

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент мелиорации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДБОРУ ЭФФЕКТИВНЫХ
СПОСОБОВ И ТЕХНИКИ ОРОШЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Новочеркасск 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1 Способы орошения сельскохозяйственных культур	3
1.1 Поверхностные способы орошения	3
1.2 Внутрипочвенное орошение	9
1.3 Орошение дождеванием.....	11
1.4 Микроорошение.....	13
1.5 Выбор способов орошения.....	17
2 Техника для орошения.....	21
2.1 Классификация дождевальных машин.....	21
2.2 Орошение короткоструйными дождевальными машинами.....	22
2.3 Орошение среднеструйными дождевальными аппаратами	26
2.4 Орошение дальнеструйными дождевальными устройствами.....	31
2.5 Стационарные и сезонно-стационарные дождевальные системы.....	33
2.6 Дождевальная техника для малых участков орошения.....	36
2.7 Выбор дождевальной машины	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ А Основные условия, определяющие выбор технологии орошения в зависимости от природохозяйственных факторов	45

1 Способы орошения сельскохозяйственных культур

В настоящее время широко распространены способы полива, которые регулируют водный режим путем периодической подачи и накопления воды в почве. Наряду с этим в последние годы получают распространение способы полива, направленные на подачу растениям такого количества воды, которое ежесуточно необходимо им. В зависимости от применяемых технических устройств и условий контакта воды с почвой и растениями можно выделить следующие четыре способа орошения: поверхностное, дождевание, внутрипочвенное, микроорошение (рисунок 4).

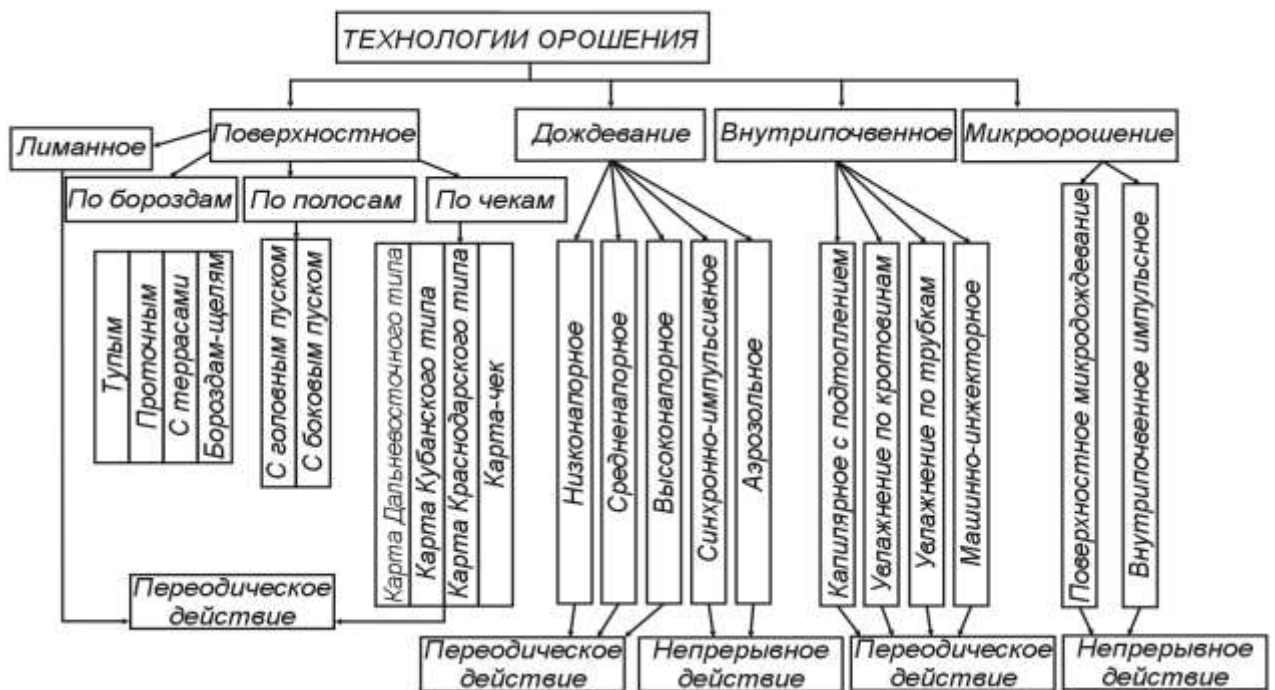


Рисунок 4 – Способы орошения сельскохозяйственных культур [1]

1.1 Поверхностные способы орошения

В орошаемом земледелии наибольшее распространение получили поверхностные способы полива. В зависимости от применяемой техники распределения воды по полю при поверхностном орошении различают следующие способы полива: затопление, полив по полосам и по бороздам [2].

При распределении воды по затопляемым чекам или по полосам по-

ливная вода контактирует с приземным слоем воздуха и почвой. Поступление воды в почву происходит гравитационным путем. На впитывание влаги в почву в процессе полива по бороздам определяющее влияние оказывают капиллярные силы [3].

Затопление применяют для орошения риса, для лиманного орошения, проведения промывочных, а в некоторых случаях, влагозарядковых и вегетационных поливов. Распространению этого способа полива благоприятствует ровный безуклонный или малоуклонный рельеф местности, слабоводопроницаемые почвогрунты, хорошая естественная дренированность территории, а также достаточная водообеспеченность источника орошения.

Преимущество данного способа полива можно заключить в следующем: за счет исключения сброса при правильном назначении параметров чека обеспечивается высокая эффективность использования оросительной воды при незначительных потерях на глубинную фильтрацию. Быстрое распределение воды по поверхности чека обуславливает равномерное увлажнение почвы. Отсутствие поверхностного стока создает благоприятные условия для промывки солей.

Малая трудоемкость полива, подача воды в объеме, точно соответствующем потребности растений, и равномерное распределение ее по поверхности поля при поливах создают благоприятные условия для прорастания семян, развития и роста растений, что обеспечивает хороший урожай.

Однако должны быть приняты во внимание факторы, ограничивающие применение этого вида полива. Обязательным условием является высокоточная планировка поверхности чека, которая может быть обеспечена только с помощью современных устройств и планировочного оборудования. Подготовка площадки для полива затоплением по чекам требует перемещения больших земельных масс, чем при каком-либо другом способе орошения. Необходима высокая точность расчета и подачи поливной нормы во избежание избыточного затопления, которое может привести к переувлажнению и засолению почвы.

Подача воды большой струей – одно из важнейших преимуществ орошения по чекам, однако с ней связана необходимость мероприятий по предупреждению почвенной эрозии [4].

Напуск по полосам применяют чаще всего для проведения вегетационных поливов культур узкорядного сева (зерновые, колосовые, многолетние травы), предпосевных и влагозарядковых поливов. Поливные полосы образуются в результате нарезки по тщательно спланированной поверхности поля ($i = 0,002$) временных земляных валиков высотой 15–25 см. В зависимости от расстояния между валиками полосы делятся на узкие – шириной до 5–8 м и широкие – более 10–12 м. Ширина узких полос согласуется с шириной захвата сеялки или косилки и чаще всего принимается равной 1,8; 3,6 или 7,2 м.

В зависимости от выравненности орошаемого участка применяют две схемы полива по полосам: полив с подачей воды в голове полосы и полив с боковой подачей воды в полосы.

Длина полосы назначается в зависимости от уклона орошаемого участка и водопроницаемости почвы. На слабоводопроницаемых почвах при уклонах 0,007–0,010 она может достигать 400 м. На почвах с высокой водопроницаемостью длину полос уменьшают до 150–200 м. Расход воды, подаваемый в полосу, назначается в зависимости от устойчивости почвы к размыву, которая увеличивается по мере уменьшения уклона и увеличения водопроницаемости почвы. На полях с малыми уклонами и почвами с высокой водопроницаемостью подача воды в расчете на 1 м ширины полосы достигает 8–10 л/с.

Полив с боковой подачей воды в полосе применяется на плохо спланированных участках, а также при существовании дополнительного уклона в поперечном направлении не более 0,002.

Полив напуском по полосам позволяет давать меньшие по сравнению с затоплением поливные нормы – 600–800 м³/га. Общие потери воды на поверхностный сброс и глубинную фильтрацию уменьшаются до 10–30 %. Для снижения потерь воды подачу ее в полосы во время полива прекращают при увлажнении 75–85 % всей длины полосы. Остальная часть ее увлажняется за

счет стока воды с вышележащей площади [3].

Проведение вегетационных поливов на не спланированных полях, где подача расчетной поливной нормы практически трудно осуществима, является одной из причин недобора урожаев, так как на пониженных элементах рельефа вода застаивается, растения погибают или резко снижают урожайность в результате вымокания [5].

Полив по бороздам считается одним из распространенных способов распределения воды при поверхностном орошении, как в нашей стране, так и за рубежом. При этом способе полива оросительная вода распределяется не сплошным слоем, как при поливе по полосам, а в виде отдельных струй по нарезанным на поле бороздам. Впитывание влаги в почву при этом происходит преимущественно капиллярным путем, что способствует созданию благоприятного воздушного и водного режимов с сохранением комковатой структуры почвы.

Этот способ применяют главным образом для посева пропашных, овощных и плодовых культур, а также винограда. На части площади по бороздам поливают и культуры узкорядного сева.

По размещению борозд относительно растений они подразделяются на незасаеваемые, которые нарезают в междурядьях широкорядных посевов, и засаеваемые, нарезаемые для полива узкорядных культур. По способу увлажнения и характеру впитывания влаги в почву различают проточные и тупые борозды. В практике орошения наиболее распространены проточные борозды. Их применяют для проведения поливов на площадях с уклонами 0,002–0,007, при увеличении до максимально допустимого 0,02. Впитывание влаги и увлажнение расчетного слоя почвы заданной поливной нормой на таких бороздах происходит за время движения воды от головной до концевой части их [6].

Для большинства почв при уклонах до 0,01 величина поливной струи не должна превышать 0,25 л/с. При уклонах 0,005–0,002 величина поливных струй может быть увеличена до 0,5–0,75 л/с, и только на почвах с высокой

водопроницаемостью она может составлять 1,0–1,5 л/с.

Для предупреждения смыва почвы и вымывания гумуса, азота, фосфора и других биогенных веществ и загрязнения вод необходим правильный выбор элементов технологии полива, то есть установление рационального расхода воды в борозде в зависимости от уклона участка и противоэрозионной стойкости почвы. На эрозионно-опасных землях основное внимание должно быть обращено на предупреждение смыва путем установления допустимого расхода воды.

