективности капитальных вложений в мелиорацию и некоторых других вопросов дисциплины.

МЕЛИОРАЦИЯ

Задача 1. Определение обеспеченности осадками

Построить кривую обеспеченности осадками и по ней определить абсолютные величины годовых осадков 75 - и 95% обеспеченности для рассматриваемого ряда лет.

Дано: Сумма годовых осадков (мм) в многолетнем ряду (табл.1).

При использовании гидрологических и иных параметров для расчета мелиоративных систем (осадков, температур, дренажного стока, весенних и осенних паводков и др.) применяют вероятностный подход, основанный на определении обеспеченности той или иной характеристики.

Под обеспеченностью понимают частоту появления (%) величины равной данной или выше данной в многолетнем ряду [5].

Таблица 1.

Сумма годовых осадков (мм) в многолетнем ряду (30 лет).

№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм	№ п/п	Осадки, мм
1	362,1	6	312,5	11	212,6	16	256,8	21	375,2	26	419,8
2	298,2	7	349,8	12	284,9	17	399,7	22	285,4	27	310,4
3	232,5	8	412,3	13	310,4	18	441,8	23	312,6	28	396,7
4	280,6	9	325,6	14	371,4	19	322,4	24	296,5	29	352,6
5	289,6	10	269,4	15	222,6	20	298,1	25	372,4	30	372,8

Решение: осадки колеблются по годам в интервале от 212,6 до 441,8 мм. Необходимо построить кривую обеспеченности осадков Данные двадцатилетних наблюдений (годовые суммы осадков) разбиваем на классы (с шагом 25 мм). Для этого находим число, кратное 25 больше максимального значения – это будет 450 мм и число, кратное 25 меньше минимального значения осадков в нашем ряду (это будет число 200) и располагаем данные в ряд по убыванию значений (от 450 до 200мм). Затем подсчитываем число лет с количеством осадков, приходящихся на данный класс (см. табл.2) и общее число лет с осадками, соответствующими данному и предшествующим классам (т.е. годы суммируют нарастающим итогом) [5].

На оси абсцисс откладывают число лет наблюдений в процентах, принимая общее количество лет (30) за 100 (рис. 1). На ординате - количество осадков в интервалах классов. По этим данным строят кривую обеспеченности и затем ее используют для нахождения абсолютных величин осадков расчетной обеспеченности. Для этого из точек на оси абсцисс, соответствующих заданному проценту обеспеченности (например, 95%), восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой. Из точек пересечения проводят линию, параллельную оси абсцисс до пересечения с осью ординат. Эта точка на ординате показывает количество осадков, соответствующих искомой обеспеченности [6].

Таблица 2

Подготовка данных для построения кривой обеспеченности

Классы	Количество осадков, мм	Среднее значение осадков, мм	Число лет в классе	Число лет с осадками, соответствующими данному классу и предшествующим классам
1	450-425,1	437,5	1	1
2	425-400,1	412,5	2	3
3	400-375,1	387,5	3	6
4	375-350,1	362,5	5	11
5	350-325,1	337,5	2	13

6	325-300,1	312,5	5	18
7	300-275,1	287,5	7	25
8	275-250,1	262,5	2	27
9	250-225,1	237,5	1	28
10	225-200	212,5	2	30

Приближенный расчет обеспеченности осадками выполнить по формуле:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100 \quad (1)$$

где P – обеспеченность (%), m – порядковый номер класса, n – общее число классов [7].

Например, нужно определить какой обеспеченности соответствует годовое количество осадков 290,4мм. Смотрим по таблице 2 и находим m (порядковый № класса) – 7 и n (общее число классов) – 10; подставляем в формулу 1 и находим обеспеченность P: $7 \cdot 100 : 11 = 63,6\%$.

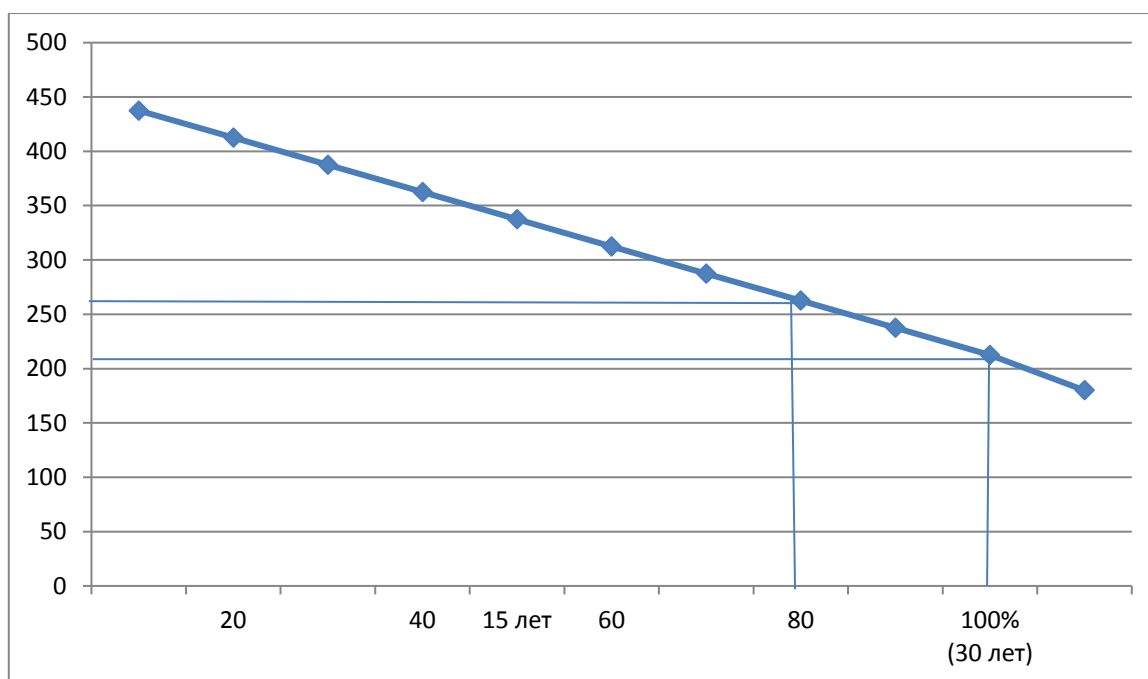


Рис. 1. Кривая обеспеченности осадками

Находим по графику (рис.1) количество осадков, которое соответствует 75% обеспеченности $Ос_{75} = 285$ мм и 95% обеспеченности $Ос_{95} = 235$ мм.

Аналогичным образом рассчитывают обеспеченности осадков вегетационного периода, паводков на реках, дренажного стока и др. Оросительные системы с размещением зерновых культур рассчитывают на 90-95% обеспеченности осадков теплого периода; многолетних трав 70-75%. Дамбы обвалования оградительной сети на летних польдерах для защиты от затопления водами осеннего паводка строят из расчета 0,1-1,0% обеспеченности. Осушительные системы для полевых севооборотов рассчитывают на пропуск дренажного стока 10% обеспеченности в посевной период в случае использования территории для размещения полевых культур с участием озимых. При размещении лугов осушительная сеть рассчитывается на пропуск дренажного стока 25% обеспеченности [5].

В любом случае выбор % обеспеченности расчетного параметра должен быть обоснован экономической целесообразностью [8].

Задача 2. Определение оросительной нормы

Плановый режим орошения сельскохозяйственных культур разрабатывают на основе расчета. Вначале определяется оросительная норма нетто ($M_{\text{нетто}}$) – количество воды, которое

необходимо для полива 1 га площади, занятой определенной культурой, за вегетационный период [10].

Оросительная норма выражается в м³ на один гектар (м³/га) и определяется по формуле:

$$M_{\text{нетто}} = E_v - 10 \cdot \mu \cdot P - (W_{\text{нач}} - W_{\text{кон}}) - M_k, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2)$$

где E_v – суммарное водопотребление культурой за период вегетации, м³/га;

10 – коэффициент перевода осадков из мм в м³ на один гектар;

μ – коэффициент использования осадков почвой (на полях, занятых культурами сплошного сева, равен 0,6 – 0,7, для пропашных культур – 0,7 – 0,8);

P – количество осадков, выпавших за вегетационный период культуры, мм;

$W_{\text{нач}}$ – запас воды в расчетном (активном) слое почвы к началу вегетации культуры, м³/га;

$W_{\text{кон}}$ – то же, в конце вегетационного периода, м³/га;

M_k – количество воды, используемой растениями за счет грунтовых вод, м³/га [10].

Суммарное водопотребление культурой определяется по формуле:

$$E_v = K \cdot Y, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (3)$$

где K – коэффициент суммарного водопотребления, т.е. затраты воды на единицу урожая, м³/т;

Y – величина планируемого урожая, т/га.

Проектная урожайность культур (Y) и коэффициент суммарного водопотребления устанавливаются на основании рекомендаций научно-исследовательских учреждений и опыта передовых хозяйств ЦЧЗ примерные пределы урожайности для некоторых культур и значения коэффициентов водопотребления приведены в табл.3.

Атмосферные осадки (P) определяются в мм по среднегодовым данным ближайшей к орошаемому участку метеорологической станции за период вегетации культуры по приложению 4.

Расходование запасов воды из (активного) слоя почвы ($W_{\text{нач}} - W_{\text{кон}}$) м³/га определяется как разность между запасами воды в расчетном (активном) слое почвы в начале и в конце вегетации культуры [12].

Запас воды в почве в начале вегетации культуры определяется по формуле:

$$W_{\text{нач}} = 100 \cdot H \cdot d \cdot \gamma_{\text{нач}}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (4)$$

где H – глубина расчетного (активного) слоя почвы, м;

d – объемная масса расчетного (активного) слоя почвы, т/м³;

$\gamma_{\text{нач}}$ – влажность почвы к началу вегетации культуры в процентах от массы сухой почвы [10].

Запас воды в почве в конце вегетации культуры определяется по формуле:

$$W_{\text{кон}} = 100 \cdot H \cdot d \cdot \gamma_{\text{кон}}, \text{ м}^3/\text{га} \quad (5)$$

где H и d – имеют те же обозначения, что и в формуле 4;

$\gamma_{\text{кон}}$ – влажность почвы в конце вегетации культуры в процентах от массы сухой почвы [10].

Таблица 3 – Нормативная информация по сельскохозяйственным культурам

С.-х. культуры	Сроки вегетации	Коэффициент водопотребления, K , м ³ /т	Планируемая урожайность, Y , т/га	Глубина активного слоя, H , м
Кукуруза на силос	15.05-15.08	50-80	40-65	0,7
Пшеница	01.05-30.07	55-100	28-45	0,6
Люцерна 1,2 г.	01.05-15.09	65-80	55-70	0,8
Корнеплоды	15.05-31.08	60-80	45-60	0,6
Картофель	15.05-31.08	65-105	32-50	0,5
Капуста	01.06-15.09	60-75	50-60	0,5
Томаты	01.06-15.09	60-85	40-55	0,5

Влажность расчетного (активного) слоя почвы для начала вегетации культуры можно принимать условно на уровне 70-75% от $\gamma_{\text{нв}}$. Если на поле проводится влагозарядочный или предпосевной полив, то влажность почвы принимается равной $\gamma_{\text{нв}}$ [10].

В конце вегетационного периода культуры влажность расчетного (активного) слоя почвы можно принимать для полевых культур на уровне 60-65% от $\gamma_{\text{нв}}$, а для овощных – 65-70%.

Глубина расчетного (активного) слоя почвы (Н) для некоторых культур приводится в вариантах задания.

Объемная масса почвы (d) и $\gamma_{\text{нв}}$ в процентах от массы сухой почвы ($\gamma_{\text{нв}}$) приводятся в приложении 3.

Количество воды, используемой растениями за счет грунтовых вод ($M_{\text{к}}$), зависит от механического состава почвы, глубины залегания грунтовых вод и их засоленности.

Количество используемых растениями грунтовых вод принимается по приложению 6. В случае, когда грунтовые воды находятся на глубине 4 м и более, величина $M_{\text{к}}$ равна нулю [12].

Оросительные нормы нетто принимаются кратными 100, т.е. к примеру - 2100, 2200 и т.д. Величины оросительных норм (нетто), рассчитанные для всех культур принятого севооборота [10], сводятся в таблицу 4, графа 18.

Задача 3. Определение поливных норм

Количество воды ($\text{м}^3/\text{га}$), подаваемое культуре за один полив на один гектар, называется поливной нормой. Сумма поливных норм для одной культуры за вегетационный период составляет оросительную норму нетто $M_{\text{нетто}}$ [14].

Поливная норма ($m_{\text{нетто}}$) определяется по формуле:

$$m_{\text{нетто}} = 100 \cdot h_p \cdot d \cdot (\gamma_{\text{нв}} - \gamma_0), \text{ м}^3/\text{га} \quad (6)$$

где h_p – глубина принятого для увлажнения активного слоя почвы в фазу вегетации культуры, м;

d – объемная масса принятого для увлажнения активного слоя почвы, $\text{т}/\text{м}^3$;

$\gamma_{\text{нв}}$ – наименьшая влагоемкость принятого для увлажнения активного слоя почвы в процентах от массы сухой почвы;

γ_0 – влажность активного слоя почвы перед поливом в процентах от массы сухой почвы [14].

Влажность почвы под культурой в период вегетации необходимо поддерживать на определенном уровне.

При поливах дождеванием расчетный (активный) слой почвы должен увлажняться не выше γ_0 (верхний предел оптимального увлажнения почвы).

Нижний предел оптимальной влажности расчетного (активного) слоя почвы, в зависимости от культуры и характера почвы колеблется от 65 до 85% от $\gamma_{\text{нв}}$. Ориентировочно его можно определить по данным приложения 7. Глубина активного слоя почвы по фазам вегетации культур h_p приведена в графе 8 приложения 5.

Поливные нормы зависят и от принятого способа полива. При поливе дождеванием поливные нормы чаще всего принимают равными 300-500 $\text{м}^3/\text{га}$ [14].

Поливные нормы округляем кратными 50, т.е. к примеру - 250, 300, 350 и т.д. Величины поливных норм, рассчитанные для всех фаз вегетации каждой культуры, суммируются, и сумма поливных норм культуры должна составлять оросительную норму, т.е. $\Sigma_m = M_{\text{нетто}}$ [14]. Уточненные поливные нормы сводятся в таблицу 5, графа 9.

Таблица 4 – Ведомость расчета оросительных норм

№ п/п	Культура	К, м ³ /у	У, ц/га	Е _в , м ³ /га	Н, м	Расчетный период	Р, мм	μ	γ _н , %	γ _к , %	d, т/м ³	γ _{нв} , %	W _н , м ³ /га	W _к , м ³ /га	W _н - W _к , м ³ /га	М _{нетто} , м ³ /га (расч.)	М _{нетто} , м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Люцерна 1 года	6,5	700														
2																	

Ведомость заполняется по всем культурам севооборота (согласно варианту задания)

Таблица 5 – Ведомость расчета поливных норм

№ п/п	Культура	№ поливов	h _р , м	d, т/м ³	γ _{нв} , %	γ _о , %	Расчетная m, м ³ /га	Принятая m, м ³ /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Люцерна 1 года	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
								Σ =
2	Пшеница	1						
		2						
		3						
								Σ =
3								
								Σ =

Ведомость заполняется по всем культурам севооборота (согласно варианту задания)

Задача 4. Сроки и продолжительность поливов

Сроки поливов устанавливаются разными методами: по фазам вегетации растений, изменению величины почвенной влажности, по дефициту водного баланса и др. В нашем примере сроки поливов приурочиваются к определенным фазам вегетации, в которые растения наиболее нуждаются во влаге [2]. Сведения о примерных сроках наступления этих фаз приводятся в агроклиматических справочниках для данного района, а для некоторых культур – в приложении 5.

