

ФГБОУ ВПО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АГРОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра общего и орошаемого земледелия

МЕЛИОРАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

**методические указания
к лабораторным и практическим занятиям
для бакалавров по направлениям
«Агронмия» и «Садоводство»**

**Краснодар
2014**

Коллектив авторов:

Профессор В. П. Василько, доценты В. Н. Герасименко,
А. В. Сисо, ассистент С. А. Макаренко,
ст. преподаватель В. Н. Гладков

М-47 **Мелиоративное** земледелие: метод. указания к лабораторным и практическим занятиям для бакалавров по направлениям «Агрономия» и «Садоводство» / В. П. Василько [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 95 с.

Методические указания рассмотрены и утверждены методической комиссией агрономического факультета протокол № 6 от 24.02.2014 г.

© Коллектив авторов, 2014
© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет», 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мелиорация способствует значительному увеличению выхода продукции и снижению ее себестоимости, но это возможно только при оптимизации технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Успешное решение этой задачи требует улучшения качества подготовки квалифицированных кадров по мелиоративному земледелию. Отсюда возникает необходимость постоянного совершенствования на основе достижений современной науки и практики учебного процесса, и особенно на этапе закрепления теоретических знаний.

В настоящих указаниях изложены методики выполнения лабораторно-практических занятий по закреплению теоретического курса и получения навыков практического использования полученных знаний. Методические указания увязаны, с программой лекционного курса по мелиоративному и орошаемому земледелию для биологических и инженерных факультетов, с учетом специфики будущей профессии. Они облегчат усвоение и закрепление основ мелиоративного и орошаемого земледелия.

1. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ВОДОПРОЧНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Почва состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз. Твердая фаза является основой почвы. Она представлена комплексом разнообразных частиц, среди которых могут быть минералы различной величины и органические вещества в разной степени разложения.

Структурой почвы называют комки – почвенные агрегаты различной формы и величины, на которые она способна распадаться. Не все комки одинаково ценны с агрономической точки зрения. Выделяют агрономически ценные агрегаты размером 10–0,25 мм. Наиболее ценными считаются только те, которые не расплываются в воде, т. е. водопрочные.

Количество и прочность комков в почве подвергаются постоянному изменению в результате воздействия воды, корней растений, механических ударов (давления машин и орудий обработки) т. е. разрушение комков, происходит под влиянием механических, физико-химических и биологических факторов. Особенно ярко выражен этот процесс при орошении. Пользуясь методами учета структуры почвы, можно проследить за ее изменениям и разработать способы регулирования процессов разрушения и восстановления структуры почвы.

Существуют прямые и косвенные методы учета структурного состояния почвы.

К **косвенным** относятся методы: Фадеева–Вильямса (основан на учете количества воды, прошедшей через исследуемую почву в единицу времени); Н. И. Андрианова (позволяет определить водопрочность счетно-аналитическим путем по одному какому-либо размеру комков с учетом времени, прошедшего на распадание в воде комков, взятых для определения их прочности); капельный метод Д. Г. Виленского, в котором показателем водопрочности является количество капель и объем воды, израсходованной на разрушение комка.

К *прямым* методам определения прочности структуры относятся методы А. Ф. Тюлина, Г. И. Павлова, И. М. Бакшеева. Наиболее точным и легко доступным методом структурно-агрегатного анализа почвы является метод Н. И. Саввинова. Хорошие результаты дает определение водопрочности агрегатов при естественной влажности.

Прямые методы дают возможность определить степень разрушения агрегатов при воздействии на них воды.

При выполнении анализа любым методом необходимо строго соблюдать технику отбора средних образцов в полевых условиях. Обычно их берут почвенным буром на отведенных для этой цели площадках с ненарушенным состоянием почвы. При отборе проб соблюдают единообразие: средний образец почвы по Н. И. Саввинову составляют по каждой интересующей исследователя глубине в отдельности (0–10, 10–20, 20–30 и т.д.). Масса образца почвы по каждой глубине с каждого варианта исследований должна составлять 2,5 кг. При доведении образца почвы до воздушно-сухого состояния необходимо раздавить рукой крупные комки в момент оптимальной их влажности так, чтобы в высушенном образце не было комков диаметром более 1 см.

Свежие образцы дают более близкие результаты в параллельных определениях. Все образцы должны храниться один и тот же срок после доведения до воздушно-сухого состояния. По мере увеличения срока хранения образцов уменьшается процент водопрочных комков более 1 мм в диаметре и повышается процент содержания ила.

Отбор средних проб из сухих образцов почвы требует большой тщательности и единообразия в их составлении. Чем выше температура воды, в которой просеивается образец почвы, тем сильнее идет диспергация почвы. Поэтому вода должна быть взята из одного и того же источника, иметь одинаковый химический состав и температуру.

Ход определения. Для определения водопрочности почвенных агрегатов при естественной влажности отбирают навеску массой в 100 г. Ее переносят на набор сит с диаметром ячеей 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм, затем сита погружают в ванну с водой или выварку на 45 мин. По истечении этого времени замачивания почву просеивают: сита медленно поднимают на 5–6 см, не обнажая комков почвы на верхнем сите и быстро опускают вниз на 3–4 см. Выждав 3–4 с, пока комочки не опустятся на дно сита, опять медленно поднимают и быстро опускают на ту же глубину. Так повторяют 10 раз, затем, не вынимая всего набора сит из воды, снимают одно верхнее сито, а с остальными ситами повторяют этот же процесс еще 5 раз и вынимают сита с почвой из воды. Оставшиеся на сите агрегаты смывают слабой струей воды сначала в большой сосуд, затем из него сливается вода агрегаты переносятся в сосуд среднего размера, а из последнего почва переносятся в сушильный стаканчик.

После отстаивания воды в стаканчике, ее сливают, а почву высушивают в термостате в течение 6 ч при температуре 105°C. Содержание водопрочных агрегатов рассчитывается на абсолютно сухую навеску. Для установления массы абсолютно сухой почвы необходимо определить влажность почвы, взяток для анализа. Для этого одновременно с отбором образцов на водопрочность отбирают навеску массой 15–20 г для определения влажности и рассчитывают по формуле:

$$W = \frac{a}{b} \times 100, \%$$

где W – влажность почвы в % от абсолютно сухой массы, %;
 a – масса испарившейся при сушке воды, г;
 b – масса абсолютно сухой почвы, г.

Массу абсолютно сухой почвы, взятой для анализа, вычисляют после определения влажности по формуле:

$$M = \frac{100g \times 100\%}{100\% + W\%}, \text{ Г}$$

где M – масса абсолютно сухой почвы, взятой для анализа, г;
 100 – навеска, в которой определялась водопрочность, г;
 W – влажность исследуемой почвы, %.

После вычисления массы абсолютно сухой почвы рассчитывают процентное содержание каждой фракции по следующей пропорции:

$$\begin{aligned} & \text{масса абсолютно сухой почвы, г} - 100\% \\ & \text{масса каждой фракции, г} - x\% \end{aligned}$$

Рассчитанное содержание каждой фракции заносят в таблицу 1 и рассчитывают сумму водопрочных агрегатов. Таблица 1 – Результаты определения водопрочности почвенных агрегатов

№ почвы	Культура	Число поливов, шт.	Норма полива, м ³ /га	Размер агрегатов, мм; содержание, %					Сумма водопрочных агрегатов, %
				более 3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	
1									
2									
3									

На основании полученных результатов необходимо сделать выводы, наметить мероприятия, уменьшающие отрицательное воздействие поливной воды на почву и способствующие повышению плодородия орошаемых земель.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

Вопрос о допустимой концентрации солей в поливной воде важен и сложен. По А. Н. Антипову-Каратаеву, предел суммарного содержания солей в воде (плотный остаток) – 0,8–1 г/л. При большем содержании солей надо выяснить, какие именно соли входят в раствор, и по ним судить о пригодности воды для полива.

В преобладающем большинстве природные воды содержат следующие ионы: SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , которые в оросительной воде можно определить следующим образом.

Определение иона SO_4^{2-} . 100 мл исследуемой воды выпарить до 50 мл, перенести в химический стакан, подкислить 10%-ным раствором соляной кислоты по метиловому красному до явно кислой реакции и нагреть до кипения. Если при этом выпадает осадок, то отфильтровать через плотный фильтр, промыть горячей дистиллированной водой, подкисленной соляной кислотой, и приступить к осаждению.

Прилить 1 мл (10 капель из капельницы) 1%-го раствора пикриновой кислоты. Нагреть до кипения и охлаждать SO_4^{2-} горячим раствором 10%-ного хлористого бария. Кипятить 5 мин, затем на горячей бане дать отстояться 20 мин. Отфильтровать через беззольный фильтр, промыть горячей подкисленной водой. Фильтры подсушить в сушильном шкафу, а затем прокалить в муфеле при 750°C во взвешенном фарфоровом тигле (осадок поставить в холодный муфель). Время прокаливания 20 мин. Тигли с осадком охладить и взвесить на аналитических весах.

Вычисление (пример). Вес осадка сернокислого бария равен 0,0842 г. Это соответствует $0,0842 \times 0,411 = 0,035$ г или 35 мг в 100 мл исследуемой воды, а в литре будет 350 мг, где 0,411 – коэффициент перерасчета на SO_4^{2-} .

Для перерасчета мг в литре в мг-экв в литре надо разделить на 48 ($350 : 48 = 7,3$ мг-экв./л), где 48 – эквивалентный вес SO_4^{2-} .

Определение CO_3^{2-} . 10 мл исследуемой воды поместить в коническую колбу и добавить две капли фенолфталеина. В зависимости от интенсивности окраски воду титровать раствором серной кислоты 0,01 или 0,02 Н до обесцвечивания индикатора.

Расчет CO_3^{2-} :

$$x = \frac{a \times K \times N \times 1000}{y} \text{ мг-экв./л}, \quad (1)$$

где a – объем кислоты, расходуемой на титрование;

N – нормальность серной кислоты;

K – поправочный коэффициент на нормальность;

y – объем исследуемой воды, взятой для титрования.

Для перевода мг-экв. в г/л надо полученный результат умножить на 30, где 30 – эквивалентный вес CO_3^{2-} и разделить на 1000.

Определение HCO_3^- . По окончании титрования растворимых карбонатов, а если они отсутствуют, то непосредственно после добавления фенолфталеина, в ту же колбу прилить 1–2 капли раствора метилового оранжевого и титровать 0,01 Н раствором серной кислоты до изменения окраски от желтой до оранжевой.

Титрование проводится со «свидетелем» (10 мл дистиллированной воды + 1–2 капли раствора метилового оранжевого).

Расчет HCO_3^- . Расчет проводится по выше приведенной формуле (1), однако в расчет берется сумма объемов 0,01 Н H_2SO_4 , израсходованного на титрование с фенолфталеином и метиловым оранжевым.

Для перевода мг-экв. в г/л надо полученный результат умножить на 61, где 61 – экв. вес HCO_3^- и разделить на 1000.

Определение общей жесткости (суммы Ca^{2+} и Mg^{2+}).

Берется 25 мл исследуемой воды и доливается до 100 мл дистиллированной водой, затем приливается 5 мл аммиачного буферного раствора и 6–7 капель хрома темно-синего, медленно титруется раствором трилона Б при интенсивном помешивании до перехода вишнево-красной окраски в синюю или фиолетово-синюю.

Расчет общей жесткости:

$$x = \frac{a \times K \times N \times 1000}{y} \text{ мг-экв./л,}$$

где a – расход трилона Б, мл;

N – нормальность трилона Б;

K – поправочный коэффициент на нормальность;

y – объем воды, взятой для анализа, мл.

Определение Ca^{2+} . К 25 мл исследуемой воды, долитой до 100 мл дистиллированной водой, добавляют 5 мл 2 Н раствора едкого натра и щепотку мурексида и медленно титруют раствором трилона Б до явного изменения окраски раствора.

Определение выполняют в двух пробах, причем первую слегка перетитровывают и используют в качестве свидетеля при титровании второй пробы.

Расчет Ca^{2+} . Расчет проводится по выше приведенной формуле.

Магний (в мг-экв./л) определяют по разности между общей жесткостью ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$) и содержанием Ca^{2+} мг-экв./л.

Для перевода содержания Ca^{2+} в г/л необходимо число мг-экв. умножить на 20 (эквивалентный вес Ca^{2+}) и разделить на 1000. Для перевода содержания Mg^{2+} в г/л необходимо число мг-экв. умножить на 12 и разделить на 1000.

Определение СТ. Метод основан на титровании воды азотнокислым серебром в присутствии хромовокислого калия.

Определение объема исследуемой воды, необходимой для анализа.

В пробирку помещают 10 мл исследуемой воды и приливают к ней несколько капель 5%-ного раствора азотнокислого серебра:

- а) если помутнения нет, то и хлора нет;*
- б) появляется опалесценция – хлор есть, тогда для титрования берут 10 мл воды;*
- в) при выпадении небольшого осадка берут 10 мл воды;*
- г) осадок большой – берут 5 мл воды.*

Установленный объем воды помещают в колбу и нейтрализуют 0,01 Н раствором серной кислоты (синяя лакмусовая бумага становится красной); прибавляют 1 мл 10%-ного хромата калия и титруют 0,01 Н раствором азотнокислого серебра до изменения желтой окраски раствора в оранжево-красную.

Расчет СТ:

$$x = \frac{a \times K \times N \times 1000}{y} \text{ мг-экв./л,}$$

- где
- a* – число мл 0,01 Н раствора AgNO_3 , израсходованного на титрование;
 - K* – поправочный коэффициент на нормальность;
 - N* – нормальность азотнокислого серебра;
 - y* – объем исследуемой воды, взятой для титрования.

Для перевода содержания хлора в г/л нужно значение в мг-экв. умножить на 35,5 (35,5 – эквивалентный вес хлора) и разделить на 1000.

Содержание натрия определяется по разности между суммой анионов и суммой катионов. Если есть пламенный фотометр, тогда содержание натрия в оросительной воде лучше определить на этом приборе.

Определение общего содержания солей в воде (общей минерализации воды). Определение минерализации по сухому остатку. В предварительно высушенную и выпаренную фарфоровую или алюминиевую чашку пипеткой вливают 50 см³ исследуемой воды и выпаривают на водяной бане. При малом количестве легкорастворимых солей можно приливать еще несколько раз по 50 мл. Затем чашку с осадком высушивают в шкафу 3 ч при 105°С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Если сухой остаток превышает 0,1 г, то его повторно высушивают в течение 1–2 ч и взвешивают на аналитических весах.

Расчет сухого остатка:

$$x = \frac{(a - b) \times 1000}{y} \text{ г/л,}$$

где x – сухой остаток, г/л;

a – масса чашки с сухим остатком, г;

b – масса пустой чашки, г;

1000 – перерасчет на 1 л;

y – масса воды, взятой для анализа, г.

Полученная величина сухого остатка, как правило, выше содержания водорастворимых солей, так как в воде могут быть минеральные и органические примеси (муть). Поэтому расчет общего содержания солей проводят также путем сложения содержания всех катионов и анионов (в г/л). Результаты расчета записываются в таблицу 2.

Таблица 2 – Содержание ионов в оросительной воде, мг-экв.

Вариант воды	Минерализация, г/л	Катионы			Анионы				Ирригационный коэффициент «К»	Опасность засоления	Опасность осолонцевания
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻			
1											
2											
3											

Оросительную воду необходимо оценивать с четырех основных позиций:

- по общему содержанию солей в поливной воде;
- по ирригационному коэффициенту (коэффициенту Стеблера);
- по степени опасности засоления почвы;
- по степени опасности осолонцевания почвы.

Классификация оросительных вод по степени минерализации:

- пресные – менее 1,0 г/л;
- слабоминерализованные – 1,0-3,0 г/л;
- среднеминерализованные – 3,0-10,0 г/л;
- сильноминерализованные – 10,0-50,0 г/л.

Расчет ирригационного коэффициента

Охарактеризовать степень пригодности слабоминерализованной воды к поливу можно по ирригационному коэффициенту, расчет которого приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет ирригационного коэффициента

Соотношение концентраций, мг-экв./л	Формула расчета ирригационного коэффициента
1. Содержание иона Na^+ меньше, чем содержание иона Cl^- , присутствуют хлориды натрия	$K = \frac{288}{5r\text{Cl}^-}$
2. Содержание иона Na^+ больше, чем содержание иона Cl^- , но меньше суммарного содержания ионов сильных кислот; присутствуют хлориды и сульфаты	$K = \frac{288}{r\text{Na}^+ + 4r\text{Cl}^-}$
3. Содержание иона Na^+ больше суммарного содержания ионов сильных кислот; присутствуют хлориды, сульфаты и карбонаты	$K = \frac{288}{10r\text{Na}^+ - 5r\text{Cl}^- - 9r\text{SO}_4^{2-}}$

В этих формулах ионы выражены в мг/экв. и r обозначает содержание данного иона в мг/экв. Вода оценивается по вычисленному значению K (таблица 4).

Для характеристики высокоминерализованных вод оценка ее качества по ирригационному коэффициенту не приемлема.

Таблица 4 – Качество оросительной воды по ирригационному коэффициенту

Значение K	Пригодность воды для орошения
Более 18	Хорошая, успешно применяется для орошения
18–6	Удовлетворительная, в почве могут накапливаться щелочи
5,9–1,2	Неудовлетворительная, при поливе необходим искусственный дренаж
Менее 1,2	Плохая, непригодная для орошения

Оценка оросительной воды по степени опасности засоления

Для оценки опасности воды по степени засоления почв рекомендуется классификация, в основу которой положены общая концентрация солей и показатель по хлору (отношение иона хлора к сульфат-иону) (рисунок 1).

