

В. А. ШАУМЯН



**ПЛАНОВОЕ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИ ОРОШЕНИИ**

С Е Л Ъ Х О З Г И З - 1952

Профессор В. А. ШАУМЯН

ПЛАНОВОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОРОШЕНИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва — 1952 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Великие стройки коммунизма — сооружение новых мощных гидроэлектростанций на Волге, Дону, Днепре, Аму-Дарье и строительство Волго-Донского, Туркменского, Южно-Украинского и Северо-Крымского каналов — позволят в короткий срок обводнить и оросить огромную площадь в 28 миллионов гектаров новых земель.

В директивах XIX съезда нашей партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы предусмотрено: «Обеспечить высокопроизводительное использование всех орошаемых и осушенных земель. Осуществить повсеместный переход на новую систему орошения с временными оросительными каналами вместо постоянных. Считать первоочередными работами — строительство оросительных и обводнительных систем на базе использования электроэнергии Куйбышевской гидроэлектростанции и в зоне Волго-Донского судоходного канала имени В. И. Ленина; приступить к строительству оросительных и обводнительных систем в зоне Сталинградской гидроэлектростанции, Главного Туркменского, Южно-Украинского и Северо-Крымского каналов».

Наряду с этим предусмотрено также провести подготовительные работы к строительству оросительных систем для орошения и обводнения земель Кулундинской степи; продолжить работы по строительству оросительных систем в центрально-черноземных областях, в Кура-Араксинской низменности, в бассейнах рек Сыр-Дарьи, Зеравшана и Кашка-Дарьи, в районах Центральной Ферганы, Кубань-Егорлыкской системы, Орто-Токойского водохранилища и Большого Чуйского канала.

В директивах Съезда поставлена задача: «Увеличить за пятилетие площадь орошаемых земель на 30—35 про-

центов, построить в колхозах и совхозах 30—35 тысяч прудов и водоемов и обеспечить всестороннее хозяйственное их использование».

Огромное значение для развития социалистического земледелия имеет также переход на новую систему орошения, открывающую широкие возможности для развития механизации работ на орошаемых землях.

В связи с этим исключительную актуальность приобретает плановое водопользование, которое является основой для правильного проектирования и эксплуатации оросительных и обводнительных систем.

История орошаемого земледелия насчитывает многие тысячи лет. Но пользование оросительной водой на плановой основе впервые стало возможным лишь в нашей социалистической стране в условиях колхозов и совхозов.

Великие вожди советского народа В. И. Ленин и И. В. Сталин всегда придавали большое значение развитию орошения в нашей стране. В Сталинском плане преобразования природы предусмотрено орошение в огромных, никогда ранее невиданных масштабах.

Орошение в капиталистических странах построено на хищнической основе и преследует единственную цель — получение максимальных прибылей предпринимателями путем жестокой эксплуатации трудящихся крестьян и расхищения земельных и водных богатств.

Имеющиеся данные из практики орошения в США, Индии, Египте свидетельствуют о все большем и большем упадке культуры земледелия. Частная собственность на землю, воду и орудия производства, отсутствие всякой возможности для подлинно планового использования водных и земельных ресурсов, примитивная техника орошения — все это неизбежно приводит к тому, что полезное использование воды, подаваемой из источников орошения, составляет ничтожную часть. Основная же часть оросительной воды теряется в каналах и на поливных полях: просачивается в грунт, бесполезно испаряется через поверхность почвы или поступает в сбросы.

Капиталистические формы водопользования, исключая возможность планового использования воды, приводят к постоянному питанию грунтовых вод и повышению их уровня. В свою очередь подъем грунтовых вод вызывает усиленное засоление и заболачивание оро-

шаемых земель; земли, которые до орошения страдали от недостатка воды, после орошения страдают от ее избытка; в результате приходится эти земли осушать, чтобы возделывать на них сельскохозяйственные культуры.

В условиях социалистического сельского хозяйства, в противоположность капиталистическому сельскому хозяйству, основой орошения является плановое использование земельных и водных ресурсов в интересах советского народа.

Единственно правильный метод организации орошения — это осуществление планового водопользования в соответствии с производственными планами колхозов и совхозов.

Решениями партии и правительства принят порядок подачи управлениями оросительных систем воды на орошение колхозам и совхозам на основе планов водопользования, составляемых колхозами и совхозами.

Осуществление планового водопользования в колхозах и совхозах с особой остротой выдвинуло следующие задачи: правильное установление норм, сроков и числа поливов с учетом местных условий; повышение производительности труда на поливах и организация планового водопользования в колхозах и совхозах, обеспечивающая экономное расходование оросительной воды; получение высоких урожаев поливных культур и предотвращение засоления и заболачивания орошаемых земель.

В настоящей книге коротко освещаются вопросы установления норм поливов и режимов орошения сельскохозяйственных культур, применения наиболее производительных способов полива, составления планов внутрихозяйственного водопользования и организации их выполнения.

1. ПЛАНОВОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ПОЛИВНОЙ РЕЖИМ

1. ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ ПРИ НОВОЙ СИСТЕМЕ ОРОШЕНИЯ

Орошение в СССР осуществляется на основе планового использования природных источников воды в интересах советского народа. Главная цель орошения — это максимальное использование воды из природных источников для повышения плодородия почвы, обеспечивающее, совместно с другими условиями жизни растений, получение высоких и устойчивых урожаев.

Для выполнения этой главной задачи орошения необходимо:

- 1) осуществить забор воды из источника орошения в систему и доставить (подать) ее к месту поливных посевов;

- 2) распределить воду между полями севооборотов и поливными участками колхозов, совхозов;

- 3) проводить поливы и связанные с ними послеполивные обработки почвы.

Забор и доставка воды осуществляются обычно большими, сосредоточенными ее массами. По мере транспортирования воды от источника орошения и распределения ее, величина тока воды делится на более мелкие части, вследствие чего управление водопользованием становится сложнее. Внутрихозяйственное водораспределение и поливы, осуществляемые небольшими массами воды, являются наиболее сложной частью водопользования как в смысле техники, так и организации, и требуют самого внимательного отношения со стороны колхозов, совхозов, агроперсонала и работников водного хозяйства.

Чем меньшие массы воды регулируются и распределяются, тем большие трудности возникают в сохранении ее, ибо потери воды на фильтрацию и на испарение воз-

растают все больше и больше. В то же время чем ближе подведена вода к поливным полям, тем больше вкладывается труда и средств на ее подачу и регулирование.

Использование воды определяется государственным планом производства в колхозах и совхозах. В соответствии с выполнением этого плана и должны быть разработаны мероприятия по агротехнике, поливные режимы по культурам и полям, техника поливов, должны быть проведены мероприятия по поливам и связанным с ними работам.

Доставка и распределение оросительной воды осуществляются в соответствии с планом распределения воды между хозяйствами, техникой и организацией планового водораспределения.

Забор воды из источника орошения производится согласно общему плану водопользования оросительной системы. Для этой цели составляют план водозабора и график водоподачи в систему и применяют соответствующую технику забора воды из источника орошения, организуют осуществление планового водозабора и графика водоподачи.

Вода, так же как и земля, является в нашей стране государственной собственностью, т. е. всенародным достоянием. В естественном источнике вода находится в виде природного богатства. По мере искусственного регулирования источника орошения, забора воды из него и транспортирования ее к поливным землям все больше и больше возрастают затраты труда на каждую единицу объема воды.

Затраты труда на забор и подачу воды возрастают в зависимости от общих затрат на строительство, содержание и обслуживание сооружений и каналов, а также от потерь воды на пути ее следования.

Отсюда возникает необходимость планомерного и экономного использования оросительной воды как государственной собственности.

Социалистическое переустройство нашего сельского хозяйства — ликвидация частной собственности на землю, воду и орудия производства, создание колхозов и совхозов на базе высокой машинной техники — вызвало переворот в орошаемом земледелии. Произошли коренные изменения в методах и организации водопользования.

Постановлениями партии и правительства принята новая система орошения и установлен порядок планового водопользования в колхозах, совхозах и на оросительных системах. Этим самым созданы наилучшие условия для широкой и беспрепятственной механизации сельскохозяйственных работ и повышения производительности труда в орошаемом земледелии, для наиболее эффективного использования орошаемого земельного фонда и запасов оросительной воды.

Потребная для орошения техническая база состоит из совокупности каналов, сооружений, механизмов и оборудования, обеспечивающих забор воды из источника орошения, транспортирование и распределение ее во всех звеньях оросительной системы и осуществление поливов.

Правильная эксплуатация технической базы орошения требует организованного коллектива рабочих и инженерно-технического персонала, способных осуществлять плановое водопользование во всех звеньях оросительной системы.

Вся техническая база и организация всего производственного процесса орошения в целом составляют определенное предприятие, называемое оросительной системой. Обеспечивая плановое снабжение колхозов и совхозов оросительной водой, оросительная система в руках Советского государства является мощным регулятором производственного процесса в орошаемом земледелии.

Снабжение водопользователей водой и использование колхозами и совхозами этой воды носят не стихийный, а строго плановый характер и осуществляются под руководством и контролем со стороны государства. Оросительная вода отпускается хозяйствам, согласно государственному плану по выращиванию запланированных культур. Оросительная вода не отпускается хозяйствам, которые ее не используют для полива, а теряют на сбросы, затопление земель и питание грунтовых вод.

Оросительная система на основе государственного плана водопользования превращает природную воду из источника орошения в мощный фактор повышения плодородия почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев.

В состав современной государственной оросительной системы входят следующие основные элементы:

- 1) водозаборный узел;
- 2) магистральный канал и его ветви;
- 3) межхозяйственные распределительные каналы;
- 4) хозяйственные отводящие и внутрихозяйственные распределительные каналы;
- 5) временные оросительные каналы;
- 6) поливная сеть — борозды, полосы, чеки, подпочвенные поливные дрены или трубы и т. д.;
- 7) выводные борозды;
- 8) сооружения для регулирования деления и измерения водоподачи;
- 9) оборудование для производства поливов: поливные трубы, дождевальные машины, сифоны и прочее.