Для каждой культуры, входящей в севооборот, назначается количество поливов по фазам вегетации, и устанавливаются поливные периоды, т.е. назначаются календарные сроки начала и конца каждого полива и его продолжительность в сутках. При этом продолжительность поливов устанавливается с таким расчетом, чтобы для овощных культур она составляла 3-5 суток, зерновых – 5-8 суток, трав – 5-7 суток. Сокращение продолжительности полива возможно [2].

После того как рассчитают оросительные и поливные нормы, назначают календарные сроки начала и конца каждого полива и его продолжительность, составляют ведомость неукomплектованного графика гидро модуля по форме таблицы 6. Полученные данные заносят в графы 4, 5, 7, 9 таблицы 6.

Задача 5. Определение величины оросительного гидро модуля

Оросительным гидро модулем (q) называется удельный поливной расход, выраженный в л/с, который необходимо подать на 1 га площади севооборота [12].

Оросительный гидро модуль при работе в две смены определяется по формуле [12]:

$$q = \frac{\alpha \cdot m_{\text{нетто}}}{3,6 \cdot n \cdot t}, \text{ л/с*га,} \quad (7)$$

где α – доля площади, занимаемой культурой в севообороте. Для шести полей она равна 1/6 или 0,167;

$m_{\text{нетто}}$ – поливная норма, м³/га;

n – число поливов в сутки (при работе в две смены $n = 16$);

t – продолжительность поливного периода, сут.

Полученные результаты величин оросительных гидро модулей для всех поливов каждой культуры севооборота сводятся в таблицу 6, графа 11.

Задача 6. Построение неукomплектованного графика оросительного гидро модуля

На основании данных таблицы 6, граф 7, 8, 9 и 11 строится неукomплектованный график гидро модуля (рис. 2). График гидро модуля строится следующим образом: на миллиметровой бумаге наносятся оси координат; на горизонтальной оси (абсцисс), в масштабе 2 мм – 1 сутки откладываются в календарном порядке все сроки полива каждой культуры. На вертикальной оси (ординат), в масштабе в 1 см – 0,1 л/с*га, последовательно для поливов каждой культуры откладывается величина оросительного гидро модуля q [10].

Для удобства построения и укomплектования графика желательно в первую очередь наносить все поливы одной культуры, имеющей наибольшее число поливов с большими поливными периодами и более высокими ординатами гидро модуля, затем поочередно наносятся все поливы каждой из последующих культур.

Всем культурам севооборота дается условное обозначение. Поливы на графиках изображаются прямоугольниками [10].

В случаях, когда сроки поливов для отдельных культур частично или полностью совпадают, величины оросительных гидро модулей складываются, а ординаты (высоты прямоугольников), в дни совпадения поливов, суммируются графически, т.е. прямоугольники частично или полностью надстраиваются один над другим. При неполном совпадении сроков поливов график гидро модуля приобретает ступенчатую форму, так как величины оросительных гидро модулей суммируются в дни совпадения поливов (рис. 2).

Ширина построенного прямоугольника представляет собой продолжительность полива в сутках t , а высота – величина оросительного гидро модуля q . Площадь прямоугольника ($W = q \cdot t$) – объем воды за один полив, подаваемый на поле [10].

Таблица 6 – Ведомость неукomплектованного и укomплектованного графиков оросительного гидромодуля

№ п/п	Культура	Доля площади, занимаемой культурой в севообороте, α	Оросительная норма $M_{\text{нетто}}$, м ³ /га	Поливная норма $m_{\text{нетто}}$, м ³ /га	№ поливов	Неукomплектованный график					Укomплектованный график				
						расчетные сроки полива				Ордината гидромодуля, q , л/с*га	расчетные сроки полива				Ордината гидромодуля, q , л/с*га
						начало	конец	Продолжительность полива, $t_{\text{неук}}$, сутки	Межполивной период, $T_{\text{неук}}$, сутки		начало	конец	Продолжительность полива, $t_{\text{неук}}$, сутки	Межполивной период, $T_{\text{неук}}$, сутки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Люцерна 1 года	0,167	2300	400	1	10.05	16.05.	7	21	0,166	12.05	18.05	6,5	18	0,179
				400	2	01.06	07.06	7	24	0,166	31.05	31.05	6,5	26	0,179
				500	3	26.06	02.07	7	18	0,207	25.06	09.07	7,5	21	0,193
				500	4	15.07	21.07	7	23	0,207	17.07	24.07	7,5	23	0,193
				500	5	08.08	04.08	7		0,207	09.08	16.08	7,5		0,193
2	Люцерна 2 года	0,167	2300	400	1	10.05	16.05.	7	21	0,166	12.05	18.05	6,5	18	0,179
				400	2	01.06	07.06	7	24	0,166	31.05	31.05	6,5	26	0,179
				500	3	26.06	02.07	7	18	0,207	25.06	09.07	7,5	21	0,193
				500	4	15.07	21.07	7	23	0,207	17.07	24.07	7,5	23	0,193
				500	5	08.08	04.08	7		0,207	09.08	16.08	7,5		0,193
3	Корнеплоды	0,167	1600	300	1	05.06	09.06	5	25	0,174	06.06	10.06	5	27	0,174
				400	2	01.07	05.07	5	23	0,232	03.07	09.07	6,5	22	0,178
				400	3	25.07	29.07	5	20	0,232	26.07	01.08	6,5	22	0,178
				500	4	15.08	19.08	5		0,290	16.08	23.08	7,5		0,193
4	Капуста поздняя	0,167	1800	200	1	05.06	08.06	4	5	0,145	04.06	07.06	3,5	5	0,166
				200	2	13.06	16.06	4	14	0,145	12.06	16.06	3,5	13	0,166
				300	3	30.06	03.07	4	15	0,217	29.06	03.07	5	16	0,174
				300	4	18.07	21.07	4	15	0,217	19.07	23.07	5	14	0,174
				400	5	05.08	08.08	4	15	0,290	06.08	11.08	6,5	14	0,178
				400	6	23.08	26.08	4		0,290	24.08	30.08	6,5		0,178
5	Томаты	0,167	1800	200	1	05.06	08.06	4	9	0,145	06.06	09.06	3,5	9	0,166

				200	2	17.06	20.06	4	15	0,145	17.06	20.06	3,5	14	0,166
				300	3	05.07	08.07	4	15	0,217	04.07	08.07	5	15	0,174
				300	4	23.07	26.07	4	15	0,217	23.07	27.07	5	14	0,174
				400	5	10.08	13.08	4	15	0,290	10.08	15.08	6,5	13	0,178
				400	6	28.08	31.08	4		0,290	28.08	02.09	6,5		0,178
6	Яровая пшеница+травы	0,167	1800	600	1	24.05	29.05	6	23	0,145	22.05	26.05	5	27	0,174
				600	2	20.06	25.06	6	14	0,242	18.06	25.06	7,5	21	0,193
				600	3	05.07	10.07	6		0,242	09.07	16.07	7,5		0,193
								$\Sigma t = 156$							

Примечание: 1. Межполивной период (Т) – время в сутках между серединами дат предыдущего и последующего поливов

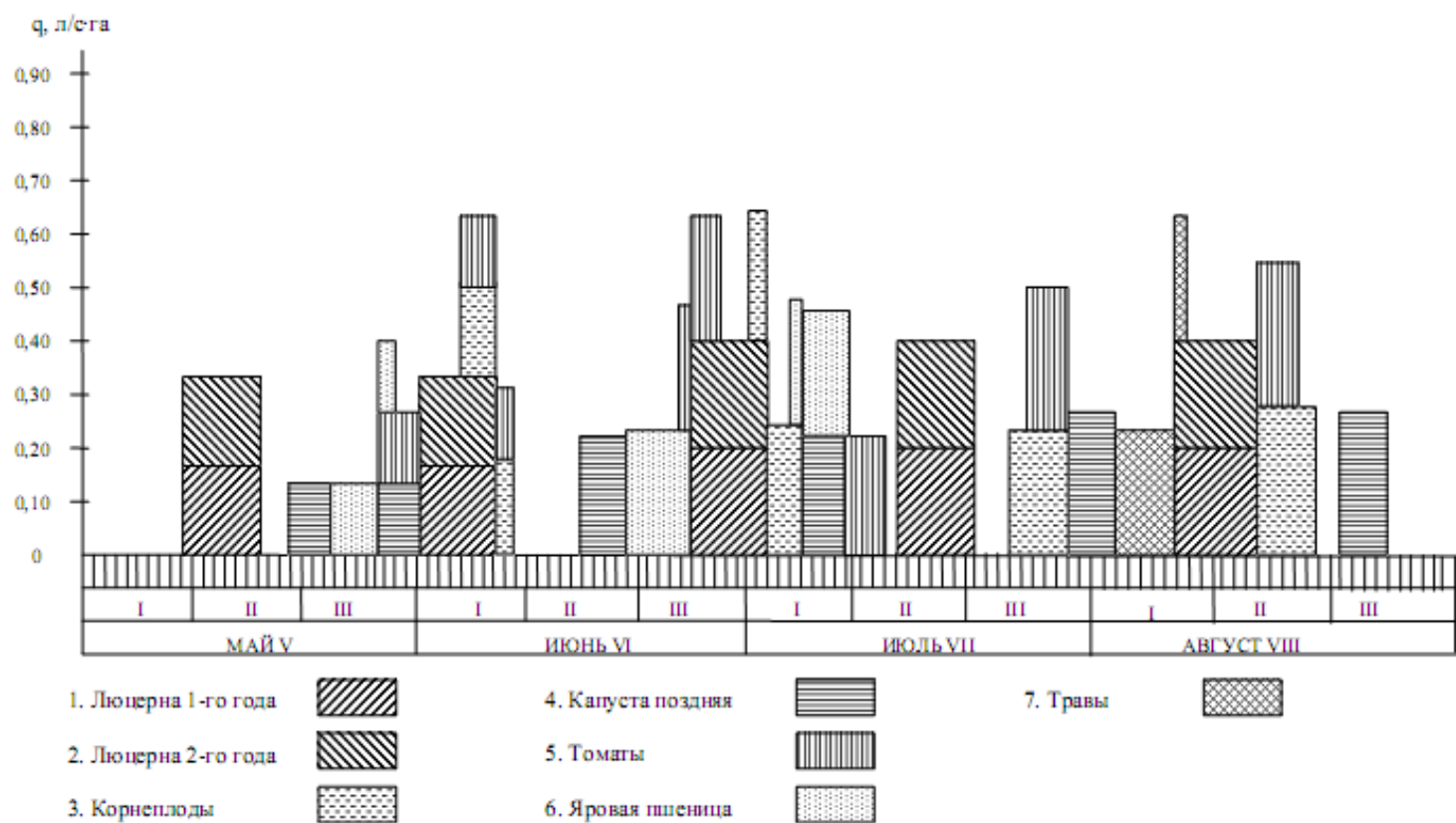


Рис. 2 График оросительного гидромодуля (неукомплектованный)

Задача 7. Укомплектование графика оросительного гидромодуля

Построенный неукомплектованный график оросительного гидромодуля характеризуется большими колебаниями ординат гидромодуля и частыми перерывами в поливах. Проводить поливы по такому графику не экономично, так как в один поливной период потребность в воде очень большая, а в другой – совсем маленькая.

Частые перерывы в поливах неудобны с точки зрения организации труда, эксплуатации дождевальных машин, насосных станций, каналов и трубопроводов.

Учитывая указанные недостатки, график оросительного гидромодуля укомплектовывают в доступных пределах с таким расчетом, чтобы подача воды в оросительную сеть была более равномерной.

При укомплектовании графика частично сокращают или удлиняют поливные периоды и передвигают сроки полива культур так, чтобы на графике уничтожались пики и заполнялись провалы [10].

При этом соблюдаются следующие условия:

1. Объем воды за один полив $W = q \cdot t$, рассчитанный для полива данной культуры, не изменяется, т.е. площади прямоугольников должны оставаться неизменными.

2. Полив нельзя начинать позже намеченного срока, а начать его можно не раньше, чем за два-три дня до срока, а закончить в намеченный срок или на два-три позже намеченного срока. Для люцерны и многолетних трав изменение срока полива допускается до 4-5 суток.

3. Интервал между средними датами двух соседних поливов одной и той же культуры (Т- межполивной период) может изменяться не более, чем на трое суток.

Уменьшая или увеличивая поливные периоды для отдельных культур, нужно стремиться получить сглаженный или укомплектованный график оросительного гидромодуля (рис. 3). Укомплектование графика для полива дождевальными машинами начинают с определения средней величины оросительного гидромодуля для всех поливов принятого севооборота [10].

Средняя величина оросительного гидромодуля для всех поливов при работе по сменам ($q_{\text{ср}}$) определяется по формуле:

$$q_{\text{ср}} = \frac{\alpha_1 * M_{1\text{нетто}} + \alpha_2 * M_{2\text{нетто}} + \dots + \alpha_n * M_{n\text{нетто}}}{3,6 * n * (\Sigma t + 3)}, \text{ л/с*га} \quad (8)$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$ – доля площади, занимаемой культурой в севообороте;

$M_{1\text{нетто}}, M_{2\text{нетто}}$ – оросительные нормы культур, составляющих севооборот, $\text{м}^3/\text{га}$;

Σt – суммарная продолжительность поливных периодов, сут.;

n – число часов полива за сутки.