Длина борозд зависит от уклона, водопроницаемости почвы, расхода воды, глубины увлажняемого слоя, выравненности поля. При одинаковых уклонах поверхности на менее водопроницаемых почвах следует проводить полив по более длинным бороздам, а на сильноводопроницаемых их длину следует уменьшать. При такой схеме полива увлажнение происходит равномерно по всей длине. При этом экономится поливная вода, исключается смыв почвы, вымывание гумуса и биогенных веществ, не загрязняются воды [7].

Из средств механизации поверхностного полива можно применять поливные трубки, сифоны и поливные шланговые машины ППА-165, ППА-165У, ППА-300. Применение агрегата ППА-300 на вегетационных посевах люцерны позволяет при хорошей равномерности увлажнения почвы экономить до 40,4 % воды, используемой в основном из сбросных каналов. Экономия трудозатрат в расчете на год по сравнению с ручным распределением воды в чеки составляет 812 чел./ч.

В районах неустойчивого увлажнения, когда использование местного поверхностного стока для регулярного орошения по природным условиям технически невозможно или экономически нецелесообразно, проектируют системы лиманного орошения.

1.2 Внутрипочвенное орошение

Внутрипочвенное орошение обеспечивает подачу оросительной воды

на поле с помощью увлажнителей, которые укладываются на расстоянии 0,9–2,8 м один от другого на глубине 0,4–0,6 м. При таком способе распределения поливной воды она не контактирует с воздушной средой, а поступает непосредственно к корням растений, оптимизируя водный и воздушный режимы активного слоя почвы. При этом не образуется почвенная корка и не разрушается структура почвы. Отсутствие на поверхности поля оросительной и поливной сети создает при таком способе орошения довольно благоприятные условия для механизации сельскохозяйственных и мелиоративных работ.

При внутрипочвенном орошении благодаря автоматизации распределения воды и процесса полива значительно повышается производительность труда поливальщиков, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, существенно уменьшаются оросительные нормы. Присущие внутрипочвенному орошению достоинства, несмотря на пока сравнительно высокую дороговизну его строительства и опасность засоления на массивах с неблагоприятными гидрогеологическими условиями и некоторыми другими недостатками, определяют перспективы его распространения при возделывании сельскохозяйственных культур в предгорных районах аридной зоны.

Внутрипочвенное орошение (ВПО), при котором вода подается в подпахотный слой к корням растений, позволяет непрерывно снабжать растения водой в соответствии с их водопотреблением. Следует отметить, что при этом способе орошения можно одновременно с поливной водой вносить непосредственно в корнеобитаемый слой почвы необходимое количество удобрений, а также использовать животноводческие стоки [8, 9].

Производство устойчивых полимерных материалов, разработка механизированной укладки пластмассовых трубопроводов позволяют широко применять ВПО.

Подача воздуха под давлением способствует большему продвижению влаги в почве в стороны от увлажнителя, что позволяет увеличить расстояние между ними и снижает стоимость ВПО, а за счет снабжения почвы в активном слое воздухом происходит увеличение урожайности сельскохозяйствен-

ных культур.

Несомненный интерес представляет субиригация, при которой увлажнение почвы в активном слое осуществляется за счет капиллярного подпитывания путем поддержания уровня грунтовых вод на нужной глубине. Этот способ можно применять на безуклонных массивах при неглубоком залегании уровня грунтовых вод, на незасоленных почвах с хорошими капиллярными свойствами.

Повышение эффективности орошения и снижение мелиоративной нагрузки на почву достигается также повышением биологической активности поливной воды путем применения специальных устройств, из которых наиболее широкое применение нашли аппараты с постоянными магнитами.

В результате такой активизации химические свойства воды остаются неизменными, а физические существенно изменяются. Намагниченная вода оказывает благоприятное воздействие на рост и развитие растений.

Таким образом, применение внутрипочвенного орошения обеспечивает оптимальный водно-воздушный и питательный режимы почвы и высокие урожаи сельскохозяйственных культур при рациональном расходе воды.

Одним из перспективных способов полива овощей, многолетних плодовых насаждений и винограда, получившим в последние годы распространение в нашей стране и за рубежом, является капельное орошение.

Сущность капельного орошения сводится к подаче воды на увлажняемый объект в виде небольших струй или капель. Принципиальной особенностью такого способа орошения является локальное увлажнение почвы непосредственно в зоне максимального развития корневой системы с помощью точечных микроводовыпусков-капельниц [9, 10].

Основное достоинство капельного орошения – значительная экономия оросительной воды при локальном увлажнении почвы. С помощью капельного орошения можно поливать крутые склоны, подавать вместе с оросительной водой ядохимикаты и удобрения. По сравнению с дождеванием меньше энергозатраты, отпадает необходимость в планировке земель.

Режим увлажнения при капельном орошении согласуется с биологическими особенностями многолетних насаждений и режимом водопотребления их в течение всего периода вегетации. К достоинствам капельного орошения следует отнести широкие возможности по автоматизации процесса полива.

Капельное орошение может применяться на участках с большими уклонами, неблагоприятной топографией, с плохими водно-физическими свойствами почвы, не пригодными для орошения другими способами. Поэтому новая технология орошения рассматривается как средство эффективного использования таких земель. Однако из-за большой стоимости таких систем высокая эффективность орошения может быть достигнута только при возделывании на них высокодоходных сельскохозяйственных культур.

Большим недостатком капельного орошения является засорение капельниц фитопланктоном, появляющимся уже в трубопроводах.

Капельное и локальное орошение хорошо зарекомендовало себя при выращивании виноградников, садовых и кустарниковых культур с хорошо развитой корневой системой на связных, слабОВОДПРОНИЦАЕМЫХ грунтах при периодических поливах номой 30–300 м³/га.

Установлено, что при капельном орошении ветер практически не влияет на проведение полива, исключая объекты, где сеть капельного орошения подвешена над землей [10–15].

За рубежом и у нас в стране получают широкое применение различные модификации капельного орошения. Это малоструйная система, не требующая очистки воды и работающая от низконапорных трубопроводов, передвижная система капельного орошения для пропашных культур, позволяющая вносить пестициды и удобрения.

Нерешенной проблемой капельного орошения является необходимость очистки большого количества воды от планктона и механических примесей.

1.3 Орошение дождеванием

Дождевание – сравнительно молодой, но быстро развивающийся спо-

соб орошения [16–19]. Сущность его сводится к распылению оросительной воды под действием искусственно создаваемого напора на мелкие капли, которые в виде дождя падают на землю и увлажняют ее. В процессе полета капель от распыляющих воду аппаратов до поверхности поля происходит увлажнение приземного слоя воздуха, растений и почвы [20]. Дождевание обеспечивает полив строго заданными нормами, создает необходимый водный режим почвы, не нарушая ее структуры, повышает влажность и снижает температуру воздуха в зоне развития надземной части растения, позволяет широко применять механизацию на всех сельскохозяйственных работах, выполнять их в сжатые сроки. Замена временных открытых оросительных каналов на закрытые трубопроводы увеличивает коэффициент использования земли на 3–5 %. В перспективе найдет применение широкозахватная техника, а высоконапорные дождевальные системы должны быть заменены низконапорными.

Быстрые темпы прироста орошаемых дождеванием площадей в нашей стране и в других странах мира объясняются рядом преимуществ этого способа орошения [21]. Основные достоинства дождевания следующие:

- высокий уровень механизации, частичная или полная автоматизация процесса полива;
- возможность проведения поливов на полях, имеющих прямые и обратные уклоны. Это позволяет свести до минимума объем работ при строительной планировке земель, способствует сохранению естественного плодородия их и сокращению продолжительности срока строительства оросительных систем;
- маневрирование поливными нормами в широком диапазоне – 50–900 м³/га без потерь воды на глубинную фильтрацию;
- благоприятное влияние дождевания на влажность почвы, воздуха и на растения;
- полив не сопровождается подъемом уровня грунтовых вод, что предупреждает засоление и заболачивание орошаемых земель;

- возможность применения на безуклонной и с большими уклонами местности, на легких по механическому составу почвах, где другие способы полива не приемлемы или использование их затруднено;

- высокая равномерность распределения дождя по поверхности орошаемого поля;

- обеспечение высокой производительности труда.

Наряду с достоинствами, дождеванию присущи и недостатки, такие как большие затраты металла на изготовление дождевальных машин и оросительной сети, высокая энергоемкость, отрицательное влияние ветра на равномерность распределения дождя, трудности промачивания слабопроницаемых почв на нужную глубину, отрицательная реакция отдельных культур семейства пасленовых, винограда и некоторых других культур на этот способ орошения [22–26].

Для полива сельскохозяйственных культур применяют дождевальные машины: ДДА-100ВХ, ДДН-70, ДДН-100, ДМ «Фрегат», «Кубань», «Днепр» и их зарубежные аналоги.

Полив осуществляется дождевальными машинами и аппаратами, где механическая или гидравлическая энергия используется как для образования дождя, так и перемещения по орошаемому полю, например, ДДА-100МА, «Фрегат», ДДН-100 [27, 28]. Для оборудования дождевальных машин и установок применяются короткоструйные, среднеструйные и дальнеструйные насадки [29].

Импульсное дождевание, при котором дождевальные аппараты на всей орошаемой площади работают чередующимися паузами, продолжительность которых в 50–300 раз больше, чем продолжительность самих периодов дождевания, обеспечивает высококачественное увлажнение почвы, небольшую интенсивность дождя, равномерное распределение поливной воды на всей орошаемой площади, предотвращает ирригационную эрозию. С усовершенствованием технических средств импульсное дождевание получит еще большее распространение.

Широкие испытания проходит подкрановое дождевание, обеспечивающее подачу поливной воды под крону плодового растения. При этом листовая поверхность не смачивается, поэтому ядохимикаты с листьев не смываются, не происходит распространение грибковых заболеваний, снижаются затраты энергии, поливная вода используется эффективнее, эрозионное воздействие воды на почву ниже.

1.4 Микроорошение

Орошение импульсным дождеванием осуществляется прерывистым выплеском небольших порций воды с помощью специальных дождевальных аппаратов различной конструкции. Выброс воды импульсным аппаратом чередуется с паузами накопления ее в гидроаккумуляторе при длительности паузы в 5–10 раз больше продолжительности выброса воды [27–31].

В конструкциях аппаратов синхронного импульсного дождевания продолжительность накопления воды в 50–200 раз превышает время выплеска. Значительные перерывы в подаче небольших порций воды позволяют снизить среднюю интенсивность дождя до 0,01–0,002 мм/мин. Это значит, что импульсное дождевание может применяться на любых по водопроницаемости почвах и при больших уклонах практически без образования стока.