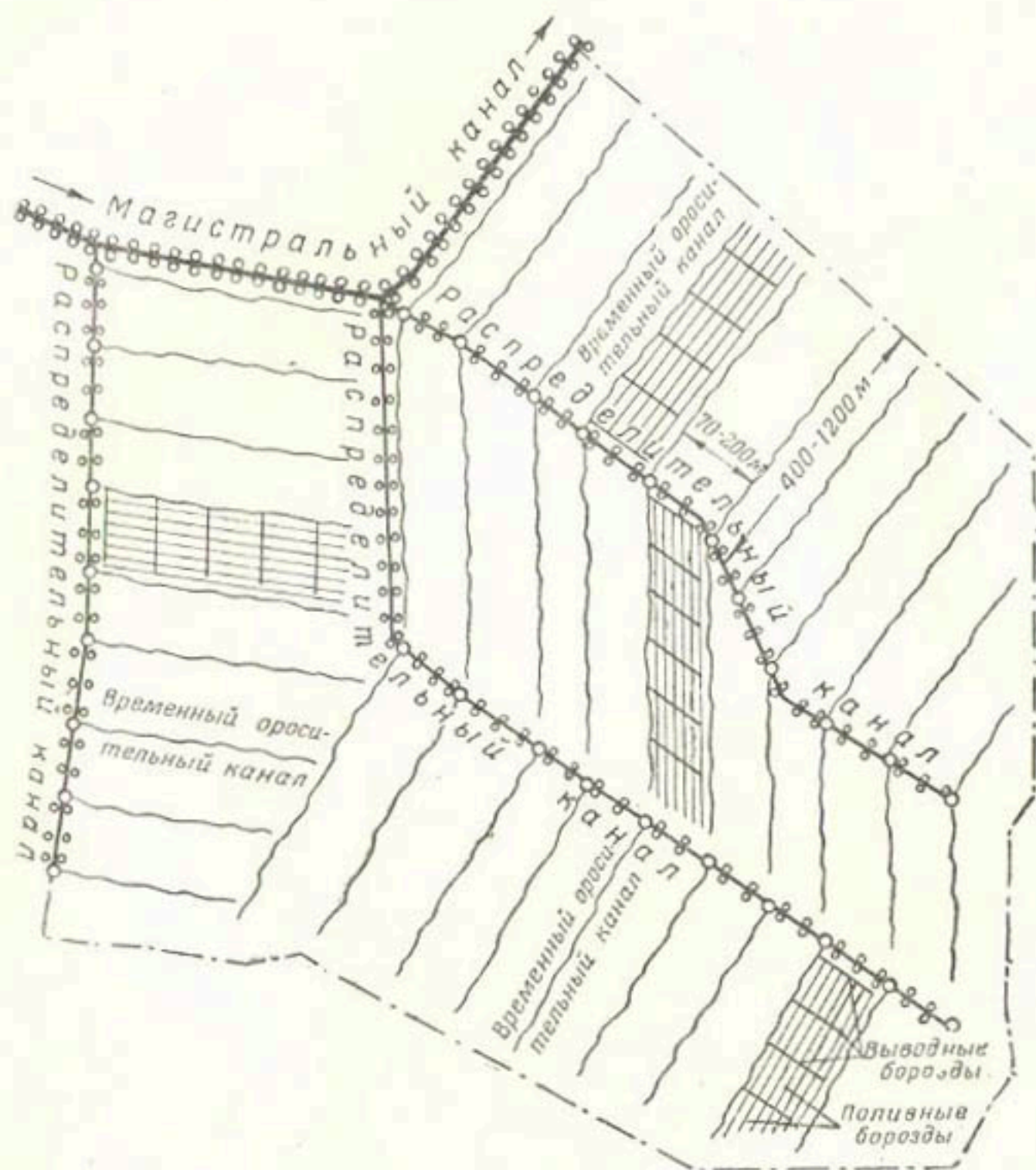
Если оросительная система принадлежит одному хозяйству (колхозу, совхозу), то элементы, отмеченные в пунктах 2 и 3, отпадают, так как в этом случае вода подается в внутрихозяйственный распределительный канал, выполняющий и функцию магистрального канала.

На рисунке 1 показана схема новой оросительной системы с временными оросительными каналами.

Процесс орошения представляет собой сложную систему водопользования. Из источника воду забирают в магистральный канал при помощи водозаборного узла. Магистральным каналом подводят воду к орошаемым районам. Вододелительными сооружениями и распределительной сетью каналов воду распределяют между колхозами и совхозами. Каждый колхоз и совхоз при помощи водовыпускных сооружений и отводящих каналов получает воду из распределительных каналов и при помощи внутрихозяйственной сети распределяет ее между поливными участками, полями севооборотов в соответствии с поливными режимами.

Поливную воду поливальщики распределяют при помощи временных оросительных каналов, поливных борозд, полос или чеков, выводных борозд, а также дождевальными установками или подпочвенными поливными дренами или трубами. Воду распределяют в соответствии с требованиями поливных культур и превращают ее в почвенный запас влаги, обеспечивающий наилучшую усвояемость элементов пищи растениями.

Процесс водопользования в колхозах и совхозах включает в себя не только технику орошения. Весьма существенное значение имеют также и такие звенья



- Магистральный канал — подает воду из источника орошения (река, озеро, водохранилище) к орошаемым массивам.
- Распределительные каналы — распределяют поступающую из магистрального канала воду между орошаемыми массивами, колхозами, совхозами и временными оросительными каналами.
- Временные оросительные каналы — (которые устраиваются на период полива вместо постоянных оросительных каналов) — подают воду из распределительных каналов в выводные борозды поливных участков.
- Выводные борозды — подают воду из временных оросительных каналов в поливные борозды. Выводные борозды могут изрезаться в зависимости от местных условий не только поперек, как показано в этой схеме, но и вдоль оросительных каналов; в этом случае поливные борозды и рядки растений будут идти поперек оросительных каналов.
- ||||| Поливные борозды — подают воду непосредственно к растениям.
- oooo Насаждения вдоль каналов — (тутовые, плодовые и др. деревья).

Рис. 1. Схема новой оросительной системы с временными оросительными каналами.

этого процесса, как способы и время поливов, размеры поливных норм, обеспечение прочности запаса поливной воды в почве и, наконец, вопросы организации производства в колхозах и совхозах. Без какого-либо из этих звеньев нарушается плановое водопользование.

2. ПЛАНОВОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ КАК ОСНОВА ДЕЙСТВИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В условиях социалистического сельского хозяйства, как уже говорилось, оросительная вода используется в плановом порядке. Плановое водопользование составляет основу действия всей оросительной системы в целом и ее составных частей. Плановое водопользование является совершенно новым понятием, новой формой организации орошения, возникшей в условиях социалистического сельского хозяйства. Плановое водопользование на основе новой системы орошения и высокопроизводительной техники полива, в противоположность старым принципам орошения, позволяет каждый кубический метр оросительной воды использовать для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В орошаемом земледелии нашей страны с 1949 года установлен порядок подачи управлениями оросительных систем воды на орошение колхозам и совхозам на основе планов водопользования, составляемых колхозами и совхозами при участии агрономов районных отделов сельского хозяйства и МТС, а также специалистов районных отделов водного хозяйства, с учетом по каждому хозяйству плановых площадей посева на орошаемых землях, установленных норм и сроков полива, отвечающих требованиям передовой агротехники и мелиоративного состояния орошаемых земель (почвенные условия, уровень грунтовых вод и др.).

Планирование водопользования начинается с установления фактических потребностей в поливной воде в колхозах и совхозах. Затем составляется план водопользования по оросительной системе в целом.

Теория и практика планового водопользования строятся на следующих основаниях.

1. Составление плана водопользования ведется на основе государственного плана посевов; сначала составляются внутрихозяйственные планы, а затем общесистемный план водопользования.

2. Водопользование планируется исходя из потребных режимов орошения сельскохозяйственных культур и организации труда по поливам и связанным с ними работам почвы.

3. Планирование водопользования охватывает не только вегетационный, но и невегетационный период.

4. Окончательное составление общего плана водопользования и водоподача в соответствии с планами по колхозам и совхозам, а также контроль за правильным использованием воды осуществляются управлением оросительной системы.

5. Планирование и организация водопользования осуществляются только при условии взаимного соответствия между подачей оросительной воды на поля и ее полным использованием по назначению; совершенно исключаются подача излишков воды и замедление темпов поливов и послеполивных обработок.

6. При осуществлении плана водопользования составляются и выполняются по каждому поливу оперативные планы на основе общего плана водопользования с учетом конкретных условий работы.

Если плановое водопользование является основой действия оросительной системы, то внутрихозяйственное водопользование составляет его главное звено. Успех водопользования в конечном счете определяется правильным и эффективным использованием оросительной воды в колхозах и совхозах.

Утверждение колхозных и совхозных планов водопользования возложено на райисполкомы с предварительным рассмотрением этих планов в районных отделах сельского хозяйства и райводхозах и согласованием с управлениями оросительных систем в целях увязки планов водопользования с мощностью водоисточников, пропускной способностью каналов и требованиями агротехники.

3. ПЛАНОВОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Существенной частью планового водопользования является правильное установление поливных режимов сельскохозяйственных культур. Всякая ошибка в поливных режимах может привести к нарушению принципа планового водопользования.

Поливной режим сельскохозяйственных культур устанавливается с целью наилучшего удовлетворения потребностей культурных растений в воде для получения высоких урожаев. Естественно, что поливной режим не может быть установлен в отрыве от процесса повышения плодородия почвы. Почва является средством производства сельскохозяйственных растительных продуктов. Плодородие почвы — это ее способность производить необходимые для общества растительные продукты: продовольственные для населения, корма для животноводства и сырье для промышленности.

Поднятие плодородия почвы определяется рядом важнейших природных, агротехнических и экономических условий. Сюда входят прежде всего природные условия: а) свет, тепло и воздух; б) питательные вещества и вода в усвояемых для растений формах, необходимая почвенная среда, где происходит процесс преобразования питательных веществ и воды в усвояемые формы.

Для повышения плодородия почвы также необходимо развитие научных и технических средств для регулирования питательных веществ, воды и преобразования почвенной среды. В социалистическом земледелии повышение плодородия почвы осуществляется в плановом порядке, на основе правильной организации труда, что позволяет широко использовать достижения науки и техники с целью улучшения почвы и получения высоких и устойчивых урожаев.