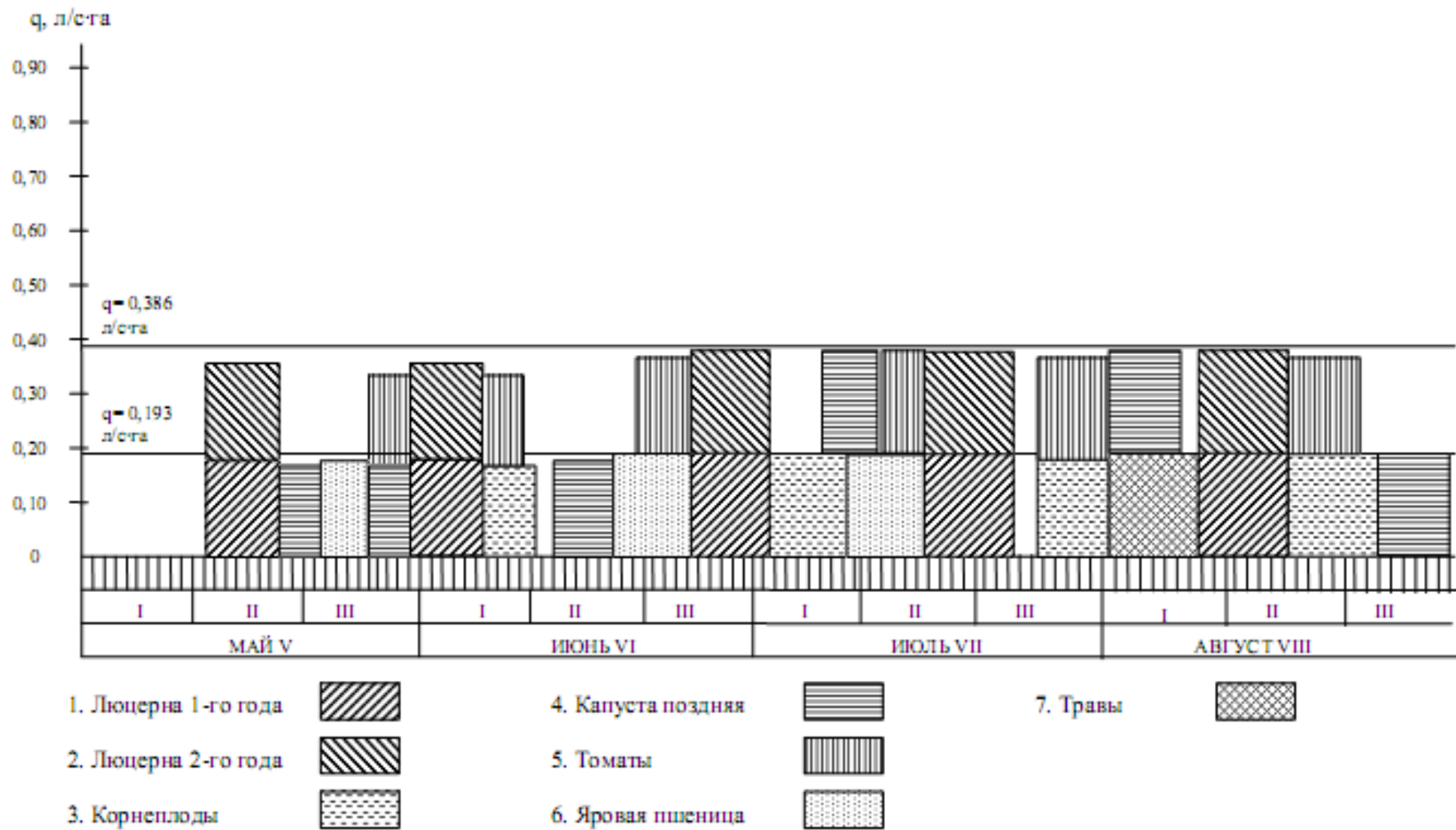


Рис. 3. График оросительного гидромодуля (укомплектованный)

Расчетный расход воды ($Q_{\text{нетто}}$), которую надо подавать на всю площадь орошаемого севооборотного участка ($F_{\text{нетто}}$), определяется по формуле:

$$Q_{\text{нетто}} = q_{\text{ср}} \cdot F_{\text{нетто}}, \text{ л/с} \quad (9)$$

Количество дождевальных машин или агрегатов (N), которые должны обеспечить одачу расчетного расхода воды $Q_{\text{нетто}}$ на поля орошаемого севооборота, определяется по формуле:

$$N = \frac{q_{\text{ср}} \cdot F_{\text{нетто}}}{Q_{\text{м}} \cdot K_{\text{см}}}, \text{ шт.} \quad (10)$$

где $q_{\text{ср}}$ – средняя величина гидромодуля, рассчитанная по формуле (8);

$F_{\text{нетто}}$ – площадь нетто орошаемого севооборотного участка, га;

$Q_{\text{м}}$ – расход воды одной машиной, л/с;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент использования рабочего времени смены (для дождевальных машин типа ДДН-70, ДДН-100 $K_{\text{см}}$ принимается равным 0,70; для дождевальных машин «Фрегат», «Днепр» - 0,82; для дождевальной машины «Волжанка» - 0,75) [10].

Полученное число машин округляется до большего целого.

Расчетная ордината (q_p) для укомплектования графика при поливе дождевальной машиной или агрегатом определяется по формуле:

$$q_p = \frac{N \cdot Q_{\text{м}} \cdot K_{\text{см}}}{F_{\text{нетто}}}, \text{ л/с*га} \quad (11)$$

Установив расчетную ординату q_p , приступают к укомплектованию графика оросительного гидромодуля по этой ординате.

При укомплектовании графика необходимо, чтобы количество воды, потребное для полива, не изменялось:

$$q \cdot t = q_{\text{ук}} \cdot t_{\text{ук}}, \quad (11)$$

где q – величина гидромодуля для полива культуры по неукomплектованному графику, л/с*га;

t – продолжительность этого полива в неукomплектованном графике, сут.;

$q_{\text{ук}}$ – ордината гидромодуля для полива одной культуры в неукomплектованном графике, л/с*га;

$t_{\text{ук}}$ – продолжительность полива культуры в укomплектованном графике, сут [10].

При поливе дождевальной машиной или агрегатом одного поля продолжительность полива одной культуры ($t_{\text{ук}}$) в укomплектованном графике при работе по сменам определяется по формуле:

$$t_{\text{ук}} = \frac{m \cdot f}{3.6 \cdot n \cdot Q_{\text{м}} \cdot K_{\text{см}}}, \text{ сут.} \quad (12)$$

где m – поливная норма нетто культуры, м /га;

f – площадь поля, занятая культурой, га;

n – число часов полива в сутки;

$Q_{\text{м}}$, $K_{\text{см}}$ – имеют те же значения, что в формуле 10.

Если при расчете продолжительность полива в сутках получается дробная, то число суток следует округлять в большую сторону с точностью до 0,5 суток.

Ордината гидромодуля для каждого полива культуры в укomплектованном графике ($q_{\text{ук}}$) определяется по формуле:

$$q_{\text{ук}} = \frac{q \cdot t}{t_{\text{ук}}}, \text{ л/с*га} \quad (13)$$

где q , t и $t_{\text{ук}}$ имеют те же обозначения, что и в формуле (12).

Определив величины ординат каждого полива для всех культур севооборота ($q_{\text{ук}}$), затем сравнивают их с величиной (q_p). Величина ординаты $q_{\text{ук}}$ для любого полива должна быть равна q_p или меньше ее. Если для некоторых поливов окажется, что $q_{\text{ук}}$ будет больше q_p , то в этом случае следует увеличить продолжительность полива ($t_{\text{ук}}$) в укomплектованном графике на 0,1 – 0,5 сут. и повторить расчет [10].

Если на орошаемом участке проектируется одновременный полив двух или трех полей севооборота соответственно двумя или тремя дождевальными машинами или агрегатами, то в этом случае при укomплектовании графика оросительного гидромодуля ординаты культур

в дни одновременных поливов суммируются графически, т.е. прямоугольники полностью надстраиваются в два или три яруса один над другим.

При комплектации поливов допускаем полив поля (культуры) только одной машиной и одновременный полив двух-трех культур соответственно двумя-тремя машинами [13].

При укомплектовании графика следует уменьшить разрывы между поливами и ликвидировать одновременный полив нескольких культур, необходимо передвинуть в доступных пределах сроки полива культур так, чтобы на укомплектованном графике уничтожились пики ординат гидромодуля и заполнились провалы.

Рассчитанные для всех поливов каждой культуры орошаемого севооборота значения $t_{ук}$ и $q_{ук}$ заносят в таблицу 6, в графы 14 и 16. На основании данных граф 12-16 производится укомплектование графика оросительного гидромодуля на одновременный полив двух культур двумя машинами.

Принятые уточненные сроки полива и межполивного периода определяются по построенному укомплектованному графику оросительного гидромодуля и заносятся в таблицу 6, графы 12, 13 и 15.

На рис.3 показан укомплектованный график для одновременного полива двух полей севооборота двумя машинами ДМУ-А253-38.

При работе дождевальных машин в две смены график оросительного гидромодуля укомплектовывается на одновременную работу определенного количества машин [7].

Задача 8. Расчет запаса влаги в почве

Рассчитать запас влаги (ЗВ) в почве ($м^3/га$, мм водного слоя) при влажности равной ППВ (предельной полевой влагоемкости) и ПВ (полной влагоемкости) по генетическим горизонтам и по слоям 0-40 см, 0-70 см.

Влажность почвы при ППВ и ПВ по генетическим горизонтам в % от массы почвы, плотность почвы ρ_b ($г/см^3$) по генетическим горизонтам [12].

Таблица 7- Влажности почвы при ППВ и ПВ по генетическим горизонтам

Горизонт глубина, см	ρ_b ($г/см^3$)	ППВ, %	ПВ, %	h (см)	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,21	25,1	38,3	0-10	22,9	13,2
А1 22-46	1,25	24,3	37,0	10-20	22,5	14,6
В1 46-62	1,35	23,1	32,1	20-30	21,8	15,6
В2 62-91	1,41	22,4	30,4	30-40	21,8	15,6
				40-50	21,8	17,2
				50-60	20,9	17,2
				60-70	20,9	17,4

Расчет запасов влаги (ЗВ) выполняют по формуле (Шеин, Умаров 2006)

$$ЗВ = W * \rho_b * h \text{ [см водного слоя]}, \quad (14)$$

где h – мощность расчетного слоя, см; ρ_b – плотность сложения, $г/см^3$; W – влажность (г/г).

1. Расчет запасы влаги, равные ПВ по генетическим горизонтам

$$Ап \text{ } ЗВ_{0-22} = 38,3 * 1,21 * 22 = 1019 \text{ } м^3/га \approx 102,0 \text{ } мм$$

$$А1 \text{ } ЗВ_{22-46} = 37,0 * 1,25 * 24 = 1110 \text{ } м^3/га \approx 111,0 \text{ } мм$$

$$В1 \text{ } ЗВ_{46-62} = 32,2 * 1,35 * 16 = 693,4 \text{ } м^3/га \approx 69,3 \text{ } мм$$

$$В2 \text{ } ЗВ_{62-91} = 30,4 * 1,41 * 29 = 1243 \text{ } м^3/га \approx 124,3 \text{ } мм$$

2. Расчет запаса влаги, равные ПВ для слоев 0-40 и 0-70 см.

$$\text{Для слоя 0-40 см } ЗВ_{ПВ} = ЗВ_{0-22} + ЗВ_{22-40} = 1019,5 + 37,0 * 1,25 * 18 = 1852 \text{ } м^3/га \approx 185,2 \text{ } мм$$

$$\text{Для слоя 0-70 см } ЗВ_{ПВ} = ЗВ_{0-22} + ЗВ_{22-46} + ЗВ_{46-62} + ЗВ_{62-70} = 1019,5 + 1110 + 693,4 + 30,4 * 1,41 * 9 = 3156,8 \text{ } м^3/га \approx 316,6 \text{ } мм$$

3. Расчет запаса влаги, равной ППВ по генетическим горизонтам

Ап $3B_{0-22} = 25,1 \cdot 1,21 \cdot 22 = 668,2 \text{ м}^3/\text{га} \approx 66,8 \text{ мм}$
 А1 $3B_{22-46} = 24,3 \cdot 1,25 \cdot 24 = 729 \text{ м}^3/\text{га} \approx 72,9 \text{ мм}$
 В1 $3B_{46-62} = 23,1 \cdot 1,35 \cdot 16 = 499 \text{ м}^3/\text{га} \approx 49,9 \text{ мм}$
 В2 $3B_{62-91} = 22,4 \cdot 1,41 \cdot 29 = 915,9 \text{ м}^3/\text{га} \approx 91,6 \text{ мм}$

4. Рассчитать запас влаги, равные ППВ для слоев 0-40 и 0-70 см.

для слоя 0-40 см $3B_{ППВ} = 3B_{0-22} + 3B_{22-40} = 668,2 + 24,3 \cdot 1,25 \cdot 18 = 1215 \text{ м}^3/\text{га} = 121,5 \text{ мм}$

для слоя 0-70 см $3B_{ППВ} = 3B_{0-22} + 3B_{22-46} + 3B_{46-62} + 3B_{62-70} = 668,2 + 729 + 499 + 22,4 \cdot 1,41 \cdot 29 = 2156 \text{ м}^3/\text{га} = 215,6 \text{ мм}$.

Задача 9. Расчет водоотдачи почвы и коэффициента водоотдачи

Рассчитать водоотдачу почвы и коэффициент водоотдачи при влажности равной ППВ (% от объема), используя данные задачи 8.

Величина водоотдачи равна разности между полной влагоемкостью (ПВ) (при приближенных расчетах часто используют величины общей порозности почвы, пренебрегая объемом заземленного воздуха) и предельной полевой влагоемкостью (ППВ), выраженных в % от объема. Расчет ведется по средневзвешенным значениям этих двух величин для расчетного слоя [12]. Водоотдача равна

$$ПВ - ППВ \text{ (в \% , мм, м}^3/\text{га)} \quad (15)$$

Коэффициент водоотдачи (КВ) величина безразмерная. Она характеризует объем гравитационной влаги, выраженный как часть общего объема, способного к свободному стеканию.

$$K_B = \frac{ПВ - ППВ}{100} \quad (16)$$

КВ существенно варьирует в почвах разного генезиса и гранулометрического состава. В почвах песчаных и глинистых агрегированных он колеблется в интервале 0,1-0,2; в суглинистых и глинистых микроагрегированных 0,04-0,08. КВ торфяных почв изменяется от 0,03 до 0,12 [12].

9.1. Рассчитаем водоотдачу для слоев, указанных в задаче 8. Водоотдача равна разности средневзвешенных запасов влаги $3B_{ПВ}$ и $3B_{ППВ}$.

для слоя 0-40 см

1. Рассчитать средневзвешенное значение разности влажностей, равных ПВ и ППВ в %
 $[(38,3-25,1) \cdot 1,21 \cdot 22 + (37,0-24,3) \cdot 1,24 \cdot 18] : 1,21 \cdot 22 + 1,25 \cdot 18 = 12,97\%$
2. Рассчитать средневзвешенное значение плотности слоя 0-40 см
 $(1,21 \cdot 22 + 1,25 \cdot 18) : 40 = 1,23 \text{ г/см}^3$
3. Рассчитать средневзвешенное значение водоотдачи, $\text{м}^3/\text{га}$
 $12,97 \cdot 1,23 \cdot 40 = 638,12 \text{ м}^3/\text{га}$

для слоя 0-70 см

4. Рассчитать средневзвешенное значение разности влажностей, равных ПВ и ППВ в %
 $[(38,3-25,1) \cdot 1,21 \cdot 22 + (37,0-24,3) \cdot 1,25 \cdot 24 + (32,1-23,1) \cdot 1,35 \cdot 16 + (30,4-22,4) \cdot 1,41 \cdot 8] : 1,21 \cdot 22 + 1,25 \cdot 24 + 1,35 \cdot 16 + 1,41 \cdot 8 = 11,39\%$
5. Рассчитать средневзвешенное значение плотности слоя 0-70 см
 $(1,21 \cdot 22 + 1,25 \cdot 24 + 1,35 \cdot 16 + 1,41 \cdot 8) : 70 = 1,28 \text{ г/см}^3$
6. Рассчитать средневзвешенное значение водоотдачи, $\text{м}^3/\text{га}$
 $11,39 \cdot 1,28 \cdot 70 \approx 1017 \text{ м}^3/\text{га}$

9.2. Рассчитаем коэффициент водоотдачи (K_B) для генетических горизонтов. Для этого нам необходимо выразить влажности, равные ПВ и ППВ в % от объема, т.е. массовую влажность помножить на плотность сложения (ρ_b), найти водоотдачу и разделить на 100 (формула 16) [12].