При выращивании однолетних пропашных культур будут перспективны капельные, трубчатые увлажнители, а при выращивании многолетних трав – синхронно-импульсное дождевание [32].

Перспективным методом оптимизации водно-теплового режима растений при высоких положительных температурах является аэрозольное орошение (увлажнение) или мелкодисперсное дождевание.

Аэрозольное орошение или мелкодисперсное дождевание (МДД) представляет собой дождевание мелкораспыленной водой с целью улучшения микроклимата в приземном слое воздуха, регулирования температурного режима и улучшения водного питания растений. Мелкодисперсное дождевание

сопровождается повышением относительной влажности воздуха, сокращает расход влаги на испарение и транспирацию, защищает растения от неблагоприятного воздействия высоких температур в жаркое время. Оптимизация с помощью мелкодисперсного дождевания условий роста и развития растений способствует активизации процесса фотосинтеза и повышению урожайности растений [33, 34].

МДД – это принципиально новый способ полива, который отличается от существующих тем, что увлажняется не почва, а само растение и приземный слой воздуха. Он почти не оказывает влияние на температуру и влажность корнеобитаемого слоя почвы, однако позволяет воздействовать на температуру и влажность воздуха в растительном покрове.

От обычного дождевания аэрозольное орошение отличается размером капель (500–600 мкм), более короткими интервалами между увлажнениями, малым расходом воды [35, 36].

Применение аэрозольного орошения в сочетании с обычным дождеванием позволяет улучшить микроклимат в приземном слое воздуха и режим питания растений, установить оптимальные температурный и оросительный режимы растений, сэкономить поливную воду, повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Диспергирование воды при аэрозольном дождевании осуществляется туманообразующими установками ТОУ-6, ТОУ-7. Технические средства аэрозольного орошения можно также использовать для борьбы с болезнями и вредителями растений, внесения микро- и макроэлементов, обработки посевов регуляторами роста.

Разновидностью МДД является подкрановое дождевание преимущественно садовых и citrusовых культур с применением микрораспылителей, которые позволяют повысить влажность воздуха до 7 % и снизить его температуру на 1–3 °С при незначительных затратах воды [37].

Мелкодисперсное и подкрановое дождевание обладают рядом конструктивных, технологических и агротехнических преимуществ по сравне-

нию с другими способами полива, главными из которых являются: значительное сокращение расхода поливной воды, меньшая энергоемкость по сравнению с традиционными способами полива. МДД создает благоприятный микро- и фитоклимат за счет регулирования температуры и влажности приземного слоя воздуха при малых расходах оросительной воды на фоне достаточных запасов почвенной влаги [38].

Необходимость и интенсивность проведения МДД зависит от метеорологических параметров приземного слоя атмосферы (температуры, влажности воздуха, скорости ветра, облачности), физического состояния растений (высоты степени изреженности, относительной площади листьев, высоты зоны массового расположения корневой системы и др.), характеристики корнеобитаемого слоя почвы, ее водно-физических свойств почв). Особенно следует шире применять его в южных районах нашей страны [37].

МДД можно применять и как средство борьбы с заморозками и морозами. Проведенные исследования показали, что растения, защищенные мелкодисперсным дождеванием, выдерживали заморозки до минус 10–12 °С.

МДД, поддерживая определенную температуру приземного слоя воздуха, снижая его в жаркое время дня, создает оптимальную его влажность, но при этом данный метод орошения не может поддерживать заданный уровень влажности почвы, что отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур [38, 39].

Для компенсации дефицита влажности воздуха, снижения температуры в приземной зоне и поддержания благоприятного уровня влажности используют комбинированный полив, заключающийся в сочетании обычного и мелкодисперсного дождевания, проводимого несколько раз в день в период высоких температур воздуха.

Комбинированный полив можно применять для всех видов насаждений на участках со сложным рельефом и большими уклонами, при любой водопроницаемости почв, в регионах с ограниченными запасами воды, частыми воздушными засухами и суховеями [40].

Аэрозольное орошение наиболее эффективно и целесообразно на легких песчаных и тяжелых почвах, при сложном рельефе с большими уклонами, дефиците водных ресурсов и сильном ветре [17, 21]. Противозаморозковое аэрозольное орошение можно широко применять в садах, виноградниках, на цитрусовых плантациях. В настоящее время разрабатывается технология аэрозольного орошения для регенерации корневой системы озимых культур после крайне неблагоприятных условий зимовки.

Чтобы правильно проводить аэрозольное орошение, необходимо знать:

- водно-физические свойства почвы и глубину корнеобитаемого слоя, которые определяют норму каждого вегетационного полива (глубина корнеобитаемого слоя зависит от биологических особенностей культуры и фазы ее развития);

- оптимальную влажность почвы перед поливом для каждого периода развития культуры;

- физиологически оптимальную температуру воздуха для определения времени начала аэрозольного орошения в течение суток;

- суммарное количество воды, потребляемое культурой в течение вегетационного периода;

- длительность межполивных периодов и периодов аэрозольного орошения по фазам вегетации с учетом данных биологического контроля за ростом и развитием культуры [11, 16].

Технологический процесс аэрозольного орошения должен увязываться с агротехникой. Высокое качество увлажнения в период закладки и формирования генеративных органов способствует повышению продуктивности посева, а, следовательно, и получению гарантированного урожая независимо от складывающихся погодных условий года [13, 17].

1.5 Выбор способов орошения

При организации рационального режима орошения необходимо вы-

брать оптимальный способ орошения, который в большей степени удовлетворит потребность сельскохозяйственной культуры в воде и будет соблюдать экологические требования.

Основное назначение и условия применения различных способов орошения приведены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Основное назначение различных способов орошения

Способ орошения	Увлажнение почвы	Увлажнение воздуха	Влагозарядка	Промывка от солей	Внесение удобрений	Орошение сточными водами	Терморегуляционное увлажнение растений	Провокационные поливы для роста сорняков
Дождевание	+	+	×	-	+	×	+	+
Поверхностное	+	×	+	+	×	+	-	+
Подпочвенное	+	-	-	-	+	+	-	-
Капельное	+	-	-	-	+	-	-	-
Аэрозольное	-	+	-	-	-	-	+	-

Примечание – «+» – обеспечивает; «-» – не обеспечивает; «×» – частично обеспечивает.

При выборе способа орошения и поливной техники необходимо учитывать климатические, почвенные, геоморфологические, гидрологические, логические, хозяйственные, водохозяйственные, экономические и другие факторы.

Таблица 7 – Применение различных способов орошения в неблагоприятных природно-климатических условиях

Способ орошения	Засоленные почвы	Легкие песчаные почвы	Тяжелые почвы	Сложный рельеф	Большие уклоны	Близко расположенные минерализованные воды	Дефицит водных ресурсов	Минерализованная поливная вода	Сильный ветер
Дождевание	-	+	×	+	+	+	+	-	×
Поверхностное	+	×	+	×	×	×	×	×	+
Внутриповенное	-	×	×	×	+	-	+	-	+
Капельное	-	×	+	+	+	-	+	-	+
Аэрозольное	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Примечание – «+» – применимо; «-» – неприменимо; «×» – частично применимо.

Способ орошения можно выбрать ориентировочно в зависимости от водопроницаемости почвы.

Рекомендации

Оптимальное условие применения дождевальных машин – это соответствие между скоростью впитывания в почву и интенсивностью искусственного дождя. Допустимая интенсивность дождя (без стока и образования луж при заданной поливной норме) составляет для тяжелых почв 0,1–0,2 мм/мин, средних – 0,2–0,3, легких – 0,5–0,8 мм/мин.

Степень засоления почв также влияет на способ орошения и состав мелиоративных мероприятий (таблица 8).

Таблица 8 – Способ орошения в зависимости от степени засоления почв

Почва	Плотный остаток, %	Способ орошения	Мероприятия
Незасоленная	< 0,3	Дождевание	–
Слабозасоленная	0,3–0,5	«	–
Среднезасоленная	0,5–1,0	Поверхностный	Промывные поливы
Сильнозасоленная	1,0–1,2	«	Промывные поливы на фоне дренажа
Очень засоленная	2–3	«	Капитальные промывки
Солончаки	> 3	«	Капитальные промывки, агротехнические мероприятия

При назначении способов орошения и подборе поливной техники необходимо учитывать возможность возникновения ирригационной эрозии, которая зависит от крутизны и длины склонов (таблица 9).

Таблица 9 – Интенсивность эрозионного процесса в зависимости от уклона и коэффициента горизонтального расчленения

Уклон поверхности земли	Коэффициент горизонтального расчленения*	Интенсивность эрозионного процесса
0–0,02	0–0,5	Очень слабая
0,02–0,05	0,6–1	Слабая
0,05–0,08	1,1–1,2	Умеренная
0,08–0,1	1,3–1,5	Значительная
> 0,1	> 1,6	Сильная

* Коэффициент горизонтального расчленения поверхности – отношение длины горизонтали к прямой, соединяющий ее концы.

Подверженность эрозии различных почв зависит от их вида. По степени противозэрозионной устойчивости почвы располагают в следующем порядке: карбонатные черноземы (наиболее устойчивые), южные черноземы, темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые. Оценка эрозионной устойчивости сельскохозяйственных угодий дана в таблице 10.

Рекомендации

Таблица 10 – Эрозионная устойчивость полей, занятых сельскохозяйственными культурами и парами

Культура, угодья	Оценка эрозионной устойчивости, балл	Эрозионная устойчивость
Многолетние травы	0,1–0,4	Устойчивы
Зерновые	0,4–0,5	Умеренно эрозионны
Пропашные (включая кукурузу)	0,5–0,8	Эрозионно опасны
Пары	1,0	Очень эрозионно опасны

Наименьший объем планировочных работ на полях требуется при дождевании, наибольший – при устройстве затопляемых чеков. Гидрогеологические факторы: глубины залегания и минерализация грунтовых вод.

В таблицах 11 и 12 приведены данные минерализации и критической глубины залегания грунтовых вод, влияющие на выбор способа орошения.

Таблица 11 – Минерализация грунтовых вод

Грунтовые воды	Пресные	Солоноватые	Слабосоленые	Соленые	Сильносоленые
Сухой остаток, г/л	1	1–3	5–10	10–30	Более 30

Таблица 12 – Способ орошения в зависимости от гидрологических условий

Минерализация грунтовых вод, г/л	Критическая глубина залегания грунтовых вод, м	Способ орошения
1,5–3,0	1,5–2,2	Дождевание
3,0–5,0	2,2–3,0	Дождевание, комбинированные поливы
5,0–7,0	3,35	Поверхностное орошение
Более 7,0	3,2–3,7	То же на фоне промывных поливов

Алгоритм выбора способа орошения представлен на рисунке 5.