По этой классификации также выделяется 5 классов воды и 8 групп, требующих специальных агротехнических мероприятий для предупреждения вторичного засоления почвы.

Вода I класса – вполне пригодная для всех типов почв и культур;

Вода II класса – пригодная для большинства типов почв и культур;

Вода III класса – ограничено пригодная;

Группы воды:

III₁, III₂, III₃, III₄ – пригодные для орошения на песках, легких и средних дренированных почвах для культур средней и сильной солеустойчивости;

Вода IV класса – условно пригодная;

Группы воды:

IV₁, IV₂, IV₃, IV₄ – пригодные на песках для культур средней и сильной солеустойчивости.

Вода V класса – не пригодна для орошения.

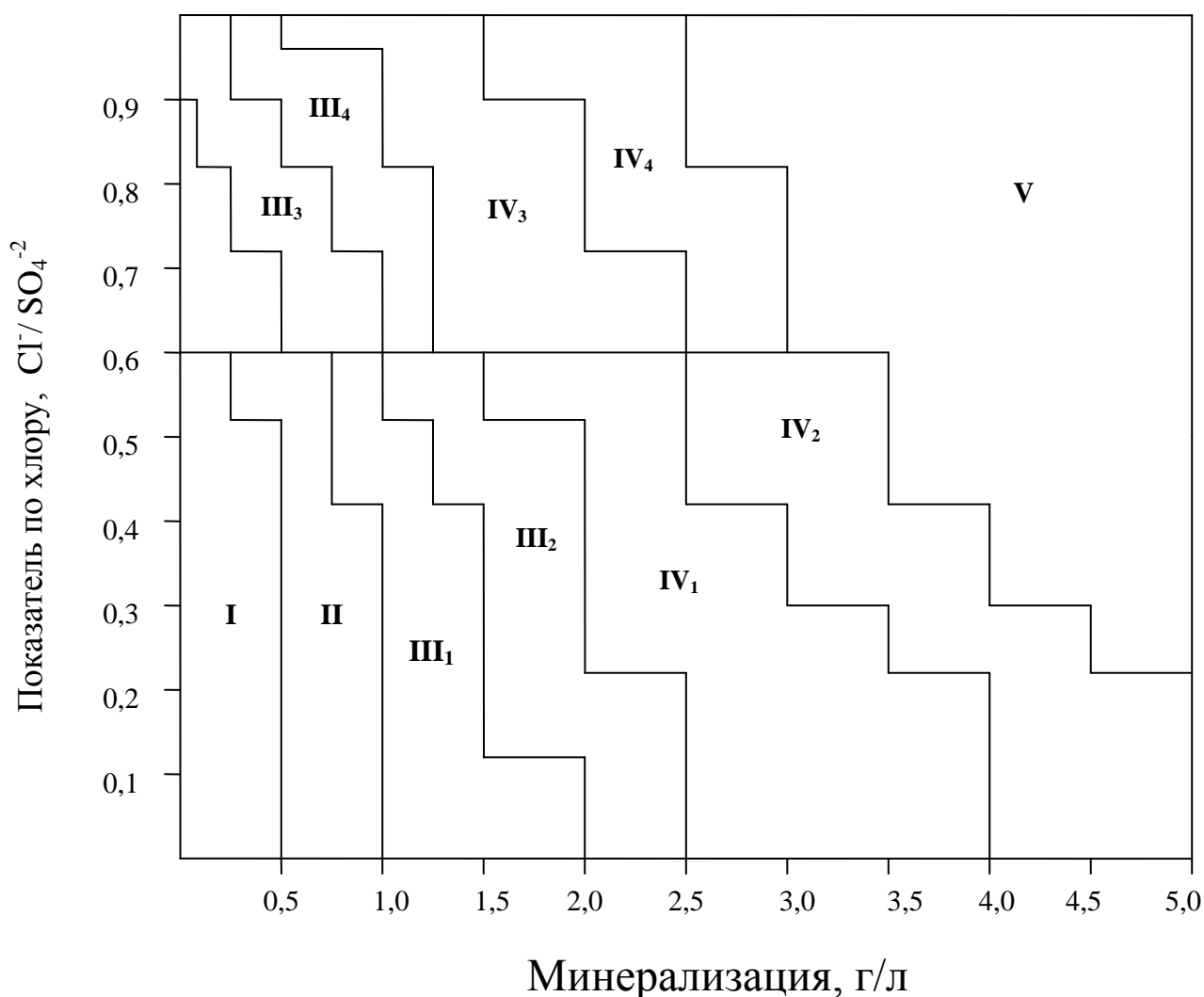


Рисунок 1 - Классификация оросительной воды по степени опасности засоления почв

Оценка оросительной воды по степени опасности осолонцевания почвы.

Осолонцевание почвы – это процесс внедрения в почвенный поглощающий комплекс (ППК) натрия. Чем больше натрия среди других обменных катионов ППК, тем выше солонцеватость почвы.

Отрицательное действие солонцеватости заключается в том, что органо-минеральная масса почвы, содержащая натрий, становится более гидрофильной, т.е. способной в большем количестве связывать воду. При этом увеличивается набухание почвы во влажном состоянии, а при усыхании – образуются глыбы и крупные трещины. Почвенные коллоиды становятся более растворимыми, более подвижными.

Оценку оросительной воды по опасности осолонцевания почвы устанавливают по общему содержанию солей и натриевому показателю (рисунок 2), который рассчитывается по формуле:

$$P_{Na} = \frac{Na^+}{Na^+ + Ca^{++} + Mg^{++}} \times 100$$

По этой классификации выделено 5 классов воды и 12 групп:

Вода I класса – можно использовать для полива всех культур на любых типах почв. Длительное ее применение не ухудшает физических свойств почвы, урожайность не снижается по сравнению с пресными водами;

Вода II класса – пригодна для большинства культур и типов почв. Слабо осолонцовывает почву, при длительном ее применении содержание поглощенного натрия может достигать до 10% емкости катионного обмена, урожай снижается на 5–20%. При орошении каштановых и темно-каштановых почв обязательно применение химических мелиорантов;

Вода III класса – ограниченно пригодна. Вызывает осолонцевание почвы, урожай снижается на 20–50% по сравнению с пресной водой. При необходимости ее использования обязательно применение специальных агротехнических мероприятий;

Группы воды:

Ш₁, Ш₂, Ш₃, Ш₄, Ш₅ – требуют разбавления и опреснения;

Ш₆, Ш₇ – необходима химическая мелиорация;

Ш₈, Ш₉, Ш₁₀, Ш₁₁, Ш₁₂ – требуется разбавление, опреснение и химическая мелиорация.

Вода IV класса – условно пригодная, вызывает осолонцевание почвы.

Группы воды:

IV₁, – требуют химической мелиорации;

IV₂, IV₃, IV₄ – необходимо разбавление, опреснение и химическая мелиорация.

Вода V класса: не пригодна для орошения.

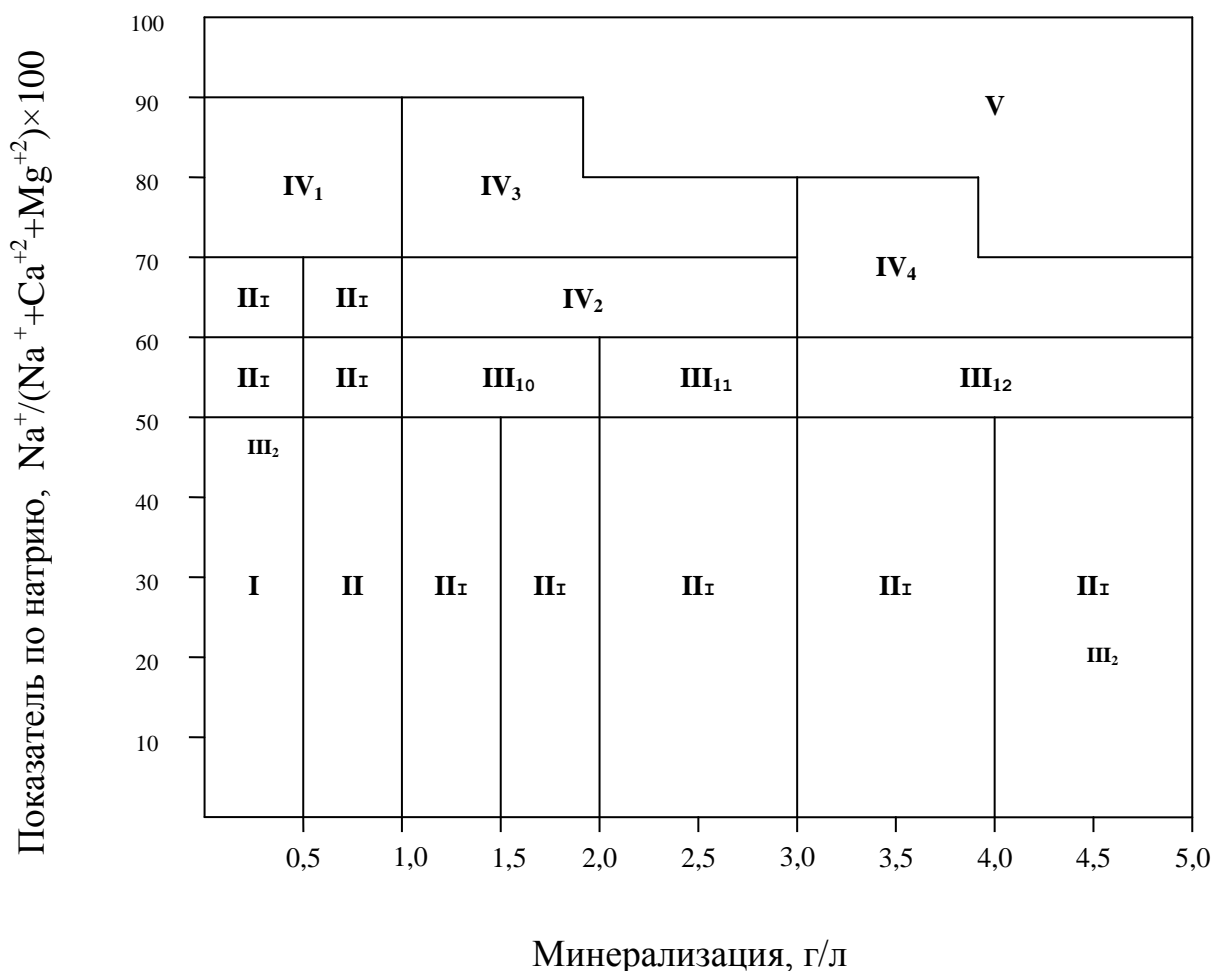


Рисунок 2 - Классификация оросительной воды по степени опасности осолонцевания почв

За рубежом оценку оросительной воды по опасности осолонцевания проводят на основе расчета натриевого равновесия (SAR).

$$SAR = \frac{1,41[Na^+]}{\sqrt{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}}$$

где $[Na^+]$, $[Mg^{2+}]$, $[Ca^{2+}]$ – содержание соответствующих катионов в оросительной воде в мг-экв./л.

Данная формула основана на том положении, что при превышении концентрации натрия над двухвалентными катионами возникает опасность вытеснения им кальция из поглощающего комплекса и замена на натрий. При этом может произойти осолонцевание почвы с резким ухудшением ее водно-физических свойств. Полученная в результате расчета величина SAR сравнивается с показателями таблицы 5.

Таблица 5 – Классификация оросительных вод по опасности осолонцевания

Минерализация воды, г/л	Опасность осолонцевания почв (SAR)			
	низкая	средняя	высокая	очень высокая
Менее 1	8–10	15–18	22–26	>26
1–2	6–8	12–15	18–22	>22
2–3	4–6	9–12	14–18	>18
Более 3	2–4	6–9	11–14	>14

При оценке пригодности воды для орошения необходимо учитывать свойства почвы. На тяжелых по гранулометрическому составу, уплотненных со слабой водопроницаемостью почвах необходимо применять воду с меньшей минерализацией и меньшей опасностью осолонцевания. На карбо-

натных почвах и почвах с близким залеганием гипсового горизонта (0,5–0,6 м) допускается применение воды более низкого качества.

Применение минерализованных вод не допускается при залегании УГВ менее критической глубины (2,5–3,5 м). Применяемая для орошения вода должна иметь рН в пределах 6–8. Не удовлетворяющую этим требованиям воду улучшают (мелиорируют) путем внесения в нее химических мелиорантов.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ПО ВЕЛИЧИНЕ «СУММАРНОГО ЭФФЕКТА» ТОКСИЧНЫХ ИОНОВ

Плодородие орошаемой почвы в значительной мере зависит от ее водно-солевого режима. На засоленных почвах нельзя получить максимального урожая без предварительных мероприятий по их опреснению. Борьба с засолением – одна из важнейших проблем в условиях орошения. При определенных условиях орошение может способствовать вторичному засолению земель.

В общий план предупреждения и борьбы с засолением входят широкомасштабные почвенно-мелиоративные и гидрогеологические исследования, которые должны опережать ход ирригационных работ. Особенно важно исследовать водно-солевой режим всей толщи почвы и грунтов, включая первый уровень грунтовых вод, для составления обоснованных мелиоративных прогнозов.

Засоленная почва содержит повышенное количество растворимых солей, вследствие чего увеличивается вододерживающая сила. У сильно засоленной почвы она почти в 4 раза больше, чем у слабо-засоленной.

Соли повышают осмотическое давление почвенного раствора, что ослабляет поступление воды в растение, возникает явление физиологической засухи.

Среди растворимых солей имеются вредные для растений (сода, хлориды, сульфаты); даже небольшое количество этих солей (0,2–0,5 % от массы сухой почвы) может оказаться губительным для них. Токсичны также ионы CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Их токсичность проявляется при различном содержании в зависимости от ботанического вида растений и почвенно-климатических условий.

Содержание солей в почве динамично. Отмечается сезонная миграция их в корнеобитаемом слое. Количество солей уменьшается в холодную пору, когда усиливается их вы-

нос вместе с током воды, и увеличивается в летние месяцы, за счет влаги, поднимающейся к испаряющей поверхности.

Б. Лархер рассматривает солеустойчивость как свойство цитоплазмы. Чувствительные к солям протопласты погибают в растворах, содержащих 1–1,5% NaCl, а солеустойчивые выносят до 6% и более.

Раскрывая природу солеустойчивости, особенности биохимии растений в условиях засоления и перспективы селекции сельскохозяйственных культур на солеустойчивость, Б. Л. Строгонов показал, что осмотическое действие солей выражается в обезвоживании цитоплазмы клеток, а токсическое – в нарушении обмена веществ, прежде всего азотных соединений. При этом подавляется синтез белков или усиливается их распад, вследствие чего накапливается аммиак, повышается содержание некоторых аминокислот, диаминов, сульфоксидов и др. Это ведет к отравлению клеток.

Б. Лархер отмечает, что растения-галофиты в точности компенсируют концентрацию почвенного раствора благодаря накоплению соли в клеточном соке, у этих растений содержание солей в тканях регулируется выделением их и усиленным накоплением воды (суккулентность). Выделение солей происходит при помощи эпидермальных образований – солевых желез и волосков. Некоторые растения защищают себя от избытка солей путем ультрафильтрации раствора через плазмолемму клеток корневой паренхимы. Удаляются соли также путем сбрасывания старых листьев с высоким содержанием вредных соединений. Приспособление растений к условиям засоления почвы многообразно.

Сельскохозяйственные культуры по солеустойчивости подразделяются на три группы:

Однако, любая классификация культур по солеустойчивости условна и должна уточняться. У большинства сельскохозяйственных культур солеустойчивость изменяется в процессе развития. Наиболее слабая она обычно в период прорастания и начального роста.

Таблица 6– Солеустойчивость некоторых культурных растений (по данным Ковда)

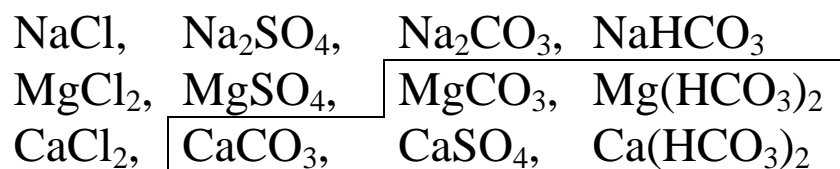
Неустойчивые	Среднеустойчивые	Устойчивые
Фасоль (зерно)	Рожь	Ячмень
Клевер	Пшеница	Сахарная свекла
Редис	Сорго	Рапс
Фасоль (зеленые бобы)	Соя	Хлопок
Груша	Кукуруза	Пырей высокий
Яблоня	Рис	Овсяница высокая
Слива	Подсолнечник	Лядвенец рогатый
Абрикос	Суданская трава	Спаржа
Персик	Люцерна	Шпинат
Земляника	Овсяница луговая	
Калина	Томат	
	Капуста кочанная	
	Картофель	
	Лук	
	Перец	
	Тыква	
	Огурцы	
	Горох	
	Гранат	
	Виноград	

В различных почвах может присутствовать одно и то же количество солей, но в зависимости от их состава почвы могут обладать разной степенью засоленности, что обусловлено неравноценной токсичностью для растений различных легко-растворимых солей. Поэтому, чтобы установить степень засоленности почвы, необходимо рассмотреть методику расчета токсичных и нетоксичных солей по данным анализа водной вытяжки, в которой представлены данные плотного остатка, pH и наиболее распространенных катионов и анионов: CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ в миллиграмм эквивалентах на 100 грамм почвы и в процентах от веса почвы. Данные анализа представляются в виде таблицы

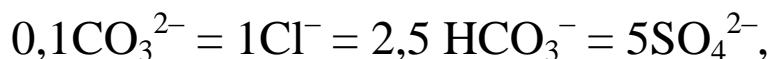
(таблица 7).