для горизонта Ап $K_B = (38,3-25,1) \cdot 1,21 : 100 = 0,16$

для горизонта А1 $K_B = (37,0-24,3) \cdot 1,25 : 100 = 0,16$

для горизонта В1 $K_B = (32,1-23,1) \cdot 1,35 : 100 = 0,12$

для горизонта В2 $K_B = (30,4-22,4) \cdot 1,41 : 100 = 0,08$

Задача 10. Расчёт оросительной нормы при разной обеспеченности осадками

Водопотребление (В) сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, люцерна) в условиях сухой степи на годы 75% и 95% обеспеченности осадков (водопотребление - расход воды на транспирацию и испарение с 1 га возделываемой культуры) $V = 540$ мм [5].

Осадки расчетной обеспеченности (95 и 75%), используемые в вегетационный период мм (Ос), берем из задачи 1: $Ос_{75} = 285$ мм и $Ос_{95} = 235$ мм (см. рис.1). Влажность почвы в начале и в конце вегетации, % (табл.7).

Расчет оросительной нормы производят по формуле

$$M = V - Ос \pm 3В - Гр, \quad (17)$$

где M – оросительная норма, $м^3/га$; V – водопотребление, $м^3/га$; $Ос$ – осадки данной обеспеченности $м^3/га$; $\pm 3В = 3В_{Н} - 3В_{К}$ – приход (+) или убыль влаги (-) за период вегетации, $м^3/га$; $3В_{Н}$ – запас влаги в почве в начале; $3В_{К}$ – запас влаги в конце вегетации; $Гр$ – приток грунтовых вод в ризосферу, $м^3/га$ [5].

При залегании грунтовых вод глубже 3 м приход влаги от зеркала грунтовых вод не учитывают в расчете. Запасы влаги рассчитывают по формуле 14.

1. Рассчитать запасы влаги в начале ($3В_{Н}$) и конце вегетации ($3В_{К}$) для слоя 0-50 см

$$3В_{Н} = 3В_{0-22} + 3В_{22-46} + 3В_{46-50} = 22,9 \cdot 1,21 \cdot 10 + 22,5 \cdot 1,21 \cdot 10 + 21,8 \cdot 1,21 \cdot 2 + 21,8 \cdot 1,25 \cdot 8 + 21,8 \cdot 1,25 \cdot 10 + 21,8 \cdot 1,25 \cdot 6 + 21,8 \cdot 1,25 \cdot 4 \approx 1374 \text{ м}^3/га = 137,4 \text{ мм}$$

$$3В_{К} = 3В_{0-22} + 3В_{22-46} + 3В_{46-50} = 13,2 \cdot 1,21 \cdot 10 + 14,6 \cdot 1,21 \cdot 10 + 15,6 \cdot 1,21 \cdot 2 + 15,6 \cdot 1,25 \cdot 8 + 15,6 \cdot 1,25 \cdot 10 + 17,2 \cdot 1,25 \cdot 6 + 17,2 \cdot 1,35 \cdot 4 \approx 945 \text{ м}^3/га = 94,5 \text{ мм}$$

2. Рассчитать оросительные нормы для разной обеспеченности осадков, мм

$$M_{75} = E - Ос_{75} - (3В_{Н} - 3В_{К}) = 540 - 285 - (137,4 - 94,5) = 212,2 \text{ мм} = 2121 \text{ м}^3/га$$

$$M_{95} = E - Ос_{95} - (3В_{Н} - 3В_{К}) = 540 - 235 - (137,4 - 94,5) = 262,1 \text{ мм} = 2621 \text{ м}^3/га$$

Задача 11. Определение поливной нормы по дефициту влажности

Определить поливную норму по дефициту влажности в разные периоды вегетации с учетом изменения мощности активного слоя: Влажность равная ППВ (% от массы) по слоям почвы (табл.7). Мощность активного слоя в различные периоды вегетации $h_1 = 0-40$ см, $h_2 = 0-70$ см.

Полливую норму рассчитывают по формуле:

$$m = h \cdot \rho_b \cdot (W_{\max} - W_{\min}) \quad (18)$$

где m – поливная норма $м/га$; h – мощность активного слоя почвы, см; ρ_b – средняя плотность сложения активного слоя почвы, $г/см^3$; $W_{\max}$ – оптимальная влажность активного слоя почвы после полива равная 0,90-0,95 ППВ (%); $W_{\min}$ – влажность активного слоя почвы перед поливом (%). Потребность в поливе сельскохозяйственных культур возникает при снижении влажности почвы до величины ВРК (влажности разрыва капиллярной связи), т.е. до значений близких к 0,7ППВ [5].

Из формулы 18 следует, что фактически поливная норма равна разности запасов влаги ($3В$) при влажности равной 0,95 ППВ и 0,7 ППВ для слоев 0-40 и 0-70 см. Рассчитываем поливные нормы:

$$\text{для слоя } 0-40 \text{ см } m_1 = 0,95 \cdot 121,5 - 0,7 \cdot 121,5 = 0,25 \cdot 121,5 = 30,4 \text{ мм} = 304 \text{ м}^3/га$$

$$\text{для слоя } 0-70 \text{ см } m_2 = 0,95 \cdot 215,6 - 0,7 \cdot 215,6 = 0,25 \cdot 215,6 = 53,9 \text{ мм} = 539 \text{ м}^3/га.$$

Задача 12. Определение нормы влагозарядкового полива

Определить норму влагозарядкового полива для слоя 0-40 см. Количество осадков осенне-зимнего периода – $Ос = 300$ мм; коэффициент использования осадков – $\alpha = 0,5$, испарение за осенне-зимний период – $Исп = 2000 \text{ м}^3/га$

Норму влагозарядкового полива рассчитывают по формуле [2]

$$m_{ВЗ} = (W_{\max} - W_{\text{ест}}) \cdot h \cdot \rho_b - \alpha \cdot Ос + Исп \quad (19)$$

где $m_{ВЗ}$ – норма влагозарядкового полива, $м^3/га$; $W_{\max}$ – предельная полевая влагоемкость (ППВ, %), $W_{\text{ест}}$ – влажность в почве в конце вегетационного периода (перед поливом) в увлажняемом слое, (в % от массы); $Ос$ – количество осадков осенне-зимнего

периода; α - коэффициент использования осадков; Исп – испарение за осенне-зимний период, м³/га [2].

$$m_{вз} = 3B_{ппв} - 3B_k - \alpha \cdot Ос + Исп \quad (19)$$

$3B_{ппв}$ для слоя 0-40 посчитаны в задании 8.4 и равны 1215 м³/га.

Запасы влаги в конце вегетации для этого слоя рассчитаем исходя из данных табл.7 по формуле 14.

$$3B_k = 3B_{0-22} + 3B_{22-40} = 13,2 \cdot 1,21 \cdot 10 + 14,6 \cdot 1,21 \cdot 10 + 15,6 \cdot 1,21 \cdot 2 + 15,6 \cdot 1,25 \cdot 8 + 15,6 \cdot 1,25 \cdot 10 = 688 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Осадки даны в мм, переведем в м³/га. 300мм = 3000 м³/га.

Подставляем в формулу 19 все данные и рассчитываем норму влагозарядкового полива:

$$m_{вз} = (1215 - 688) - 0,5 \cdot 3000 + 2000 = 1028 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Задача 13. Определение степени минерализации поливных вод

Определить степень минерализации поливных вод (г/л), установить опасность применения вод для орошения почв и необходимость мелиорации поливных вод [5].

Химический состав поливных вод р. Эжым (степная зона Улуг-Хемского района) в июле (табл. 4)

Таблица 8- Содержание ионов, ммоль/л

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
3,3	9,5	8,5	9,3	2,5	9,5

Содержание ионов в ммоль/л необходимо перевести в г/л (табл. 9) и рассчитать суммарную концентрацию ионов (общую минерализацию оросительных вод) [5].

Таблица 9 – Коэффициенты пересчета ммоль/л почвы в г/л100 г

HCO ₃ ⁻	0,061
CO ₃ ²⁻	0,030
SO ₄ ²⁻	0,048
Cl ⁻	0,035
Ca ²⁺	0,020
Mg ²⁺	0,012
Na ⁺	0,023

$$Ca^{2+} = 3,3 \cdot 0,02 = 0,066 \text{ г/л}$$

$$Mg^{2+} = 9,5 \cdot 0,012 = 0,114 \text{ г/л}$$

$$Na^{+} = 8,5 \cdot 0,023 = 0,196 \text{ г/л}$$

$$HCO_3^{-} = 9,3 \cdot 0,061 = 0,567 \text{ г/л}$$

$$Cl^{-} = 2,5 \cdot 0,035 = 0,088 \text{ г/л}$$

$$SO_4^{2-} = 9,5 \cdot 0,048 = 0,456 \text{ г/л}$$

Посчитаем общую минерализацию поливной воды в г/л.

$$C = 0,066 + 0,114 + 0,196 + 0,567 + 0,088 + 0,456 = 1,487 \text{ г/л} \approx 1,5 \text{ г/л}$$

Степень солености воды и опасность засоления почв при использовании воды химического состава оценивается по рекомендации таблицы 10. По таблице поливная вода попадает в группу 4 – вода очень высокой солености (концентрация солей г/л 1,0-3,0) [6].

Таблица 10 – Шкала солености оросительной воды [6]

Классификация вод	Приблизительная концентрация солей, г/л	Электропроводность, мкСм/см
1. Вода низкой солености. Пригодна для орошения большинства культур на большинстве почв.	< 2	< 250
2. Вода средней солености. Используют в условиях умеренного выщелачивания. Культуры средней	0,20-0,50	250-750

солеустойчивости можно выращивать, не применяя мер для борьбы с засолением.		
3. Вода высокой солености. Даже при хорошем дренаже могут потребоваться мероприятия по борьбе с засолением. Следует выбирать культуры, обладающие высокой солеустойчивостью.	0,50-1,00	750-2250
4. Вода очень высокой солености, непригодна для орошения в обычных условиях. Полив при следующих условиях: высокая проницаемость почв, дренаж, солеустойчивость культур.	1,00-3,00	>2250

Задача 14. Химический состав воды

Записать химический состав воды по формуле Курлова и дать ее название, указав минерализацию С (г/л); в числителе - состав анионов в процент-эквивалентах (содержание в процентах каждого аниона от суммы всех анионов в ммоль/л); в знаменателе - состав катионов в процент-эквивалентах (содержание в процентах каждого катиона от суммы всех катионов в ммоль/л). Содержание ионов записывается слева направо в убывающей концентрации. Ионы, присутствующие в незначительных количествах (менее 5%), в формулу Курлова не вносятся [11]. Оценить степень пригодности вод для орошения по рис.5. Химический состав поливных вод в таблице 9.

Рассчитать состав анионов в процент-эквивалентах:

Сумма всех анионов в ммоль/л равна $9,3+2,5+9,5=21,3$

Содержание HCO_3^- в процент-эквивалентах равно $9,3 \cdot 100\% : 21,3 \approx 43\%$

Содержание Cl^- в процент-эквивалентах равно $2,5 \cdot 100\% : 21,3 \approx 12\%$

Содержание $\text{H}_2\text{SO}_4^{2-}$ в процент-эквивалентах равно $9,5 \cdot 100\% : 21,3 \approx 45\%$

Сумма всех катионов в ммоль/л равна $3,3+9,5+8,5=21,3$

Содержание Ca^{2+} в процент-эквивалентах равно $3,3 \cdot 100\% : 21,3 \approx 15\%$

Содержание Mg^{2+} в процент-эквивалентах равно $9,5 \cdot 100\% : 21,3 \approx 45\%$

Содержание Na^+ в процент-эквивалентах равно $8,4 \cdot 100\% : 21,3 \approx 40\%$

Пример: $\text{C}_{1,5} \frac{\text{SO}_4^{2-} 45 \text{HCO}_3^- 43 \text{Cl}^- 12}{\text{Mg}^{2+} 45 \text{Na}^+ 40 \text{Ca}^{2+} 15}$ (20)

Вода гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-магниевая.

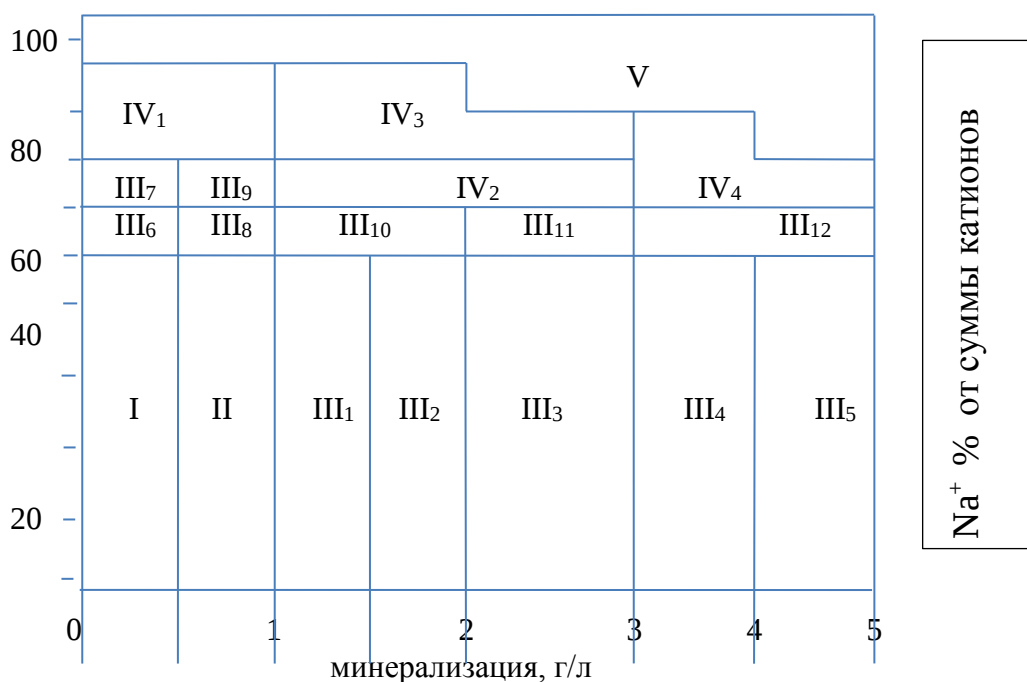


Рис.4 Классификация минерализованных вод по степени их пригодности для орошения [11]

I - воды вполне пригодны для орошения всех типов почв
 II - воды пригодны для орошения большинства типов почв
 III - воды ограниченно пригодны (III₁₋₅ - нуждаются в улучшении разбавлением, III₆₋₇ - нуждаются в химической мелиорации, III₈₋₁₂ - нуждаются в разбавлении и химической мелиорации).
 IV - воды условно пригодны (IV₁ - нуждаются в химической мелиорации, IV₂₋₄ - нуждаются в разбавлении и химической мелиорации).
 V - воды не пригодны для орошения.