Изменение каждого из указанных выше условий вызывает в той или иной степени изменение плодородия почвы в целом. Наилучшее плодородие почвы возможно при создании всех указанных условий в наиболее благоприятной для растений форме.

Без воздуха, света, тепла, питательных веществ и воды плодородие почвы немыслимо. Но одно лишь наличие этих условий еще не создает возможностей для использования их растениями. Необходимо, чтобы эти факторы находились в таких количественных соотношениях и таких качественных формах, которые приемлемы для наилучшего роста и развития растений.

Если в почве в избытке содержится вода или в ней растворено большое количество вредных солей, то культурные растения на такой почве не произрастают, и, следовательно, она не обладает плодородием, если даже

в ней имеется большое количество питательных веществ. Об этом свидетельствуют, например, заболоченные и засоленные почвы, на которых без применения специальных мероприятий сельскохозяйственные культуры не произрастают.

Элементы пищи растений и вода находятся в почве не в изолированном виде, а во взаимодействии с почвенными условиями, в которых происходит процесс преобразования и усвоения пищи растением. Характер этой среды зависит от структурности почвы и способов ее обработки.

Степень производственного регулирования элементов плодородия почвы в соответствии с требованиями растений зависит от уровня развития научно-технических средств и способов, которыми люди оказывают воздействие на почву. Например, создание структуры почвы, искусственное внесение удобрений в почву для растений, своевременное снабжение растений необходимым количеством воды и другие приемы современной передовой агротехники делают культурные растения независимыми от стихийных погодных условий и способствуют значительному повышению плодородия почвы.

Таким образом, с повышением уровня науки и техники, с накоплением передового опыта появляются новые способы и методы воздействия на факторы плодородия почвы и неуклонного повышения ее плодородия. Если на элементы плодородия почвы не оказывается искусственного воздействия, то почва будет обладать лишь естественным, природным, плодородием, которое обычно бывает очень низким, если даже в почве содержатся большие потенциальные возможности плодородия.

Было бы, однако, ошибочным полагать, что достижения науки и техники в отрыве от социальных условий способны оказать решающее влияние на повышение плодородия почвы. Характер и масштабы использования достижений науки и техники в целях повышения плодородия почвы находятся в коренной зависимости от способа производства данного общества. Например, в капиталистических странах плодородие почвы систематически расхищается в интересах наживы. Поэтому в условиях капитализма применение в земледелии достижений науки и техники определяется не разумным плановым ведением хозяйства, а интересами частных предприни-

мателей, стремящихся к получению максимальных прибылей путем эксплуатации трудящихся.

Совершенно иначе обстоит дело в социалистическом обществе, где производственные отношения не только не являются тормозом в развитии производительных сил и в том числе достижений науки и техники, но всемерно способствуют их развитию. В социалистическом обществе созданы все необходимые условия для неуклонного повышения плодородия почвы. Задача сводится лишь к организации планомерного регулирования основных элементов плодородия почвы для получения высоких и устойчивых урожаев. О неисчерпаемых возможностях социалистического сельского хозяйства свидетельствует богатый опыт передовых колхозов, совхозов, научных учреждений и героев социалистического труда, получающих невиданные ранее высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

4. ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ВОДА В ПОЧВЕ

Нормы полива, режим орошения, способы полива и организация планового водопользования должны удовлетворять комплексу факторов, обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев. «Для развития растений, — говорит академик Т. Д. Лысенко, — требуется определенный комплекс факторов, в который, кроме минерального питания, входят также температура, свет, влажность, соответствующая продолжительность дневного освещения или ночи и проч. Если все или хотя бы часть перечисленных условий не соответствует природе развития данных растений, то они не смогут дать хорошего урожая» (акад. Т. Д. Лысенко, Агробиология, 1948 г.).

В состав питательных веществ, необходимых для произрастания растений, входят углерод, кислород, водород, азот, фосфор, сера, калий, кальций, магний и железо.

Каждый из этих элементов может быть усвоен растениями, если он находится в определенных формах соединений. Например, углерод должен быть в виде свободной углекислоты, кислород — в свободной молекулярной форме и кислородных соединениях, водород — в виде воды, азот — преимущественно в форме связанных

соединений (лишь бобовые растения способны усваивать свободный молекулярный азот), фосфор и сера — в форме окисных солей фосфорной и серной кислот.

Каждый из указанных элементов, даже при незначительной потребности в нем, является жизненно необходимым для произрастания растений.

Наукой и практикой установлено, что растения потребляют сравнительно небольшое количество питательных веществ, но расходуют огромное количество воды. Вода в теле растений составляет основную часть. Но, кроме того, растения затрачивают в сотни раз больше воды на испарение. Огромная листовая поверхность растений с ее особым строением, необходимым для усвоения углекислоты из воздуха, служит причиной испарения значительных количеств воды. Если принять, что каждая тонна урожая содержит в себе хотя бы 50% воды и что для получения этого урожая требуется 500—1 000 т воды, то можно видеть, что на каждую тонну урожая (в сухом виде) приходится расходовать воды в 1 000—2 000 раз больше, чем всех элементов пищи растения, взятых вместе.

Свет и тепло свое воздействие на рост и развитие растений оказывают непосредственно. На современном этапе развития науки и техники эти факторы регулируются применением ранних сроков сева, густотой стояния и способами размещения растений, системой обработки почвы, устройством теплиц и т. д. Регулирование питательных веществ осуществляется системой удобрений и агротехническими средствами. Водный режим растений регулируется агротехническими и мелиоративными мероприятиями.

Углекислоту и кислород для дыхания растения усваивают непосредственно из воздуха. Большинство же питательных веществ и вода поступают в организм растения из почвы, через корневую систему.

Современное состояние науки и техники позволяет активно воздействовать на рост и развитие растений, на повышение их урожайности путем регулирования основных элементов плодородия почвы и в том числе пищевого и водного режима растений.

Количество воды как элемента плодородия почвы находится в тесной взаимосвязи с остальными элементами плодородия. Вода играет важнейшую роль в про-

цессах преобразования питательных веществ в усвояемые для растений формы. Она растворяет питательные вещества и непрерывным током, образуемым под действием солнечной энергии, перемещает их из почвы к зеленой массе растений в виде минеральных соединений азота и соединений зольных элементов органического вещества. Вода является составной частью самого растения; например, хлопчатник на 67—77% состоит из воды. Вода регулирует температурный режим растений; она необходима для усвоения растением углекислоты из воздуха и образования органического вещества.

Каждый вид растений предъявляет свои особые требования к количественному и качественному составу как элементов пищи, так и воды, причем на каждой стадии развития растений эти требования претерпевают существенные изменения.

Академик Т. Д. Лысенко говорит, что «...развитие растений от посева до созревания семян неодинаково. Оно состоит из отдельных стадий — этапов. Для различных стадий растений требуются различные внешние условия». («Яровизация сельскохозяйственных растений»).

Потребность в элементах пищи и воде даже для одного и того же растения, в одной и той же стадии или фазе развития различна в зависимости от изменения соотношения воды и пищи.

«Продуктивность работы растения,— говорит академик В. Р. Вильямс,— прямо зависит от количества находящихся в его распоряжении элементов, из которых состоит его продукт, органическое вещество. Эти элементы и составляют пищу растений. Ясно, что при недостатке пищи растение будет бесполезно испарять воду, не создавая органическое вещество» (Почвоведение, 1939 г., стр. 282).

Снабжение растения водой коренным образом зависит от степени снабжения его питательными веществами, от состояния последних, от почвенных условий, от способов снабжения. Обилие воды при недостатке элементов пищи растений, равно как и, наоборот, большое количество элементов пищи при недостатке воды, приводит к снижению урожайности. Известно, что избыток воды в почве, вызывающий заболачивание земель, так-

же вреден, как и недостаток воды в почве, приводящий к засухе: в обоих случаях грозит опасность снижения или даже гибели урожая.

Отсюда ясно, что регулирование водного режима растений, отвечающее требованиям получения высоких и устойчивых урожаев, является одной из важнейших задач агрономической и мелиоративной науки и техники.

В условиях планового орошения регулирование водного режима растений требует своевременных сроков и правильных норм полива, применения наиболее эффективных способов полива, организации плановой подачи и использования воды в соответствии с требованиями передовой агротехники.

5. ОБ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ К ПОЛИВНОМУ РЕЖИМУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Основная задача орошения состоит в превращении воды из механического и физического фактора в виде ее запасов в источниках орошения (реках, озерах, прудах, водоемах, водохранилищах) в фактор плодородия почвы, в физиологический фактор роста и развития растений. Если для подачи и регулирования воды в каналах и сооружениях достаточно исходить из законов механики и гидравлики, то при определении поливных режимов на поливном поле законы механики и даже физики и химии без учета биологических факторов жизни растений совершенно недостаточны.

Поливные режимы, не соответствующие потребностям питания растений, вызывают неправильное соотношение между элементами плодородия почвы, что ведет к низким урожаям. Это происходит как при подаче в почву избытков воды, когда усвоение питательных веществ растением нарушается ввиду недостатка воздуха в почве, так и при подаче недостаточного количества воды, когда усвоение пищи растением также нарушается.

Следовательно, эффективность орошения зависит от поливных режимов. Поэтому необходимо быть особенно осторожным и требовательным при установлении поливных режимов и способов полива.

Исследования в области поливных режимов развивались по двум основным путям: а) по пути гидромодуль-

ного районирования; б) по пути изучения реальных потребностей растений в воде.

Гидромодульный способ сводился, по существу, к произвольным поливным режимам. Например, в одних и тех же условиях Голоднотепской оросительной системы для культуры хлопчатника одни авторы рекомендовали поливные нормы в размере 1 000—1 200 м³/га, а другие — 500—700 м³/га. Оросительные нормы для этих же условий одни авторы устанавливали в размере 3 000—3 600 м³/га, а другие — 7 000—8 000 м³/га.

Второй путь направлен на коренное решение проблемы установления потребностей растений в воде, но многие авторы, сводя задачу о поливных режимах к изучению сложнейших физиологических процессов, оказываются часто не в состоянии разрешить этот сложный вопрос и ограничиваются в определении поливных режимов лишь общими рекомендациями.