Метод расчета токсичных и нетоксичных солей основан на связывании ионов в определенной последовательности, начиная от менее растворимых к более растворимым.

Перечисленные соли можно расположить в следующий ряд по токсичности:



Сверху ломаной линии соли токсичные, ниже относительно безвредные. Наиболее вредные: карбонат натрия и калия (сода, поташ), а также все хлориды. Если принять токсичность хлорида за единицу, то можно составить следующий ряд:



Согласно тождеству токсичность CO_3^{2-} в 10 раз выше, чем хлор-иона. Хлор-ион в 2,5 раза токсичнее HCO_3^- и в 5 раз выше SO_4^{2-} . На основе этого соотношения можно составить суммарную токсичность содержащихся в почве солей.

Для выделения из общего количества катионов и анионов токсичных ионов следует произвести следующий расчет. При наличии CO_3^{2-} его связывают с эквивалентным количеством Ca (CaCO_3). Далее связывают HCO_3^- с Ca^{2+} в $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Если остался несвязанный HCO_3^- , то эту его часть связывают с магнием в $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Если при этом остался Ca^{+2} , то это количество связывают с эквивалентным количеством SO_4^{2-} в CaSO_4 .

Таким образом, из расчета выводится то количество миллиграмм-эквивалентов HCO_3^- и SO_4^{2-} , которое связывается с кальцием и магнием в слаборастворимые гидрокарбонат и сульфат. Остальное количество мг-экв. HCO_3^- , SO_4^{2-} и Cl^- относят к растворимым и токсичным солям.

Пример расчета «суммарного эффекта», представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет «суммарного эффекта» токсичных ионов

Слой почвы, см	Содержание: мг-экв. на 100 г почвы						«Суммарный эффект» токсичных ионов
	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	
0–20	1,45	2,5	11,05	10,11	4,00	3,15	2,98
20–40	1,70	2,0	13,00	7,89	1,92	2,05	3,36

В нашем примере в слое 0–20 см весь кальций связывается с HCO_3^- и SO_4^{2-} , при этом из токсичных ионов остается 2,39 мг-экв. SO_4^{2-} , а также 2,5 мг-экв. Cl^- в 100 г почвы.

Суммарный эффект токсичности в слое 0–20 см равен:

$$2,5\text{Cl} + \frac{2,39\text{SO}_4}{5} = 2,5 + 0,48 = 2,98 \text{ мг-экв. на } 100 \text{ г почвы}$$

Аналогично ведется расчет и для слоя 0–40 см.

Данные расчетов сравнивают с критериями, приведенными в таблице 7.

Таблица 8 – Характеристика почв по степени засоления

Степень засоления почвы	Величина «суммарного эффекта» токсичных ионов, мг-экв. Cl^- на 100 г почвы
Незасоленные	0,3
Слабозасоленные	0,3–1,0
Среднезасоленные	1,0–3,0
Сильнозасоленные	3,0–7,0
Очень сильнозасоленные	7,0

В приведенном примере величина «суммарного эффекта» токсичных ионов составляет 2,98 и 3,36 мг-экв., следовательно в слое 0–40 см почва сильнозасоленная.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

а) *Определение влажности почвы термостатно-весовым методом*

Влажностью почвы называется содержание в ней воды, выраженное в процентах к массе абсолютно сухой почвы или поливной влагоемкости. Влажность почвы в естественных условиях непрерывно изменяется, поэтому её устанавливают для определенных целей в каждом конкретном случае. Для своевременного назначения срока очередного полива и установления поливной нормы влажность определяют через 10–11 дней после предшествующего полива под полевыми культурами и через 6–8 дней – под овощными.

В условиях орошения влажность почвы определяется на глубину распространения основной массы корней того или иного растения в каждом 10-сантиметровом слое в трехкратной повторности.

Ход определения. Пробы почвы для определения её влажности берут специальным буром, чаще всего системы С. Ф. Неговелова или буром Н. И. Саввинова. Бур погружают в почву до соответствующей метки, обозначающей глубину. Затем делают один оборот бура вокруг оси, чтобы оторвать столбик почвы, заключенный в его полости, от нижележащего слоя. После этого бур осторожно вынимают. Взятую пробу почвы помещают в алюминиевый стаканчик – бюкс, взвешивают и ставят в сушильный шкаф. Почва высушивается в течение 6 часов при температуре 105°C. После окончания высушивания стаканчики вынимают из шкафа, охлаждают в эксикаторах и снова взвешивают.

Расчет влажности почвы ведется по формуле:

$$W = \frac{a - b}{b - c} \times 100\%,$$

где W – влажность в % от абсолютно сухой массы почвы;

a – масса почвы и бюкса до высушивания, г;

b – масса почвы и бюкса после высушивания, г;

c – масса бюкса, г.

Форма записи:

Наименование почвы – _____

Место взятия пробы – _____

Дата – _____

Глубина, см	№ бюкса	Масса, г				Влаж- ность, %
		пустого бюкса	бюкса с сырой почвой	испа- рившей- ся воды	абсо- лютно сухой почвы	
0–10						
10–20						
20–30						

На основании полученных данных рассчитываются запасы воды в почве.

Задание. Рассчитать запасы воды в почве: общий, продуктивный и непродуктивный в тоннах на гектар и в мм водяного столба.

$$P_{\text{общ.}} = W \times h \times d \times 100 \%,$$

где $P_{\text{общ.}}$ – общий запас воды, $\text{м}^3/\text{га}$;

W – найденный процент влаги в исследуемом слое, %;

h – глубина исследуемого слоя, м;

d – объемная масса этого же слоя, $\text{т}/\text{м}^3$.

Чтобы выразить запас воды в мм водяного столба, необходимо запас в тоннах разделить на 10, т.к. слой воды толщиной 1 мм на площади 1 га соответствует 10 т.

Расчет недоступной влаги определяется по той же формуле, только вместо полевой влажности W подставляют влажность завядания, которая для выщелоченных черноземов составляет в среднем 15%, на обыкновенном – 13%, слитом – 16%.

Продуктивный запас находится по разности между общим и непродуктивным.

$$P_{\text{продукт.}} = P_{\text{общ.}} - P_{\text{непродукт.}}$$

б) Ускоренные методы определения влажности почвы

Наряду с термовесовым методом, существует ряд экспресс методов. Большинство их основано на изменении электропроводности влажной почвы. На этой основе разработаны приборы влагомеры. Среди них есть стационарные и переносные конструкции. В стационарных конструкциях датчики в виде двух пластин, разделенных диэлектриком, закладываются в почву на разную глубину и на разном расстоянии друг от друга. Провода от датчиков выводятся на прибор, регистрирующий электропроводность. Прибор состоит из блока питания, индикатора тока (микроамперметр) и коммутатора. Ток от блока питания подается в цепь, состоящую из прибора – индикатора и электродов. При наличии влаги, между пластинами проходит электрический ток, который фиксируется прибором.

Величина тока находится в прямой зависимости от содержания влаги. Для каждой почвы прибор тарируется, т.е. определяется, какой величине тока соответствует данная влажность.

Переносные влагомеры этого типа имеют сходную конструкцию, только датчики – пластины установлены на конце тростьевидного щупа. В поле щуп вдавливается в почву на заданную глубину, и по показателю микроамперметра определяют влажность почвы. Электрометрические приборы дают достоверные показатели в диапазоне от влажности завядания до предельной полевой влагоемкости.

Наряду с электрометрическим методом существует **тензометрический метод** определения влажности почвы. Он основан на явлении удержания влаги в почве менисковыми силами капилляров. Чем в более тонких капиллярах находится влага, тем с большей силой она удерживается в них. Приборы-тензиометры представляют собой сосуд в виде трубки, нижняя часть которого соединена с микропористой фаянсовой мембраной. В верхней части присоединен манометр. Трубка заполняется полностью водой, закрывается герметич-

но и погружается в почву фаянсовым наконечником. При соприкосновении наконечника с почвой последняя отсасывает воду из тензиометра через пористую мембрану. Возникает напряжение воды в тензиометре, которое и фиксируется манометром. Если предварительно опытным путем найти зависимость между показаниями манометра и влажностью почвы, то можно контролировать содержание влаги в почве.

Существуют устройства позволяющие вытеснять, выдавливать влагу из почвы и тем самым определять ее содержание и силу, с которой она удерживается почвой. Известно, что разная по доступности растениям вода связана в почве известным давлением менисковых сил. Методы основаны на прессовании, центрифугировании или отсасыванием влаги из почвы под данным давлением. С. Ф. Неговеловым разработан портативный переносной пресс, с помощью которого влага выдавливается в пачку индикаторной бумаги, окрашивающееся при проникновении в нее влаги. Чем больше влаги содержится в почве, тем больше слоев бумаги в пачке она промочит и окрасит. Этот метод позволяет определить в поле содержание в почве доступной влаги.

Как видно из краткого обзора, существуют различные устройства для быстрого определения влажности почвы. Однако все они требуют тарировки с помощью классического термовесового метода.

Органолептический метод определения влажности почвы

Этот метод применяется в полевых условиях при отсутствии специальных приборов для определения влажности почвы. Например, оптимальные условия увлажнения для выбора обработки можно определить органолептически.

1. **Почва мокрая** – при сжатии рукой комка почвы вода сочится сквозь пальцы.

2. **Почва сырая** – при сжатии комка почвы вода не со-

чится сквозь пальцы, ладонь увлажняется, почва легко деформируется, при падении с высоты 1 м комков почвы не рассыпается.

3. **Почва влажная** – приложенный лист фильтровальной бумаги промокает, при падении с высоты 1 м комков почвы распадается на мелкие комочки.

4. **Почва спелая** – на ощупь прохладная, при падении с высоты 1 м комков почвы распадается на крупные комки, к рукам не прилипает, при растирании в пальцах не пылит.

5. **Почва сухая** – при растирании пылит.

5. НАЗНАЧЕНИЕ ОЧЕРЕДНОГО СРОКА ВЕГЕТАЦИОННОГО ПОЛИВА И РАСЧЕТ ПОЛИВНОЙ НОРМЫ

1.1 Способы полива

Полив - это распределение воды на поливном участке. Техническое осуществление процесса полива называется техникой полива.

Существует несколько способов подачи и распределения оросительной воды на орошаемых полях.

1. *Поверхностный полив* - распределение оросительной воды по поверхности почвы, вода поступает и поглощается почвой сверху;

Подразделяется на:

- полив по бороздам,
- полив по полосам,
- полив затоплением;

2. *Полив дождеванием* - разбрызгивание воды в виде искусственного дождя при помощи специальных машин, агрегатов и установок. Увлажнение, происходит не только активного слоя почвы, но и наземных частей растений. Дождевание может, осуществляется из открытой или закрытой оросительной сети;

3. *Внутрипочвенный или подпочвенный полив* - подведение воды не с поверхности, а снизу по заложенным в земле устройствам (трубам и др.). Увлажнение активного слоя почвы происходит за счет всасывающей силы почвы;

4. *Капельный полив* - увлажнение почвы осуществляется с помощью специальных трубок с капельницами в зоне максимального развития корневой системы растений;

5. *Аэрозольный полив* - с помощью специальных устройств обеспечивает частые поливы при очень малых поливных нормах, позволяет регулировать микроклимат, поддерживать относительную влажность воздуха на высоте растений в пределах 70-80 %.

1.2 Назначение срока полива и расчет поливной нормы по влажности корнеобитаемого слоя почвы

Для назначения срока очередного вегетационного полива в активном корнеобитаемом слое почвы вычисляется средний процент влаги и выражается в % от НВ.

Очередной вегетационный полив назначается, когда влажность в этом слое почвы опустится до нижнего предела иссушения:

Таблица 9 – Режимы орошения основных полевых и овощных культур на Кубани

Культура	Фаза вегетации	Глубина увлажнения почвы, м	Предполивная влажность почвы, % НВ
Зерновые культуры			
Пшеница озимая и ячмень	От посева до выхода в трубку	0,5	70-75
	От выхода в трубку до молочной спелости	0,6	75-80
	От молочной спелости до полного созревания	0,6	70-65
Кукуруза на зерно	От посева до образования 7-9 листьев	0,6	75-80
	От образования 7-9 листьев до налива зерна	0,7	80-75
	От налива зерна до полного созревания	0,7	75-70
Овощные культуры			
Капуста ранняя и поздняя	Приживание рассады и образование розетки	0,35	85-80
	Образование кочана и созревание	0,45	80-75
Томаты рассадные	От посадки до цветения	0,4	85-80
	Цветение, налив плодов	0,5	80-75
	Созревание плодов	0,5	75-65
Томаты безрассадные	От посева до цветения	0,35	80-75
	Цветение, налив плодов	0,5	80-75
	Созревание плодов	0,5	75-65
Перцы, баклажаны	От посадки до цветения	0,4	75-80
	От цветения до конца созревания	0,5	80-75
Огурцы	От посева до цветения и появления завязи	0,35	80-85
	От появления плодов первого сбора до конца вегетации	0,3	90-85
Горох на лопатку	Весь вегетационный период	0,45	80-75

Технические культуры			
Сахарная свекла	От посева до формирования листьев	0,45	70-75
	Активный рост корнеплодов	0,6	80-75
	Накопление сахара	0,65	75-65
Соя	От ветвления до бутонизации	0,4	65-70
	От бутонизации до образования бобов	0,5	80-75
Яровой рапс	От цветения до налива семян	0,4	75-80
Картофель весенней посадки	От посадки до массового цветения	0,45	80-75
	От массового цветения до подсыхания ботвы	0,5	75-70
Кормовые культуры			
Люцерна на сено, зеленый корм	Весь период вегетации	0,65	75-80
Суданская трава на зеленый корм	От посева до выметывания (появление усов) и так под каждый укос	0,7	80-75
Кукуруза на силос и поукосный посев	В течении всей вегетации до уборки	0,5	80-75
Бахчевые культуры			
Тыква	От посева до цветения	0,3	75-80
	От цветения до съемочной спелости	0,4	80
	От съемочной спелости до массовой уборки	0,4	75

Поливная норма рассчитывается по формуле:

$$m = 100 \times H \times d \times (W_{HB} - W),$$

где m – норма полива, м³/га;

H – глубина увлажняемого слоя, м;

d – объемная масса почвы, т/м³;

W – влажность перед поливом, %;

W_{HB} – влажность почвы при насыщении ее до НВ, %.

Фактическая поливная норма устанавливается с учетом потерь воды на испарение, то есть умножается на коэффициент 1,1-1,15.

2. Назначение срока вегетационного полива по физиологическим показателям

а) Назначение полива по концентрации клеточного сока

В последнее время распространение получают физиологические методы назначения поливов, учитывающие состояние растений, определяемое всем комплексом внешних условий. Эти методы позволяют объективно устанавливать степень водообеспеченности растений, а, следовательно, и потребности их в пополнении почвы влагой. Такие методы довольно просты и не требуют много времени на определение особенно при диагностике полива по концентрации клеточного сока.

Для установления концентрации клеточного сока листьев на посевах в 20–30 га с отбором необходимого количества проб и их анализом с помощью рефрактометра требуется не более 40–60 минут.

Концентрацию клеточного сока можно выражать в атмосферах, поскольку между концентрацией растворов сахарозы и осмотическим давлением существует определенная зависимость. Имея в виду, что в клеточном соке, кроме сахаров, растворены и другие оптически активные соединения, мы выражаем концентрацию клеточного сока условно процентной концентрацией раствора сахарозы по шкале, расположенной в правой стороне поля зрения рефрактометра.

Определить концентрацию клеточного сока необходимо при температуре воздуха и сока +20°C.

Ход определения. Перед определением процентного содержания сухих веществ в растениях рефрактометр необходимо установить на нуль (по дистиллированной воде). Пробы отбираются в 6–10-кратной повторности. Листья берутся с определенного яруса.

М. Ф. Лобов в результате своих исследований с овощными культурами пришел к выводу:

– ростовые процессы наиболее интенсивно протекают при 5–10% сухих веществ, то есть при оводненности растений с содержанием воды в клеточном соке в пределах 90–95%.

– при 12% сухих веществ ростовые процессы приостанавливаются;

– при дальнейшем повышении концентрации сухих веществ рост прекращается и растение завядает.

По М. Ф. Лобову очередной полив овощных культур необходимо производить, когда концентрация клеточного сока в листьях определенных ярусов с 10 до 11 часов дня достигает 10% сухих веществ:

у капусты – в листьях второго яруса;

у томатов – в листьях первой цветочной кисти;

у картофеля – в первой цветочной кисти и в середине яруса;

у перца сладкого и баклажана – в 5–8 листьях;

у свеклы и моркови – в листьях средних ярусов;

у лука – в 3–5 листьях;

у огурца – в 4–6 листьях.

Для каждой культуры устанавливаются свои показатели. Например, картофель следует поливать при 9–10% концентрации клеточного сока; люцерну до цветения – при 10–10,5%, а в фазе цветения и налива – 8,8–9,2%; сахарную свеклу – при 8,5–9%; томаты – при 10%.