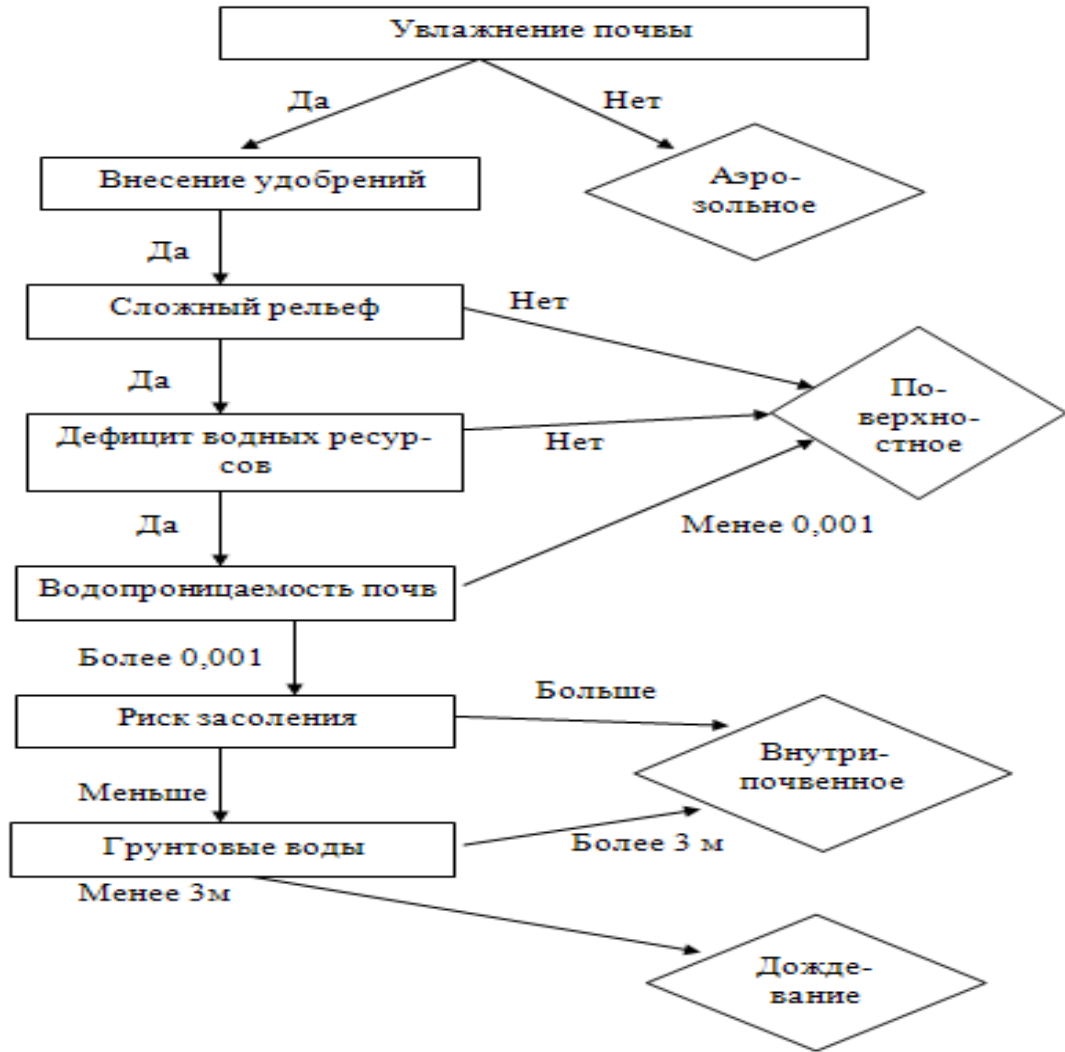


Рисунок 5 – Выбор способа орошения

Основные условия выбора технологии орошения приведены в приложении А. Окончательное решение по выбору способа орошения принимается исходя из экономических показателей.

2 Техника для орошения

Для полива сельскохозяйственных культур созданы различные дождевальные установки, машины, агрегаты, оборудование и технологии полива. Установки получают воду под напором из оросительной сети и не имеют устройств для передвижения по поливаемой площади. Машины также поливают от напора в сети, но имеют свой привод для передвижения. Агрегаты имеют автономное насосно-силовое оборудование и привод для передвижения. Понятия «установка», «машина», «агрегат» часто для краткости объединяют в одно – «дождевальная машина».

2.1 Классификация дождевальных машин

Дождевальную технику можно разделить на следующие основные типы:

- дождевальные машины, работающие позиционно, с питанием от гидрантов закрытых оросителей или с забором из открытых оросителей (с механическим или ручным перемещением между позициями);
- дождевальное оборудование, работающее с позиционным расположением намоточного устройства и с дождевальными аппаратами, поливающими в движении с подводом воды по гибкому шлангу;
- дождевальные машины, работающие в движении (с перемещением по кругу, с перемещением фронтально);
- сезонно-стационарные автоматизированные системы (КСИД, ДАУ);
- стационарные системы и устройства.

По технологиям дождевания (подаче поливной нормы) всю технику разделяют: на работающую с прерывистой (циклической) подачей поливной нормы и с непрерывным в течение вегетации снабжением растений влагой в соответствии с изменением их водопотребления (синхронно-импульсное дождевание).

В зависимости от характеристик дождевальных насадок и аппаратов, которыми оборудуют дождевальные машины, поливную технику разделяют на короткоструйную, среднеструйную и дальнеструйную.

2.2 Орошение короткоструйными дождевальными машинами

Короткоструйные дождевальные машины (ДДА-100МА, «Кубань»), оборудованные короткоструйными насадками предназначены для полива зерновых, овощных и технических культур, а также ягодников, лугов и пастбищ во всех зонах орошаемого земледелия, где почвенно-климатические условия позволяют проводить полив сельскохозяйственных культур с повышенной интенсивностью дождя в движении на относительно ровных участках, допускающих устройство открытой водопроводящей сети и не имеющих препятствий для прохождения машины [39].

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА монтируют на тракторе ДТ-75 М. Он состоит из пространственной двухконсольной фермы с открылками и дождевальными насадками, рамы для крепления фермы на тракторе, насосной станции, гидроподкормщика, гидросистемы управления и системы освещения. Всасывающая линия позволяет забирать воду из временного оросителя, в котором глубина воды должна быть не менее 35 см. Машина оснащена водомерным устройством. Технические характеристики машины представлены в таблице 13.

Площадь поливного модуля в зависимости от сезонной нагрузки дождевальной машины принимают равной или кратной площади поля, а конфигурацию – соответствующей параметрам дождевальной машины. Машина забирает воду из земляного канала, что ведет к большим потерям воды на фильтрацию, крупность капель велика.

Таблица 13 – Технические характеристики дождевальной машины ДДА-100МА

Показатель	Значение
Расход воды, л/с	130
Ширина захвата, м	120
Скорость передвижения, км/ч:	
рабочая	1,03
транспортная	4,55
Слой дождя, мм, за один проход:	
вперед	3,8
назад	6,8

Для машин типа ДДА-100 размер стороны поливного модуля вдоль оросительного трубопровода принимают кратным захвату машины (120 м), но не менее 500 м, а размер другой стороны модуля – соответствующим длине оросителя 500–1000 м.

На базе ДДА-100МА создан двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100ВХ, технико-эксплуатационные характеристики которого следующие (таблица 14).

Таблица 14 – Технико-эксплуатационные характеристики различных модификаций ДДА-100ВХ

Показатель	Модификация			
	1	2	3	4
Расход воды, л/с	60	80	100	100
Давление, МПа	0,45	0,45	0,43	0,37
Слой осадков за один проход, мм	2,31	3,08	3,85	5
Коэффициент равномерности полива	0,75	0,75	0,8	0,8

Оросители нарезают с уклонами 0,0002–0,002 с учетом допускаемой скорости на размыв. Первый и последний оросители располагают на расстоянии 60 м от границы поля, а остальные – через 120 м. С левой стороны в направлении движения вдоль оросителя предусматривают дорогу для прохода агрегата. Оросители нарезают каналокопателем КОР-500 или Д-716 с шириной по дну 0,5–0,6 м, глубиной выемки 0,5 м, строительной глубиной (с дамбами) 0,9–1 м. Оптимальная технологическая схема – полив с головы оросителя.

Двухконсольный дождеватель фронтального действия ДКДФ «Ростовчанка-1 ПК» разработан в РосНИИПМ на базе дождевальной машины ДДА-100МА. Дождевальная машина ДКДФ предназначена для полива дож-

деванием во всех почвенно-климатических зонах России. Работает в движении с забором воды из открытых оросителей. Структура дождя и широкий диапазон расхода воды дают возможность для полива различных сельскохозяйственных культур. Дождевальная машина имеет две противоположно направленные консоли, которые состоят из пяти секций, каждая секция консоли подвешена посредством растяжек к центральной стойке.

Секция состоит из силового корсета и водопроводящей части. Агрегат забирает воду из открытого оросителя через всасывающую линию и клапан с помощью центробежного насоса, смонтированного на тракторе. Из насоса через запорную линию вода подается в поворотную раму, а затем в консоли и распределяется дефлекторными короткоструйными насадками направленного действия и концевыми среднеструйными дождевальными аппаратами. Можно использовать дефлекторные насадки. Для перемещения машины на другой участок консоли переводят в транспортное положение. В межполивной период дождевальная машина легко разбирается, хранят ее в разобранном виде в помещении.

ДКДФ имеет возможность изменять высоту трубопровода над орошаемым участком от 0,9 до 2,1 м, что позволяет проводить орошение высокорослых культур и при ветре более 5 м/с. Технические характеристики машины приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Техническая характеристика дождевальной машины ДКДФ «Ростовчанка-1 ПК»

Показатель	Значение
Ширина захвата, м	110
Расход воды, л/с	80–100
Средняя интенсивность дождя, м/мин	2,12–6,07
Слой осадков за один проход, мм	1,5–6,8

Для крестьянско-фермерских хозяйств и приусадебных хозяйств выпускают автоматизированное шланговое поливное устройство АШУ-4 с забором воды 4 л/с из трубчатой сети, напором 15–30 м, сезонной нагрузкой 4 га; дождевальные установки со среднеструйными аппаратами; перестановочный шланговый дождеватель позиционного действия «Кооператор»;

дождеватель импульсного действия, работающий в движении ДШИ-3 с дождевателем типа «Роса-2»; дождевальную духконсольную ДИК-22, работающую в движении и др.