Смотрим рисунок 4, если общая минерализация воды 1,487 г/л, содержание Na 40% от суммы катионов; данная вода попадает в категорию III₁ – воды ограниченно пригодны, нуждаются в улучшении разбавлением.

Задача 15. Определение токсичности ионов в поливной воде

Определить токсичность ионов в поливной воде для сельскохозяйственных культур (табл.11). Химический состав поливных вод по таблице 8.

При оценке токсичности отдельных ионов исходят из того, что разные соли и ионы неодинаково влияют на растения. В рекомендациях ФАО предлагается учитывать содержание в водах ионов натрия, хлора, бора, нитратов, общую щелочность (HCO_3^-) и pH [14].

Таблица 11 - Токсичность ионов для сельскохозяйственных культур при поверхностных поливах и дождевании [14]

Ион	Способ полива	Качество воды		
		хорошее	среднее	плохое
Na^+ , моль/л	Поверхностный полив	<3	3-9	>9
	Дождевание	<3		>3
Cl^- , моль/л	Поверхностный полив	<4	4-10	>10
	Дождевание	<3		>3
HCO_3^- , моль/л	Дождевание	<1,5	1,5-8,5	>8,5
B^{3-} , мг/л	При любом поливе	<0,7	0,7-2,9	>2,9
NO_3^- , мг/л	При любом поливе	<5	5-30	>30

Повышенное содержание в поливных водах перечисленных ионов может привести к их накоплению в листьях, вызвать ожог растений. Особенно часто это проявляется при поливе дождеванием в дневное время [1]. По таблице 11:

1. Содержание иона Na в данной воде составляет 8,5 моль/л, значит данная вода непригодна для орошения дождеванием, но для поверхностного полива она имеет среднее качество.
2. Содержание иона Cl составляет 2,5 ммоль/л, вода пригодна как для поверхностного полива, так и для дождевания.
3. Содержание гидрокарбонат-иона составляет 9,3 ммоль/л, по этому показателю вода имеет плохое качество и непригодна для орошения [1].

По содержанию других токсичных ионных данных нет.

Задача 16. Определение пригодности воды для полива

Определить пригодность воды для полива по ее химическому составу и вероятность осолонцевания почв в результате орошения. Химический состав поливных вод по таблице 8.

Для оценки возможности осолонцевания почв поливными водами предложены формулы, учитывающие содержание в них иона натрия. Их использование позволяет охарактеризовать не только направление, но и степень выраженности процесса [5]. В практике орошаемого земледелия применяют следующие формулы.

1. Для оценки возможности осолонцевания почв поливными водами используют показатель критического отношения (ПКО) суммы катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} к Na^+ в оросительной воде (ммоль/л) и общую концентрацию солей в воде – С (г/л)

$$\text{ПКО} = \frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{\text{Na}^+} \quad (21)$$

Если это отношение равно или выше 0,23С, то такая вода благоприятна для полива и обеспечивает ионно-обменное равновесие с контактируемой почвой при 10% (от емкости поглощения почвы) содержания Na^+ в ППК. При меньших значениях вода считается непригодной для орошения и нуждается в улучшении путем внесения гипса [3].

Содержание $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = 3,3 + 9,5 = 12,8$ ммоль/л; общая минерализация (см. задачу 12) $\text{C} = 1,487$ г/л, содержание Na^+ составляет 8,5 ммоль/л. Рассчитываем ПКО. $12,8 : 8,5 \approx 1,51$; $0,23 \cdot 1,487 \approx 0,34$; $1,51 > 0,34$. Таким образом, данная вода обеспечивает ионно-обменное равновесие с контактируемой почвой при 10% (от емкости поглощения почвы) содержания Na^+ в почвенном поглощающем комплексе (ППК).

2. Учитывая, что магний в больших количествах, подобно натрию, отрицательно воздействует на свойства почв, Сабольт и Дараб считают, что одним из важнейших качественных критериев поливной воды является процентное содержание в ней магния (катионы в соотношении должны быть выражены в ммоль/л). Mg^{2+} оказывает вредное воздействие на почву, если

$$\frac{\text{Mg}^{2+} \cdot 100}{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}} > 50 \quad (22)$$

Для данной воды этот показатель равен $9,5 \cdot 100 : (3,3 + 9,5) = 74,2$, то есть магний может оказывать отрицательное воздействие на почву.

3. В основе зарубежных классификаций по оценке ирригационных вод лежит величина SAR (sodium adsorption ratio – натрий-адсорбционное отношение), предложенная лабораторией засоленных почв МСХ США (содержание ионов ммоль/л):

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}} \quad (23)$$

С помощью SAR определяется возможность вхождения Na^+ в ППК и развитие в почвах осолонцевания. Этот показатель позволяет дать прогноз, при каком составе ирригационных вод доля Na^+ в составе обменных оснований почвы превысит допустимые пределы. Критические величины SAR ставятся при этом в тесную зависимость от опасности засоления почв, что определяется общей минерализацией поливной воды. Чем выше опасность засоления почв, тем более низкими являются критические величины SAR (табл.12) [3].

Таблица 12 - Опасность засоления и осолонцевания почв оросительными водами в зависимости от их минерализации и значений SAR [3]

Общая минерализация воды, г/л	Опасность засоления почв	Опасность осолонцевания почв, SAR			
		низкая	средняя	высокая	очень высокая
< 1	Низкая	8-10	15-18	22-26	> 26
1-2	Средняя	6-8	12-15	18-22	> 22
2-3	Высокая	4-6	9-12	14-18	> 18
>3	Очень высокая	2-4	6-9	11-14	> 14

В связи с тем, что опасность засоления почв в природной обстановке определяется не только минерализацией вод, а зависит от целого ряда других факторов (свойства почв и грунтов, климатических показателей) для почв степной зоны рекомендуется считать граничной величиной SAR – 8-10 [3].

Оперируя величиной SAR, необходимо учитывать, что теоретические основы величины SAR базируются на теории ионного обмена, описываемой уравнением Гапона, в котором при

расчетах использованы активности ионов. Однако практически при расчете SAR в уравнение подставляют, как правило, не активности ионов Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , а их общую концентрацию. В тоже время установлено, что в оросительных водах, как и в почвенных растворах, наряду со свободными ионами присутствуют различные ассоциаты. При этом доля кальция, связанного в ассоциаты, существенно выше, чем натрия. В ионной паре связаны 15-50% Ca^{2+} и только 1-18% Na^+ . Поэтому SAR, рассчитанный по аналитическим концентрациям, ниже его реального значения [3].

Рассчитаем SAR для данной воды. Этот показатель равен $8,5: \sqrt{(3,3 + 9,5): 2} = 3,37$, общая минерализация $\approx 1,5$. По таблице 11 опасность осолонцевания почв при орошении водами данного химического состава низкая.

Задача 17. Техничко-экономическое обоснование капитальных вложений в мелиорацию

Поскольку повышение продуктивности земель и увеличение производства сельскохозяйственных продуктов является важным и целью капиталовложений в мелиорацию, экономическая эффективность этих вложений определяется по эффекту сельскохозяйственного производства на мелиорируемых землях, приростом валовой продукции и чистого дохода [8].

Задачей выполнения расчетов по экономической эффективности мелиорации является квалифицированное выполнение экономических расчетов и обоснование эффективности мелиораций на основе сопоставления фактических показателей эффективности мелиорации (окупаемость, рентабельность, коэффициент эффективности капвложений) с нормативными [8].

Для определения экономической эффективности орошения необходимо рассчитать дополнительный чистый доход, получаемый непосредственно от орошения сельскохозяйственных культур, себестоимость продукции и другие показатели [7]. Все расчеты выполняются для звена севооборота, предусмотренного заданием и сводятся в таблицу 13. Данные по урожайности культур на орошаемых землях берут из **приложения 12**, а на неорошаемых участках урожайность этих культур принимают в 2-2,5 раза меньше, чем при орошении.

Площадь до орошения ($S_{бр}$) принимается по заданию, а площадь после орошения ($S_{нт}$) уменьшается на 5-7 % за счет отчуждения площадей, занимаемых каналами, лесополосами, дорогами и др. Степень использования земельного фонда оросительных систем характеризуется коэффициентом земельного использования (КЗИ) орошаемой площади, который должен быть не ниже 0,85-0,90, и рассчитывается для поверхностных самотечных способов полива по формуле [7]:

$$\text{КЗИ} = \frac{S_{нт}}{S_{бр}} \quad (24)$$

Таблица 13 - Пример расчета экономической эффективности орошения сельскохозяйственных культур

№	Показатели	Сельскохозяйственные культуры					
		1. Горох		2.		3.	
		до ороше ния	после ороше ния	до ороше ния	после ороше ния	до ороше ния	после орошения
1.	Площадь, га	100	95				
2.	Урожайность, ц/га	12	25				
3.	Валовая продукция, ц	1200	2375				
4.	Закупочная цена 1 ц, руб.	120	120				

5.	Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	144,0	285,0				
6.	Ежегодные затраты на 1 га						
	а) мелиоративные, руб.	-	350				
	б) с.-хозяйственные, руб.	720	1200				
	в) общие, руб.	720	1550				
7.	Суммарные ежегодные затраты, тыс. руб.	72,0	147,25				
8.	Себестоимость, руб./ц	60,0	62,0				
9.	Чистый доход, тыс. руб.	72,0	137,75				
10.	Дополнительный чистый доход, тыс. руб.		65,75				
11.	Суммарный дополнительный чистый доход, руб.						
12.	Объем капитальных вложений, тыс. руб.	-	665,0				

При дождевании КЗИ выбирается из **приложения 11**.

На эффективность использования хозяйствами оросительной воды указывает коэффициент эффективности орошения (КЭО), показывающий расход оросительной воды на один центнер прибавки урожая, полученный от орошения, определяется по формуле:

$$КЭО = \frac{M_{бр}}{y_o - y_6} \quad (25)$$

где $M_{бр}$ - оросительная норма брутто, $m^3/га$;

y_o - урожай при орошении, ц/га;

y_6 - урожай той же культуры без орошения, ц/га.

Чем меньше КЭО, тем меньше оросительной воды расходуется на единицу массы дополнительной продукции, полученной от орошения [8].

Значения закупочных цен на различные виды сельскохозяйственных культур, как и размер ежегодных мелиоративных и сельскохозяйственных затрат на 1 га, принимаются по приложениям 10 и 12. Размер издержек производства до орошения определяется затратами только на сельскохозяйственное производство. После орошения, увеличение сельскохозяйственных затрат вызвано ростом расходов на проведение агротехнических и мелиоративных мероприятий, связанных с поливами, уборкой дополнительного урожая, увеличением норм высева и доз удобрений, на борьбу с сорняками. Сельскохозяйственные затраты до орошения составляют 50-60 % от затрат при орошении. Мелиоративные затраты складываются из затрат на содержание оросительной системы и амортизационных отчислений по ней [7].

Себестоимость 1 центнера продукции сельскохозяйственных культур определяют делением суммарных ежегодных затрат на валовую продукцию культуры. Анализ составляющих себестоимость продукции позволит наметить пути ее снижения, что немаловажно для эффективного использования орошаемой площади [8]. Себестоимость продукции на орошаемых землях снижается только в том случае, если стоимость дополнительной продукции окажется выше суммарных годовых затрат на нее:

$$C = \frac{3}{ВП}, \text{ тыс. руб./ц} \quad (26)$$

где 3 - суммарные ежегодные затраты, тыс. руб.; ВП - валовая продукция, ц.

Капитальные затраты определяются сметами на строительство оросительных систем и их освоение. При выполнении данной темы указанные затраты составляют при поверхностных самотечных способах орошения на 1 га площади нетто в среднем 6000-7000 руб., а при дождевании – 3810-35530 руб. (**см. приложение 10**). Срок окупаемости капитальных вложений в строительство оросительной системы и освоение орошаемой

площади зависит от дополнительной прибыли, полученной в результате проведения мелиоративных работ. Срок окупаемости рассчитывают по формуле:

$$O_k = \frac{K}{\text{ДЧД}}, \text{ лет} \quad (27)$$

где K - размер капитальных вложений, руб.; ДЧД - суммарный дополнительный чистый доход, руб.

Коэффициент эффективности ($K_{\text{эф}}$) капиталовложений определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{эф}} = \frac{1}{O_k}, \quad (28)$$

Коэффициент экономической эффективности капиталовложений и срок окупаемости определяют на год полного освоения орошаемых земель.

На основании полученных в результате расчетов экономической эффективности орошения данных, следует полученные фактические значения основных экономических показателей сравнить с нормативными, а также наметить пути повышения экономической эффективности оросительных мелиораций [7].

Список литературы

1. Базавлук, В.А. Мелиоративное обустройство территорий : учебное пособие / А.В. Базавлук. – Томск : Издательство Томск. политехн. ун-та, 2014. – 184 с. – Текст : непосредственный.
2. Бикеева, Ю. В. Агроэкологическое и гидрологическое обоснование развития орошения в пригородной зоне г. Барнаула : диссертация кандидата сельскохозяйственных наук 06.01.02 : защищена 01.07. 2004 / Бикеева Юлия Валерьевна. – Барнаул, 2004. - 139 с. – Текст : непосредственный.
3. Дубенок, Н.Н. Гидротехнические сельскохозяйственные мелиорации : учебное пособие / Н.Н. Дубенок, К.Б. Шумакова 2-е издание – Москва : Проспект, 2016. – 336 с. – ISBN 978-5-392-19880-1. – URL: <https://book.ru/book/920220> (дата обращения: 06.01.2023). – Текст : электронный.
4. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации : учебно-методическое пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. – Горки : БГСХА, 2020. – 250 с. – Текст : непосредственный.
5. Зайдельман, Ф. Р. Практикум по курсу «Мелиорация почв» / Ф.Р. Зайдельман, Л.Ф. Смиронова, А.П. Шваров, А.С. Никифорова. – Москва : Издательство Московского университета, 2002. - 52 с. – Текст : непосредственный.
6. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв : учебник для студентов вузов, обуч. по направлению 510700 "Почвоведение" и специальности 013000 "Почвоведение" / Ф.Р. Зайдельман; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова; [Федер. целевая прогр. "Культура России" (подпрогр. "Поддержка полиграфии и книгоиздания России")]. - 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2003. – 446 с. – URL : <https://search.rsl.ru/ru/record/01002438349>, для зарегистрированных пользователей (дата обращения 06.01.2023) – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.
7. Курбанов С.А., Мусаев М.Р., Магомедова Д.С., Омариев Ш.Ш. : учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Мелиорация» модуль «Оросительные мелиорации» для бакалавров направлений «Агрономия» и «Садоводство» / С.А. Курбанов, М.Р. Мусаев, Д.С. Магомедова, Ш.Ш. Омариев. – Махачкала : Издательство Дагестанский ГАУ, 2013. – 45 с. – URL : https://xn-80aaiac8g.xn-p1ai/images/biblioteka/uml/agro_fak/agronomia42.docx, для зарегистрированных пользователей (дата обращения 06.01.2023) – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.
8. Маркин, Б. К. Экономическое обоснование севооборотов при орошении в Поволжье : диссертация кандидата экономических наук 08.00.05 : защищена 10.06.1984 / Маркин Борис Кузьмич. – Саратов, 1984. - 241 с. – URL : <https://search.rsl.ru/ru/record/01003426810>, для зарегистрированных пользователей (дата обращения 06.01.2023) – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.
9. Маслова Л.А. Мелиорация и рекультивация земель: учебно-методическое пособие / Л.А. Маслова, Н.Ю. Улицкая. – Пенза : ПГУАС, 2016. – 84 с. – Текст : непосредственный.
10. Морозов С.А. Методические указания по подготовке по выполнению курсовой работы по дисциплине мелиорация земель по направлению подготовки 35.03.11 Гидромелиорация – Рязань : Издательство ФГБОУ ВО РГТУ, 2019. – 381 с. – Текст : непосредственный.
11. Плиева Т.Х. Техническое обеспечение мелиорации и рекультивации сельскохозяйственных земель: методические указания по изучению дисциплины и задания для практических занятий / составители Плиева Т.Х., Махмутов М.М., Хисматуллина Ю.Р. – Балашиха : Рос.гос. аграр. заоч. ун-т, 2017. – 30 с. – URL : https://www.rgazu.ru/vikon/sveden/files/B1.V.DV.07.02_MU_Texnicheskoe_obespechenie_m_elioracii_i_rekulytivacii.pdf, для зарегистрированных пользователей (дата обращения 06.01.2023) – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