Показатели нужно проверять в местных условиях. Не все культуры достаточно изучены (в этом отношении) и для некоторых пока не везде исследованы надежные связи между влажностью почвы и концентрацией клеточного сока.

Поливную норму устанавливают на основе корреляционной связи между физиологическими показателями и влажностью активного корнеобитаемого слоя почвы. Физиологический показатель сигнализирует о водном голодании растения и одновременно указывает, какой запас влаги остается в слое активного водопотребления.

Например, при 9–10% концентрации клеточного сока в

листьях верхнего яруса картофеля на каштановых почвах Темрюкского района Краснодарского края в активном слое (0–50 см) остается водный запас около 75% предельной полевой влагоемкости. Поливная норма рассчитывается по этим показателям: глубина слоя 50 см, предполивная влажность 75% НВ.

Определять концентрацию клеточного сока следует в свежих листьях. Часто сок, выдавленный из листьев картофеля, томата и других культур, оказывается настолько мутным, что нельзя определить с нужной точностью коэффициент преломления луча, прошедшего через сок, в поле зрения рефрактометра.

В этом случае отобранные пробы сока помещают в пробирки, закрытые пробками, или бюксы и подогревают на спиртовке или кипящей водяной бане в течение 1–3 минут. При этом водно-растворимые белки (альбумины) коагулируют, клеточный сок очищается, и видимость в поле зрения рефрактометра резко возрастает.

б) Назначение полива по сосущей силе листьев растений

Потребность растений в воде в каждый данный момент времени может характеризоваться величиной сосущей силы растений, то есть силой, с которой растительные клетки всасывают воду для нормальной жизнедеятельности.

Сосущая сила зависит от многих внутренних и внешних факторов, но, прежде всего – от влагообеспеченности растений.

По данным Г. С. Примаковой, при оптимальной влажности почвы, равной 70–75% от НВ, сосущая сила листьев кукурузы достигает 4 атм., при снижении влажности до 60–65% она поднимается до 5,3 атм. Сосущая сила определяется как разность между осмотическим давлением клеточного сока растения и тургорным напряжением оболочки клетки, ее противодействием.

$$S = P - T,$$

где S – сосущая сила листьев;
 P – осмотическое давление;
 T – тургорное давление.

Определить сосущую силу можно так же с помощью рефрактометра по методу Н. А. Максимова и Н. С. Летинова. Метод основан на взаимодействии растительной ткани с раствором сахарозы.

3. Назначение поливов по метеорологическим показателям

а) по дефициту влажности воздуха и испаряемости (метод А. М. Алпатьева)

Методика назначения поливов сельскохозяйственных культур основана на водопотреблении растений и метеорологических условиях: по дефициту влажности воздуха, по сумме температур за вегетационный период, по радиационно-тепловому балансу.

А. М. Алпатьев установил возможность определения суммарного водопотребления культурных растений по дефициту влажности воздуха в условиях оптимальной водообеспеченности, то есть при влажности почвы не ниже 70-75 % ППВ.

Для вычисления величины суммарного водопотребления автор рекомендует пользоваться формулой:

$$Q = K \times \Sigma D,$$

где Q – расход воды за весь период вегетации, мм;
 K – биоклиматический коэффициент, который для каждой культуры имеет разную величину (он учитывает потребление воды в тот или иной период вегетации);
 ΣD – сумма дефицитов влажности воздуха за тот же период, мм.

Такой метод расчета потребности в воде культурных растений А.М. Алпатьев назвал биоклиматическим. Он основан на том, что в любой географической зоне при оптимальной влажности почвы потребность культурных растений в воде близка к испаряемости.

Коэффициент К от одной декады или фазы вегетации к другой значительно изменяется и может достигнуть $\pm 40\%$ от его среднего значения для всего вегетационного периода растений. Для более точного расчета потребности растений во влаге по межфазным периодам (или декадам) составляются так называемые биологические кривые, представляющие собой ряд коэффициентов для данного растения или зон. Эти коэффициенты вычисляются по формуле:

$$K = \frac{Q}{\sum D}$$

То есть путем деления валового расхода воды за межфазный период на сумму дефицитов влажности воздуха.

Чтобы получить коэффициенты по межфазным периодам, необходимо проводить наблюдения за фактическими валовыми расходами воды, для него следует определить влажность почвы по фазам вегетации. По разности запасов воды в почве двух смежных сроков наблюдений с учетом выпавших за тот же период осадков и поливов определяются валовые расходы.

Коэффициенты за тот или иной период вычисляются путем деления валовых расходов на сумму дефицитов влажности. Для более точных данных биологических кривых требуется три-четыре года, в которые войдут сухие, влажные и близкие к средним годам.

Например, коэффициенты осредненных биологических кривых для кукурузы в первой половине мая от всходов – 0,5; для второй половины мая – 0,96; для первой половины июня – 1,00. Сумма дефицитов влажности соответственно тем же периодам: 300; 500; 522 мм. Расчетные расходы в этом случае будут: в первую половину мая $0,5 \times 380 = 190 \text{ м}^3/\text{га}$; во вторую

половину мая $0,93 \times 800 = 465$ м³/га; в первую половину июня $1,00 \times 522$ м³/га. Аналогичные расчеты производятся и в остальные периоды вегетации.

Располагая среднемноголетними величинами дефицита влажности или имея прогнозы метеостанции на декаду или месяц, можно заранее определить сроки полива сельскохозяйственных культур.

На основании многолетних исследований в степной части Северного Кавказа, профессор Горского СХИ Г. К. Льгов разработал метод определения водопотребления по биофизическим коэффициентам, которые представляют собой расход воды растениями (в м³/га на 1°С).

Величина биофизического коэффициента находится путем деления общего расхода воды за вегетационный период на сумму среднесуточных температур за это же время.

Для большинства культур величина биофизического коэффициента составляет в среднем 1,88 м³ воды на 1°С при условии, если влажность почвы в течение вегетации не опускается ниже 70% НВ. Зная биофизические коэффициенты по периодам вегетации растений, установленные за многолетний период и, располагая сведениями метеорологической станции о ежедневных среднесуточных температурах воздуха, можно рассчитывать расход воды, а также остаток влаги в почве и установить срок очередного полива.

Пример. Биофизические осредненные коэффициенты для кукурузы: в первой половине мая – 0,90; во второй половине мая – 1,40. Сумма среднесуточных температур соответственно 210; 332°С. Расчетные расходы влаги в этом случае будут: в первой половине мая: $0,90 \times 210 = 190$ м³/га; во второй половине мая $1,40 \times 332 = 465$ м³/га. В такой же последовательности рассчитываются расходы воды для остальных периодов вегетации.

Зная исходный запас влаги в почве и сумму осадков за каждый период, легко определить срок очередного полива с учетом заданной предполивной влажности почвы.

б) Назначение сроков полива по среднесуточной температуре и относительной влажности воздуха (по Д. А. Штойко)

В последние годы широкое распространение получил метод, предложенный Д. А. Штойко.

Этот метод позволяет определить запасы воды в почве для назначения очередного срока полива сельскохозяйственных культур с учетом атмосферных осадков, глубины залегания грунтовых вод, относительной влажности и температуры воздуха.

Биоклиматический метод применим при условии проведения систематических наблюдений за температурой и относительной влажностью воздуха, осадками и точным учетом поливных норм. В основу этого метода положен водный баланс почвы, расходную часть которого составляет транспирация и испарение с поверхности почвы. Суммарный расход воды от всходов до полного затенения поверхности почвы растениями и в фазе созревания, когда появляется пожелтение листьев, определяется по формуле:

$$E = \sum t \times (0,1 \times t_c - \frac{a}{100}) \quad (1)$$

В период полного затенения почвы растениями до начала созревания расход воды определяется по такой формуле:

$$E = \sum t \times (0,1 \times t_c + 1 - \frac{a}{100}) \quad (2)$$

где E – суммарное испарение за определенный отрезок вегетационного периода, м³/га;

\sum – сумма среднесуточных температур воздуха, °С;

t_c – среднесуточная температура воздуха этого периода, °С;

a – средняя относительная влажность воздуха за период, %.

При залегании грунтовых вод больше 3-х метров полученную величину суммарного испарения помножить на ко-

эффицент 0,95, так как примерно 95% воды испаряется из активного корнеобитаемого слоя и только 5% из более глубоких горизонтов. Для установления суммарного испарения пользуются формулами 1 и 2.

Озимая пшеница. От возобновления вегетации весной до молочной спелости суммарное испарение устанавливается по формуле (2). В дальнейшем поливы не проводятся.

Люцерна под покровом. От уборки покровной культуры в течение месяца расчет испарения ведут по формуле (1), а за 10 дней до укоса – по формуле (2), в последующие 10 дней после укоса по формуле (1), а в остальное время вегетации по формуле (2).

Кукуруза. От всходов до 12–14 листьев – по формуле (1), 12–14 листьев, молочно-восковая спелость – по формуле (2).

Сахарная и кормовая свекла. Всходы – смыкание листьев в междурядьях – по формуле (1). Полное смыкание – начало опадения листьев – по формуле (1), и до конца уборки – по формуле (2).

Томаты. От посадки до образования завязи плодов и после массовых сборов плодов суммарное испарение определяется по формуле (1), а остальной период вегетации – по формуле (2).

Картофель весенней посадки. От всходов до бутонизации для расчетов суммарного испарения применяется формула (1), а от бутонизации до начала пожелтения листьев – формула (2). Поливы следует заканчивать за 10–12 дней до уборки урожая.

Картофель летней посадки. Расходование почвенной влаги начинают вести на второй день после предпосадочного полива. С этого дня и до бутонизации применяется формула (1), а от бутонизации и до конца поливного периода – формула (2).

Кукуруза пожнивного посева. От предпосевного полива да 12–14 листьев применяется формула (1), а в остальной период – формула (2).

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Целью изучения этой темы является определение водопотребления растений на основе планового или фактического урожая, оросительной нормы возделываемой культуры.

Суммарное расходование воды растениями с гектара посева той или иной культуры называется *суммарным водопотреблением*. Эта величина не постоянна, она меняется в зависимости от величины транспирации растений, испарения с поверхности почвы, физических свойств почвы, степени фильтрации за пределы корнеобитаемого горизонта, поверхностного стока.

$$E = T + И + \Phi + C$$

где E – суммарное водопотребление, $\text{м}^3/\text{га}$;

T – транспирация, $\text{м}^3/\text{га}$;

$И$ – испарение с поверхности почвы, $\text{м}^3/\text{га}$;

Φ – фильтрация воды за пределы корнеобитаемого слоя почвы, $\text{м}^3/\text{га}$;

C – сток воды с поверхности почвы, $\text{м}^3/\text{га}$.

Суммарное водопотребление за период вегетации сельскохозяйственных культур определяют методом водного баланса, базирующегося на систематическом контроле влажности почвы в период вегетации, количества осадков, выпавших за этот период, и воды поступившей в почву при поливах с учетом возможной фильтрации в сбросную сеть, которая должна исключаться, и рассчитывается по формуле:

$$E = O_1 + O_2 + (W_1 - W_2)$$

где E – суммарное водопотребление культуры, $\text{м}^3/\text{га}$;

O_1 – оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

O_2 – количество осадков выпавших за период вегетации, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_1 – запас влаги в активном корнеобитаемом слое почвы в начале вегетации культуры, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_2 – запас влаги в активном корнеобитаемом слое почвы в конце вегетации культуры, $\text{м}^3/\text{га}$.

При возделывании сельскохозяйственных культур на высоком агротехническом уровне коэффициент водопотребления заметно снижается. При увеличении почвенного питания растений вода используется более экономно, и коэффициент водопотребления заметно уменьшается.

Основным показателем эффективного использования оросительной воды растениями считается *коэффициент водопотребления*. Он равен суммарному водопотреблению, с одного гектара деленному на урожайность данной культуры. Коэффициент водопотребления рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{E}{Y}$$

где K – коэффициент водопотребления, м³/т;

E – суммарное водопотребление, м³/га;

Y – урожайность, т/га.

При возделывании сельскохозяйственных культур на высоком агротехническом уровне коэффициент водопотребления заметно снижается. При увеличении почвенного питания растений вода используется более экономно, и коэффициент водопотребления заметно уменьшается.

Коэффициенты водопотребления изменяются также и в зависимости от способов полива. При поверхностном способе орошения расходуется больше оросительной воды в связи с потерями на испарение и на вертикальную фильтрацию за пределы корнеобитаемого слоя. При поливе дождеванием часть воды (10–20%) испаряется при полете струи в воздухе, но зато в результате повышения влажности воздуха уменьшается транспирация и расход на испарение почвой. При подпочвенном и капельном орошении потери на испарение почвой почти полностью устраняются, и оросительная вода используется наиболее продуктивно.

На хорошо спланированных и выровненных полях оросительной воды расходуется значительно меньше, так как на всей площади поливного участка достигается равномерное

распределение воды и увлажнение почвы. Планировка облегчает проведение поливов и повышает эффективность орошения.

Наряду с другими агроприемами, повышающими эффективность орошения, важное значение имеют послеполивные рыхления почвы. Они предупреждают образование почвенной корки и трещин, через которые испаряется влага из корнеобитаемого слоя. После каждого полива, если почва еще не затенена растениями, должно производиться рыхление.

7. СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Система земледелия – это комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических, мелиоративных и экономических мероприятий, способствующих рациональному использованию земельных угодий, оросительной воды, повышению потенциального и эффективного плодородия почвы, получению наибольшего количества сельскохозяйственной продукции с каждого гектара.

Системы земледелия – системы использования земли и повышения плодородия почвы – не могут быть одинаковыми в различных агроландшафтах.

Система земледелия должна включать структуру посевных площадей, наиболее урожайные культуры и сорта, научно-обоснованные севообороты, комплекс мероприятий по обработке почвы, системе удобрений, режим орошения культур севооборота. В ней предусматривается система агро-мелиоративных мероприятий по предупреждению засоления и заболачивания. Важной составной частью системы земледелия на мелиорированных землях является защита почвы от водной и ветровой эрозии.

Отличительной особенностью системы земледелия на мелиорированных землях является структура посевных площадей. На орошаемых землях необходимо размещать культуры, хорошо реагирующие на полив (овощи, кормовые из них, прежде всего, люцерну, т.к. большинство хозяйств имеет специализацию животноводство).

Возделывание люцерны способствует повышению плодородия почвы и выполняет мелиоративную роль по предупреждению засоления и заболачивания почвы.

На мелиорированных землях применяются севообороты с относительно небольшой ротацией (7-8-польные) с обязательным посевом многолетних трав, доля которых зависит от

агроландшафта и качества оросительной воды, и колеблется от 27 до 33%. Предполагается широкое использование повторных и промежуточных культур с целью эффективного использования орошаемых земель. Расширение таких посевов улучшает кормовую базу для животноводства и повышает плодородие почвы.

Обработка почвы в системе земледелия на мелиорированных землях должна способствовать устранению отрицательных последствий поливов, улучшать ее водно-физические свойства, и в целом плодородие.

Существенную роль она выполняет в предупреждении переувлажнения и засоления устраняя слитизацию почвы и способствуя улучшению фильтрации. Для каждой агроландшафтной зоны и разновидностей почвы разрабатывается система обработки почвы, в том числе и энергосберегающие с учетом биологических особенностей растений.

В условиях орошения возрастает роль удобрений в связи с более высокой урожайностью сельскохозяйственных культур и частичной потерей элементов питания. Избыток применения минеральных удобрений является причиной опасного загрязнения окружающей среды и накоплением их в сельскохозяйственной продукции, ростом их потерь при вымывании за пределы корнеобитаемого слоя. В связи с этим на данном этапе возрастает значение биологизированной системы удобрений – органики: соломы, навоза, культур, возделываемых на зеленое удобрений (сидератов). Применение их дает возможность сократить внесение минеральных туков, получать конкурентоспособную продукцию при одновременном повышении плодородия почвы.

Борьба с сорной растительностью на мелиорированных землях является одной из главных задач системы земледелия. В условиях повышенной влажности почвы возрастает количество сорняков по видовому составу. Уничтожение их осуществляется комплексными агротехническими мероприятиями, включая целенаправленную обработку почвы, прове-

дение предпосевных провокационных поливов, созданием достаточного травостоя и неблагоприятных условий для сорной растительности. При этом химическим мерам борьбы отводится второстепенная роль, и их применение целесообразно, когда агротехнические способы борьбы недостаточны по отношению к злостным сорнякам.

Важной составной частью системы земледелия на мелиорированных землях является защита почвы от водной эрозии, угроза которой при орошении возрастает. Минимальное разрушение почвы отмечается при правильном дождевании, не допускающим скопление воды на поверхности, при этом, чем больше распыление струи и соответствие интенсивности подачи воды, тем меньше опасность водной эрозии. К защитным мерам, уменьшающим опасность смыва почвы, относятся капитальная планировка и текущее выравнивание ее поверхности, устройство при необходимости сбросной сети и других мелиоративных мероприятий. В каждой агроландшафтной зоне следует разрабатывать специальные меры борьбы с водной эрозией применительно к местным условиям. Эффективность мероприятия по борьбе со смывом почвы значительно возрастает при освоении научно-обоснованных севооборотов с посевами – многолетних трав. При этом возрастает роль повторных культур.

Состояние плодородия почвы в условиях орошения

В Краснодарском крае в основном поливаются черноземы, которые являются новым объектом орошения. Поэтому черноземы, сформировавшиеся в условиях дефицита влаги, оказались очень чувствительны к изменению водного режима.