Электрофицированные многоопорные самоходные дождевальные машины ЭДМФ «Кубань-М» и «Кубань-Л» (таблица 16) представляют собой фронтально движущийся трубопровод, состоящий из двух крыльев, опирающихся на самоходные тележки, насосно-силовое оборудования, подвешенного в центре машины. Фронтальное движение машины вдоль канала в заданном направлении с определенной скоростью обеспечивается системами синхронизации и стабилизации. Одновременно с поливной водой предусмотрена подача удобрений, пестицидов, химических мелиорантов.

Таблица 16 – Технические характеристики дождевальных машин «Кубань»

Показатель	«Кубань-М»	«Кубань-Л»
Расход воды, л/с	185±5	200
Слой дождя за один проход, мм/мин	6–60	8–79
Допустимые уклоны:		
вдоль канала	0,00001	0,00001-0,00003
вдоль машины	±0,007	±0,015–0,02
Число опорных ходовых тележек	16	18
Ширина захвата дождем, м	797±5	800

Для дождевальной машины «Кубань» одну сторону поля (поливного модуля) прямоугольной формы принимают равной ширине захвата 800 м, другую сторону в направлении движения машины определяют как частное от деления площади поля нетто на ширину захвата машины [39].

Эти машины более совершенны, воду забирают из бетонированных каналов, имеют хорошее качество дождя, большую производительность и требуют минимум обслуживающего штата. При подборе параметров канала-оросителя учитывают минимально допустимую глубину в канале 0,7–0,75 м.

Электрофицированная низконапорная дождевальная машина МДЭ «Кубань-ЛК-1» проводит полив в движении по кругу и предназначена для орошения сельскохозяйственных культур, в том числе высокостебельных, на участках со спокойным рельефом. Питание водой осуществляется от гидрантов закрытой оросительной сети из асбестоцементных труб. Конструктивная

схема машины и технология ее работы аналогичны машине «Фрегат», элементы конструкции имеют высокую степень унификации с машиной ЭДМФ «Кубань-Л». Самоходные опоры имеют тележки на пневматических колесах с приводом от центрально-расположенного гидродвигателя. На водопроводящем поясе размещены дождевальные аппараты серии «Фрегат», а также 125 короткоструйных секторных насадок.

Электроснабжение осуществляется от трансформаторной подстанции через коллекторное кольцо, установленное на поворотном колене присоединения машины к неподвижной опоре. Машина снабжена системой синхронизации движения опор и системой управления электродвигателями опорных тележек. Щит управления расположен на центральной неподвижной опоре. Техническая характеристика дождевальной машины приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Техническая характеристика МДЭ «Кубань-ЛК-1»

Показатель	Значение
Орошаемые земли за сезон, га	73,3
Радиус полива, м	483±5
Расход воды, л/с	70
Рабочий напор на гидранте, МПа	0,35–0,4
Минимальный уклон	0,01–0,07
Число тележек	10

2.3 Орошение среднеструйными дождевальными аппаратами

Дождевальные машины с перемещением по кругу – многоопорная автоматизированная машина «Фрегат» предназначена для полива зерновых, овощных и технических культур, многолетних трав, лугов и пастбищ. Воду подают из гидрантов закрытой оросительной сети или скважин. Для подачи воды к гидранту используют стационарные или передвижные насосные станции. Дождевальная машина представляет собой трубопровод на опорных тележках, движущийся при поливе по кругу, на котором расположены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия. ДМ «Фрегат» имеет несколько модификаций.

«Фрегат» ДМУ изготавливают в двух исполнениях: марки ДМУ-А с гибкими вставками для работы на полях с разностью отметок до и после тележки от 0,08 до 0,22 м и марки ДМУ-Б – для более ровного рельефа (до 0,05 м).

Оросительная система должна обеспечивать водозабор, очистку воды и ее подачу к машине с требуемыми параметрами, а также автоматическое отключение подачи воды в машину при ее остановке.

Сохранение прямолинейности трубопровода, остановку машины на заранее заданном оператором месте, а также остановку при аварийной ситуации осуществляют автоматически, имеется система механической и электрической защиты машины от поломок. Поливную норму регулируют от 240 до 1200 м³/га изменением скорости движения последней тележки. Машину «Фрегат» можно использовать на орошаемом севообороте на одной или нескольких позициях. Для передвижения с позиции на позицию используют трактор тягового класса 3–5, скорость при передвижении машины не более 5 км/ч.

Для дождевальной машины «Фрегат» размеры сторон поля принимают равными двойной длине дождевального крыла. Форма поливного участка – квадрат, прямоугольник, редко – шестиугольник.

Зная длину стороны поливного модуля, подбирают подходящую модификацию «Фрегат» по длине машины. В зависимости от размера и формы орошаемого модуля можно использовать модификации с числом опор от 20 до 7 и с расходом от 90 до 20 л/с.

Базовая модель ДМУ имеет 16 опор, расход машины 90 м³/с, длину крыла 463,2 м, давление на входе в машину 0,63 МПа, среднюю интенсивность дождя 0,29 мм/мин, максимальную площадь полива 74,9 га.

Для обеспечения равномерного полива площади машина оборудована четырьмя типоразмерами среднеструйных дождевальных аппаратов кругового действия и одним концевым аппаратом, который работает по сектору и обеспечивает полив углов поля.

«Фрегат» повышенной проходимости применяют на почвах с (низкой несущей способностью, оборудуют колесами с пневматическими шинами низкого давления, которые укомплектовывают осью со ступицей и приводным кольцом с зацепами.

Низконапорная машина «Фрегат» – энергосберегающая низконапорная модификация машины на металлических колесах и на колесах с пневматическими шинами. Для машин на металлических колесах в механизме привода движения тележек применен гидроцилиндр увеличенного диаметра, а для машин на пневмоходу – уменьшенное плечо силового рычага по сравнению с ДМУ. Низконапорная машина разработана в четырех типоразмерах 379; 409; 434 и 463 м с расходами 50; 57; 63 и 72 л/с.

Модификация ДМУ-Асс предназначена для дождевания чистой водой и подготовленными стоками животноводческих комплексов.

Для подвода воды к ДМ «Фрегат» используют сеть трубопроводов из асбестоцементных или тонкостенных металлических труб с антикоррозионным покрытием.

Дождевальные машины позиционного действия с фронтальным перемещением – ДКШ-64 «Волжанка» (дождеватель колесный широкозахватный), ДКГ-80 «Ока» (дождеватель колесный с гидроприводом), ДФ-120 «Днепр» (дождеватель фронтальный).

Машины «Волжанка» и «Ока» (таблица 18) предназначены для полива низкостебельных культур (высотой до 0,9 м). Они состоят из двух крыльев, работают позиционно с водозабором от гидрантов закрытой оросительной сети. Водопроводящий трубопровод каждого крыла собран из взаимозаменяемых секций алюминиевых труб диаметром 150 мм и длиной 11,8 м с жестко закрепленными на них колесами и автоматическими сливными клапанами. По длине крыла установлены среднеструйные дождевальные аппараты «Роса-3». В середине крыла установлена тележка с бензиновым двигателем (ДКШ) или с гидроприводом (ДКГ) для перекачивания трубопровода с позиции на позицию. В качестве гидродвигателя в ДКГ использован поршневой цилиндр двустороннего действия, а вдоль водопроводящего трубопровода

проложен управляющий трубопровод, который служит для подачи воды в гидропривод при переезде машины и для управления работой дождевальных аппаратов, которые работают поочередно.

Таблица 18 – Технические характеристики машин «Ока» и «Волжанка»

Показатель	«Ока»	«Волжанка»
Ширина захвата (расстояние между оросительными трубопроводами), м	800	800
Длина захвата с одной позиции, м	18	18
Расход, л/с	100	64
Давление на гидранте, МПа	0,5	0,4
Расстояние между гидрантами, м	36	18
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,21	0,21

Применяют несколько модификаций ДМ по длине крыла и соответственно расходам и напорам на гидранте сети. Базовые модели имеют длину крыла 400 м, расходы на два крыла 64 л/с для ДКШ и 100 л/с для ДКГ. Расстояния между позициями ДМ и между гидрантами для ДКШ – 18 м. Расход воды, поступающей в крыло машины ДМ «Ока» (50 л/с), распределяется на восемь аппаратов, что позволяет довести расход каждого из них до 6,3 л/с и увеличить расстояние между гидрантами оросительной сети до 36 м. Технологический цикл работы обеих ДМ состоит из процесса полива орошаемого участка на каждой позиции, переезда от гидранта к гидранту и холостого переезда крыльев машины с последней позиции орошаемого участка на исходную для начала второго цикла. К гидранту оросительной сети каждое крыло присоединяют при помощи колонки и гибкого шланга узла присоединения.

Дождевальная машина ДФ-120 «Днепр» предназначена для полива различных сельскохозяйственных культур во всех почвенно-климатических зонах. Машина «Днепр» широкозахватная, работает от закрытой оросительной сети и состоит из присоединительного трубопровода, водопроводящего пояса, расположенного на опорных тележках, открьлков на каждой секции водопроводящем пояса, на которых установлены по два среднеструйных аппарата «Роса-3». Передвижение дождевальной машины с позиции на позицию осуществляется электродвигателями, установленными на опорных тележках. Источником энергии для электропривода служит трехфазный синхронный генератор, работающий от вала отбора мощности трактора. Дождевальная

машина перемещается от гидранта к гидранту фронтально рядом с движущимся трактором [39].

На каждой промежуточной тележке установлена система синхронизации движения, которая автоматически останавливает мотор-редуктор опережающей тележки и поддерживает прямолинейность движения дождевальной машины. Система сигнализации обеспечивает включение звуковой сирены и сигнальной лампы на пульте управления при недопустимом изгибе водопроводящего пояса.

Техническая характеристика модификаций дождевальной машины «Днепр» приведена в таблице 19.

Таблица 19 – Техническая характеристика модификаций дождевальной машины «Днепр»

Показатель	ДФ 120	ДФ 120-01	ДФ 120-02	ДФ 120-03	ДФ 120-04
Расход воды, л/с	120	113	106	99	92
Напор у гидранта, МПа	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ширина захвата, м	460	433	406	379	352
Число ходовых опорных тележек	17	16	15	14	13
Число дождевальных аппаратов кругового действия секторного полива	30	28	26	24	22
	4	4	4	4	4

Площадь поливного модуля в зависимости от сезонной нагрузки дождевальной машины принимают равной или кратной площади поля, а конфигурацию – соответствующей параметрам дождевальной машины.