12. Сатаров Г.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Гидротехнические мелиорации»: учебно - методическое пособие / Г.А. Сатаров– Ульяновск : УлГУ, 2019 - 64 с. – Текст : непосредственный.
13. Слюсарев В. Н. Мелиоративное почвоведение : учебное пособие / В. Н. Слюсарев, А. В. Осипов. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 134 с. – Текст : непосредственный.
14. Черемисинов А.А. Мелиоративные системы Центрального Черноземья. Оросительные системы и техника поливов в Центральном Черноземье / А.А. Черемисинов, С.П. Бурлакин, Е.В. Куликова. – Воронеж : ФГБОУ ВО ВГАУ, 2015. -166 с. – URL : <http://referent61.ru/upload/dmdocuments/.pdf>, для зарегистрированных пользователей (дата обращения 06.01.2023) – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

Данные для задачи 1

Год	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	237,6	421,5	366,8	386,9	275,3	424,6	370,6	330,6	271,6	385,1
2	269,2	306,1	431,6	286,7	362,4	376,8	360,4	421,6	360,5	355,3
3	369,2	262,1	370,4	280,6	426,3	320,5	276,9	385,1	422,5	274,2
4	372,5	220,3	350,5	360,4	301,2	386,5	432,1	354,2	316,9	421,3
5	349,1	285,6	250,4	423,5	369,1	403,6	386,4	305,6	369,3	375,3
6	299,9	366,2	376,3	330,6	389,2	286,5	395,2	374,1	386,1	395,4
7	324,3	403,4	286,5	360,4	320,5	401,5	299,1	374,6	320,6	289,2
8	267,8	374,6	300,5	381,6	395,4	286,5	350,2	380,2	389,2	353,2
9	292,4	362,3	251,6	250,6	240,6	374,2	330,5	365,3	240,6	330,8
10	401,2	278,2	376,8	376,9	322,8	340,6	298,3	256,4	320,5	280,6
11	404,9	246,5	355,6	364,1	245,6	266,1	285,2	366,9	248,3	375,6
12	297,6	330,6	397,3	230,5	320,4	320,2	375,2	403,5	321,5	354,2
13	264,3	386,9	288,2	302,6	376,1	355,6	352,1	275,8	376,9	254,6
14	403,2	326,3	310,4	402,6	420,9	312,6	256,3	375,8	420,5	410,2
15	365,1	279,3	355,8	385,6	366,1	276,8	415,2	279,1	366,1	335,7
16	335	368,4	376,7	346,7	315,6	340,6	335,1	416,2	310,4	365,2
17	420,8	405,9	330,5	288,1	376,8	266,1	368,5	368,1	276,8	312,8
18	386,8	399,1	276,9	415,2	359,1	369,1	312,9	269,1	350,9	355,9
19	333,5	369,2	404,7	369,1	398,2	388,2	359,4	325,4	396,3	275,2
20	276,5	302,9	386,4	285,4	330,6	340,6	276,9	286,5	330,2	375,9
21	299,1	386,9	376,5	352,6	431,6	388,5	384,2	376,1	435,3	416,5
22	353,4	288,5	298,4	375,8	401,5	288,7	416,5	359,2	401,5	368,3
23	412,5	333,6	265,1	296,3	266,8	420,6	368,2	320,5	268,9	321,8
24	355,6	401,5	330,6	360,5	306,8	385,7	320,4	385,2	304,1	374,2
25	298,6	311,9	400,1	296,5	386,5	350,2	375,1	431,6	386,4	288,9
26	386,7	276,8	335,6	396,4	403,1	320,6	290,2	288,9	276,5	405,2
27	320,6	288,6	276,8	286,4	385,2	380,1	400,9	365,2	340,2	289,6
28	415,9	252,3	296,4	260,5	276,2	276,5	298,2	350,4	398,1	365,8
29	387,2	372,6	401,6	345,1	340,5	370,2	366,2	384,3	299,1	324,6
30	356,3	366,4	320,9	330,9	387,6	320,9	324,6	286,4	302,5	388,4
31	267,4	332,6	280,4	268,1	288,2	365,2	385,7	350,6	359,2	425,1
32	374,6	420,6	385,6	379,1	305,1	300,6	426,3	292,1	404,1	375,6
33	298,1	376,8	360,7	354,2	359,2	408,9	378,5	365,4	335,2	276,3
34	402,4	356,1	240,6	385,6	406,7	390,1	272,4	298,4	385,3	350,7
35	297,6	250,6	430,5	300,4	336,1	265,4	358,1	406,5	411,2	415,6

Продолжение приложения 1

Год	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	362,2	295,2	266,5	384,5	345,2	448,0	426,5	430,5	386,4	330,2
2	239,8	402,5	331,5	356,1	368,1	337,8	396,2	230,4	366,1	430,1
3	271,6	366,2	308,9	412,6	231,6	220,6	235,4	287,6	275,5	386,5
4	372,4	212,3	432,7	268,1	310,4	387,1	433,1	352,3	430,8	350,8
5	350,5	286,4	251,4	432,5	465,2	301,6	386,5	360,2	385,2	301,4
6	331,2	360,6	371,2	338,2	396,7	291,5	389,4	275,2	392,5	376,4
7	314,6	430,9	256,3	386,4	220,1	420,8	388,4	268,9	299,4	368,4
8	210,6	305,6	352,4	211,5	291,6	206,3	225,6	398,3	352,6	391,2
9	391,2	385,4	298,5	227,1	204,5	275,6	231,6	266,2	330,6	366,8
10	421,5	245,8	326,5	307,5	382,3	372,4	290,4	355,4	289,2	250,4
11	395,2	346,1	254,1	266,6	342,5	208,2	275,5	308,8	375,5	369,4
12	276,3	235,6	353,2	331,4	224,6	221,8	376,3	408,1	350,6	402,5
13	365,4	378,4	285,3	360,5	372,7	305,6	306,8	271,3	265,4	279,1
14	402,6	354,2	320,4	304,2	401,8	360,2	312,7	371,4	412,9	375,8
15	335,2	273,6	352,6	385,4	342,2	276,4	238,4	236,5	330,7	279,4
16	324,6	378,5	385,9	340,2	320,3	354,2	366,0	312,0	366,8	412,5
17	402,5	305,4	432,6	384,5	279,7	266,8	212,6	323,8	312,1	369,4
18	386,7	296,5	209,6	312,2	325,8	398,4	355,3	266,9	352,4	269,1
19	341,2	385,2	394,7	366,5	356,8	388,5	375,8	366,6	275,9	325,9
20	375,4	402,6	288,1	386,4	331,6	241,5	288,1	355,4	386,4	289,4
21	278,9	288,2	375,4	304,6	435,2	381,5	411,8	288,7	416,3	378,5
22	356,4	236,5	294,5	399,5	402,7	288,5	368,5	398,6	368,5	350,6
23	432,6	341,3	271,3	297,5	246,8	420,5	421,6	374,5	321,7	321,4
24	335,8	411,6	306,1	321,5	335,6	347,9	309,1	352,4	374,9	389,5
25	398,2	321,2	405,2	298,4	381,4	367,2	281,2	389,4	286,8	429,5
26	352,6	287,6	238,3	268,9	258,3	328,5	403,5	430,1	400,1	280,6
27	410,2	298,3	296,2	365,4	214,9	395,1	278,5	269,7	286,7	366,8
28	368,4	348,2	406,5	352,1	384,7	269,5	398,2	208,4	368,9	350,4
29	376,2	384,9	221,4	236,4	298,7	356,4	322,4	385,4	325,4	388,7
30	254,1	331,2	279,3	375,6	342,5	394,2	360,5	380,5	389,2	286,9
31	386,2	427,5	381,5	355,4	365,2	336,0	351,8	266,3	425,2	350,4
32	289,2	384,2	366,4	398,2	412,6	288,7	421,6	386,4	376,9	291,8
33	412,6	341,6	214,5	292,5	326,1	415,2	335,3	292,3	268,2	366,9
34	278,3	266,7	415,6	292,8	308,4	389,1	238,4	336,5	350,4	296,5
35	436,2	413,5	314,5	411,5	324,8	405,8	346,2	289,4	260,7	413,5

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Орошаемый участок (ОУ)										
Площадь $F_{нт}$, га	152,2	150,6	190,0	169,5	165,7	221,2	173,1	169,6	152,4	122,5
Длина L_1 , м	1630	1620	1840	1590	1590	1980	1600	1590	1490	1470
Ширина L_2 , м	1090	1180	1200	1190	1220	1280	1250	1260	1140	1010
Поля										
Площадь поля $f_{нт}$, га	24,9	25,1	29,9	27,2	26,9	35,6	27,9	28,2	25,1	21,6
Ширина поля L_1 , м	490	480	510	505	505	590	500	490	470	460
Длина поля L_2 , м	510	540	570	560	590	590	580	590	550	490
Водоисточник	река	река	река	река	река	река	река	река	река	река
Уровень высоких вод (УВВ), м	11,0	10,0	12,0	9,5	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
Уровень меженных вод (УМВ), м	5,5	6,5	5,0	7,0	6,0	8,0	7,0	10,0	11,0	12,0
Дождевальная машина	ДМУ-А253-88	ДДН-70	ДМУ-А253-45	ДКШ-40	ДДН-100	ДМУ-А308-55	ДКШ-40	ДФ-120	ДФ-120	ДМУ-А229-32
Напор воды на входе в ДМН, м	63	1	45	40	3	69	37	42	45	40
Расход воды ДМ, Q_m , л/сек	39	75	50	43	105	55	42	130	122	32

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Орошаемый участок (ОУ)										
Площадь $F_{нт}$, га	99,1	153,4	230,5	155,6	151,9	175,6	200,6	150,8	162,5	190,0
Длина L_1 , м	1290	1340	1950	1610	1590	1480	1890	1610	1600	1780
Ширина L_2 , м	910	1340	1370	1110	1150	1320	1260	1090	1120	1250
Поля										
Площадь поля $f_{нт}$, га	16,2	24,8	36,7	25,2	24,8	28,9	32,6	26,4	26,1	30,8
Ширина поля L_1 , м	400	410	580	510	520	440	580	490	510	550
Длина поля L_2 , м	410	630	640	505	540	620	600	510	540	570
Водоисточник	река	река	река	река	река	река	река	река	река	река
Уровень высоких вод (УВВ), м	17,0	15,0	18,0	10,0	9,5	13,0	12,5	14,0	13,5	14,5
Уровень меженных вод (УМВ), м	13,0	12,5	13,5	6,5	5,0	8,5	9,5	9,0	7,5	10,0
Дождевальная машина	ДМУ-А199-28	ДКШ-32	ДКШ-48	ДМУ-А253-88	ДДН-70	ДФ-120	ДДН-100	ДМУ-А253-88	ДДН-70	ДМУ-А283-45
Напор воды на входе в ДМ Н, м	37	38	35	63	1	40	1	63	4	45
Расход воды ДМ, Q_m , л/сек	28	32	48	38	75	120	115	38	70	45

Вариант 1	У, т/га	Вариант 2	У, т/га	Вариант 3	У, т/га	Вариант 4	У, т/га	Вариант 5	У, т/га
Корнеплоды	46	Кукуруза (с)	51	Яр. пшеница	3,9	Капуста	52	Картофель	43
Люцерна 2г.	56	Люцерна 2г.	55	Люцерна 2г.	62	Яр. пшеница	4,1	Люцерна 2г.	59
Капуста	55	Томаты	50	Корнеплоды	54	Люцерна 2г.	59	Яр. пшеница	3,6
Яр. пшеница	4,1	Яр. пшеница	4,3	Кукуруза (с)	59	Картофель	40	Кукуруза (с)	55
Томаты	56	Корнеплоды	57	Томаты	48	Кукуруза (с)	51	Капуста	54
Вариант 6	У, т/га	Вариант 7	У, т/га	Вариант 8	У, т/га	Вариант 9	У, т/га	Вариант 10	У, т/га
Корнеплоды	42	Кукуруза (с)	55	Люцерна 2г.	55	Капуста	50	Яр. пшеница	4,2
Капуста	53	Картофель	38	Кукуруза (с)	51	Яр. пшеница	3,5	Капуста	49
Томаты	40	Яр. пшеница	3,9	Яр. пшеница	3,6	Кукуруза (с)	45	Люцерна 2г.	57
Яр. пшеница	4,6	Люцерна 2г.	51	Томаты	48	Люцерна 2г.	49	Корнеплоды	45
Люцерна 2г.		Томаты	43	Картофель	35	Томаты	41	Томаты	47
Вариант 11	У, т/га	Вариант 12	У, т/га	Вариант 13	У, т/га	Вариант 14	У, т/га	Вариант 15	У, т/га
Корнеплоды	39	Люцерна 2г.	58	Картофель	47	Люцерна 2г.	54	Капуста	56
Яр. пшеница	4,7	Томаты	48	Яр. пшеница	3,7	Корнеплоды	41	Люцерна 2г.	61
Томаты	47	Кукуруза (с)	57	Люцерна 2г.	60	Яр. пшеница	4,5	Корнеплоды	60
Капуста	61	Яр. пшеница	3,8	Томаты	53	Капуста	52	Яр. пшеница	4,5
Кукуруза (с)	51	Картофель	39	Капуста	48	Кукуруза (с)	53	Кукуруза (с)	55
Вариант 16	У, т/га	Вариант 17	У, т/га	Вариант 18	У, т/га	Вариант 19	У, т/га	Вариант 20	У, т/га
Люцерна 2г.	62	Яр. пшеница	4,8	Картофель	40	Кукуруза (с)	57	Капуста	52
Яр. пшеница	4,0	Люцерна 2г.	61	Яр. пшеница	3,9	Корнеплоды	53	Картофель	39
Кукуруза (с)	49	Корнеплоды	55	Люцерна 2г.	51	Яр. пшеница	3,7	Кукуруза (с)	52
Корнеплоды	53	Кукуруза (с)	48	Кукуруза (с)	44	Люцерна 2г.	58	Яр. пшеница	4,1
Капуста	48	Томаты	52	Капуста	49	Томаты	46	Люцерна 2г.	50