На современной стадии развития науки и практики орошаемого земледелия вопрос о поливных режимах наиболее правильно решается учением К. А. Тимирязева, В. Р. Вильямса и Т. Д. Лысенко о росте и развитии растений, о повышении плодородия почвы. Большим вкладом в разрешение этой задачи является также богатый опыт передовиков орошаемого земледелия. Об этом свидетельствуют многочисленные факты получения высоких урожаев при относительно небольших затратах оросительной воды.

Для разрешения проблемы поливных режимов наиболее рациональным является обобщение богатейшего опыта передовиков орошаемого земледелия на основе учения К. А. Тимирязева, В. Р. Вильямса и Т. Д. Лысенко. Всякие другие попытки разрешения вопроса о поливных режимах, не опирающиеся на опыт колхозного и совхозного производства и не использующие достижений передовой мичуринской агробиологической науки, заранее обречены на неудачу.

Передовики орошаемого земледелия, изучая природу растений, овладевая достижениями сельскохозяйственной науки, применяя в комплексе агротехнические мероприятия, пришли к установлению научно обоснованных поливных режимов.

Поливные режимы, устанавливаемые даже по наиболее точному способу, должны непременно уточняться

в колхозах и совхозах под руководством специалистов. При этом необходимо учитывать конкретные особенности, складывающиеся в каждом хозяйстве и на отдельных его полях.

Каждая ошибка в рекомендациях поливных режимов умножается на практике и приобретает огромные масштабы. Поэтому нельзя допускать общих рекомендаций по целым районам и массивам. Поливные режимы нужно устанавливать дифференцированно не только для каждого колхоза и совхоза, но и для каждого поля севооборота в отдельности.

Многочисленные и длительные исследования поливных режимов, проводимые на мелких делянках различных опытных станций, представляют собой крайне ограниченное, а зачастую даже ошибочное освещение вопроса. Наибольшую ценность в освещении этого вопроса представляет массовый опыт передовых колхозов и совхозов, проводимый на многих сотнях и тысячах гектаров земель.

Поливные режимы должны устанавливаться из расчета обеспечения сельскохозяйственных растений на всем протяжении их роста и развития максимально необходимым количеством воды для наилучшей усвояемости запасов пищи и, следовательно, для получения наивысших урожаев.

Поливной режим и способы поливов находятся в зависимости от особенностей каждой культуры и следующих условий:

1) количества, формы и качества питательных веществ, содержащихся в почве и вносимых в нее искусственно в виде удобрений, необходимых для произрастания растений;

2) состояния почвы, в которой происходит процесс преобразования элементов пищи и усвоение их растением;

3) уровня техники поливов, удобрения растений и способов обработки почвы;

4) организации труда при поливах и связанных с поливом работах.

Изменение каждого из этих факторов приводит к изменению поливных режимов и техники их осуществления.

Установление поливных режимов требует разрешения двух групп вопросов. К вопросам первой группы отно-

сится определение действительной потребности каждой культуры в воде на различных стадиях и фазах развития и на всем протяжении произрастания, в зависимости от создания для растения необходимого питательного режима, состояния почвы при данных погодных, климатических и прочих внешних факторах. Ко второй группе вопросов относятся технические и организационные приемы для удовлетворения требований растений в воде.

Первая группа вопросов представляет проблему агрономии, вторая же относится к технике орошения и правильной эксплуатации оросительных систем.

При решении первой группы вопросов необходимо исходить из принципа своевременного обеспечения растений необходимым количеством усвояемых питательных веществ и воды для получения высоких урожаев.

Из агрономического учения акад. В. Р. Вильямса следует, что вода и пища должны поступать в распоряжение растения непрерывно и в максимально необходимом растению количестве.

Отсюда следует, что главная задача искусственных поливов состоит в том, чтобы создавать в почве запасы воды, необходимые для обеспечения максимальной усвояемости питательных веществ растениями на всем протяжении их роста и развития.

В орошаемом земледелии вода вносится в почву искусственно, что связано с большими капитальными и эксплуатационными затратами. Поэтому прочное сохранение и наиболее рациональное использование создаваемых в почве запасов воды приобретает гораздо более важное значение, чем в неорошаемом земледелии.

Агрономическое учение акад. В. Р. Вильямса и практика передовых колхозов и совхозов показывают, что наиболее прочное сохранение воды в почве, наиболее эффективное использование ее растениями и наилучшее усвоение питательных веществ растениями достигается в структурных почвах. В почвах же бесструктурных, наоборот, запас воды непрочен, поскольку образуется интенсивное восходящее движение воды по волосным токам. В силу этого основная часть поливной воды бесполезно испаряется через поверхность почвы.

Структурная почва, в отличие от бесструктурной, состоит из мелких, прочно склеенных комков; пространство

между комками значительно больше, чем между частицами почвы внутри комков. Переход воды из комка в комок крайне затруднен; поэтому в почве не образуется интенсивных восходящих волосных токов и запасы воды в комках сохраняются прочно. Они доступны лишь корневой системе растений.

Преимущество структурной мелкокомковатой почвы заключается также и в том, что в промежутках между комками вода не задерживается и эти промежутки заполнены воздухом. Этим самым обеспечивается свободный доступ в почву кислорода воздуха, который необходим для преобразования элементов пищи в усвояемые для растения формы.

6. УСТАНОВЛЕНИЕ ПОЛИВНЫХ РЕЖИМОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

При установлении поливных режимов необходимо предусмотреть следующие моменты: общее количество воды, потребной для растений; максимальное использование осадков и подпочвенных вод для создания полезных запасов воды в почве; общее количество воды, подаваемой в почву путем орошения за весь год; количество воды, подаваемой при каждом поливе.

Определение общего количества воды, потребной для получения высокого урожая, составляет одну из сложных задач орошаемого земледелия. К. А. Тимирязев в своих работах «Физиология растений, как основа рационального земледелия» и «Борьба растения с засухой» указывает, что хотя для получения 1 т зерна растения расходуют до 1 000 т воды, все же это не является необходимой потребностью растений, и при соответствующих условиях это количество воды может быть уменьшено в значительной мере.

На основе многочисленных опытов К. А. Тимирязев пришел к выводу, что «... для нормального образования органического вещества растение не нуждается в испарении таких громадных количеств воды, какое оно испаряет в действительности» (К. А. Тимирязев, Избранные сочинения, т. II, стр. 107).

К этому нужно добавить, что значительная часть воды испаряется через поверхность почвы, что также не является необходимым для получения урожая.

Из всего этого можно сделать вывод, что повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур непременно должно вести к уменьшению затрат воды на единицу урожая, так как с повышением урожайности и с поддержанием почвы в структурном, рыхлом состоянии резко сокращается испарение воды через поверхность почвы; значительный же рост урожая может иметь место при относительно небольшом увеличении испаряющей поверхности растений.

Обобщение опыта передовиков сельского хозяйства прекрасно подтверждает этот вывод. Многие передовые колхозы путем повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур добились снижения затрат воды на 1 т урожая до 500 т. Отсюда следует, что при ликвидации всяких потерь воды общее ее потребление, например при урожайности зерна или хлопчатника в 50 ц с гектара, составило бы всего 2 500 м³/га.

Для определения величины общего потребления воды растениями существует много разнообразных способов. Большинство из них не учитывает высоту урожайности культур в чем, собственно, сконцентрирован результат действия всех агротехнических мероприятий и вызываемых ими сложных процессов, не всегда поддающихся количественному учету.

Величину общего потребления воды растениями (M) можно определить в зависимости от высоты урожайности ($У$) и затрат воды на получение единицы урожая ($κ$):

$$M = κУ, \quad (1)$$

где M — общее потребление воды растениями в кубических метрах на гектар (м³/га);

$κ$ — затраты воды на получение каждого центнера урожая данной культуры (в кубических метрах на центнер урожая);

$У$ — высота урожайности в центнерах.

Величина $κ$ определяется опытным путем. Наиболее надежные значения $κ$ дает богатый опыт передовых колхозов, совхозов и научных учреждений, получающих высокие урожаи на сотнях и тысячах гектаров.

Так, например, если для пшеницы в Заволжье $\kappa = 90 \text{ м}^3/\text{ц}$ и $У = 30 \text{ ц/га}$, то общее потребление воды составит:

$$M = 90 \cdot 30 = 2\,700 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Следует учесть, что значение κ отличается от обычного понятия коэффициента транспирации тем, что оно определяется по урожайности культур в виде продуктов, а величина коэффициента транспирации определяется в зависимости от общей сухой массы культуры. Коэффициент транспирации, кроме того что он не учитывает всех видов расходования воды и определяется сложным путем, в то же время связан лишь с сухой массой растительного вещества, если даже урожай культур равен нулю. Поэтому пользоваться этим способом при установлении поливных режимов не рекомендуется.

Рассмотрим, из каких источников нужно создавать запас воды в почве для растений.

Удержание атмосферных вод в почве, а также использование грунтовых (подпочвенных) вод имеет решающее значение в жизни растений. В тех случаях, когда атмосферными и подпочвенными водами удастся на всем протяжении роста и развития растения удовлетворить его потребности в воде, отпадает необходимость в орошении. Если же таким путем не удастся полностью удовлетворить эти нужды, приходится прибегать к искусственному орошению. Но при этом использование атмосферных и подпочвенных вод обеспечивает значительное уменьшение расходования оросительной воды. В степных и лесостепных районах, в результате введения травопольных севооборотов, создания прочной мелкокомковатой структуры почвы, полевзащитного лесонасаждения, снегозадержания, зяблевой вспашки поперек склонов и применения других мер, обеспечивается накопление и прочное сохранение атмосферных вод в почве на значительный период. Этим самым в названных районах потребность в оросительной воде значительно снижается.

Для накопления и сохранения атмосферных вод в почве рекомендуется также рыхление подпахотного слоя поперек склона, проведение подпочвенных (кротовых) дрен поперек и вдоль склона, бороздование с одновременным устройством валиков на зяби поперек склона.