Для дождевальных машин «Волжанка», «Ока» и «Днепр» одну сторону поля принимают кратной длине дождевального крыла, а другую – кратной расстоянию между гидрантами на поливном трубопроводе 18; 36 и 54 м.

Комплекты передвижного оборудования КИ-50 «Радуга» и КИ-25 предназначены для орошения овощных, кормовых и технических культур, лугов, пастбищ, садов, ягодников, плодовых и лесных питомников на массивах небольшой площади, в том числе сложной конфигурации. Они состоят из передвижной насосной станции, переносной среднеструйной дождевальной

установки и гидроподкормщика ГДП-50. Разборку, сборку и перемещение дождевальной установки с позиции на позицию проводят вручную.

Дождевальная установка КИ-50 включает магистральный, два распределительных трубопровода и четыре дождевальных крыла со среднеструйными дождевальными аппаратами «Роса-3». Трубопроводы состоят из быстроразборных алюминиевых труб РТШ.

Магистральный трубопровод укладывают на поверхность орошаемого участка на весь оросительный сезон. По длине трубопровода для КИ-50 установлены три гидранта, к которым присоединяют распределительные трубопроводы. Одновременно работают два дождевальных крыла – по одному на каждом распределителе.

Дождевальная установка КИ-25 состоит из магистрального трубопровода и двух дождевальных крыльев; на каждом дождевальном крыле установлены по четыре среднеструйных дождевальных аппарата «Роса-3».

2.4 Орошение дальнеструйными дождевальными устройствами

Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-100 предназначены для полива высокостебельных сельскохозяйственных культур, а также садов, пастбищ и сенокосов. Они работают позиционно с поливом по кругу или сектору с забором воды из водоемов, открытых или закрытых оросителей.

Основные узлы машины: дождевальный дальнеструйный аппарат с механизмом вращения по кругу и по сектору; центробежный (консольный) насос с подачей 85–115 л/с в зависимости от трактора, на который навешена дождевальная машина; всасывающая линия – плавающий клапан с сеткой; бак-подкормщик для внесения с оросительной водой раствора минеральных удобрений.

При поливе по кругу машины расставляют по прямоугольной или треугольной схеме. При скорости ветра более 2–3 м/с полив рекомендуется про-

водить по сектору с расстановкой машин по прямоугольной схеме или в шахматном порядке, меры сторон поливного участка и расстояние между временными оросителями или закрытыми трубопроводами зависят от схемы расстановки дождевальных машин.

Техническая характеристика ДМ ДДН-70 и ДДН-100 приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Техническая характеристика дождевальных машины ДДН-70 и ДДН-100

Показатель	ДДН-70	ДДН-100
Производительность в час основного времени, га	0,78	0,7; 0,6; 0,51
Площадь полива с одной позиции, га	0,94	1,74; 1,21
Расход воды, л/с	65	115; 100; 85
Напор, мПа	0,51	0,67
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,4	0,27–0,65
Расстояние, м:		
между каналами (ширина захвата)	100	120
между позициями	120	145; 110
Радиус действия, м	69,5	85; 75
Частота вращения ствола аппарата, мин ⁻¹	0,2	0,2

Дождевальный шлейф ДШ-25/300 предназначен для полива пастбищ, сенокосных угодий, садов и полевых культур, преимущественно на участках с длинными гонами (не менее 1000 м) с уклонами поперечным менее 0,07, продольным менее 0,05. Полив проводят позиционно с питанием от гидрантов закрытых оросителей. Шлейф состоит из стального трубопровода длиной 150 м, трех дождевальных аппаратов «Тимирязевец», размещенных через 50 м. Для работы в саду к шлейфу поставляют три надставки-удлинителя.

Устанавливают три пары (дальнеструйный и короткоструйный) карусельных дождевальных аппаратов на концах карусели.

Дождевальное оборудование, работающее с позиционным расположением намоточного устройства и аппаратами, поливающими в движении, предназначено для полива сельскохозяйственных культур на участках неправильной конфигурации, с неровным рельефом, чистой водой или подготовленными животноводческими стоками. Питание водой от гидрантов закрытых оросителей. Шасси намоточного устройства с барабаном устанавливают на позицию у гидранта, дождевальный аппарат на тележке поливает в сниже-

нии, автоматически, при подтягивании за шланг, наматывающийся на барабан [39].

Шланговая дождевальная машина ДШ-30 с перемещающимся аппаратом включает: одноосное прицепное шасси на пневматических колесах с барабаном, гибкий водопроводящий полиэтиленовый трубопровод, салазки с дождевальным аппаратом; водоподводящий трубопровод служит также для передачи усилия на подтягивание салазок.

После автоматического выключения подачи воды в конце прохода барабан разворачивается с помощью гидросистемы трактора на 180° на поворотном круге для полива участка поля по другую сторону от линии гидрантов. Салазки с дождевальным аппаратом в начало рабочего прохода вывозят трактором.

2.5 Стационарные и сезонно-стационарные дождевальные системы

Стационарными называют дождевальные системы, у которых кроме дождевальных аппаратов, все составные части (насосная станция, оросительная сеть, основные сооружения на ней) занимают на участках постоянное положение. Стационарные системы имеют значительную металлоемкость, высокую стоимость строительства, поэтому их используют в основном для полива высокорентабельных многолетних культур. Кроме вегетационных можно проводить освежительные, приживочные и другие специализированные поливы. Стационарные системы обеспечивают максимальную производительность труда и высокую автоматизацию полива. Для максимального разрежения оросительной сети на стационарных системах в основном используют дальнеструйные дождевальные аппараты типа ДД. Гидранты и стояки для присоединения дождевальных аппаратов располагают на участке по вершинам квадрата или равностороннего треугольника. Оросители прокладывают по тупиковой или закольцованной схеме. Дождевальные аппараты на оросительном трубопроводе могут работать, чередуясь по одному, группами или одновременно все.

Для водоводов используют стальные, асбестоцементные, железобетонные и пластмассовые трубы, прокладываемые на глубине 0,7–0,8 м. Высоту стояка $h_{\text{СТ}}$ над поверхностью почвы принимают 1,2–1,5 м, а для полива высокостебельных культур и садов ее вычисляют по формуле:

$$h_{\text{СТ}} = H_{\text{раст}} + L \operatorname{tg} \theta, \quad (2)$$

где $H_{\text{раст}}$ – высота растения, м;

L – расстояние от стояка до ближайшего растения;

θ – угол вылета струи по отношению к горизонтальной плоскости, град.

В садах гидранты размещают в рядах ближе к деревьям, чтобы не мешать обработке междурядий и приствольных кругов.

Автоматизированные стационарные системы включают насосную станцию с программным управлением, гидроавтоматическую или электрическую запорную арматуру на сети и (или) на дождевальными аппаратах. Запорная арматура на дождевальными аппаратах или гидрантах может иметь отдельное программирующее устройство для обеспечения работы каждого из дождевальными аппаратах или их групп в задаваемом режиме и определенной очередности.

Оросительную сеть оборудуют дальнеструйными дождевальными аппаратами ДД-30 и средствами для гидроимпульсного управления поливом. Насосная станция – типовая, оросительная сеть из стальных, полиэтиленовых или асбестоцементных труб может быть выполнена тупиковой или закольцованной.

Такую стационарную автоматизированную дождевальную систему можно проектировать на блок-участках площадью до 150 га. Применение гидроавтоматических затворов позволяет рассредоточить ток воды и использовать трубопроводы меньшего диаметра, что значительно снижает удельную металлоемкость системы. Оборудование для гидроимпульсного управления поливом используют также на стационарно-сезонных системах в со-

ставе дождевального комплекта, предназначенного для автоматизированного полива сельскохозяйственных культур нормами 300–400 м³/га на участках с уклоном до 0,02 при заборе воды из самотечно-напорной закрытой сети или передвижной насосной станцией.

Комплект включает: гидравлическое программное устройство; разборные трубопроводы типа РТШ-А; дальнеструйные дождевальные аппараты ДД-30; гидрозатворы, регуляторы давления, предохранительно-сбросное устройство и гидроподкормщик.

Распределительный трубопровод укладывают по наибольшему уклону местности, а дождевальные крылья – вдоль горизонталей или под небольшим углом к ним.

Поливом управляют при помощи программного устройства, гидрозатворов и регуляторов давления. Для исключения поверхностного стока большие поливные нормы можно выдавать прерывисто. Комплект монтируют на участке на весь поливной сезон, а после окончания сезона демонтируют и перевозят на место зимнего хранения.

Технико-эксплуатационная характеристика стационарной автоматизированной оросительной системы (работа с насосной станцией) приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Технико-эксплуатационная характеристика стационарной автоматизированной оросительной системы

Площадь полива, га	До 48
Расход, л/с	30
Давление перед дождевальным аппаратом, МПа	0,6
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,31
Дождевальные аппараты, число на 1 га	1,68
Схема расстановки	По Δ
Трубопроводная сеть:	
марка	РТШ-А
диаметр, мм	150
Удельная металлоемкость, кг/га (с учетом подводящего трубопровода)	518
Обслуживающий персонал, чел.	один на два комплекта

2.6 Дождевальная техника для малых участков орошения

Рекомендации

Типы и конструкция дождевальной техники для систем малого орошения выбирают в зависимости от вида хозяйства, организации территории и размеров мелиорируемых участков.

Из дождевальной техники для малых участков применяют комплект «Росинка», дождеватель «Радуга», дождеватель «Сегнерово колесо», КДМ-1 и др. (таблица 22).

Таблица 22 – Малорасходные дождеватели и дождевальные комплекты

Показатель	Комплект «Росинка»	Дождеватель «Радуга»	Комплект медленного дождевания КМД-1	Дождеватель дальнеструйный передвижной	Дождеватель «Сегнерово колесо»
Расход воды, л/с	0,26–0,30	0,04–0,05	9,5–11,0	6–20	0,14–0,25
Давление, МПа	0,15–0,20	0,15–0,20	0,3–0,4	0,35–0,6	0,04–0,05
Схема расстановки, м	10×10	10×10	15×30	35×40; 73×85	6×6
Диаметр сопла, мм	1,8	1,8	50	17–27	3–4
Интенсивность дождя, мм/мин	0,03	0,03	До 0,07	0,15–0,19	0,2–0,4
Площадь одновременного полива, м ²	600	100	10000	2340; 6243	36
Тип аппарата, насадки	КДА	КДА	СДА «Роса-1»	ДА	Насадка

Из оросительных комплектов шланговых дождевателей барабанного типа при орошении малых участков применяют КДШ-1, КДШ-2, КДШ-5, КДШ-10 и КДШ-20, работающие от насосной установки (таблица 23).