Наименование почв и их водно-физические характеристики

Чернозем обыкновенный								
тяжелосуглинистый			среднесуглинистый			легкосуглинистый		
Слой почвы, см	Объемная масса почвы $d, \text{т/м}^3$	Наименьшая влагоемкость, $\gamma_{\text{нв}}, \%$	Слой почвы, см	Объемная масса почвы $d, \text{т/м}^3$	Наименьшая влагоемкость, $\gamma_{\text{нв}}, \%$	Слой почвы, см	Объемная масса почвы $d, \text{т/м}^3$	Наименьшая влагоемкость, $\gamma_{\text{нв}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-20	1,09	33,2	0-20	1,19	26,9	0-20	1,17	30,2
0-30	1,10	33,0	0-30	1,21	26,8	0-30	1,18	30,0
0-40	1,11	32,2	0-40	1,24	26,5	0-40	1,20	29,5
0-50	1,12	31,6	0-50	1,26	25,6	0-50	1,22	28,4
0-60	1,12	31,1	0-60	1,27	25,1	0-60	1,24	27,6
0-70	1,13	30,7	0-70	1,28	24,8	0-70	1,26	27,1
0-80	1,14	30,3	0-80	1,29	24,6	0-80	1,29	26,7
0-90	1,15	29,8	0-90	1,30	24,4	0-90	1,31	26,7
0-100	1,15	29,6	0-100	1,31	24,3	0-100	1,33	26,6

Приложение 4

Среднемесячная сумма осадков (мм) по данным Тувинского ЦГМС

Название метеостанции	Месяцы												Средне годовая
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Кызыл	9	5	4	4	10	33	52	48	22	6	10	11	214
Туран	10	7	6	8	26	48	67	63	30	8	18	14	305
Сосновка	7,6	5,6	2,4	3,7	14,6	33,4	48,2	42,7	19,5	7,8	13,2	7,9	206,6
Шагаан-Арыг	2,4	5,2	0	4,8	2,6	36,8	38,8	47,7	34,3	12,2	19,7	19,9	210
Чаа-Хол	3	5	2	4	8	35	36	42	30	14	18	16	213
Хову-Аксы	6	7	6	10	19	55	82	70	28	8	8	6	305
Сырыг-Сеп	9	7	9	10	24	50	68	58	28	15	15	12	305
Тээли	3	3	3	3	13	44	46	44	19	7	5	5	203
Чадан	4	4	5	5	9	41	48	64	18	8	9	6	221
Эрзин	5	5	7	4	12	30	49	36	14	8	9	8	187

Приложение 5

Фазы вегетации сельскохозяйственных культур, к которым рекомендуется приурочивать поливы

№ п/п	Культура	Начало весенней вегетации	Конец вегетации	Фазы вегетации культур (критические по водопотреблению) и виды поливов	Календарные сроки начала поливов	№ поливов	Глубина активного слоя почвы в фазу вегетации h_p , м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Люцерна 1 года пользования	05-10.05	10-15.09	Влагозарядковый полив Отрастание Бутонизация и трубкование После 1 укоса После 2 укоса Перед третьим укосом	5-10.09 10-16.05 01-07.06 26.06-02.07 15-21.07 08-14.08	1в 1 2 3 4 5	0,8-1,0 0,3-0,4 0,4-0,5 0,5-0,6 0,6-0,7 0,7-0,9
2	Люцерна 1 года пользования	05-10.05	10-15.09	Влагозарядковый полив Отрастание Бутонизация и трубкование После 1 укоса	5-10.09 10-16.05 01-07.06 26.06-02.07	1в 1 2 3	0,8-1,0 0,3-0,4 0,4-0,5 0,5-0,6

				После 2 укоса	15-21.07	4	0,6-0,7
				Перед третьим укосом	08-14.08	5	0,7-0,9
3	Яровая пшеница + травы	05-10.05	20-25.06	Выход в трубку	22-24.05	1	0,4-0,5
				Колошение	18-20.06	2	0,5-0,6
				Налив зерна	05-09.07	3	0,5-0,7
4	Картофель	20-23.05	25-30.08	Бутонизация	19-24.06	1	0,3-0,4
				Цветение	01-05.07	2	0,4-0,5
				Образование клубня	25-30.07	3	0,5-0,6
5	Корнеплоды	20-25.05	25-30.08	Третий настоящий лист	05-10.06	1	0,3-0,4
				Нарастение вегетат. Массы	02-05.07	2	0,4-0,5
				Рост корнеплода	25-30.07	3	0,5-0,6
				Накопление сахара	15-20.08	4	0,6-0,7
6	Капуста	01-05.06	15-20.09	Высадка рассады	04-05.06	1	0,2-0,3
				Нарастание вегетатив. массы	12-13.06	2	0,3-0,4
				Начало завивание кочана	29-30.06	3	0,4-0,5
				Формирование и рост кочана	18-23.07	4	0,4-0,5
				Формирование и рост кочана	05-11.08	5	0,5-0,6
				Формирование и рост кочана	23-24.08	6	0,5-0,6
7	Томаты	01-05.06	15-20.09	Высадка рассады	05-06.06	1	0,2-0,3
				Образование боковых побегов	17-20.06	2	0,3-0,4
				Образование соцветий	04-05.07	3	0,4-0,5
				Цветение	23-26.07	4	0,4-0,5
				Образование завязи	10-13.08	5	0,5-0,6
				Плодоношение	28-31.08	6	0,5-0,6
8	Кукуруза на силос	20-23.05	15-20.08	Фаза образования 7-8 листьев	25-30.06	1	0,3-0,4
				Выбрасывание метелок	15-20.07	2	0,4-0,5
				Налив зерна	05-10.08	3	0,5-0,7

Приложение 6

Примерные объемы грунтовых вод, используемые растениями за период вегетации, м³/га

Почвы	Глубина залегания грунтовых вод, м			
	1,5-1,0	2,0-1,5	2,5-2,0	3,0-2,5
Легкосуглинистые	700-1200	500-1000	-	-
Среднесуглинистые	900-1500	600-1200	-	-
Тяжелосуглинистые	1200-2000	800-1500	400-1000	200-600
Глинистые	1500-2000	1000-2000	500-1500	

Приложение 7

Нижний предел оптимальной влажности почвы перед поливом, % от $\gamma_{\text{нв}}$

Культура	Почвы		
	Легкосуглинистые, супесчаные	Среднесуглинистые	Тяжелосуглинистые
Люцерна	70	75	80
Зерновые	65	70	75
Кукуруза	65	70	75
Корнеплоды	70	75	80
Картофель	65	70	75
Овощи (капуста, томаты)	75	80	85
Яровая пшеница	65	75	85

Приложение 8

Данные задач 8-11

Вариант 1. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 50$ и $h_2 = 0 - 70$

B - водопотребление – 9500 м³/га

O_c – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

O_c – количество осадков осенне-зимнего периода 43 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,4;

Исп – испарение за осенне-зимний период 210 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h , см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-25	1,15	33,2	36,1	0-10	30,2	12,9
А1 25-40	1,21	32,3	35,5	10-20	27,5	15,3
АВ 40-60	1,27	31,9	34,9	20-30	25,4	19,6
В1 60-75	1,35	31,3	34,6	30-40	24,9	19,9
				40-50	25,1	21,0
				50-60	24,3	21,1
				60-70	24,5	21,7

Вариант 2. Чернозем южный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

B - водопотребление – 9000 м³/га

O_c – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 41 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,35;

Исп – испарение за осенне-зимний период 200 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,26	30,2	34,1	0-10	29,9	15,0
А1 22-40	1,31	29,4	33,5	10-20	28,7	15,6
АВ 40-60	1,38	28,9	32,9	20-30	26,7	17,6
В1 60-85	1,43	28,0	32,5	30-40	25,2	18,1
				40-50	23,7	20,0
				50-60	24,2	20,4
				60-70	24,5	21,1
				70-80	24,3	21,3

Вариант 3. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 50$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – 8750 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 53 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,4;

Исп – испарение за осенне-зимний период 250 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-25	1,24	31,9	35,5	0-10	29,9	13,9
А1 25-43	1,25	31,1	33,6	10-20	27,1	15,3
АВ 43-62	1,28	30,9	32,9	20-30	25,4	18,2
В1 62-75	1,34	30,1	32,6	30-40	25,1	19,1
				40-50	24,6	19,9
				50-60	24,3	21,1
				60-70	23,9	21,4

Вариант 4. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 50$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – 8950 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 33 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,5;

Исп – испарение за осенне-зимний период 210 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,20	32,0	35,4	0-10	29,9	17,9
А1 22-40	1,26	31,3	35,9	10-20	27,7	17,6
АВ 40-58	1,28	30,9	33,3	20-30	25,9	19,4
В1 58-75	1,36	28,3	30,2	30-40	25,6	20,4

				40-50	25,4	20,6
				50-60	25,3	21,3
				60-70	24,8	21,7

Вариант 5. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – $9200 \text{ м}^3/\text{га}$

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 40 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,31;

Исп – испарение за осенне-зимний период $220 \text{ м}^3/\text{га}$

Горизонт, глубина, см	$\rho_b, \text{ г/см}^3$	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,17	31,6	36,4	0-10	30,5	19,3
А1 22-37	1,20	30,9	33,4	10-20	28,5	19,9
АВ 37-60	1,26	30,5	33,2	20-30	28,4	19,6
В1 60-85	1,38	26,5	29,5	30-40	28,7	20,1
				40-50	28,6	22,5
				50-60	27,6	23,1
				60-70	26,7	22,9
				70-80	26,7	23,0

Вариант 6. Чернозем типичный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 50$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – $7950 \text{ м}^3/\text{га}$

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 100 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,25;

Исп – испарение за осенне-зимний период $300 \text{ м}^3/\text{га}$

Горизонт, глубина, см	$\rho_b, \text{ г/см}^3$	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,20	31,9	35,5	0-10	26,9	14,9
А1 22-43	1,23	31,3	33,9	10-20	27,6	16,6
АВ 43-60	1,26	30,2	33,3	20-30	25,7	18,7
В1 60-78	1,36	27,4	30,5	30-40	25,4	19,9
				40-50	25,3	20,5
				50-60	25,7	21,3
				60-70	24,6	21,1

Вариант 7. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 50$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – $8950 \text{ м}^3/\text{га}$

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 52 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,4;

Исп – испарение за осенне-зимний период 215 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,05	30,9	35,5	0-10	30,9	16,9
А1 22-40	1,30	30,3	32,3	10-20	29,8	17,4
АВ 40-85	1,39	27,4	30,3	20-30	26,7	18,6
				30-40	26,8	19,2
				40-50	26,5	19,8
				50-60	26,4	20,0
				60-70	25,9	20,7

Вариант 8. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – 8500 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 33 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,5;

Исп – испарение за осенне-зимний период 210 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,10	32,0	35,4	0-10	28,3	17,9
А1 22-40	1,26	31,3	33,1	10-20	27,7	18,0
АВ 40-68	1,28	30,7	33,3	20-30	27,9	18,3
В1 68-95	1,37	28,6	30,5	30-40	27,6	19,1
				40-50	28,0	19,5
				50-60	28,1	20,3
				60-70	26,8	20,8
				70-80	26,6	20,5

Вариант 9. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – 6500 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 43 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,33;

Исп – испарение за осенне-зимний период 180 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,19	23,6	33,6	0-10	17,9	13,9
А1 22-40	1,23	23,4	33,7	10-20	18,0	14,6
АВ 40-64	1,33	23,1	32,2	20-30	18,2	14,5
В1 64-89	1,36	21,9	30,5	30-40	18,3	14,8
				40-50	18,6	14,3

				50-60	18,8	13,9
				60-70	18,9	13,7
				70-80	19,0	13,4

Вариант 10. Чернозем обыкновенный.

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 30$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – $8000 \text{ м}^3/\text{га}$

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 47 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,37;

Исп – испарение за осенне-зимний период $190 \text{ м}^3/\text{га}$

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
А _{культ} 0-16	1,05	31,9	35,1	0-10	28,3	19,0
А _{культ} 16-23	1,20	30,9	33,9	10-20	27,8	19,1
А1 23-40	1,35	30,3	33,0	20-30	27,9	19,5
АВ 40-60	1,36	26,6	30,1	30-40	26,5	19,3
В1 60-87	1,39	26,2	30,1	40-50	26,1	19,6
				50-60	26,5	20,0
				60-70	26,3	20,3
				70-80	26,1	20,5

Вариант 11. Чернозем южный.

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – $8500 \text{ м}^3/\text{га}$

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 33 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,5;

Исп – испарение за осенне-зимний период $250 \text{ м}^3/\text{га}$

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,20	29,9	34,9	0-10	26,0	12,9
А1 22-48	1,29	30,1	32,9	10-20	26,1	15,8
АВ 48-60	1,35	27,9	31,3	20-30	25,9	16,9
В1 60-85	1,41	27,6	30,6	30-40	25,8	18,6
				40-50	26,1	19,2
				50-60	26,0	18,9
				60-70	26,2	20,3
				70-80	26,0	20,1

Вариант 12. Черноземная легкосуглинистая почва.

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – $6900 \text{ м}^3/\text{га}$

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 50 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,4;

Исп – испарение за осенне-зимний период 200 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,22	21,9	31,1	0-10	18,9	12,9
А1 22-46	1,29	20,5	30,2	10-20	18,8	14,1
АВ 46-62	1,32	21,6	29,2	20-30	19,0	15,9
В1 62-92	1,39	21,9	27,8	30-40	19,1	15,7
				40-50	19,0	17,1
				50-60	19,4	17,3
				60-70	19,1	17,4
				70-80	19,2	17,3

Вариант 13. Черноземовидная легкосуглинистая почва.

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 50$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – 7900 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 45 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,43;

Исп – испарение за осенне-зимний период 220 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,18	23,9	29,9	0-10	20,0	12,9
А1 22-46	1,23	23,8	30,1	10-20	19,6	14,1
АВ 46-62	1,33	23,2	30,3	20-30	20,1	15,2
В1 62-91	1,38	23,7	31,0	30-40	20,6	15,5
				40-50	20,7	15,8
				50-60	20,9	16,9
				60-70	19,7	17,1
				70-80	19,8	17,2

Вариант 14. Чернозем мощный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – 9000 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 50 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,34;

Исп – испарение за осенне-зимний период 250 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,03	30,9	39,0	0-10	27,9	17,9
А1 22-87	1,29	28,8	36,0	10-20	28,0	18,0
				20-30	28,2	18,1
				30-40	28,1	18,3

				40-50	28,1	18,9
				50-60	28,0	19,1
				60-70	27,8	19,2
				70-80	28,0	19,5

Вариант 15. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 50$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – 8950 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 42 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,34;

Исп – испарение за осенне-зимний период 200 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,16	30,9	34,9	0-10	28,8	18,9
А1 22-37	1,21	30,8	35,1	10-20	28,9	19,3
АВ 37-77	1,38	30,4	34,4	20-30	29,0	19,6
				30-40	29,1	19,9
				40-50	28,5	21,9
				50-60	28,7	22,0
				60-70	28,9	23,1
				70-80	27,8	23,2

Вариант 16. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – 9000 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 53 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,35;

Исп – испарение за осенне-зимний период 210 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-25	1,13	31,9	36,7	0-10	29,9	12,9
А1 25-40	1,19	32,7	36,1	10-20	28,1	15,1
АВ 40-60	1,24	32,1	34,9	20-30	26,2	18,9
В1 60-75	1,31	33,0	35,1	30-40	25,8	20,1
				40-50	24,8	20,2
				50-60	24,6	21,3
				60-70	24,7	21,8

Вариант 17. Чернозем обыкновенный.