Радикальным средством накопления влаги в почве является также устройство поперек склона каналов в виде неглубоких (25—50 см) ложбин с пологими откосами. Такие искусственные ложбины успешно перехватывают весь поверхностный сток и в то же время не препятствуют работе сельскохозяйственных машин. Вдоль склона прорезаются почвенные дрены на глубине 35—50 см через 0,5—1,5 м. Вода, перехваченная ложбинами, поступает в эти дрены и по ним распределяется в почве.

Осуществляя хорошее снегозадержание, при этом способе можно все атмосферные осадки превратить в запас воды в почве.

Этим путем можно заполнить водой слой почвы толщиной до 1—2 м, если нет опасности подъема уровня грунтовых соленых вод. В случае недостатка атмосферных вод, по искусственным ложбинам и подпочвенным дренам можно осуществить влагозарядочный полив, обеспечивающий вместе с атмосферной влагой запас воды в указанном слое почвы.

Велико также значение грунтовых вод в жизни растений. Практика показывает, что до глубины 2,5—3,0 м грунтовая вода в той или иной степени используется растениями путем капиллярного подъема, конденсации подпочвенной воды в верхних слоях почвы или непосредственно корневой системой растений. Чем выше уровень грунтовых вод, тем в большей степени они используются растениями, если при этом грунтовые воды несоленые и не вызывают процессов засоления и заболачивания.

Таким образом, в составе используемой растениями воды должны быть учтены прежде всего:

а) запасы воды в почве, создаваемые за счет осенне-зимних и весенних осадков — M_o ;

б) запасы воды, образуемые в почве от осадков в течение вегетационного периода — $M_{во}$;

в) количество используемых растениями грунтовых вод — M_r .

Зная указанные величины, можно установить общее количество воды, которое нужно подавать при орошении за весь год — $M_{ор}$.

При этом имеется в виду, что искусственное создание полезных запасов воды в почве осуществляется

орошением не только в вегетационный период, но и главным образом в невегетационные периоды — осенью, зимою и ранней весной, если в эти периоды в почве нет достаточного количества воды. Это общее количество воды выражается следующей величиной:

$$M_{op} = M - M_o - M_{so} - M_r + M_n, \quad (2)$$

где M_n — величина потерь воды на поливном поле: испарение через поверхность почвы, сбросы с полей и фильтрация воды в глубокие слои грунта, недоступные для растений (эти потери должны быть по возможности устранены улучшением способов полива).

Орошение можно осуществлять либо постоянной, непрерывной подачей, либо периодической подачей воды в почву. Одновременная подача воды в почву в размере M_{cr} может быть осуществлена в таких потребных объемах, которые не превышают норму одного полива и которые возможно вместить в корнеобитаемом слое в виде прочного запаса. В остальных случаях орошение ведется периодическими подачами воды, за исключением посевов риса, поливаемых затоплением.

В практике наиболее разработаны способы полива с периодической подачей воды. Поэтому весьма важно установить нормы каждого полива, сроки его проведения, продолжительность и число поливов.

Для установления этих элементов поливных режимов необходимо хорошо знать не только водные свойства почвы, но и процессы потребления воды растениями, а также другие виды расходования воды из почвы.

Оросительная норма может применяться в виде:

- а) предпосевных поливов;
- б) влагозарядочных поливов;
- в) вегетационных поливов.

Первые два вида поливов проводятся с целью пополнения запасов воды в почве до того, как растение начинает пользоваться водой. Вегетационные же поливы подаются, когда уже поле занято растениями. Поэтому проведение вегетационных поливов значительно сложнее, чем первых двух видов поливов.

Акад. Т. Д. Лысенко считает наиболее приемлемым для степных и лесостепных районов орошение на основе влагозарядочных поливов.

II. НОРМЫ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

7. ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ НОРМЫ ПОЛИВА

Нормой полива называется создаваемый за одну подачу полезный для растений запас воды в почве. Норма полива исчисляется в кубических метрах на гектар площади посева. Правильно подавать норму полива — это значит за один полив создать в почве максимально полезные запасы воды для растений. При этом необходимо соблюдать два важных условия. Во-первых, этот полезный запас в почве должен быть обеспечен на возможно длительный срок, чтобы в дальнейшем не приходилось прибегать к непроизводительно частым поливам, связанным с большими потерями воды и затратами труда. Во-вторых, следует избегать глубокой фильтрации воды в грунт (ниже определенного слоя почвы), чтобы не питать грунтовые воды и предупредить процессы заболачивания и засоления почвы; нужно также стараться всячески уменьшать испарение воды через поверхность почвы и устранять потери на сброс воды.

Выполнение этих условий вызывает известные трудности, так как первое из них требует максимального увеличения одновременной подачи воды, а второе ограничивает ее подачу.

Исходя из этих положений, для установления норм полива необходимо каждый раз иметь следующие данные по каждой орошаемой культуре:

1) глубину (толщину) слоя почвы, в котором можно и необходимо содержать полезный для растений запас воды;

2) способность почвы удерживать поливную воду (полевая влагемкость);

3) содержание воды в почве перед поливом (предполивная влажность);

4) способ (техника) полива.

На основе этих данных норма полива определяется как количество воды, необходимое для увлажнения основного корнеобитаемого слоя почвы до полевой влагоемкости, с учетом его предполивной влажности.

8. ГЛУБИНА УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ

Глубина (толщина) слоя (H) почвы, подлежащего увлажнению при каждом поливе, определяется степенью распространения основной массы корневой системы растений и требованием создания в почве наиболее прочного запаса воды. Этот слой для большинства поливных сельскохозяйственных культур должен быть не меньше всего пахотного слоя. Средние же глубины увлажняемого слоя для отдельных культур ориентировочно указаны в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Ориентировочные глубины увлажнения почвы
при вегетационных поливах

Культуры	Фазы развития	Глубина слоя почвы H (в см)
Зерновые	До кущения	30—40
	Кущение	50—60
	Трубкавание	60—85
Хлопчатник	До бутонизации	40—50
	Бутонизация	50—60
	Цветение	70—100
	Созревание	50—60
Многолетние травы	До кущения	40—50
	Кущение	50—60
	Бутонизация или	60—70 1-го года
	трубкавание	70—130 последую-
Сахарная свекла	До цветения, после укуса	70—130 щих лет
	Укоренение	20—30
	Развитие листовой поверхности	40—50
Табак	Образование корневого тела	60—70
	Укоренение	20—30
Капуста, огурцы, лук	Развитие листовой поверхности	40—60
	Укоренение	20—30
Картофель	Максимальное развитие	35—45
	Укоренение	20—30
Корнеплоды, томаты	Максимальное развитие	45—55
	Сады и виноградники	75—85

Однако высокое стояние грунтовых вод может вызвать потери оросительной воды на глубокую фильтрацию. В этих случаях расчетную глубину увлажнения почвы (H) необходимо устанавливать в следующих размерах: при глубине грунтовых вод 1—1,5 м не более 0,4—0,5 м; при глубине грунтовых вод 1,5—2 м не более 0,75 м. При проведении осенне-зимних влагозарядочных поливов при невысоком стоянии уровня грунтовых вод расчетную глубину увлажнения почвы можно брать до 1—1,5 м, чтобы создать возможно большие запасы воды в почве. Глубина увлажнения почвы должна быть на 1,5—2,0 м меньше, чем глубина залегания уровня грунтовых вод.

9. ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ

Полевой влагоемкостью называется способность почвы удерживать после увлажнения максимальное количество воды, не пропуская ее в нижние слои. Величина полевой влагоемкости находится в зависимости от механического состава почвы, от ее скважности, структурности и глубины почвенного слоя.

Академик В. Р. Вильямс выделил ряд групп сельскохозяйственных растений по их требованиям к величине запаса воды в почве. Некоторые из этих групп приведены в таблице 2.

Таблица 2

Требования культур к запасам воды в почве¹

Краткая характеристика групп	Требования к величине запаса воды (в % от полной влагоемкости)
Зерновые злаковые культуры	40—50
Зерновые бобовые »	50—60
Корнеплоды и технические культуры	60—70
Полевые многолетние травы (злаковые и бобовые)	70—80

В таблицах 3 и 4 приведены примерные величины полевой влагоемкости и скважности основных типов

¹Академик В. Р. Вильямс. Собрание сочинений, т. VI, стр. 316.

почв орошаемых районов (по данным почвенно-мелиоративной лаборатории ВНИИГиМ; проф. С. В. Астапов).

Полевая влагоемкость структурных почв значительно выше, чем бесструктурных. Имеющиеся материалы свидетельствуют о том, что полевая влагоемкость черноземных структурных почв в 1,4—1,6 раза выше бесструктурных; полевая влагоемкость после распахки люцерны в 1,1—1,2 раза выше, чем на старопашке.

В структурной почве при поливе создается большой и прочный запас воды для растений при наиболее благоприятном воздушном режиме. Как показали исследования акад. В. Р. Вильямса, а также опыт передовиков сельского хозяйства, этот полезный запас воды составляет до 85 процентов от поливной воды. Запас воды в бесструктурной почве является непрочным, а воздушный режим неблагоприятным. Потери воды из бесструктурных почв составляют большую часть поливной нормы, если не принимать мер по уменьшению испарения.

Преобразование бесструктурных почв в структурные обеспечивается введением травопольной системы земледелия.

Временное улучшение бесструктурных почв достигается их механической обработкой.

Для расчета полевой влагоемкости почвы в кубических метрах на гектар необходимо расчетный слой почвы H (в метрах) умножить на процент скважности этого слоя (C) и на его полевую влагоемкость, выраженную в процентах от скважности почвы (B).

$$m_n = H \cdot C \cdot B_c = 100 \cdot HA, \quad (3)$$

где A — полевая влагоемкость почвы в процентах от объема почвы.

Например, для слоя $H = 0,75$ м, при скважности его почвы $C = 51\%$ и его полевой влагоемкости $B = 47\%$ от скважности, полевая влагоемкость на гектар будет равна: $m_n = 0,75 \times 51 \times 47 = 1795,4 \text{ м}^3/\text{га}$.

Примерные расчетные величины полевой влагоемкости для основных почв орошаемых районов приведены в таблице 4.