В условиях орошения черноземы края уплотняются, теряют в пахотном слое агрономически ценную структуру, одновременно усиливаются минерализация гумуса и вымывание кальция. Интенсивное применение минеральных удобрений и пестицидов привело к подкислению почвы, ухудшению поч-

венной биоты и т.д.

Кроме того, часть ирригированного земельного фонда находится в зонах с близким залеганием грунтовых вод, вызывающее засоление.

В целом для сохранения и повышения плодородия земель не только на орошении, но и на богаре следует применять минимализацию уплотняющих технологических и уборочно-транспортных машин, периодические глубокие рыхления, заправку органическими удобрениями в дозах, обеспечивающих положительный баланс гумуса, точное дозирование и строгий контроль внесения минеральных удобрений и пестицидов, а также следует предусматривать специальные севообороты.

Особенности построения севооборотов на орошаемых землях

Общие важнейшие требования, относящиеся к конструкции орошаемых севооборотов, были сформулированы С. К. Кондрашевым.

Они включают следующие требования:

– правильную внутрихозяйственную организацию территории, предусматривающую наиболее равномерное, в течение вегетационного периода, использование труда и сельскохозяйственной техники, а в орошаемом земледелии и воды;

– чередование культур во времени на каждом поле севооборота, обеспечивающее повышение плодородия почвы, успешную борьбу с сорными растениями и получение высоких урожаев;

– использование севооборота как базы для сохранения плодородия почвы, а так же применения системы обработки почвы, системы удобрений и систем орошения;

– осуществление системы мелиоративных мероприятий в севообороте, направленных на борьбу с переувлажнением, засолением, заболачиванием, водной эрозией и пр.;

В основу современной классификации севооборотов положено несколько признаков, но основными являются два:

– главный вид растениеводческой продукции, производимой в севообороте (зерно, технические культуры, корма, овощи и т.д.);

– соотношение групп культур, различающихся по биологическим особенностям, технологии возделывания и по влиянию на плодородие почвы (зерновые, зерново-бобовые, пропашные, многолетние травы, а также чистые пары).

Несоблюдение севооборота приводит к одностороннему истощению почвы элементами питания, к ухудшению физических свойств почвы (структуры), увеличению засоренности полей, распространению болезней, вредителей, а, следовательно, и к снижению урожая. Правильный севооборот способствует повышению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на 20–30%. Любая система агротехнических, мелиоративных и др. мероприятий, направленная на повышение урожайности, дает наилучший эффект, если она применяется в севообороте.

На орошаемых землях севообороты должны быть с короткой ротацией (5–8 польные), что способствует лучшему использованию орошаемой пашни, снижает потери воды на фильтрацию. Ротация зависит от качества оросительной воды.

Устанавливая количество полей севооборота, следует учитывать не только размеры поля, но и предусматривать их конфигурацию, позволяющую вести нормальную обработку почвы. Поля севооборота, в которых отдельно возделывают две или несколько культур, называют сборными полями. В него входят культуры, более или менее однородные по требованию к почве, продолжительности вегетационного периода, системам обработки почвы и режима орошения. На поливных землях чистые пары не применяются, т.к. орошение, удобрения и химические меры борьбы с сорной растительностью и посев многолетних трав создают благоприятные условия для

нормального развития зерновых, технических и овощных культур и без чистых паров.

Научно обоснованные севообороты должны быть направлены на максимально возможное использование орошаемой площади, что достигается за счет введения в севооборот пожнивных, промежуточных и поукосных культур. Они защищают почву от сорняков и создают дополнительный корм для животных.

Эффективность внедряемых схем севооборотов характеризуется индексом использования пашни. Индекс использования севооборотов без промежуточных посевов составляет единицу. Внедрение повторных посевов, значительно увеличивает этот показатель. Так, если второй урожай получают на 30% севооборотной площади, то индекс будет доходить до 1,3, а на 50% площади – до 1,5. Индекс использования орошаемой пашни в условиях Северного Кавказа не должен быть ниже 1,3, так как на почвах с тяжелым механическим составом более низкий индекс использования пашни приводит к тому, что процесс минерализации органического вещества преобладает над его накоплением. В настоящее время в условиях Кубани произошло снижение содержания гумуса в пахотном слое орошаемой почвы на 0,6–0,8%, что в свою очередь оказало отрицательное влияние на структуру почвы, плотность ее сложения, водопроницаемость и др. водно-физические свойства.

В орошаемых севооборотах обязательно размещение многолетних бобовых трав, оказывающих многостороннее положительное влияние на почву. Люцерна, клевер, эспарцет в условиях орошения являются лучшими предшественниками многих овощных, зерновых и других культур, но в то же время нежелательны для картофеля, сахарной свеклы, подсолнечника, так как они снижают качество продукции. Не рекомендуется после люцерны высевать горох, сою, морковь, викоовсяную смесь. Для люцерны все полевые, овощные культуры и суданская трава являются хорошими предшественни-

ками на орошаемых землях.

В овощных севооборотах посев люцерны идет после картофеля летней посадки или после корнеплодов и тыквенных культур, а в кормовых – после суданской травы. Предшественники овощных культур – зерновые, зернобобовые, кормовая свекла. Однако лучше размещать томаты, перцы, баклажаны по пласту или обороту пласта после капусты, для корнеплодов и лука – капуста, томаты. Огурцы – по зернобобовым, кукурузе на силос, по обороту пласта после любой овощной культуры. Предшественники картофеля весенней посадки: зернобобовые, кукуруза, сахарная свекла, овощные (кроме пасленовых). Как повторную культуру картофель высаживают после озимой пшеницы, ранней капусты и др. ранних овощей.

Предшественники сахарной свеклы и др. корнеплодов – озимая пшеница, высеваемая по пласту люцерны, после кукурузы на силос, картофеля, овощных культур.

Кукуруза на зерно и силос размещается в орошаемых севооборотах после озимой пшеницы, овощных, картофеля, сахарной свеклы и кормовых корнеплодов. Повторные посевы кукурузы проводятся пожнивно после озимой пшеницы и поукосно после смеси озимой пшеницы с викой или зимующего гороха на зеленый корм.

Предшественникам озимой пшеницы может быть пласт и оборот пласта многолетних трав, зернобобовые, кукуруза на силос, овощи.

Для яровой пшеницы – пласт, оборот пласта, зернобобовые, пропашные, не засорившие поле: кукуруза, картофель, свекла, озимые хлеба с повторным, пожнивным посевом кукурузы.

Предшественники сорго и суданской травы – те же, что и для кукурузы, эти культуры, выращиваемые на сено и семена, могут размещаться в последнем поле кормового севооборота.

При разработке севооборотов необходимо учитывать качество оросительной воды и степень засоления почвы. При

поливе водой с содержанием солей больше 1 г/л и более необходимо внедрять специальные мелиоративные севообороты с короткой ротацией (шестипольные). Для этой цели процент многолетних трав увеличивается до 40, вводятся солеустойчивые культуры, выносящие с урожаем большое количество солей: сахарная и кормовая свекла, подсолнечник, суданская трава, рапс, озимый ячмень, томаты. При использовании минерализованной воды целесообразно включение 1–2 полей озимой пшеницы. Эти поля являются агромелиоративными, так как культура не требует интенсивного орошения.

При поливе минерализованной водой целесообразно в севообороте иметь одно богарное поле, занятое глубоко укореняющейся культурой, отличающейся высокой солеустойчивостью (подсолнечник и др.). В этом случае соли с поливной водой не вносятся, а идет интенсивный их вынос с урожаем и промывка осадками. В таких севооборотах необходимо увеличить до 30% пожнивные и поукосные культуры. Для этой цели лучше всего использовать овсяно-гороховые смеси, кукурузу на зеленый корм и др. Ротация севооборота укорачивается до 5–6 лет. Многолетние травы целесообразно распахивать после снятия первого укоса.

Чередование культур в орошаемом севообороте можно начинать с любой культуры, но обычно начинают с наилучшего предшественника – многолетних трав.

Особенности обработки орошаемых почв

В условиях орошения изменяются водно-физические свойства почвы: под действием воды разрушаются агрегаты размером от 10 до 1 мм на более мелкие фракции (0,5–0,25 мм), что приводит к уплотнению почвы, снижению ее водопроницаемости, заиливанию подпахотных горизонтов. В связи с этим в задачу обработки при орошении, прежде всего, входит снижение пагубного влияния перечисленных факторов, а также уничтожение сорной растительности. Основной

особенностью обработки почвы в орошаемых условиях является соблюдение принципа разноглубинности, т. е. чередования глубокой вспашки с более мелкой. Этот же принцип должен сохраняться и при проведении междурядных обработок.

Обработка почвы при орошении включает планировку участка, систему зяблевой и предпосевной обработки, подготовку почвы под повторные посевы и уход за растениями в период вегетации.

Планировка почвы является обязательной. Она способствует равномерному распределению влаги.

Основная планировка выполняется с использованием скреперов, грейдеров, планировщиков на свободных от посевов участках. Не допускается ее проведение на переувлажненных землях. Недопустимы глубокие срезы более 20 см, т. к. при этом не только увеличивается объем планировочных работ, но и значительно снижается плодородие почвы. В последующие годы под влиянием обработок почвы появляются небольшие нервноности на поверхности участка и поэтому они ежегодно устраняются при помощи текущей планировки осенью и перед посевом.

Основная обработка почвы на орошаемых землях имеет ряд существенных особенностей. На поливных участках для измельчения пожнивных остатков, предотвращения излишних потерь воды на физическое испарение обязательно многократное лущение почвы. При достаточно высоких остаточных запасах влаги проводят вспашку. В случае значительного иссушения почвы вначале проводят предпахотный полив, а затем вспашку.

Проведение предпахотного полива обеспечивает вспашку на необходимую глубину, лучшее крошение обрабатываемого пласта, уменьшает тяговое сопротивление и повышает производительность труда. Основную вспашку проводят при оптимальной влажности почвы 24–26% от массы абсолютно сухой почвы. В условиях орошения для ликвидации отрицательных последствий поливной воды на почву большое значение име-

ет глубина основной обработки, которая определяется биологией сельскохозяйственных культур и физическими свойствами почвы. Глубокая вспашка разрушает плужную подошву, увеличивает водопроницаемость почвы и тем самым улучшает качество орошения, водный, воздушный, солевой, пищевой режимы почвы.

Особенно эффективна глубокая обработка почвы в южно-предгорной зоне на слитых черноземах. Эти почвы, имея неблагоприятные водно-физические свойства, при глубокой вспашке увеличивают водопроницаемость и способствуют созданию оптимального соотношения между капиллярной и некапиллярной ее скважностью. Предел целесообразного углубления и периодичности его проведения в орошаемых севооборотах устанавливается для каждой почвенной разности с учетом биологических требований культур, применяемых систем удобрений и других агротехнических приемов через 2–3 года.

В зависимости от почвенных разностей целесообразно увеличение глубины вспашки почвы: на карбонатных почвах Северной зоны края – до 30–35 см, на выщелоченных черноземах центральной зоны – до 35–40 см с почвоуглубителями. На тяжелых и сильно уплотняющих слитых черноземах южно-предгорной зоны необходима более частая, иногда ежегодная глубокая обработка на 40–45 см с почвоуглубителями. Наиболее эффективна глубокая обработка в севообороте под сахарную свеклу, многолетние травы, кукурузу.

В орошаемых севооборотах пласт многолетних трав более рационально используется при вспашке его на глубину 18–20 см; оборот пласта – на 24–26 см и на третий год – на 30–32 см. При такой системе обработки пласта ежегодно извлекается на поверхность неразрушенный, хорошо оструктуренный слой почвы, что значительно уменьшает заплывание ее при поливе и снижает опасность образования плотной корки.

В южно-предгорной зоне края на слитых черноземах в

весенний период проводят чизелевание на глубину 16–20 см или безотвальное рыхление. Если по каким-то причинам эту работу невозможно выполнить с осени, необходимо к ней приступать весной на глубину 14–16 см теми же орудиями.

Предпосевная и послепосевная обработки почвы на орошаемых землях должны обеспечивать создание рыхлого и выровненного слоя для уменьшения испарения влаги, усиления микробиологической деятельности. На культурах интенсивного орошения весенняя обработка должна способствовать улучшению водопроницаемости и аэрации почвы. С этой целью на посевах многолетних трав целесообразно перед началом весенней вегетации проведение рыхления культиваторами с долотообразными лапами. На посевах сахарной свеклы, кукурузы в центральной и южно-предгорной зонах, последняя междурядная обработка должна проводиться на предельно допустимую глубину с 8–10 см до 14–16 см.

Агроприемы, предупреждающие осолонцевание и засоление черноземов

Система агроприемов по предупреждению засоления для каждого конкретного поля должна основываться на лабораторном контроле мелиоративного и агрохимического состояния почвы, а также химического состава поливных вод. Существенным отрицательным моментом орошения черноземов вообще и минерализованной водой в частности является их интенсивное уплотнение. При поливах такой водой, особенно в жаркое время вода не успевает впитываться в почву, происходит временное переувлажнение верхних слоев, насыщенных корневой системой. Вода, не проникая глубже пахотного слоя, быстро испаряется, оставляя в почве соли. При таком состоянии приходится увеличивать число поливов, что еще более ускоряет засоленность почвы.

Севообороты. При поливе водой с содержанием солей больше 1 г/л необходимо внедрить специальные мелиоратив-

ные севообороты с короткой ротацией. Доля многолетних трав увеличивается до 40%, вводятся солеустойчивые культуры. Эти поля являются агромелиоративными.

Удобрения. Особую роль играет органика и заплата сидератов. Доза внесения органики составляет на фоне вспашки 80–100 т/га, на фоне безотвального рыхления 120–140 т/га. Дозы минеральных удобрений определяют по принципу доведения до оптимума доступных питательных веществ в почве. Азотные удобрения вносят дробно. Их дозы уточняются по результатам почвенной и растительной диагностики.

Обработка почвы. Тщательная эксплуатационная планировка поверхности поля 1–2 раза в ротации севооборота. Обязательным условием для всех видов обработки почвы является принцип разноглубинности, дополнительно к вспашке включается безотвальное рыхление на 60–80 см 1–2 раза в ротацию. При близком залегании грунтовых вод проводят кротование и щелевание. Для обеспечения хорошей фильтрации в поливной период в систему обработки включается чизелевание зяби на 16–18 см, рыхление долотами – 12–14 см. Культивации проводятся на разную глубину от мелкой до глубокой после поливов. Последняя культивация проводится, но максимальную глубину 12–14 см долотами для улучшения впитываемости поливной воды во второй половине вегетации культур.

Режим орошения. Необходимо осуществлять принцип превышения суммы осадков и оросительной нормы над испарением. Режим орошения должен носить увлажнительно-промывной характер. Основное внимание необходимо уделять проведению влагозарядковых поливов в ранневесенний период при минимальной минерализации воды в источниках. Это будет способствовать промывке накопившихся солей и позволит сократить количество вегетационных поливов.

Сроки поливов назначают по влажности активного корнеобитаемого слоя почвы и нижнему пределу иссушения, который зависит от биологических особенностей культуры и

фазы развития,

Нельзя допускать резких колебаний влажности почвы в активном корнеобитаемом слое, так как это приведет к миграции солей. До начала критического периода в водопотреблении культур поливы назначают при снижении влажности почвы под засухоустойчивыми культурами до 65–70% НВ, в критический период 75–80% НВ, после окончания критического периода до 65–70% НВ. Это позволит изменять норму полива и регулировать распределение солей по слоям почвы в активном корнеобитаемом слое. Поливы следует проводить в прохладное время суток (утро, вечер, ночь). Осенние влагозарядковые поливы проводить не рекомендуется.

8. СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Удобрениям принадлежит особая роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур на разных почвах и в различных климатических условиях.

Хорошо используются при орошении минеральные, особенно азотные удобрения. Орошение создает благоприятные условия для повышения эффекта действия и других видов удобрений – навоза, компостов, птичьего помета, сидератов.

На орошаемых землях повышается не только эффективность вносимых удобрений, но на их фоне одновременно возрастает и эффективность орошения. При внесении удобрений создаются благоприятные условия для полного использования растениями оросительной воды. С повышением влажности почвы расход воды на единицу урожая увеличивается, но удобрения при всех условиях влажности уменьшают его.

При оптимальной влажности почвы удобрения снижают транспирационный коэффициент сильнее, чем при недостаточном водоснабжении.

Таким образом, орошение и удобрения взаимосвязаны в своем действии на растения. Удобрения необходимы для экономного и полного использования культурными растениями оросительной воды.

Значение удобрений в орошаемом земледелии состоит также в том, что они улучшают качество получаемой продукции поливных культур. Особенно эффективны в этом отношении смеси минеральных удобрений с органическими. Сырой клейковины соответственно было 23,7 и 30,7%. Фосфорные и калийные удобрения благоприятствуют накоплению углеводов в семенах, плодах и других органах растений, в том числе сахара в корнеплодах сахарной свеклы и крахмала в клубнях картофеля.

Главная причина высокой эффективности удобрений на орошаемых землях – улучшение водного режима почвы и влагообеспеченности растений. Резкий недостаток естественного водоснабжения в засушливой зоне ограничивает возможность использования ими не только космических факторов – света и тепла, но также эффективного плодородия почвы. Орошение снимает это ограничение.

Орошение благоприятствует высокой усвояемости растениями питательных веществ, которые при повышенном увлажнении почвы легко переходят в раствор и поглощаются корнями растений.