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – 8050 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 27 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,35;

Исп – испарение за осенне-зимний период 200 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
А _{культ} 0-20	0,99	31,8	34,8	0-10	28,5	18,9
А _{культ} 20-30	1,16	32,0	33,9	10-20	27,9	19,0
А1 30-40	1,23	31,4	33,6	20-30	27,1	19,1
АВ 40-60	1,31	27,2	30,4	30-40	26,9	19,3
В1 60-85	1,39	26,4	30,9	40-50	36,5	19,5
				50-60	26,7	20,0
				60-70	26,5	20,6
				70-80	26,2	20,7

Вариант 18. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 30$ и $h_2 = 0 - 80$

В - водопотребление – 8000 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 35 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,6;

Исп – испарение за осенне-зимний период 220 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-25	1,08	31,9	34,9	0-10	27,9	17,9
А1 25-45	1,20	32,0	33,1	10-20	27,8	18,2
АВ 45-60	1,29	31,4	33,4	20-30	28,1	18,3
В1 60-75	1,32	29,1	31,0	30-40	27,9	19,0
				40-50	27,8	19,5
				50-60	27,4	20,0
				60-70	26,7	20,9
				70-80	26,8	20,7

Вариант 19. Чернозем типичный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – 7750 м³/га

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 200 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,35;

Исп – испарение за осенне-зимний период 250 м³/га

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-22	1,18	31,8	36,1	0-10	26,9	14,8
А1 22-45	1,21	31,1	33,9	10-20	27,1	16,1

AB 45-60	1,29	31,0	33,4	20-30	26,1	18,1
B1 60-75	1,36	27,5	30,7	30-40	25,9	19,9
				40-50	25,8	20,9
				50-60	25,7	21,1
				60-70	24,8	21,3

Вариант 20. Чернозем обыкновенный

расчетные слои для определения водоотдачи, оросительной и поливной норм, нормы влагозарядкового полива $h_1 = 0 - 40$ и $h_2 = 0 - 70$

В - водопотребление – $8750 \text{ м}^3/\text{га}$

Ос – осадки за вегетационный период (взять из задачи 1 при обеспеченности осадков 75 и 95 %)

Ос – количество осадков осенне-зимнего периода 51 мм;

α – коэффициент использования осадков 0,45;

Исп – испарение за осенне-зимний период $230 \text{ м}^3/\text{га}$

Горизонт, глубина, см	ρ_b , г/см ³	ППВ, %	ПВ, %	h, см	W % в начале вегетации	W % в конце вегетации
Апах 0-25	1,20	31,9	35,6	0-10	29,9	13,8
A1 25-45	1,26	32,0	33,1	10-20	28,0	14,6
AB 45-60	1,27	30,6	32,9	20-30	26,8	15,0
B1 60-75	1,34	30,1	31,9	30-40	25,4	18,1
				40-50	25,1	19,4
				50-60	24,5	20,1
				60-70	24,1	21,4

Приложение 9 Данные задач 12-15

Вариант		Химический состав поливных вод, ммоль/л						
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}
		Река Шагонар (Улуг-Хемский район)						
I	a	10,8	29,0	41,9	-	5,0	15,7	61,9
	б	Река Чааты (Улуг-Хемский район)						
		3,6	7,3	9,4	-	7,6	1,1	12,0
II	a	Река Торгалыг (Улуг-Хемский район)						
		6,9	14,9	13,4	1,5	7,5	2,4	22,9
	б	Река Чааты (Улуг-Хемский район)						
		9,8	20,4	16,9	-	5,9	4,1	37,9
III	a	Река Шагонар (Улуг-Хемский район)						
		9,3	16,9	16,1	-	5,9	4,1	33,7
	б	Река Торгалыг (Улуг-Хемский район)						
		11,1	25,0	28,0	-	6,8	10,5	46,2
IV	a	Река Чааты (Улуг-Хемский район)						
		9,6	21,9	16,1	-	5,2	7,8	36,1
	б	Река Торгалыг (Улуг-Хемский район)						
		3,0	6,1	12,0	2,0	7,8	4,7	5,6
V	a	Река Шагонар (Улуг-Хемский район)						
		8,7	23,1	36,7	-	5,5	8,6	55,2
	б	Река Торгалыг (Улуг-Хемский район)						
		2,0	6,1	0,15	-	8,6	2,0	6,7
VI	a	Река Бай-Булун (Чаа-Хольский район)						

		10,2	21,9	23,4	-	5,2	10,1	36,7
	б	Река Чаа-Холь (Чаа-Хольский район)						
		9,1	21,9	17,5	-	5,0	7,1	36,8
VII	а	Река Бай-Булун (Чаа-Хольский район)						
		4,5	18,1	33,1	-	6,4	3,2	17,8
	б	Река Чаа-Холь (Чаа-Хольский район)						
		12,0	18,1	8,9	1,0	6,3	3,0	26,9
VIII	а	Река Бай-Булун (Чаа-Хольский район)						
		4,3	24,6	8,0	-	4,8	3,2	31,0
	б	Река Чаа-Холь (Чаа-Хольский район)						
		10,1	15,9	25,8	0,5	6,5	4,8	40,8
IX	а	Река Кызыл-Хем (Каа-Хемский район)						
		12,0	18,9	23,0	-	6,2	5,0	42,0
	б	Река Бурен (Каа-Хемский район)						
		6,3	16,7	12,9	-	6,1	3,1	27,0
X	а	Река Кызыл-Хем (Каа-Хемский район)						
		4,1	8,4	10,9	-	7,0	2,0	15,1
	б	Река Бурен (Каа-Хемский район)						
		1,6	8,0	14,1	2,0	7,9	2,9	9,4
XI	а	Река Чес-Булун (Сут-Хольский район)						
		6,9	16,9	28,9	-	7,3	4,0	41,8
	б	Река Ак (Сут-Хольский район)						
		7,6	18,0	32,5	-	5,9	4,6	45,7
XII	а	Река Чес-Булун (Сут-Хольский район)						
		2,9	4,9	8,6	-	7,2	1,1	7,9
	б	Река Ак (Сут-Хольский район)						
		5,4	6,1	20,8	0,4	7,9	2,6	24,0
XIII	а	Река Баян-Кол (Кызылский район)						
		7,1	20,5	48,5	-	7,0	5,9	69,0
	б	Река Оораш (Кызылский район)						
		4,0	6,0	8,1	-	7,5	6,2	5,0
XIV	а	Река Баян-Кол (Кызылский район)						
		10,4	23,1	32,4	-	5,7	18,0	47,1
	б	Река Оораш (Кызылский район)						
		1,1	5,2	4,0	-	7,2	1,8	1,0
XV	а	Река Улаатай (Овурский район)						
		8,2	18,6	42,8	-	5,2	4,2	62,0
	б	Река Ирбитей (Овурский район)						
		12,0	16,5	18,0	1,2	6,0	2,1	36,0
XVI	а	Река Аянгаты (Барун-Хемчикский район)						
		9,0	14,8	13,2	-	8,7	5,0	26,1
	б	Река Хемчик (Барун-Хемчикский район)						
		11,5	26,8	42,6	-	7,0	15,4	62,0
XVII	а	Река Тапсы (Кызылский район)						
		11,0	28,2	43,0	-	6,0	16,8	58,5
	б	Река Черби (Кызылский район)						
		4,1	8,2	10,2	-	8,2	2,1	12,4
XVIII	а	Река Чыргагы (Дзун-Хемчикский район)						
		8,6	21,2	15,8	-	6,0	7,8	36,0
	б	Река Кара-Суг Мажалык (Дзун-Хемчикский район)						

		3,2	6,5	12,4	2,2	8,0	5,1	6,2
IХХ	а	Река Дурген (Тандынский район)						
		4,1	5,6	9,2	-	7,4	1,6	9,2
	б	Река Мажалык (Тандынский район)						
		5,0	7,2	20,6	0,4	9,5	2,0	22,6
ХХ	а	Река Уюк (Пий-Хемский район)						
		9,0	18,7	42,5	-	5,4	4,2	60,2
	б	Река Туран (Пий-Хемский район)						
		10,4	16,8	18,4	1,2	7,0	2,6	36,0

Приложение 10

Мелиоративные затраты (в руб. на I га)

№	Наименование объектов	Эксплуатацион-	Капиталовло-
п/п	и мероприятий	ные затраты	жения
1.	Водозаборное устройство:		
	а) самотечное бесплотинное	1500	
	б) самотечное - плотинное	3000	
	в) с механическим подъемом	4000	
2.	Оросительная система		
	поверхностного орошения	4000	80000
3.	Оросительная система дождевания		
	с поливом:		
	а) ДДН-70 и ДДН-100	14000	79100
	б) ДДА-100 МА	15300	105500
	в) ДКШ-64 («Волжанка»)	11600	97400
	г) ДМУ-424-90 («Фрегат»)	13500	108700
	5) ДФ-120 («Днепр»)	17300	156400
	е) ДМ - Кубань-М»	16200	145800
	ж) дождевальная установка КИ-50А	24350	43900
	з) дождевальный шлейф ШД-25-100	12100	54500
	и) стационарные системы		
	дождевания	52700	405800
	к) машина для полива по бороздам		
	ППА-165У	9100	71000
4.	Система капельного орошения	27400	110500

Приложение 11

Техническая характеристика дождевальных машин

Показатели	Дождевальные машины				Поливная машина ППА-165У
	короткоструйные		дальнеструйные		
	ДДА-100 МА	ДМ Кубань Л	ДДН-70	ДДН-100	
1	2	3	4	5	6
Расход воды, л/с	130	200	65	115	150-200
Давление воды, МПа	0,37	0,28	0,53	0,65	0,04-0,05
Способ забора воды	из открытой сети		из открытой сети из закрытой сети		из открытой сети

Расстояние между каналами или трубопроводами, м	120	800	100	120	800
Средняя интенсивность дождя за 1 проход, мм/мин	0,22	1,3	0,41	0,35	-
Слой дождя за проход машины, мм	5	9-60	-	-	-
Высота трубопровода над поверхностью земли, м	1,5	3,0	-	-	-
Способ дождевания:	в движении		позиционно		позиционно
Производительность при поливной норме 300 м ³ , га/час	1,6		0,78	1,11	
600 м ³ , га/час	0,78	1,02	0,39	0,70	0,95
Сезонная производительность, га	до 140	до 200	до 70	100	до 120
Коэффициент использования рабочего времени	0,82	0,80	0,79	0,80	0,70
Допустимые уклоны	0,005	0,001	0,015	-	до 0,02
КЗИ	0,96	0,95	0,95	0,96	0,96
Допустимая скорость ветра, м/с	до 7	до 10	до 3	2-5	-

Продолжение приложения 11

Показатели	Среднеструйные дождевальные машины					
	ДКШ-64 -800	Фрегат 424-90	Днепр ДФ-120	КИ-50А	шлейф ШД-25- 100	КСИД -10А
1	2	3	4	5	6	7
Расход воды, л/с	64	90	120	47,2	25	12
Давление воды, МПа	0,40	0,59	0,45	0,80	0,50	0,66
Способ забора воды	из закрытой напорной сети					
Расстояние между каналами или трубопроводами, м	800	890	920	864	300	38
Слой дождя за проход машины, мм	-	23,8	-	-	-	-
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,27	0,30	0,30	0,28	0,17	0,007
Высота трубопровода над поверхностью земли, м	0,89	2,5	2,1	-	-	-
Способ дождевания	позиционный					
Производительность при поливной норме 300 м ³ , га/час	0,76		1,4			
600 м ³ , га/ч	0,39	0,56	0,71	0,29	0,12	0,008

Сезонная производительность, га	40-60	61	100-120	50	25-30	10
Коэффициент использования рабочего времени	0,82	0,96	0,78	0,83	0,80	1,0
Допустимые уклоны	0,02	0,05	0,02	0,10	0,07	0,1
КЗИ	0,98	0,99	0,97	0,97	0,99	0,99
Допустимая скорость ветра, м/с	до 5	до 5	до 5	1-3	2-5	до 5

Приложение 12

Расчетные нормативы по основным с.-х. культурам

Сельскохозяйственные культуры	Основная продукция	Зона полупустынь		
		закупочная цена 1ц, руб.	урожайность при орошении, ц/га	с.-х. затраты на 1 га орошенной площади, руб.
1	2	3	4	5
Пшеница озимая	зерно	655	30-40	22500-25800
Рожь озимая	зерно	495	20-25	19400-22600
Ячмень озимый	зерно	505	40-50	25500-28100
Кукуруза	зерно	560	50-60	33400-41100
Горох	зерно	700	20-25	16000-19200
Соя	зерно	800	20-25	13500-17500
Кукуруза на силос	зел. масса	50	300-400	26600-29200
Сорго на силос	зел. масса	60	400-500	29200-2400
Подсолнечник	семена	1800	20-25	13400-16100
Суданка	сено	400	50-70	9000-10800
Сахарная свекла	корни	3200	250-350	57500-65300
Кормовая свекла	корни	200	500-600	58000-67700
Картофель	клубни	3000	120-150	180000-185000
Люцерна	сено	600	70-90	14000-16200
Культ. пастбища	сено	350	25-30	8000-9200
Капуста белокочан.	кочаны	3500	200-300	20700-26500
Томаты	плоды	3500	300-400	12000-14000
Огурцы	плоды	2700	200-250	36400-43500
Плодовые культуры:				
а) абрикос	плоды	1500	40-50	80000-85000
б) черешня	плоды	2000	30-40	104000-124000
в) яблоня	плоды	3000	80-90	133000-1415000
Виноград	ягоды	3000	100-120	40000-45500
Виноград молодой	ягоды	3000	40-50	37500-39500
Саженьцы винограда	саженцы	30	30-35тыс. шт/га	265000-294000

Болат-оол Чочала Кунгаевна

МЕЛИОРАЦИЯ

Практикум

Редактор Е.К. Сенди
Дизайн обложки К.К. Сарыглар

Сдано в набор. 15.06.2023. Подписано к печати. 26.06.2023.
Формат бумаги 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная.
Физ. печ. л. 6,1. Усл. печ. л. 5,6. Заказ №. 1829 Тираж 50 экз.

667000, г. Кызыл, ул. Ленина 36.
Тувинский государственный университет
Издательство ТувГУ.