Таблица 23 – Характеристика шланговых оросительных комплектов барабанного типа

Показатель	КДШ-1	КДШ-2	КДШ-5	КДШ-10,20
Марка насосной установки	УН 1,5/50	УН 1,5/50	УН 5/70	УН 115/70; УНЭ 15/70
Расход, л/с	1,5	1,5	5	10–15
Давление, МПа	0,6	0,6	0,6–0,7	0,6–0,7
Оросительный трубопровод:				
Диаметр, мм	70	70	110–125	110–125
Длина, м	200	200	200	520
Марка дождевальной машины	«Агрос-32/100»	«Агрос-32/100»	«Агрос-63/100»	«Агрос-63/200»
Число насадок	1	2	1	2
Рабочий напор, МПа	0,4–0,5	0,4–0,5	0,52	0,52

Рекомендации

Диаметр шланга, мм	32	32	63	63
Длина комплекта, м	100	100	200	200
Ширина орошаемой полосы, м	20–25	20–25	50	50

Из дождевальных машин фронтального действия модификаций МДФА «Таврия» применяют для участков малого орошения «Таврия-1», «Таврия-5В», «Таврия-5» (таблица 24).

Таблица 24 – Характеристики дождевальных модификаций МДФА «Таврия»

Показатель	МДШ-25/100 «Таврия-1»	МДШ-30/275	
		«Таврия-5В»	«Таврия-5»
Расход воды, л/с	25	30	30
Ширина захвата, м	100	270	275
Расстояние между гидрантами, м	18	18	18
Площадь орошаемого участка (сезонная нагрузка), га	10	30	30
Поливная норма за проход, м ³ /га	30–300	36–360	36–360
Расход топлива при норме 600 м ³ /га, кг/га	10,6	11,2	11,2
Давление на гидранте, МПа	0,45	0,45	0,45
Допустимый уклон орошаемого участка	0,05	0,05	0,05
Обслуживающий персонал	Один человек на пять машин		

Из мини-машин для орошения малых участков применяют МДФА-800/200 «Таврия», «Кубань-ЛШ», «Мини-Фрегат-ФШ» (таблицы 25, 26).

Таблица 25 – Технические характеристики дождевальных машин кругового действия «Фермер-Кубань-ЛК-1», «Мини-Кубань-К» и «Мини-Фрегат-К»

Показатель	«Фермер-Кубань-ЛК-1»	«Мини-Кубань-К»	«Мини-Фрегат-К»
Расход воды, л/с	5–10; 9–18	7	7
Рабочее давление на входе в машину, МПа	0,2	0,2	0,4
Минимальное время оборота, ч	5,7–8,5	5,1	8
Число тележек	2–3	1	1
Площадь орошения на одной позиции, га	5–9,4	3	3
Длина машины, м	124,8–173,5	98	95
Диаметр водопроводящего трубопровода, мм	168	102	102
Масса машины, кг	5500	3000	3000

Таблица 26 – Технические характеристики дождевальных фронтальных машин «Кубань-ЛШ» и «Мини Фрегат-ФШ»

Показатель	«Кубань-ЛШ»	«Мини Фрегат-ФШ»
Расход воды, л/с	30	10

Рекомендации

Давление на гидранте, МПа	0,28	0,3
Диаметр трубопроводов, мм	168	102
Диаметр шланга, мм	90	90
Ширина захвата, м	304	200
Рабочая длина гона, м	1000	1000
Расстояние между гидрантами, м	16	12
Поливная норма за проход, м ³ /га	33–660	20–380
Допустимые уклоны орошаемого участка, %	0,03	0,03
Масса, кг	24000	6500

2.7 Выбор дождевальной машины

Для дождевальной машины необходим анализ пригодности ее по природным и хозяйственным условиям:

- допустимым уклонам поверхности земли;
- допустимым скоростям ветра;
- водопроницаемости почвы (для позиционных машин интенсивность дождя должна быть меньше скорости впитывания воды в почву, а поливная норма – меньше достоевой; скорость машин, работающих в движении, должна быть такой, чтобы слой поданной воды не превышал слоя впитывания за время полива; для машин типа ДДА, подающих поливную норму за несколько проходов, слой дождя за один проход не должен превышать слой впитывания за время прохода);
- качеству дождя (в основном крупности капель и равномерность полива);
- площади, конфигурации и размерам полей, которые должны быть согласованы с длиной и шириной захвата дождевальной машины;
- по набору сельскохозяйственных культур, в основном по их высоте, которую сравнивают с возможностями машины;
- потребности в электроэнергии, стоимости машин и оросительной сети, наличию подготовленных кадров для эксплуатации машин, наличию в хозяйстве другой дождевальной техники и др.

Экономическими показателями при сравнении дождевальных машин могут служить (по В. Н. Щедрину) материалоемкость (затраты металла на 1 га и на 1 л/с расхода воды), стоимость машины (на 1 га или на 1 л/с), затраты энергии (кВт на 1 га, кВт на 1 л/с). При возможности применения не-

скольких типов дождевальной техники проводят экономическое сравнение вариантов оросительной системы с разной техникой.

Поливную технику совершенствуют по следующим направлениям:

- улучшение качества дождя;
- повышение производительности дождевальных машин и коэффициента земельного использования;
- механизация, автоматизация, исключение ручного труда;
- снижение материало- и энергоемкости машин, применение современных материалов;
- многофункциональность машины (полив, освежающий полив, движение без полива, внесение химических средств и др.), возможность автоматического изменения расхода воды и структуры дождя на отдельных участках орошаемого поля;
- использование модульных схем в виде мобильных сборно-разборных поливных установок [39].

Основные условия для выбора дождевальной техники приведены на рисунке 6.

Рекомендации

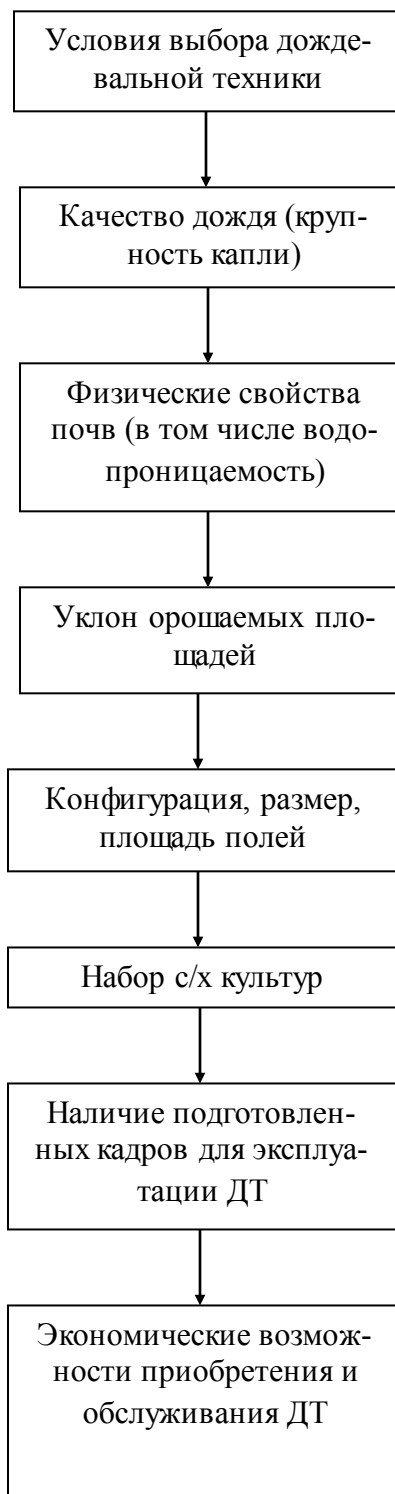


Рисунок – 6 Основные условия для выбора дождевальной техники

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник / под ред. Б. Б. Шумакова. – М.: Колос, 1999. – 432 с.
- 2 Планирование водопользования при орошении сельскохозяйственных культур: инстр.-метод. изд. – М.: Росинформагротех, 2014. – 172 с.
- 3 Багров, Н. М. Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур / Н. М. Багров, И. П. Кружилин. – М.: Колос, 1980. – 208 с.
- 4 Литвак, Л. С. Полив затоплением чеков обеспечивает экономию воды и труда / Л. С. Литвак, П. И. Коваленко, Е. А. Нестеров // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – № 12. – С. 54–57.
- 5 Гасанов, Г. Н. Орошение по кротовинам / Г. Н. Гасанов, Г. Н. Шахбазов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – № 5. – С. 27–29.
- 6 Гурбанов, Э. А. Полив по бороздам на склоновых землях Азербайджана / Э. А. Гурбанов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – № 9. – С. 49–50.
- 7 Чеботарев, А. В. Влияние способов полива на рост, развитие и урожай зеленой массы люцерны / А. В. Чеботарев, Н. А. Иванова // Режимы орошения и способы полива сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1983. – С. 51–55.
- 8 Григоров, М. С. Внутрипочвенное орошение люцерны / М. С. Григоров, Л. А. Герасименко // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 23–24.
- 9 Абезин, В. Г. Система капельного орошения нового поколения / В. Г. Абезин, В. В. Карпунин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 6. – С. 34–35.
- 10 Олейник, А. М. Исследование капельного орошения молодых яблоневых садов интенсивного направления в условиях Ростовской области / А. М. Олейник, Е. В. Букин // Режимы орошения и способы полива сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе: сб. науч. тр. – Новочеркасск, 1983. – С. 19–24.

11 Мелкодисперсное дождевание для малых сельских хозяйств: информац. обзор. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ». – 1998. – 77 с.

12 Разработать технологию, технические решения и средства для мелкодисперсного орошения: отчет о НИР (заключ.): 01.01.05 / Госэкомелиовод. – М., 1997.

13 Разработать высокоэффективные технологии капельного орошения виноградников в пойме реки Кумы, в т. ч. для фермерских хозяйств: отчет о НИР (заключ.): 04.02.02 / СтавНИИГиМ. – Ставрополь, 1997.

14 Бородычев, В. В. Мелкодисперсное дождевание в зоне сухих почв / В. В. Бородычев // Вопросы мелиорации. – 1998. – № 1–2. – С. 99–101.

15 Григоров, М. С. Современные способы полива и их перспектива / М. С. Григоров // Земледелие. – 1990. – № 7. – С. 62–63.

16 Стельмах, Е. А. Мелкодисперсное орошение на супесчаных почвах / Е. А. Стельмах, Н. Д. Черенков // Земледелие. – 1989. – № 6. – С. 62–63.