Полевая влагоемкость почв

Типы почв	Механический состав	Полевая влагоемкость в кубических метрах на гектар			
		для слоя почвы 0—25 см	для слоя почвы 0—50 см	для слоя почвы 0—75 см	для слоя почвы 0—85 см
Сероземы и луговые	Легкие	650—750	1 100—1 400	1 500—1 800	1 800—2 000
	Средние	750—950	1 400—1 700	2 000—2 300	2 300—2 600
	Тяжелые	800—1 000	1 500—2 000	2 300—3 000	2 900—3 400
Каштановые	Легкие	700—800	1 200—1 600	1 650—1 900	1 800—2 100
	Средние	800—1 000	1 500—1 900	2 100—2 550	2 400—2 900
	Тяжелые	900—1 100	1 700—2 000	2 400—2 900	2 700—3 100
Черноземы	Легкие	750—850	1 400—1 600	1 950—2 100	2 260—2 400
	Средние	900—1 000	1 700—2 000	2 300—2 700	2 550—3 100
	Тяжелые	1 000—1 250	1 900—2 200	2 600—3 100	3 000—3 600

10. ПРЕДПОЛИВНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ

Предполивную влажность почвы в зоне распространения основной массы корневой системы растений, согласно многочисленным данным научно-исследовательских учреждений и опыту передовиков сельского хозяйства, принимают не менее 65—75% от полевой влагоемкости для культур полевого севооборота. Для почв, склонных к засолению, предполивная влажность почвы принимается не менее 70—80% от полевой влагоемкости.

Предполивной запас воды в почве в кубических метрах на 1 га площади определяется в виде:

$$m_0 = 100 \cdot Hbr, \quad (3a)$$

где H — глубина расчетного слоя почвы, в котором размещается основная масса корневой системы растений;

b — объемный вес почвы в тоннах на кубометр;

r — процент влажности от веса сухой почвы.

Например, если глубина расчетного слоя почвы $H = 0,6$ м, объемный вес 1 м³ почвы $b = 1,2$ т и процент влажности почвы от веса сухой почвы $r = 20\%$, то запас воды в почве будет составлять

$$m_0 = 100 \times 0,6 \times 1,2 \times 20 = 1\,440 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Предполивная влажность в процентах от объема почвы r_0 определяется умножением весовой влажности r на объемный вес b , т. е.

$$r_0 = b \cdot r.$$

Если весовая влажность почвы $r = 20\%$, объемный вес $b = 1,2$, то предполивная влажность в процентах к объему почвы составит

$$r_0 = 20 \times 1,2 = 24\%.$$

Объемный вес основных почв выражается в следующих примерных величинах (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Объемный вес почв

Типы почв	Глубина слоя почвы (в см)	Объемный вес почвы (в тоннах на кубический метр)
Сероземы и луговые	0—25	1,23—1,42
	25—50	1,46—1,54
	50—100	1,40—1,55
Каштановые	0—25	1,2—1,3
	25—50	1,4—1,5
	50—100	1,4—1,5
Черноземы	0—25	1,0—1,1
	25—50	1,1—1,4
	50—100	1,1—1,4

11. ВЕЛИЧИНА НОРМЫ ПОЛИВА

Норма полива определяется из зависимости

$$m = 100 HA - m_0, \quad (5)$$

или после замены m_0 , согласно (3а)

$$m = 100HA - 100Hbr = 100H(A - br) = 100H(A - r_0), \quad (5a)$$

где A — полевая влагоемкость расчетного слоя почвы;

m_0 — предполивной запас воды в расчетном слое почвы (объем воды в кубических метрах на гектар);

H — глубина (толщина) расчетного слоя почвы.

Например, если полевая влагоемкость почвы чернозема $A = 36\%$, объемный вес почвы $b = 1,2$ и процент влажности почвы от веса сухой почвы $r = 20\%$, то предполивная влажность почвы составит $r_0 = b \cdot r = 1,2 \cdot 20 = 24\%$ от объема почвы. Следовательно, при глубине расчетного слоя почвы $H = 0,6$ м, норма полива будет выражена, как

$$m = 100H(A - r_0) = 100 \times 0,6 (36 - 24) = 720 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Расчетные нормы полива, вычисленные указанным способом, необходимо уточнять в зависимости от способов полива, чтобы сделать эти нормы практически осуществимыми.

При способе полива по бороздам норма в 500—600 м³/га практически вполне осуществима; при поливе по полосам берется норма порядка 600—800 м³/га; при способе полива дождеванием норму можно подавать в размерах 200—500 м³/га, при подпочвенном поливе норма берется в пределах 300—700 м³/га. Если расчетная норма полива составляет 300—400 м³/га, то при поливе по бороздам ее вынужденно доводят до 500 м³/га, а при поливе по полосам — до 600 м³/га; в этих случаях лучше проводить полив дождеванием или подпочвенными способами.

На почвах, склонных к засолению, максимальная величина расчетного слоя для вегетационных поливов не должна превышать 50—60 см, поливы же следует проводить минимально возможными нормами, соответственно увеличивая число поливов. При этом нельзя допускать повышенной концентрации солей в верхнем слое почвы и уменьшения предполивной влажности почвы ниже 70—80% от полевой влагоемкости. На таких почвах большие поливные нормы следует давать в осенне-зимний период с целью опреснения почвы и создания возможно больших запасов воды в почве. Однако при этом необходимо строго соблюдать условия недопущения опасного подъема уровня грунтовых вод.

В каждом отдельном случае необходимо путем расчета устанавливать нормы полива для каждой культуры. В таблицах 6 и 7 приведены примерные нормы (в м³/га) вегетационных поливов для различных культур и почв при самотечном поливе и дождевании. Нор-

мы невегетационных (запасных) поливов, в зависимости от глубины увлажнения почвы и имеющихся запасов воды в почве, могут быть в 1,5—2 раза большими, чем приведенные в таблице 6 значения.

Т а б л и ц а 6

Примерные поливные нормы вегетационных поливов (в м³/га)

Механический состав почв	Хлопчатник			Многолетние травы		
	до цветения	в период цветения	в пери- од со- зрева- ния	первого года		второго года
				до цве- тения	в период отрастания (после укоса)	

Сероземы и луговые почвы

Легкие	500—700	700	600	500	700	700
Средние	500—700	800	600	600	700—900	700—900
Тяжелые	600—800	800—1000	700	700	800—1000	800—1200

Механический состав почв	Зерновые		Многолетние травы		
	в период кущения	в период выхода в трубку	первого года		второго года
			до цветения	в период отрастания (после укоса)	

Каштановые почвы

Легкие	500	600	600	700	700
Средние	600	700	700	800	800
Тяжелые	700	800	800	900	900

Черноземы

Легкие	500	600	500	600	600
Средние	500	600	600	700	700
Тяжелые	600	700	600	800	800

Примерные поливные нормы при дождевании (в м³/га)

Механический состав почв	Зерновые	Травы	Сахарная свекла	Хлопчатник
Легкие	250—300	250—300	250—350	300—400
Средние	300—350	300—400	300—400	300—450
Тяжелые	350—450	350—450	350—450	350—500

Нормы влагозарядочных поливов в зависимости от влажности почвы, глубины расчетного слоя почвы и накопления влаги в почве за счет осадков могут колебаться от 600—800 м³/га до 1 200—1 500 м³/га. Для наиболее засушливых районов на участках с весьма глубоким залеганием уровня грунтовых вод в отдельных случаях норма может быть доведена до 1 800—2 000 м³/га. Нормы влагозарядки ориентировочно можно принимать 600—800 м³/га для районов ЦЧО, 800—1 200— для северных районов Степного Заволжья и Украины, 900—1 300 — для южных районов Украины, 800—1 200 — для Ростовской области и 1 000—1 500 — для южных районов Заволжья.

12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Чтобы своевременно проводить поливы и правильно устанавливать поливные нормы, необходимо строго учитывать изменения влажности почвы.

Для определения влажности почвы существует ряд способов. Непосредственно в поле влажность почвы приближенно можно определить, пользуясь следующим упрощенным способом, предложенным проф. С. В. Астаповым (табл. 8).

Для этого нужно взять в руку образец почвы (с определенного места и глубины) и сжать его в комок. При этом надо обратить внимание, легко или трудно формируется комок и какова его прочность. Затем из образца почвы надо скатать шарик диаметром около 1 см и легким нажатием пальцев раздавить его. Делая такие пробы и пользуясь при этом данными, приведенными в таблице 8, можно установить примерную влажность почвы.

Для более точного определения влажности почвы необходимо знать удельные веса абсолютно сухой и

Таблица для приближенного определения влажности почвы в процентах к весу сухой почвы

Типы и механический состав почвы	Влажность почвы около 15%	Влажность почвы около 20%	Влажность почвы около 25%	Влажность почвы около 30%
Черноземы тяжелосуглинистые и глинистые	Почва сухая. Комок в руке формуется плохо. Шарик не формуется и при попытке сдвинуть шнур рассыпается	Почва слегка влажная. Комок формуется прочный. Шарик формуется прочный. При раскатывании шарика получается короткий шнур не получается	Почва влажная. Комок прочный. Шарик прочный. При раскатывании шарика получают короткие шнуры	Почва сырая, комок мокрый, хорошо лепится. Шарик хороший, прочный. Шнур длинный, прочный
Черноземы средние суглинистые	Слегка влажная. Комок формуется хорошо, шарик формуется также хорошо. При раскатывании шарика шнур не получается	Влажная. Комок формуется прочный. При раскатывании шарика образуются короткие шнуры	Почва сырая. Комок хорошо лепится. Шарик хорошо лепится. При раскатывании шарика получается длинный шнур	Почва мокрая, мажется. Комок хорошо лепится. Шарик хорошо лепится. Шнур длинный, устойчивый
Черноземы легкосуглинистые и супесчаные	Влажная. Комок хорошо формуется. Шарик формуется, но при надавливании легко рассыпается	Сырая. Комок прочный. Шарик формуется, но при надавливании легко рассыпается. При раскатывании шарика шнур образуется с трудом и очень короткий	Мокрая. Комок лепится. Шарик лепится. Шнур получается длинным, но мало устойчивым, легко разбивается на короткие шнуры	Почва течет и просачивается между пальцами

Продолжение

Типы и механический состав почвы	Влажность почвы около 15%	Влажность почвы около 20%	Влажность почвы около 25%	Влажность почвы около 30%
Серозем, легкий суглинок	Почва сухая. Комок не формуется, при сдавливании рассыпается	Почва слегка влажная, комок в руке формуется, при сдавливании рассыпается	Почва влажная. Комок формуется, шарики и шнуры скатываются	Почва сырая. Комок формуется, шарики и шнуры не лепятся
Темнокаштановая почва, тяжелый суглинок	Почва сухая. Комок не формуется, рассыпается	Почва слегка влажная. Комок в руке формуется, шарики и шнуры рассыпаются	Почва слегка влажная. Комок формуется хорошо, шнуры и шарики рассыпаются	Почва влажная, комок формуется хорошо, шарики прочные, шнуры раскатываются длинные

влажной почвы. Этот способ нужно применять в первую очередь для контроля определения влажности почвы более простым способом.