Улучшение влажности почвы способствует также лучшему развитию корневой системы: ее мощность и общая поверхность поглощения резко возрастают, что позволяет более полно использовать питательные вещества почвы.

Питание растений улучшается также благодаря усилению деятельности полезных для них микроорганизмов на орошаемых и удобряемых полях.

Таким образом, чем выше оросительная норма и степень увлажнения почвы при поливах (в пределах оптимума), тем относительно выше должны быть и нормы удобрений. При орошении возникает возможность эффективного применения подкормок. Становится возможным внесение удобрений с поливной водой.

Одно из важнейших следствий усиления биологических процессов в почве при орошении – ускорение минерализации органических веществ и более полного использования их растениями. Белковые молекулы разлагаются бактериями – аммонификаторами, в результате чего образуется аммиак, который затем подвергается нитрификации.

При разложении навоза почва обогащается питательными веществами (азотом, фосфором, калием) в доступной для растения форме. Одним из продуктов разложения является углекислота, которая способствует переходу некоторых соединений в растворимое состояние, а в процессе газообмена

между почвой и воздухом используется растениями для фотосинтеза.

С навозом вносится в почву огромное количество полезных микроорганизмов.

Навоз, компост, сидераты способствуют восстановлению почвенной структуры, повышению влагоемкости, улучшению других водно-физических и биологических свойств почвы.

При орошении происходит быстрое разрушение органического вещества почвы и ускоряется его восстановление (в виде корневой системы и пожнивных остатков растений) при внесении удобрений.

Аммонийные соли, вносимые в почву как удобрения, и аммиак, образующийся при разложении органического вещества, подвергаются нитрификации. Бактерии – нитрификаторы очень чувствительны к влажности почвы, поэтому орошение оказывает большое влияние на ход нитрификации.

Образовавшаяся в процессе нитрификации или же внесенная в виде минеральных удобрений нитратная форма азота хорошо растворима в воде и легко вымывается при орошении в глубокие горизонты корнеобитаемого слоя. При избыточном орошении она может вымываться за его пределы и попасть в сбросные и дренажные воды.

Потери азота могут происходить при распаде азотистых соединений с выделением молекулярного азота (динитрификация). Этот процесс наблюдается при обилии в почве органического вещества, содержащего углеводы (клетчатку, крахмал), в условиях недостаточного доступа воздуха и щелочной реакции.

В противоположность азоту фосфор отличается крайне малой подвижностью в почве. Однокальциевый фосфор суперфосфата $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ нейтральной почве в течение нескольких часов переходит в двухкальциевый фосфат, или преципитат CaHPO_4 , не растворяющийся в воде и почти не передвигающийся с ее током. Ограничено передвигаются в

пределах 15–25 см и другие соединения фосфора. Фосфор удобрений постепенно переходит в трехкальциевый фосфат $\text{Ca}_3(\text{HPO}_4)$, наименее доступный для растений. Переходу фосфора минеральных удобрений в раствор и дальнейшим его превращениям способствует оросительная вода. При этом часть фосфора поглощается микроорганизмами. Биологическое поглощение соединений фосфора, также как минерализация тел отмирающих микроорганизмов, при орошении происходит гораздо быстрее.

Фосфор минеральных удобрений в год их внесения используется растениями частично. Учитывая слабую подвижность фосфора в почве, фосфорные удобрения можно вносить осенью под зяблевую вспашку до проведения влагозарядковых и промывных поливов.

Калийные удобрения легко растворимы в воде. Они быстро вступают во взаимодействие с почвой, и большая их часть адсорбируется коллоидами почвы. Поэтому передвижение калия минеральных удобрений в почве ограничено. Адсорбционно-связанный на поверхности почвенных коллоидов калий легко переходит в раствор при обмене на другие катионы. Он может поглощаться корневыми волосками растений в обмен на водородные ионы. Часть калия входит в состав плазмы микроорганизмов. Количество его достигает 40 кг на 1 га. После отмирания микроорганизмов калий становится доступным для растений.

Особенности применения удобрений с поливной водой

Одним из прогрессивных способов применения удобрений является *фертигация* – внесение их с поливной водой.

Этот способ дает возможность дробного применения удобрений, внесения их в необходимые периоды вегетации сельскохозяйственных растений, механизировать и автоматизировать процесс работы при условии использования гидроразбрасывателей и наличия растворного узла для пригото-

ления маточных растворов.

Применение удобрений с поливной водой возможно как до посева, так и в течение вегетационного периода.

В допосевные сроки удобрения могут быть внесены при проведении влагозарядковых поливов, которые в некоторых районах одновременно являются и предпахотными.

Под зяблевую вспашку вносят фосфорно-калийные удобрения (всю дозу или большую часть). Внесение их с поливом дождеванием не вызывает опасений вымывания питательных веществ, так как они хорошо закрепляются почвой. Азотные удобрения, особенно содержащие нитратный азот, вносить с поливной водой осенью не рекомендуется. При необходимости внесения их под ранние культуры предпочтение следует отдавать удобрениям, содержащим азот в аммиачной (сульфат аммония) или амидной (мочевина) формах. Потери азота уменьшаются на почвах с тяжелым механическим составом и глубоким залеганием грунтовых вод.

Для получения высоких урожаев культур с коротким вегетационным периодом необходимо внесение фосфорных удобрений с осени. Под культуры с длительным периодом вегетации возможно внесение фосфора с первым вегетационным поливом.

Основным сроком применения удобрений с поливной водой являются удобрительные поливы в период вегетации. Без подкормок трудно обеспечить бесперебойное питание поливных культур.

Число подкормок с поливом дождеванием определяется потребностью культуры в питательных веществах и влаге, а также наличием удобрений. Эффективность подкормок зависит от общей дозы удобрений, но первостепенная роль в улучшении питания поливных культур принадлежит азотным удобрениям.

На карбонатных почвах фосфор, внесенный с поливной водой, доступен таким культурам, как озимая пшеница, кукуруза, люцерна, сахарная свекла.

При внесении удобрений с водой при дождевании необходимо иметь в виду, что концентрация удобрений в поливной воде может различаться в зависимости от срока его проведения, токсичных свойств удобрений и чувствительности к ним орошаемых культур (таблица 36).

Если удобрения вносятся с полной поливной нормой, то их концентрация должна быть не более 0,1-0,3 %. При этом следует учитывать вид, возраст и развитие растений. К повышенным концентрациям удобрений менее чувствительны узколистные растения (злаковые), наиболее чувствительны плодовые культуры в период цветения, а также широколистные растения овощных и пропашных культур. В сухую и жаркую погоду концентрацию удобрений в поливной воде следует уменьшить вдвое. В этом случае целесообразнее проводить поливы чаще, применяя более низкие концентрации удобрений и поливные нормы.

Таблица 10 – Допустимые концентрации мочевины для применения с поливной водой при дождевании

Культура	Концентрация, %
Фасоль, огурцы	0,3-0,4
Томаты, кукуруза	0,4-0,6
Табак	0,3-1,2
Яблоня, вишня, слива	0,6-1,0
Морковь	1,2-3,0
Лук	1,6-2,5
Свекла столовая	1,5-2,0
Зерновые	5,0-10,0
Люцерна, сахарная свекла	до 2,4

При внесении осенью основного удобрения концентрацию раствора можно повысить.

С поливной водой можно вносить жидкие удобрения, растворы и стойкие суспензии твердых удобрений. Для удобрительных поливов дождеванием из азотных удобрений наиболее пригодны ЖКУ, мочевина, аммиачная селитра,

сульфат-аммоний.

Для внесения способом дождевания растворы аммиака непригодны как из-за токсичности, так и из-за больших потерь за счет улетучивания.

Фосфорные удобрения эффективны в составе основного удобрения. Их использование с поливной водой возможно с последним вегетационным поливом с целью удобрения для последующей культуры, а также при подкормках. Наиболее часто применяют аммофос и ЖКУ.

Азотно-фосфорное удобрение для удобрительного полива дождеванием лучше приготавливать из аммофоса с мочевиной, при этом мочевина нейтрализует свободную кислоту аммофоса.

Из калийных удобрений (для применения с поливной водой) рекомендуется хлористый калий, образующий при приготовлении маточного раствора небольшое количество осадков. Хлористый калий содержит 57-62 % K_2O , хорошо смешивается с другими удобрениями.

9. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Разработка методики и основных принципов программирования урожаев сельскохозяйственных культур является результатом всего предшествующего развития агрономической науки. Над этой проблемой работали такие ученые как: Ю. Либих, Г. Гельригель, Э. Вольни, Т. Буссенго, Д. Н. Прянишников, А. Г. Лорх. Крупной попыткой создать научно обоснованный комплекс агротехнических приемов, способных обеспечить систематический рост урожаев, являются работы В. Р. Вильямса. В. Р. Вильямс вычертил «График непрерывного повышения урожая при одновременном воздействии на свет, воду и тепло». При воздействии на какой-либо один из факторов жизни растений кривая роста урожайности имеет ограниченный характер. При одновременном воздействии на три фактора жизни кривая роста урожайности получает восходящий вид. Накопленный экспериментальный материал по рассматриваемой проблеме позволил академику И. С. Шатилову (1970) обосновать экологические, биологические и, агротехнические условия программирования урожаев. Им сформулировано десять принципов программирования. Первые пять принципов предназначены для определения величины максимально возможного урожая:

1) По приходу ФАР (фотосинтетически активной радиации) и ее использованию посевами.

$$Y = \frac{Q \times K}{100 \times q} \quad (1)$$

где Y – величина возможного урожая абсолютно сухой биомассы, ц/га;

Q – приход фотосинтетически активной радиации за период вегетации, млрд. ккал/га;

K – коэффициент использования ФАР посевом данной культуры, %;

q – калорийность 1 кг сухого вещества, имеется в виду количество тепла, выделенное при сжигании 1 кг органического вещества – 4 тыс.ккал, или 4×10^4 т.

2) По биоклиматическим показателям, характеризует связь с двумя метеофакторами – теплом и влагой. Эта связь выражается формулой А. М. Рябчикова:

$$\text{ГТП} = \frac{W \times T_v}{36R} \quad (2)$$

где ГТП – гидротермический показатель, баллов;

W – ресурс продуктивной влаги, мм;

T_v – продолжительность периода вегетации, декад;

R – суммарная за период вегетации радиация, соответствующая значению Q в формуле 1, ккал/см².

Каждый балл ГТП примерно равен 2 т абсолютно сухой массы урожая.

3) По средней многолетней влагообеспеченности посевов.

В орошаемом земледелии этот принцип предусматривает расчет норм и определение сроков поливов для поддержания оптимальной влажности почвы.

4) По фотосинтетическому потенциалу посевов

$$\text{ФП} = \frac{(L_1 + L_2)}{2} + \frac{(L_2 + L_3)}{2} \times T + \text{и т.д.} \quad (3)$$

где L_1, L_2, L_3 – площадь листьев в начале и конце определяемых периодов, тыс.м²;

T – продолжительность соответствующего периода, дней.

5) По потенциальным особенностям (возможностям) культуре сорта, гибрида. Потенциальные возможности сорта проявляются там, где природно-климатические условия в большей мере соответствуют их экологическим параметрам.

Остальные пять принципов представляют схему разработки интенсивной технологии выращивания программируемого урожая.

б) Разработка системы удобрения с учетом эффективного плодородия почвы и потребности в питательных веществах, обеспечивающих получение запрограммируемого урожая. Правильное определение доз удобрений является необходимым условием получения программируемых урожаев. Система удобрений при этом должна отвечать трем требованиям: полное удовлетворение потребностей возделываемого агроценоза; поддержание и увеличение почвенного плодородия; исключение загрязнения природной среды.

Для определения доз удобрений наиболее часто применяют два способа: балансовый и статический. Первый основан на учете использования растением питательных веществ, а второй на применении рекомендаций, готовых таблиц.

Для балансового расчета используют формулу И. С. Шатилова:

$$D = \frac{(100 \times B) - (P \times K_n) - (D_0 \times C_0 \times K_0)}{K_y \times C_y}, \quad (4)$$

где D – доза элемента удобрения в туках, кг/га;

B – вынос рассматриваемого элемента с урожаем, кг/га;

P – содержание данного элемента в почве, доступная форма, кг/га;

K_n – коэффициент использования питательного вещества из почвы, %;

K_y – коэффициент использования питательного вещества из удобрения, %;

C_y – содержание питательного вещества в туке, %;

D_0 – количество органического удобрения, т/га;

C_0 – содержание рассматриваемого вещества в удобрении, кг/т;

K_0 – коэффициент использования этого элемента, %.

7) Разработка комплекса агротехнических мероприятий, направленного на получение заданного урожая.

Биологическую модель планируемого урожая любой культуры можно описать формулой Н. С Савицкого

$$Y = \frac{P \times K \times \Pi \times A}{100000}, \quad (5)$$

где Y – биологический урожай зерна, т/га;
 P – густота стояния растений при уборке, шт./м²;
 K – коэффициент продуктивной кустистости;
 Π – число зерен в колосе, шт.;
 A – масса 1000 зерен, г;
100000 – коэффициент для перевода урожая в т/га.

Выбор систем обработки, систем удобрений осуществляется в соответствии с требованиями высеваемой культуры.

8) Всесторонний учет и правильное использование законов земледелия и растениеводства. Эти законы сформулировал Карл Либих:

- закон равнозначности всех факторов и незаменимости одних другими;
- закон лимитирующего фактора (закон минимума), по которому уровень урожайности определяется фактором, находящимся в данное время в минимуме;
- закон возврата: соблюдение необходимости компенсации запасов почвы, вынесенных урожаем;
- закон плодосмены, по которому больший урожай сельскохозяйственных культур создается при чередовании культур, чем при монокультуре.

9) Разработка мероприятий по защите растений от сорняков, болезней и вредителей. Меры борьбы с вредителями и болезнями разрабатываются конкретно для каждого поля и каждой культуры.

10) Использование ЭВМ для определения оптимального варианта агротехнических комплексов, обеспечивающих получение заданного урожая. Составляются три типа математических программ, прогностическая, оперативно-технологическая и корректирующая.

Расчет доз питательных элементов удобрений на планируемую прибавку урожая

Простым и довольно точным является метод расчета доз удобрений на планируемую прибавку урожая. Для этого необходимо иметь следующие данные:

1) фактический урожай при орошении без внесения удобрений за последние 2–3 года, ц/га;

2) максимально возможная прибавка урожая при орошении и внесении полной дозы удобрений, ц/га;

3) вынос питательных элементов (N, P, K) на создание 1 ц основной и побочной продукции, кг/га;

4) коэффициент использования питательных элементов из минеральных и органических удобрений в 1 год, %;

5) содержание питательных элементов в удобрениях, %;

Нормы элементов питания рассчитывают на планируемую прибавку урожая, которая должна быть получена за счет действия удобрений, но с поправкой на обеспеченность почвы. При внесении только минеральных удобрений нормы рассчитываются по формуле:

$$Д = \frac{100 \times a \times (Y - A) \times B}{K_y \times C}, \quad (6)$$

При расчете норм навоза и минеральных удобрений используется формула:

$$Д = \frac{100 \times a \times (Y - A) \times B - (D_o \times C_o \times K_o)}{K_y \times C}, \quad (7)$$

где Д – доза элемента удобрения в туках, ц/га;

У – планируемая урожайность с.-х. культур, ц/га;

А – уровень урожайности без удобрений, ц/га;

В – вынос N, P₂O₅ или K₂O основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг;

C_o – содержание в 1 т органического удобрения питательных элементов, кг;

- D_0 – норма органического удобрения, кг/га;
 K_u – коэффициент использования растениями N, P_2O_5 или K_2O из минеральных удобрений, %;
 K_0 – коэффициент использования питательных элементов органического удобрения в 1-й год, %;
 C – содержание действующего питательного элемента в минеральном удобрении, %;
 a – поправочный коэффициент, зависящий от уровня обеспеченности почвы подвижными формами N, P_2O_5 или K_2O .

Расчет проводится отдельно по каждому питательному элементу. Полученная в результате расчетов общая норма удобрений дифференцируется по срокам внесения в соответствии с рекомендациями научных учреждений.