17 Бородычев, В. В. Аэрозольное орошение сельскохозяйственных культур / В. В. Бородычев. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 72 с.

18 Храбров, М. Ю. Малообъемное орошение: районирование и классификация / М. Ю. Храбров // Вопросы мелиорации. – 1997. – № 1–2. – С. 57–64.

19 Храбров, М. Ю. Технология малообъемного орошения / М. Ю. Храбров // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 4. – С. 30–32.

20 Григоров, М. С. Моделирование сложных процессов гидромелиорации / М. С. Григоров, А. Ю. Черемисинов // Земледелие. – 2000. – № 6. – С. 44–45.

21 Аджиев, А. М. Влияние мелкодисперсного дождевания на зимостойкость винограда / А. М. Аджиев // Новые приемы возделывания плодовых растений. – М.: Колос, 1981.

22 Мелкодисперсное дождевание картофеля / А. Д. Александров [и др.] // Земледелие. – 1978. – № 3. – С. 53–55.

23 Бородычев, В. В. Мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур в зоне сухих степей в Нижнем Поволжье / В. В. Бородычев // Вопросы мелиорации. – 1997. – № 1–2. – С. 55–57.

24 Таран, И. Н. Мелкодисперсное дождевание картофеля и кукурузы / И. Н. Таран, В. В. Бородычев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1980. – № 3. – С. 132–135.

25 Кузнецова, Е. И. Эколого-мелиоративные особенности мелкодисперсного дождевания в Нечерноземье / Е. И. Кузнецова // Гидротехника и мелиорация. – 1997. – № 2. – С. 40–41.

26 Бородычев, В. В. Мелкодисперсное дождевание в Заволжье / В. В. Бородычев, В. И. Генералов, М. Ю. Храбров // Гидротехника и мелиорация. – 1982. – № 7. – С. 43–46.

27 Мелкодисперсное дождевание яровой пшеницы в Волгоградской области / М. Ю. Храбров [и др.] // Гидротехника и мелиорация. – 1977. – № 4. – С. 64–66.

28 Чичасов, В. Я. Мелкодисперсное дождевание яровой пшеницы в Волгоградской области / В. Я. Чичасов, М. Ю. Храбров // Гидротехника и мелиорация. – 1977. – № 4. – С. 64–66.

29 Колганов, А. В. Водосберегающая технология мелкодисперсного дождевания кукурузы на силос в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Колганов Александр Васильевич. – М.: ВНИИГиМ, 1996. – 27 с.

30 Мелкодисперсное увлажнение воздуха и микроклимат в посевах кукурузы: сб. науч. тр. / Ю. А. Чухнин [и др.] / Волгоградский СХИ. – Волгоград, 1987.

31 Зинковский, В. Н. Эффективность аэрозольного увлажнения / В. Н. Зинковский, А. В. Широбоков // Экологическое использование водных ресурсов и меры по их сохранности. – Новочеркасск, 1981.

32 Иванцова, Т. И. Аэрозольное увлажнение – средство для оптимизации микроклимата сельскохозяйственных культур в Поволжье / Т. И. Иванцова // Водосберегающие технологии орошения. – М.: Колос, 1989.

33 Бородычев, В. В. Водный режим и продуктивность сельскохозяйственных культур при мелкодисперсном дождевании / В. В. Бородычев, В. И. Генералов // Режим орошения, способы и техника полива сельскохозяйственных культур и их совершенствование: сб. науч. тр. / Волгоградский СХИ. – Волгоград, 1986.

34 Бородычев, В. В. Аэрозольное орошение люцерны / В. В. Бородычев, В. И. Генералов. – М.: Россельхозиздат, 1987. – С. 32.

35 Пономарев, В. В. Мелкодисперсное дождевание в условиях засушливого климата / В. В. Пономарев // Мелиорация и водное хозяйство. – 1988. – № 7. – С. 11–12.

36 Шумаков, Б. Б. Аэрозольное орошение: технология и эффективность / Б. Б. Шумаков, В. В. Бородычев // Мелиорация и водное хозяйство. – 1988. – № 7.

37 Мелкодисперсное дождевание овощных культур // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1982. – № 7.

38 Скляр, А. И. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на аэрозольное увлажнение в различных почвенно-климатических зонах / А. И. Скляр, В. Н. Зинковский, В. Г. Бурдюгов // Повышение эффективности использования мелиоративных земель в РСФСР: сб. науч. тр. / ВНИИМЗ. – Вып. 4. – Калинин, 1982.

39 Козин, М. А. Водный режим почвы и урожай / М. А. Козин. – М.: Колос, 1978.

40 Мелиорация земель / А. И. Голованов [и др.]; под ред. А. И. Голованова. – М.: КолосС, 2011. – 824 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные условия, определяющие выбор технологии орошения в зависимости от природохозяйственных факторов [1]

Поливная техника	Климатический		Почвенный		Геоморфологический		Гидрогеологический		Биологический		Водохозяйственный		
	Дефицит испаряемости, тыс. м ³ /га	Скорость ветра, м/с	Скорость впитывания за первый час, м/ч	Глубина почвенной толщи, м	Оптимальный уклон	Условный объем планировочных работ, определяемый сложностью рельефа, м ³ /га	Допустимая глубина залегания пресных (числитель) и соленых (знаменатель) грунтовых вод, м	Допустимая минерализация грунтовых вод, г/л	Предельная высота надземной части растений, м	Поливная норма, мм	Обеспеченность водой (отношение стока водосточника за вегетацию к требуемой водоподаче)	Ордината гидромодуля, л/с (с 1 га)	Удельная площадь поливаемых земель на одного рабочего, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Поверхностное орошение													
Передвижные колесные трубопроводы (борозды, полосы)	5–10	Не влияет	До 10	0,5–1,5	0,001–0,3	0–500	3/5	До 3–5	–	60–120	2–10	0,7–1	До 5
Поливные штанговые машины (борозды)	5–10	То же	До 5	0,5–1,5	0,002–0,006	0–200	3/5	До 3–5	–	60–120	2–10	0,7–1	До 5
Поливные передвижные агрегаты (полосы, чеки)	5–10	»	До 10	0,8–1,5	0–0,002	0–500	3/5	До 3–5	–	60–140	2–10	0,7–1	До 10

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Автоматическое шанговое устройство (борозды)	5–10	»	До 15	1	0–0,03	0–300	3/5	До 3–5	–	60–100	1–10	0,6–1	До 10
Поливные двухконсольные машины с забором воды из каналов (борозды, полосы)	5–6	До 6	5–15	0,5–1,0	0,001–0,002	0–300	3/5	До 3–5	2	40–100	2–10	0,5–1	До 50
Закрытые перфорированные трубопроводы (борозды)	5–10	Не влияет	До 5	0,8–1,5	0,002–0,01	0–200	3/5	До 3–5	–	60–120	1–10	0,7–1	До 20
Станционная автоматизированная система с надземной распределительной сетью (борозды, полосы)	5–10	То же	До 5	0,8–1,5	0,004–0,03	0–700	3/5	До 3–5	–	60–120	1–10	0,7–1	До 20
Орошение дождеванием													
Дождеватели полустационарные (типа ДП–26)	1–3	0–5	15–30	0,5	0,01–0,05	0–300	1,5/3	1,5–3	4	20–60	1–10	0,2–0,6	До 2

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Двухконсольные дождевальные агрегаты с забором воды из открытой оросительной сети (типа ДДА-100МА)	1-5	До 6	10-30	0,5-1,5	0,001-0,002	0-300	1,5/3	1,5-3	2	20-60	2-10	0,2-0,8	До 5
Широкозахватные дождевальные машины типа «Волжанка»	2-5	До 5	5-30	0,5	0-0,002	0-300	1,5/3	1,5-3	1,1	20-60	1-10	0,2-0,7	До 15
Широкозахватные дождевальные машины, работающие по кругу (типа «Фрегат», «Кубань-ЛК»)	2-5	До 8	5-30	0,5	0-0,003	0-500	1,5/3	1,5-3	2,5	20-80	1-10	0,2-0,9	До 20
Электрифицированная многоопорная дождевальная машина фронтального действия (типа «Кубань»)	3-6	До 8	5-30	0,5	0,0001-0,01	0-500	1,5/3	1,5-3	4	50-70	1-10	0,7-0,9	До 20

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Дальнеструйные дождевальные машины с забором воды из трубопроводов или шлангов (типа ДДН-70)	1-2,5	До 2,5	10-30	0,5	0,01-0,06	0-200	1,5/3	1,5-3	4	20-60	2-10	0,2-0,8	До 10
Дождевальные шлейфы (типа ШД 25-300)	2-5	До 4	10-30	0,5	0,07	0-500	1,5/3	1,5-3	4	20-60	1-10	0,5-0,8	До 10
Стационарные автоматизированные дождевальные системы	2-5	До 4	10-30	0,3	0,015-0,05	-	1,5/3	1,5-3	5	20-60	1-10	0,2-0,7	До 10
Стационарные системы импульсного дождевания	2-5	До 5	До 30	0,3	0-0,05	-	1,5/3	1,5-3	4	1-60	1-10	0,6-0,9	До 10
Системы аэрозольного увлажнения	2-5	До 6	1-30	0,3	0,003	0-300	1,5/3	1,5-3	2	0,4-0,6	0,8-10	0,5-0,9	До 5
Внутрипочвенное орошение													
Стационарные системы внутрипочвенного орошения	2-10	-	10-30	1-1,5	0,002-0,015	0-200	1,5/3	1	4	20-60	0,8-10	0,5-1	До 5

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Стационарные системы капельного орошения	5–10	–	5–20	1–1,5	0–0,003	0–200	1,5/3	1	5	2–8	0,8–10	0,5–1	До 10
Подпокрывное дождевание	2–5	0–5	До 30	0,3	0–0,5	–	1,5/3	1,5–3	4	2–60	1–10	0,6–0,9	До 10
Низконапорная система капельно-струйчатого полива	2–5	0–5	0–30	0,3	0,05–0,2	0–500	1,5/3	1,5–3	4	2–60	0,8–10	0,5–1	8–15
Комбинированное орошение													
Двухконсольные дождевально-поливные машины, работающие в движении и позиционно с забором воды из каналов	4–10	До 6	1–20	0,8	0,004	0–300	1,5/3	1	2	2–120	2–10	0,7–1	До 5
Лиманное орошение													
Системы лиманного орошения	3–6	–	1–5	1–1,5	0–0,002	–	1,5/3	3	–	30–40	1–10	0,5–0,7	До 30