Если обозначить удельный вес абсолютно сухой почвы через A_0 и влажной почвы через A , то влажность почвы в процентах к сухой почве составит

$$B = \frac{100(A_0 - A)}{A_0(A - 1)} = \frac{100\left(1 - \frac{A}{A_0}\right)}{A - 1} \quad (6)$$

Так, например, при $A_0 = 2,5$ и $A = 2$ влажность почвы в процентах к сухой почве будет равна

$$B = \frac{100(2,5 - 2)}{2,5(2 - 1)} = 20\%.$$

Зная удельный вес абсолютно сухой почвы и определив удельный вес влажной почвы, по таблице 9 можно определить влажность почвы в процентах к ее сухому весу.

Т а б л и ц а 9

Определение влажности почвы по ее удельному весу

Удельный вес абсолютно сухой почвы					
2,60	2,55	2,50	2,45	2,40	
Удельный вес влажной почвы					Влажность (в %, к сухой почве)
2,26	2,23	2,20	2,16	2,13	10
2,15	2,12	2,09	2,06	2,03	15
2,05	2,02	2,00	1,97	1,95	20
1,98	1,94	1,92	1,90	1,88	25
1,89	1,88	1,86	1,84	1,81	30

Точное определение влажности почвы производится весовым способом. Для этого образцы почвы весом в 40—50 г помещают в алюминиевые стаканчики высотой 6—7 и диаметром 3—4 см. Взятые образцы вместе со стаканчиками взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105° в течение 6—8 часов.

После определения результатов взвешивания вычисление влажности почвы производится по следующей форме:

№ стаканчиков	Вес стаканчика (в г)	Вес стаканчика с влажной почвой (в г)	Вес стаканчика с сухой почвой (в г)		Вес воды в навеске почвы (в г)	Вес сухой почвы (в г)	Влажность (в % к весу сухой почвы)
			1-е взвешивание	2-е взвешивание			
10	20,8	57,9	48,0	47,5	10,4	26,7	38,7

Влажность в процентах определяется путем умножения веса воды в навеске почвы (графа 6) на 100 и деления на вес сухой почвы (графа 7). Например, если вес воды в навеске почвы 10,4 г, вес сухой почвы 26,7 г, то влажность почвы составит

$$\frac{10,4 \times 100}{26,7} = 38,7 \%$$

Пробы для определения влажности необходимо брать из разных слоев почвы — пахотного и подпахотного, чтобы иметь представление об изменении влажности почвы на глубине распространения основной массы корневой системы. Пробы для определения влажности почвы необходимо брать перед посевом, поливами и после дождя, при котором осадки превышают 5—10 мм.

Для определения запаса воды в почве на площади в 1 га надо сначала процент влажности (на различных глубинах) к весу сухой почвы перечислить в объемный процент. Делается это умножением весового процента каждой пробы на ее объемный вес. Затем полученный результат умножается на толщину слоя почвы и на цифру 100.

Таким образом

$$B_0 = 100 b B, \quad (7)$$

где B_0 — процент влажности к объему почвы,
 B — процент влажности к весу сухой почвы,
 b — объемный вес почвы.

Примерный подсчет приводится в таблице 10.

Глубина взятия проб (в м)	Весовой % влажности	Объемный вес слоя почвы	Объемный % влажности почвы	Толщина слоя почвы (в м)	Запас воды в слое почвы (в м ³ /га)
0—0,05	15,7	1,1	17,3	0,1	173
0,15—0,25	16,2	1,2	19,4	0,1	194
0,25—0,30	18,5	1,3	24,0	0,1	240
Итого				0,3	607

За последнее время сконструирован ряд приборов — влагомеров для непосредственного определения влажности почвы, однако они еще не нашли массового применения (влагомеры К. Н. Шишкова, В. Г. Корнева и др.).

13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО И ОБЪЕМНОГО ВЕСА ПОЧВЫ

Отношение веса абсолютно сухой почвы к весу вытесненного ею объема воды называют удельным весом почвы.

Величину удельного веса почвы необходимо знать для определения влажности и скважности почвы.

Удельный вес абсолютно сухой почвы изменяется мало. Его рекомендуется определять один раз в год — в лаборатории МТС или на ближайшей опытной станции, где имеются точные аналитические весы и необходимая аппаратура.

Для этой цели мерную колбочку емкостью 200—250 см³ наполняют дистиллированной или обычной чистой прокипяченной не меньше 1 часа водой и взвешивают. Затем воду из колбочки выливают и вносят в нее навеску около 100 г абсолютно сухой или 50—60 г влажной почвы. Почву в колбочке заливают водой примерно на $\frac{2}{3}$ всего объема, хорошо взбалтывают, перемешивают стеклянной палочкой и, если есть возможность, кипятят. После этого колбочку доливают водой до первоначального уровня и взвешивают. Зная вес колбочки

с водой и почвой (C), вес почвы (P), вес колбочки с водой (K), удельный вес почвы можно определить следующим расчетом:

$$A = \frac{P}{K + P - C}. \quad (8)$$

Например, если вес абсолютно сухой почвы $P = 99,6$ г, вес колбочки с водой $K = 202,5$ г и вес колбочки с водой и почвой $C = 264,9$ г, то удельный вес абсолютно сухой почвы будет равен

$$A_0 = \frac{99,6}{202,5 + 99,6 - 264,9} = 2,67.$$

Удельный вес влажной почвы определяют аналогичным образом, но подставляя в значении (8) вместо веса сухой почвы вес влажной почвы. Например, если вес влажной почвы $P = 61,09$ г, вес колбочки с водой $K = 357,6$ г, вес колбочки с водой и почвой $C = 386,19$ г, то удельный вес влажной почвы составит

$$A = \frac{61,09}{357,6 + 61,09 - 386,19} = 1,88.$$

Влажность в процентах к сухой почве для взятого примера определяется по формуле (6).

$$B = \frac{100 \left(1 - \frac{1,88}{2,67} \right)}{1,88 - 1} = 33,5\%$$

Вес сухой почвы, содержащейся в единице объема, называется объемным весом почвы. Чем рыхлее почва, тем меньше ее объемный вес и, наоборот, чем плотнее почва, тем больше ее объемный вес и меньше скважность.

Для взятия пробы почвы пользуются небольшими металлическими (лучше всего стальными) полыми цилиндрами емкостью в 100—200 см³. Берется проба следующим образом. Пустой цилиндр накладывается на поверхность почвы своим нижним режущим краем, прикрывается сверху небольшой ровной дощечкой и равномерным нажатием руки вдавливается в почву на всю свою высоту. Затем цилиндр окапывается кругом, подрезается внизу «на конус» и вынимается.

Верхнюю и нижнюю поверхности почвы в цилиндре осторожно подрезают острым ножом вровень с краями, а

наружные боковые стороны цилиндра очищают от приставшей к ним почвы. После этого цилиндр с почвой взвешивают, затем вынимают всю почву из цилиндра, быстро ее перемешивают и берут из нее пробу на влажность, помещая ее в алюминиевый стаканчик. Пустой цилиндр взвешивается.

Определив влажность почвы по удельному весу или весовым методом, узнают влажность почвы в процентах от веса абсолютно сухой почвы. Зная влажность почвы в процентах от ее веса, пересчитывают вес сырой почвы, находящейся в цилиндре, на абсолютно сухую почву.

Разделив вес сухой почвы, взятой цилиндром, на объем этого цилиндра, получают объемный вес почвы для того слоя, из которого была взята проба в поле.

Пример. Для определения объемного веса верхнего пахотного горизонта выщелоченного чернозема Курской области весной, после предпосевной обработки, установлены следующие данные. Вес цилиндра с сырой почвой составил 88,36 г, вес пустого цилиндра — 27,80 г. Отсюда вес сырой почвы в объеме цилиндра будет равен $88,36 - 27,80 = 60,56$. Вес сухой почвы в объеме цилиндра при влажности почвы в 10% от веса будет равен 54,5 г.

Следовательно, объемный вес почвы составит

$$\frac{54,5}{50,0} = 1,09$$

при кубатуре цилиндра в 50 см³.

III. РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ

14. РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

Режим орошения — это порядок проведения поливов сельскохозяйственных культур, в котором определены поливные нормы, указаны сроки и число поливов для получения высоких и устойчивых урожаев. Режим орошения должен предусматривать обеспечение растений водой на всем протяжении их роста и развития, причем должны быть учтены запасы воды в почве, создаваемые накоплением влаги за счет атмосферных осадков и влагозарядочных поливов.

Для установления режима орошения необходимо выяснить следующие данные:

- 1) потребность в воде различных растений на разных фазах их развития;
- 2) способность почвы удерживать воду от испарения через поверхность, что определяется структурностью и механическим составом почвы, а также применяемой агротехникой;
- 3) затраты воды на центнер урожая, определяемые в соответствии с величиной запланированного гарантированного урожая;
- 4) полезные для растений запасы воды в почве, создаваемые за счет осадков и зарядочных поливов в течение осенне-зимнего и весеннего периодов;
- 5) увлажнение почвы за счет осадков в вегетационный период, а также за счет грунтовых несоленых вод;
- 6) климатические и погодные условия;
- 7) способы (техника) полива.

Для характеристики потребления воды растениями акад. В. Р. Вильямс обобщил ряд данных, приведенных в таблице 11.