Таблица 11 – Примерное содержание питательных элементов в органических удобрениях

Удобрение	Содержание сухого вещества, %	Содержание, %			Вид внесения	Доза внесения, т/га
		N	P	K		
Навоз КРС (на соломенной подстилке)	23	0,50	0,25	0,60	Основное в полупревшем виде	80-100
Навоз КРС жидкий	8	0,30	0,15	0,33	Основное	80-100
Навозная жижа КРС	0,6	0,25	0,01	0,66	Основное, подкормка	20-30
Птичий (куриный) помет	44	0,7-2,5	1,5-2,0	0,8-1,0	Подкормка	0,3-0,4
Сидераты бобовые	15	0,55	0,11	0,30	Основное, путем захватывания в почву	20-30

Таблица 12 – Содержание питательных элементов
в минеральных удобрениях

Удобрение	Содержание, %			Вид внесения
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Азотные				
Аммиачная се- литра	35	-	-	Основное, подкормка
Мочевина	46	-	-	Основное, подкормка
Сульфат аммония	20	-	-	Основное
Фосфорные				
Суперфосфат	-	19	-	Основное, припосевное
Суперфосфат двойной	-	42-48	-	Основное, припосевное, подкормка
Калийные				
Хлористый калий	-	-	60	Основное, подкормка
Калийная соль	-	-	40	То же
Сульфат калия	-	-	48	Основное

Таблица 13 – Вынос питательных элементов с урожаем полевых культур

Культура	Вынос 1 ц основной продукции с учетом побочной, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	3,50	1,35	2,40
Озимый ячмень	2,70	1,0	2,30
Кукуруза на зерно	2,80	0,90	2,30
Горох	6,60	1,60	2,0
Соя	7,40	1,80	2,70
Сахарная свекла	0,49	0,16	0,63
Люцерна на сено	2,60	0,60	1,60
Однолетние травы на сено	2,02	0,62	1,73
Многолетние травы на з/к	0,40	0,12	0,30
Однолетние травы на з/к	0,40	0,14	0,48
Кукуруза на силос	0,37	0,11	0,35
Кормовая свекла	0,27	0,15	0,48
Подсолнечник	5,3	2,0	10,1
Картофель	0,6–0,7	0,18–0,22	0,9–1,3
Помидоры	0,25–0,27	0,04–0,05	0,35–0,37
Огурцы	0,16–0,18	0,13–0,15	0,25–0,27
Капуста	0,3–0,35	0,12–0,15	0,4–0,45
Рис	2,42	1,24	3,5

Таблица 14 – Усвоение питательных веществ минеральных удобрений первой культуры (данные ЦИНАО)

Культура	Коэффициент использования удобрений, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	43	14	33
Яровая пшеница	39	8	28
Озимая рожь	35	13	41
Озимый ячмень	39	13	28
Овес	46	17	67
Кукуруза на зерно	56	52	59
Картофель	41	13	48
Сахарная свекла	48	14	71
Подсолнечник	44	7	65
Лен	46	12	28
Табак	64	16	75
Кукуруза на силос	47	48	48
Горох	50	50	43
Соя	53	49	57
Люцерна (сено)	31	48	57
Кормовая свекла	75	35	85
Овощи в среднем	41	17	44
Однолетние травы на сено	27	38	53
Рис	50	35	80

Усвоение питательных веществ органических удобрений первой культурой принимается в среднем N – 25%, P₂O₅ – 40%, K₂O – 70%.

Таблица 15 – Примерные поправочные коэффициенты доз удобрений в зависимости от обеспеченности черноземов Кубани подвижными формами основных элементов питания (по данным Симакина А.И.)

Обеспеченность почв подвижными соединениями	Яровые, зерновые, кукуруза, подсолнечник	Озимая пшеница, сахарная свекла, табак	Овощные, плодовые, виноградники
Азотные удобрения			
Очень низкая	1,0	1,33–1,50	1,33–1,39
Низкая	1,0	1,0–1,50	1,0–1,25
Средняя	1,0	1,0	1,0
Повышенная	0,33–0,50	0,5–0,75	0,75–1,0
Высокая	0–0,33	0,33–0,50	0,33–0,5
Очень высокая	0	0,25–0,33	0,33
Фосфорные удобрения			
Очень низкая	1,0	1,33–1,5	1,33–1,5
Низкая	1,0	1,0–1,25	1,0–1,25
Средняя	1,0	1,0	1,0
Повышенная	0,5–0,75	0,75–1,0	0,75–1,0
Высокая	0,33–0,5	0,25–0,33	0,33–0,5
Очень высокая	0–0,2	0,2–0,25	0,25–0,33
Калийные удобрения			
Очень низкая	1,0	1,33–1,5	1,33
Низкая	1,0	1,0–1,33	1,0
Средняя	1,0	1,0	1,0
Повышенная	0,5–0,75	0,75	0,5–0,75
Высокая	0	0,5	0–0,33
Очень высокая	0	0,25–0,33	0–0,25

Примечание. Если в почве содержится меньшее количество элемента минерального питания (в пределах обеспеченности – очень низкая, средняя и т.д.), то используется меньший в обозначенных пределах коэффициент, и наоборот.

Пример: Расчет доз питательных элементов минеральных удобрений на планируемую прибавку корнеплодов кормовой свеклы при внесении навоза и орошении проводится в следующей последовательности (таблица 16).

Планируемый урожай корнеплодов кормовой свеклы – 1000 ц/га, в том числе за счет естественного плодородия – 600 ц/га. Планируемая прибавка – 400 ц/га. Обеспеченность подвижными формами основных элементов питания средняя. Таблица 16 – Расчет доз питательных элементов минеральных удобрений на планируемую прибавку корнеплодов сахарной свеклы

№№ пп	Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос 1 ц корнеплодов и соответствующим количеством ботвы, кг	0,27	0,15	0,48
2	Требуется на планируемую прибавку, кг/га	108	60	192
3	Содержится в 1 т навоза ^{х)} (КРС соломенной подстилке), кг	5,0	2,5	6,0
4	Будет внесено с 30 т/га навоза, кг/га	150	75	180
5	Используется из навоза в 1 год, %	25	40	70
6	Используется из навоза в 1 год, кг/га	37,5	30	126
7	Будет внесено с минеральными удобрениями, кг/га	83,0	30	66
8	Используется из минеральных удобрений в 1 год, %	75	35	85
9	Требуется с учетом использования удобрений, кг/га	94	85,7	77,6
10	Действующего вещества в удобрении (аммиачная селитра, суперфосфат двойной, калийная соль), %	35	45	40
11	Требуется туков, ц/га	2,7	1,9	1,9

^{х)} содержание N, P, K в навозе определяется непосредственно в хозяйстве.

$$D(N) = \frac{100 \times 1 \times (1000 - 600) \times 0,27 - (150 \times 25)}{75 \times 35} = 2,68 \text{ ц/га}$$

$$D(P_2O_5) = \frac{100 \times 1 \times (1000 - 600) \times 0,15 - (75 \times 40)}{35 \times 45} = 1,9 \text{ ц/га}$$

$$D(K_2O) = \frac{100 \times 1 \times (1000 - 600) \times 0,48 - (180 \times 70)}{85 \times 40} = 1,94 \text{ ц/га}$$

Итак, для получения при орошении 1000 ц/га корнеплодов кормовой свеклы в дополнение к естественному плодородию необходимо внести в почву навоза 30 т, аммиачной селитры 2,7 ц/га, суперфосфата двойного 1,9 ц/га и калийной соли 1,9 ц/га.

10. ОСНОВНЫЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Сорными называются растения, которые не возделываются человеком, но произрастают в посевах культурных растений и засоряют сельскохозяйственные угодья.

Сорняки снижают урожай культурных растений, ухудшают его качество, способствуют развитию болезней и вредителей, затрудняют обработку почвы и уборку урожая, повышают затраты труда, уменьшают пропускную способность оросительных каналов, уменьшают содержание питательных веществ в почве и т.д.

По биологической классификации все сорные растения делятся на следующие группы (таблица 17).

Таблица 17 – Агробиологическая классификация сорных растений

Непаразитные		Полупаразитные	Паразитные
малолетние	многолетние		
1. Зфемеры	1. Стержнекорневые	1. Корневые	1. Корневые
2. Яровые ранние	2. Мочковатокорневые	2. Стеблевые	2. Стеблевые
3. Яровые поздние	3. Ползучие		
4. Зимующие	4. Луковичные		
5. Озимые	5. Клубневые		
6. Двулетние	6. Корневищные		
	7. Корнеотпрысковые		

Существует так же классификация сорняков, по отношению к водному режиму, предложенная И.С.Косенко. Согласно ей сорная растительность подразделяется на следующие группы: суходольные, влаголюбивые, болотные, водные, плавающие и водоросли.

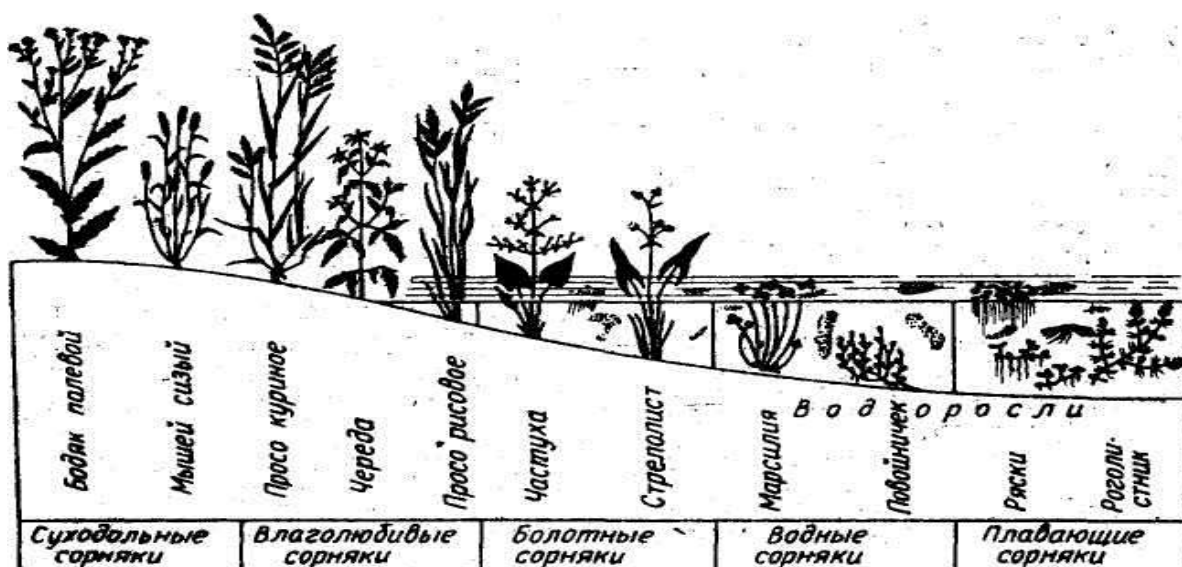


Рисунок 3 - Экологические типы сорняков по отношению к водному режиму (по И. С. Косенко)

Суходольные сорняки – мезофиты - произрастают на увлажненных почвах, засоряют валики, дамбы каналов, обочины дорог, суходольные поля рисового севооборота. (Амброзия полыннолистная, марь (виды), бодяк седой, мышей сизый, портулак огородный, яснотка (виды), подмаренник цепкий и пр.).

Влаголюбивые – гигрофиты – распространены на избыточно увлажненных почвах. Погибают при длительном глубоком затоплении. (Просо рисовое, просо крупноплодное, просо куриное, рис сорный, леерсия рисовидная).

Болотные – гидрофиты – произрастают на длительно залитых водой полях. Выносливы к длительному глубокому затоплению, поэтому бороться с ними слоем воды невозможно. (Клубнекамыш компактный, клубнекамыш приморский, рогоз узколистный, рогоз широколистный, тростник обыкновенный, частуха подорожниковая, частуха ланцетолистная, сыть (различные виды), стрелолист трилистный, сусак зонтичный, камыш (различные виды), монокория Корсакова, марсилия четырехлистная, ситничек поздний, болотница игольчатая).

Водные – лимнофиты – произрастают на постоянно залитых водой, заболоченных почвах и водоемах. Их стебли и ли-

стья погружены в воду или плавают на ее поверхности. Развиваются только при длительном и устойчивом затоплении почвы, без слоя воды погибают. К этой же группе относятся: плавающие, имеющие более или менее широкие плавающие листья, погруженные в воду, с узкими или рассеченными на мелкие дольки листьями. (Повойничек трехтычинковый, наяда малая, рдесты (различные виды), гречиха земноводная).

Водокрасы – *гидрохариты* – произрастают исключительно в воде на болотах. Корней не имеют, стебли и листья погружены в воду или плавают на ее поверхности. Засоряют каналы. (Ряска (различные виды), роголистник темно-зеленый, сальвиния плавающая, пузырчатка обыкновенная).

Водоросли – низшие растения, одноклеточные, невидимые простым глазом (микрофиты) или крупные, образующие слизистые скопления (макрофиты). Обитают на влажной почве, на подводных частях других растений, в слое воды или на ее поверхности. (Диатомовые, зеленые, сине-зеленые, харовые).

Задание. 1. Познакомиться с биологической классификацией сорняков и с наиболее распространенными и злостными сорняками на орошаемых землях. Дать краткую характеристику отличительным особенностям морфологических признаков, биологии их развития и описать меры борьбы с ними.

2. Познакомиться с классификацией гербицидов, с их основными свойствами и применением.

Материалы. Гербарий сорных растений. Коллекция семян сорняков. Краткое описание наиболее распространенных видов сорных растений на орошаемых землях.



Мокрица, звездчатка средняя – *Stellaria media* L принадлежит к семейству гвоздичных.

Мокрица – очень злостный сорняк, относящийся к группе эфемеров. Стебель мягкоопушенный, ломкий, лежащий или приподнимающийся, ветвистый, длиной 10–80 см; корень слабый, длиной до 6 см. Цветки белые, с пятью раздвоенными лепестками. Размножается мелкими семенами. Взошедшие осенью маленькие растения перезимовывают и весной цветут и плодоносят. Весной семена прорастают при температуре

5–7°C с глубины не более 3 см. Мокрица плодоносит два раза в год, так как имеет короткий вегетационный период – около 40 дней.

Семена могут довольно долго находиться в почве, не теряя способности к прорастанию, и сохраняют ее, даже пройдя через кишечник животных. Недозревшие и свежесозревшие семена особенно высокую всхожесть имеют в засушливые годы (от 37 до 53%).

Лежащие на земле стебли дают в узлах придаточные корни, отчего кусты сильно разрастаются и глушат культурные растения. Кусты, оставленные после подрезания на сырой почве, легко приживаются, поэтому их надо удалять с поля.

Растет на полях и пастбищах, в садах и огородах, в обилии на увлажненных землях.



Горец перечный – *Polygonum hydropiper* L. сем. гречишные Polygonaceae. Яровой однолетник.

Всходы на вкус горькие, как перец.

Корень стержневой. Стебель прямой, голый, ветвистый, с красноватым пигментом, высота 20...70см. Листья очередные, ланцетные, нижние короткочерешковые, верхние почти сидячие, с темными пятнами на поверхности. Раструбы почти голые, по краю с короткими ресничками. Соцветия тонкие, негустые, нитевидные, прерыви-

стые, поникающие. Околоцветник розоватый или зеленоватый. Плод - орешек, без околоцветника, яйцевидно-овальный, слабо-трехгранный, темно-коричневый, длина 2,25...3, ширина 1,75...2,25, толщина 0,75...1,75мм. Масса 1000 орешков 3г.

Минимальная температура прорастания орешков +3...4°C, оптимальная +20...24°C. Всходы появляются в марте - мае. Цветет в июне - августе. Плодоносит в августе - сентябре. Макс. плодовитость 11 200 орешков, которые прорастают в почве с глубины не более 6...7см и сохраняют жизнеспособность до 50 лет. Свежесозревшие не прорастают.

Растет на орошаемых землях, по берегам водоемов, предпочитает избыточно увлажненные почвы.



Ежовник обыкновенный (просо куриное) – *Echinochloa crusgalli* L. Сем. Мятликовые.

Яровой однолетник. Размножается семенами. Поселяется в основном на дамбах оросительных и сбросных каналов, на междучечковых валиках и в посевах риса на повышенных местах, незатопленных или очень мало затопленных.

Корень мочковатый. Стебель прямой или развалистый, коленчато-восходящий, высота 20...100см. Листья широколинейные. Соцветие - рыхлая метелка. Плод - яйцевидная, одно-сторонне-выпуклая, на верхушке

заостренная, блестящая, зеленовато-белая зерновка.

Ежовник обыкновенный цветет с июля и плодоносит до осени. Масса 1000 семян 1,5-2 г. Макс. плодовитость 60 000 зерновок, сохраняют жизнеспособность до 13 лет.

Минимальная температура прорастания зерновок +4...6°C. Оптимальная 26...28, макс. +50...52°C. Семена, заделанные в почву на 10-12 см, не прорастают.

Недозрелые зерновки жизнеспособнее свежесозревших. Лучше всего прорастают при влажности почвы 40...80% от ППВ. Внесение в почву NPK повышает всхожесть. В черноземной почве с минимальной влажностью зерновки лучше прорастают при рыхлом сложении, чем плотном, с оптимальной - наоборот, с избыточной - почти одинаково.

После кущения отличается большой живучестью, а в первые фазы развития он очень чувствителен к слою воды.



Ежовник бородчатый (ежовник рисовый, ежовник бородатый, просо рисовое) — *Echinochloa phyllorogon* Stapf., Kossenko.

Однолетний яровой сорняк семейства Мятликовых с продолжительностью вегетационного периода 100-125 дней.

Стебель прямой ветвистый, опушенный у нижних узлов, высотой 70-150 см. Растения сильно кустятся, образуя до 100 побегов. Листья линейно-ланцетные, по краям шершавые. Листовые влагалища зеленые. Ушек не имеет,

а вместо язычка белая полоска. Ежовник бородчатый размножается семенами. Масса 1000 зерен составляет 4-5 г.

Одно растение образует до 6 тыс. зерновок, которые способны сохранять всхожесть в почве в течение пяти лет. Семена ежовника бородчатого при отсутствии слоя воды могут прорасти с глубины до 15 см.

Всходы проса рисового появляются при влажности почвы не ниже 50 % от предельной влагоемкости и температуре не менее +4°C. Они устойчивы к затоплению и погибают лишь в возрасте 1-2 листа под слоем воды 25-30 см и температуре не менее 25-30°C за 7-10 дней.

Просо рисовое созревает практически одновременно с рисом, засоряет почву и урожай.



**Черёда Трёхраздельная –
Bidens tripartita L.** сем. ас-
ровые Asteraceae

Яровой однолетник.
Всходы горьковатые.

Корень стержневой.
Стебель прямой, часто крас-
новато-бурый, голый либо
коротковолосистый, высота
15...100см. Листья трехраз-
дельные, крупнозубчатые,
голые или негустоволоси-
стые. Цветки трубчатые,
грязно-желтые, в одиночных
корзинках. Плод - клиновид-
но-ребристая уплощенная на
верхушке с двумя длинными
краевыми и более короткими

средними шипами, покрытыми щетинками, зеленовато-
темно-коричневая или темно-бурая семянка, длина без шипи-
ков 5...8, ширина 2...3, толщина 0,5мм. Масса 1000 семян
3...4г.

Минимальная температура прорастания семян
+8...10°C, оптимальная +24...30. макс. +38...40°C. Всходы по-
являются в апреле - июне. Цветет в июле - сентябре. Плодо-
носит в августе - октябре и до поздней осени. Макс. плодови-
тость 11 800 семян, которые имеют длительный период
биологического покоя и прорастают лишь через 3 месяца по-
сле созревания с глубины не более 3...4см.

Растет в садах и огородах, на пойменных лугах и паст-
бищах, по берегам оросительных каналов и водоемов.



Гумай или джонсонова трава – Andropogon halehensis Brot, семейство мятликовых. Корневищный многолетний сорняк.

Растение с гладким стеблем высотой 100–150 см, сильно кустится. Листья крупные, линейно-ланцетные, по краю шероховатые. Соцветия – крупная многоколосовая метелка. Корневая система уходит в почву на глубину 1,5–2 м, корневищная. Корневища проникают в почву иногда до 50–70 см, но основная их масса сосредотачивается в слое 20–30 см.

Плод – пленчатая зерновка. Цветет с июня до августа. Продуктивность одного растения колеблется от 500 до 3000 семян. Свежее созревшие семена прорастают плохо. Весной они лучше прорастают во влажной почве при температуре 30–35°C и с глубины не более 1–3 см. Семена сохраняют жизнеспособность в почве до 3–5 лет. Размножается семенами и вегетативно.

Злостный сорняк всех посевов, трудноискоренимый. Для его уничтожения надо вводить научно обоснованный севооборот, тщательно обрабатывать почву, истощать, вымораживать, высушивать, вычесывать и собирать корневища, очищать посевной материал, повторно скашивать растения до цветения на перелогам, обочинах, вдоль оросительной сети и вокруг гидротехнических сооружений.



Хвощ полевой Equisetum arvense L. сем. хвощевые Equisetaceae Корневищный многолетник.

Корневая система в виде суставчатого корневища, проникающего в почву от 30...50 до 100см. Основная масса корневищ сосредоточена на глубине 30...60см. На их узлах образуются небольшие клубни, которые содержат запасы питательных веществ.

Стебель прямой, членистый; бесплодный - зеленый, жесткий, ребристый, с цилиндрическими влагалищами, ветвистый; спороносный - светло-бурый или красноватый, со спороносным колоском.

Листья мутовчатые, у спороносных стеблей недоразвитые, в виде сросшихся в трубочку чешуи, у бесплодных - в виде нескольких пустотелых зеленых хрупких члеников.

Проростки из спор и побеги от подземных почек появляются с наступлением устойчивой теплой погоды. Споры созревают в марте - мае, после чего плодоносящие стебли отмирают, а бесплодные появляются до теплой осени. Отрезки корневищ длиной не менее 1см и отдельные клубни способны к вегетативному возобновлению. Молодые побеги отрастают с глубины не более 50см.

Растет на переувлажненных полях, пойменных лугах и пастбищах, у оросительных каналов и водоемов.



Тростник обыкновенный – Phragmites communis Trin.

Многолетний сорняк семейства мятликовых с высоким стеблем, достигающим 3-5 м, с гладкой поверхностью; хорошо облиственный. Листовые пластинки ланцевидные шириной 2,5-3 см.

Соцветие – густая, раскидистая метелка, несущая до 2000 колосков. Плод – зерновка, масса 1000 зерновок составляет 0,1-0,2 г. Размножается семенами и вегетативно. Семена распространяются ветром и водой. Минимальная температура прорастания семян +8-10 °С, оптимальная — +20-24 °С. Плодовитость одного растения тростника обыкновенного 50 тыс. зерновок, которые хорошо прорастают на свету, на поверхности почвы. В почве на глубине до 1 см семена тростника сохраняют жизнеспособность в течение одного года.

Корневища залегают в почве горизонтально на глубине 30-40 см; на них на глубине 10-15 см вертикально располагаются корневища, дающие зеленые побеги и придаточные корни. Отрезки корневищ способны прорасти с глубины 20 см.

Тростник не выносит почв с повышенной кислотностью.



***Клубнекамыш морской (приморский) –
Bolboschoenus Maritimus L.***

Семейство осоковых, многолетник с трехгранным высоким (до 100 см) стеблем.

Листья узколинейные шириной 4-7 см. Злостный сорняк рисовых полей. Соцветие метельчатое, собрано из 225 сидящих на коротких веточках крупных продолговатых колосков. Плод - трехгранный орешек обратнойцевидной формы. Семена обладают высокой всхожестью. Промораживание

увеличивает их всхожесть. Находясь в почве, семена сохраняют всхожесть на протяжении 4 лет. На корневищах образуются шаровидные клубни диаметром 1-2 см, залегающие в почве на глубине 15-18 см. спящие почки клубня способны образовывать побеги и корневища с новыми клубнями. Масса 1000 орешков 2,5 г.

Клубнекамыш компактный – B. compactus (Hoffm) Drob. По ряду признаков сходен с вышеописанным видом – морским. Размножается семенами и вегетативно – клубнями. Семена в год урожая обладают высокой всхожестью. Клубни залегают на глубине 8-12 см, реже – 15 см. при глубокой заделке в почву не прорастают, при мелкой вспашке на зябь клубни выворачиваются на поверхность, подмерзают и теряют жизнеспособность. Семена легко переносятся водой и засоряют почву. Одно растение образует 80-250 семян (плодиков).



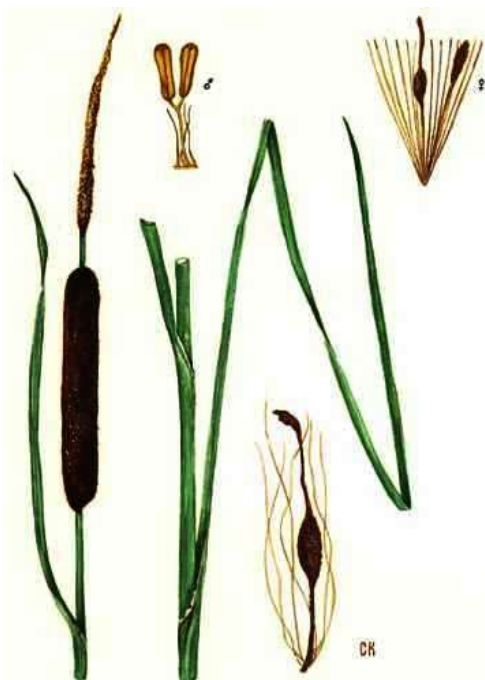
Рогоз широколистный – Typha latifolia L.

Корневищный многолетник семейства рогозовых с плотным прямостоячим стеблем цилиндрической формы, высотой около 150 см.

Соцветие – плотный цилиндрический колос. Плодики очень мелкие, односемянные, снабжены хохолком, уносящим семена с помощью ветра на далекие расстояния. На постоянно обрабатываемых землях рогоз не образует цветonoсных побегов. Семена в год

урожая обладают всхожестью до 100 % и сохраняют ее в течение 4 лет. Прорастают только на свету. Покрытые небольшим слоем воды не прорастают. На одном соцветии образуется до 450 тыс. семян.

Корневища являются органом вегетативного размножения. Побеги образуются только из конечной почки корневища.



Рогоз узколистный – Typha angustifolia L. Многолетний сорняк семейства рогозовых. По ряду признаков близок к вышеописанному виду. Растение высотой около 150 см, иногда больше.

Колос узкоцилиндрический, толщиной 2,5 см и длиной до 26 см. Мужская и женская части колоса разделены промежутком голого цветоноса. Размножается семенами и вегетативно. На поперечном разрезе воздухоносная ткань представлена девятью камерами.

лена девятью камерами.



Леерсия рисовидная –
Leersia oryzoides L.

Многолетнее растение семейства мятликовых.

Образует мощный серовато-зеленого цвета куст с коленчато-восходящими и ветвистыми от основания стеблями высотой 20-180 см. Листовые пластинки линейные, шириной 6-10 мм, неравнобокие, по краям остро шершавые. Язычок короткий, 1-2 мм, голый.

Соцветие — раскидистая метелка длиной до 18 см, несущая 500-700 колосков эллиптической формы. Цветко-

вые чешуи коротко-заостренные, сильно сплюснуты с боков, безостые. Нижняя цветковая чешуя почти тупая, с 5 жилками, на спине и по краю с шиповатыми ресничками: верхняя — с 3 жилками, более узкая и по краям щетинистая.

Цветки клейстогамные, самоопыляющиеся, но возможно и перекрестное опыление. Цветочных пленок 2, тычинок 3, пестик короткий с перистыми рыльцами. Масса 1000 зерновок 1,1-1,2 г.

Одно растение образует до 2,5-3,0 тыс. семян, которые после созревания осыпаются и засоряют почву.

Леерсия рисовидная размножается как семенами, так и вегетативно — корневищами. За период вегетации одно растение формирует корневище длиной до 1 м с 12-15 междоузлиями. Почки корневищ прорастают весной при температуре почвы 8-12°C. Леерсия рисовидная встречается на рисовых полях Кубани. В естественных условиях этот сорняк произрастает по сырым и топким лугам, берегам рек, озер и болот.



***Частуха подорожниковая*
– *Alisma plantago-aquatica* L.**

Многолетнее растение семейства частуховых с прямостоячим, безлистным стеблем высотой 60-120 см и корнеобразным корневищем, которое залегает в почве на глубине 10 см. Листья овальные, с широкой листовой пластинкой собраны в прикорневую розетку.

Соцветие – раскидистая метелка с мутовчатым расположением ветвей, на концах которых образуются зонтики.

Частуха подорожниковая размножается семенами и почками, выходящими из пазух листьев

подземной клубнеобразно-утолщенной части стебля.

Семена созревают несколько раньше, чем рис, осыпаясь, засоряют почву. Одно растение может дать до 20 тыс. семян, сохраняющих жизнеспособность 3-5 лет. Масса 1000 семян около 0,5 г. При слое воды свыше 10 см семена гибнут.

Корневища, вывернутые на поверхность или запаханые на глубину свыше 10 см, теряют жизнеспособность. Взрослые растения практически выдерживают любой слой воды, допустимый для культуры риса.

В посевах риса часто встречаются частуха ланцетная, частуха восточная, частуха Лозеля.



Сыть круглая - Cyperus rotundus L.

Многолетнее растение семейства осоковых (Cyperaceae).

Корневищное, с тонким трехгранным стеблем высотой 15-50 см. Листья длинные, узкие, сизоватые, собранные при основании пучком, посередине имеют толстую жилку. Соцветие зонтиковидное, веточки его несут пучки колосков или, в свою очередь, ветвятся. Колоски узкие, клиновидно-ланцетные, длиной 1-2,5 мм и шириной 1,5-2 мм.

Плодоносит с июля по сентябрь. Плод – орешек. Масса

1000 орешков около 0,5 г. Размножается семенами и вегетативно с помощью корневищ, имеющих клубневидные утолщения, на которых находятся почки, образующие новые побеги. Вместе с этим видом часто встречаются сыть скученная и сыть разнородная.

Сыть скученная — Cyperus glomeratus L. Многолетнее растение высотой 20-80 см из семейства Осоковых. Стебли трехгранные, в нижней части утолщенные. Листья линейные, шириной 2-8 мм, обычно они короче стебля, по краям гладкие. Соцветие зонтиковидное из многочисленных сидячих, линейных колосков, скученных в удлиненные или почти шаровидные головки.

Сыть разнородная - C. difformis L.

Растение однолетнее, корневищное. Размножается семенами.



Монохория Корсакова – Monochoria korsakovii Regel et Maack

Однолетний сорняк семейства понтедериевых. Стебель гладкий, высотой 60 см. Листья сердцевидно-яйцевидной формы с длинным черешком.

Семена мелкие, на одном растении образуется до 20 тыс. штук, которые прорастают под слоем воды. Размножение происходит только семенами. Глубокое затопление не препятствует развитию всходов.

Монохория – светлюбивое растение, поэтому густые всходы риса задерживают ее рост и развитие. Угнетенные растения не дают соцветий.

Сусак зонтичный – Butomus umbellatus L.



Многолетний сорняк семейства сусаковых. Стебель прямой, безлистный, высотой 50-120 см. Листья трехгранные, узколинейные, прямостоячие длиной до 1 м. Расположены в прикорневой розетке.

Соцветие – простой зонтик. Цветки двуполые. Образует большое количество семян. Семена имеют хорошо развитую воздухоносную паренхиму, что позволяет им долго держаться на воде и переноситься по ней ветром на значительные расстояния.

Размножается семенами и корневищами. Корневища ползучие, почти всегда горизонтальные. Редко встречается на рисовых полях, но часто произрастает по окраинам оросительных и сбросных каналов.



Стрелолист трилистный – Sagittaria trifolia L.

Многолетний сорняк семейства частуховых, с прямым стеблем, равным длине листьев, высотой до 100 см. Листья собраны в прикорневую розетку, мутовки. Плод – семянка. Семена хорошо переносятся водой.

Одно растение может дать до 11 тыс. семян. Размножается семенами и вегетативно клубнями, образующимися осенью на глубине 6-12 см, которые могут прорасти при 50-сантиметровом слое воды. Заделанные в почву на 20-25 см не прорастают.

Слой воды способствует лучшему прорастанию клубней стрелолиста трилистного, а его всходы легко преодолевают любой слой воды допустимый при возделывании риса.



Ситничек поздний – Juncellus serotinus (Rottb) Clarke.

Многолетнее растение семейства ситниковых с одиночным стеблем высотой 30-100 см. Листья линейные, по краям шероховатые.

Соцветие зонтиковидное, плод – бурый орешек. Масса 1000 орешков 0,4 г. Размножаются семенами и вегетативно корневищами, которые располагаются в почве на глубине около 12 см. на поверхности почвы корневища не выдерживают примораживания и иссушения.

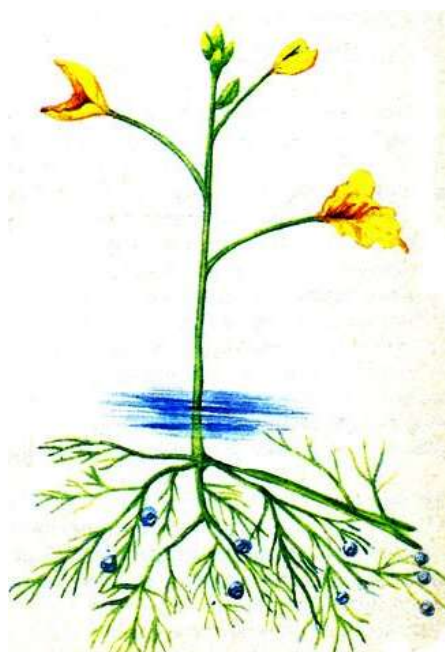
Семена его имеют длительный период покоя. Засоряет преимущественно старые рисовые оросительные системы, находящиеся в плохом мелиоративном состоянии.



Роголистник темно-зеленый - Ceratophyllum demersum L.

Многолетник семейства роголистниковых, с тонким ветвистым стеблем длиной 30-100 см. Листья вильчато-раздельные. Корни не развиты. Функции корня выполняют части стебля. Цветет в июне-августе. Плод - орешек с тремя шипами.

Размножается семенами и вегетативно. Каждая отдельная часть растения способна существовать самостоятельно. Зимует в виде верхушек стебля, опустившегося на дно водоема.



Пузырчатка обыкновенная - Utricularia vulgaris L.

Многолетник семейства пузырчатых с плавающим стеблем длиной 15-100 см. Листья перисто-многораздельные с пузырьками. Соцветие - кисть. Цветет с июня до осени. Плод - многосемянная коробочка. Корней не имеет.

Размножается семенами и вегетативно путем отделения от материнского растения частей стебля с листьями, которые, приликая к ногам птиц, переносятся на другие участки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
ПРЕДИСЛОВИЕ.	2
1. ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ВОДОПРОЧНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ.	3
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ.	7
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ПО ВЕЛИЧИНЕ «СУММАРНОГО ЭФФЕКТА» ТОКСИЧНЫХ ИОНОВ	19
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ	24
5. НАЗНАЧЕНИЕ ОЧЕРЕДНОГО СРОКА ВЕГЕТАЦИОННОГО ПОЛИВА И РАСЧЕТ ПОЛИВНОЙ НОРМЫ	29
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	40
7. СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ.	43
8. СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ.	56
9. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	63
10. ОСНОВНЫЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ	75

Василько Валентина Павловна
Герасименко Виталий Николаевич
Сисо Александр Владимирович
Макаренко Сергей Алексеевич
Гладков Валерий Николаевич

МЕЛИОРАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Методические указания

Подписано в печать _____ . Формат 60 × 84¹/₁₆.
Усл. печ. л. – 5,5. Уч.–изд. л. – 4,3.
Тираж 300 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинин, 13