Т а б л и ц а 11

Растение	Количество единиц воды	Растение	Количество единиц воды
Пшеница	1 530—235	Гречиха	646—371
Рожь	724—377	Кукуруза	369—233
Ячмень	676—258	Картофель	448—281
Овес	665—401	Свекла	2 083—227
Просо	447—275	Люцерна	1 354—520

Анализ этих данных показывает, что потребность в воде «...зависит не только от вида и сорта растений, но и от условий их развития, которые еще не все и не всегда поддаются или подвергаются учету» (акад. В. Р. Вильямс, Собрание сочинений, т. VI, стр. 313).

Из таблицы 11 видны большие колебания весовых единиц воды, затраченных растением на создание одной и той же весовой единицы сухого вещества.

На величину потребления воды растениями оказывают влияние колебания тепла и света, влажности воздуха и почвы, направление и сила ветра, соотношение зольной и азотной пищи, реакция почвенного раствора, концентрация солей в почвенном растворе и многие другие факторы.

В каждом конкретном случае эти факторы проявляются своеобразно, но воздействие их на величину потребления воды еще недостаточно выяснено. Поэтому при установлении режима орошения необходимо исходить из высоты урожая культур, которая находится в зависимости от влияния всех указанных факторов.

Анализ многочисленных опытных данных научных учреждений и широкий производственный опыт передовиков сельского хозяйства подтверждают положение, что потребление воды растениями для создания 1 ц урожая с повышением урожайности резко уменьшается¹.

Попытки изолированного воздействия на водный режим растений, без учета других элементов плодородия почвы, всегда приводили к увеличению избыточных затрат воды на получение единицы урожая. Так, например,

¹ В. А. Шаумян. Научные основы орошения и оросительных сооружений, стр. 166—167, Сельхозгиз, Москва. 1948 г.

акад. В. Р. Вильямс, пользуясь опытами по расходованию воды при орошении, доказал, что значительная масса воды расходуется бесполезно. Результаты этих опытов, приведенные в таблице 12 и на рисунке 2, показывают, что увеличение количества воды при орошении в отрыве от других факторов плодородия почвы, в частности от фактора удобрения, вызывает повышение затрат

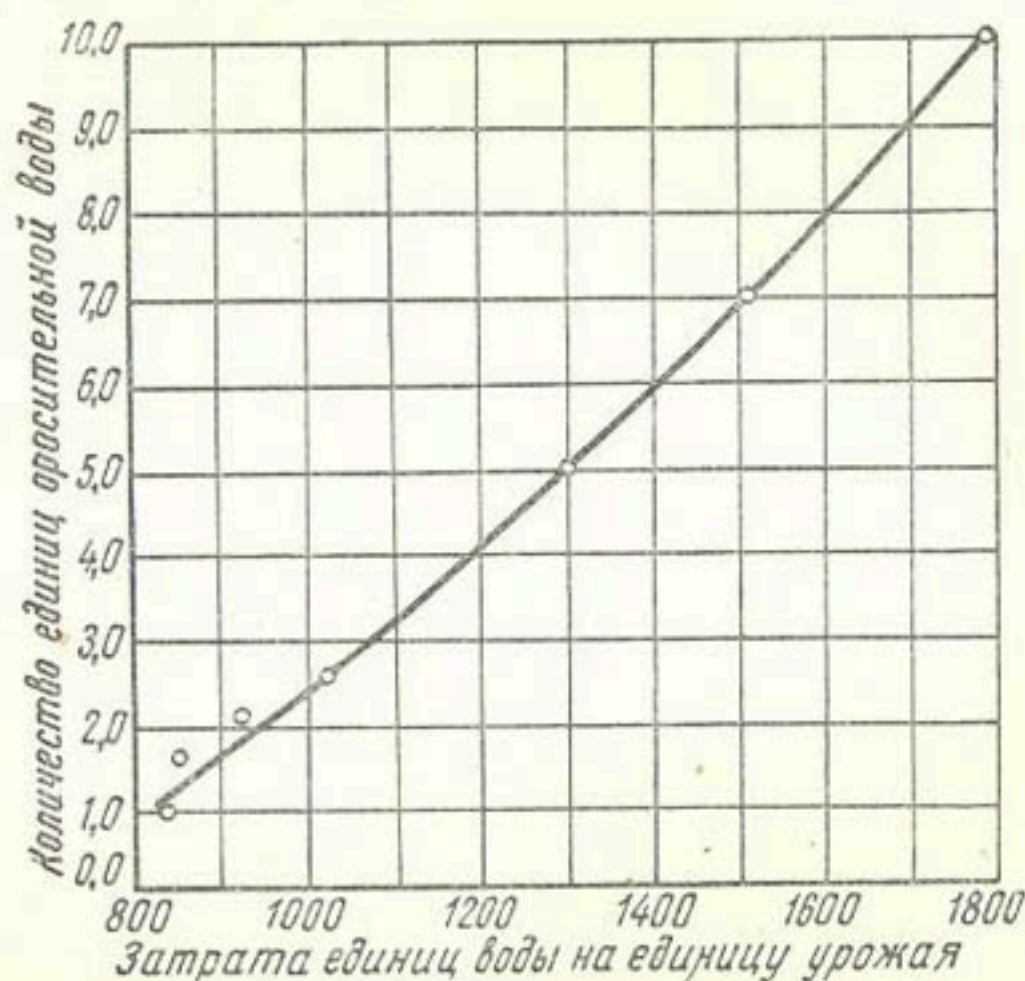


Рис. 2. График расходования воды на единицу урожая растений.

воды на каждую единицу урожая, что значительно снижает эффективность использования оросительной воды.

Таблица 12

Расходование воды		Увеличение затрат воды					
Количество оросительной воды в условных единицах	1,0 раз	1,5 раза	2,0 раза	2,5 раза	5,0 раз	7,0 раз	10,0 раз
Затраты единиц воды на создание единицы урожая	856	869	948	1 038	1 317	1 530	1 809
Бесполезная затрата единиц воды	—	13	92	182	461	674	958

Аналогичные результаты получены обширными исследованиями, проведенными за много лет СоюзНИХИ в Средней Азии. Результаты этих опытов графически изображены на рисунке 3. Приведенный график и анализ опытных данных СоюзНИХИ, сделанный ст. научным

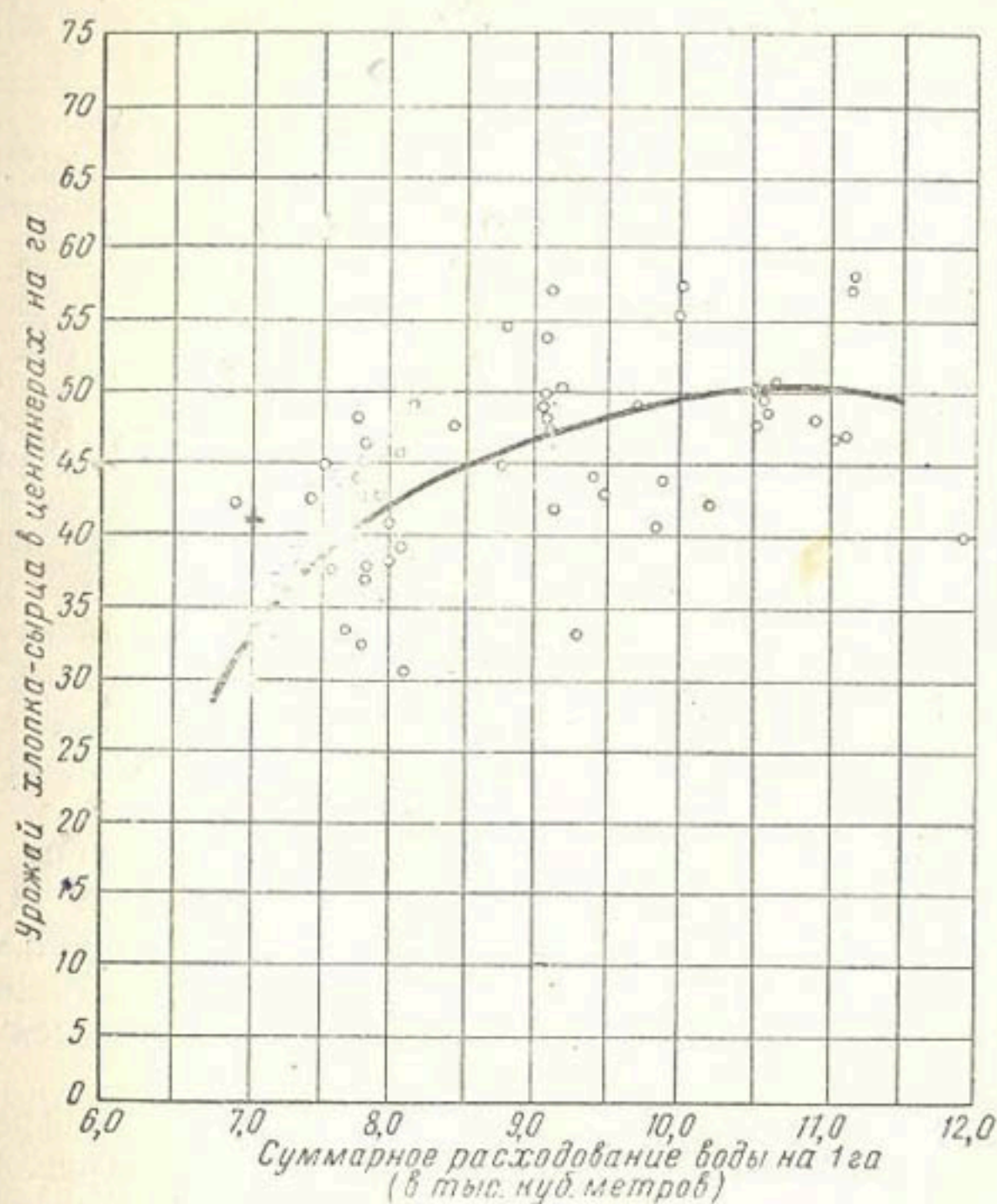


Рис. 3. График расходования воды и движение урожайности хлопчатника (по опытам СоюзНИХИ).

сотрудником ВНИИГиМ В. М. Романовым, показывают, что по мере увеличения расходования воды средняя урожайность хлопчатника сначала возрастала сравнительно быстро, затем весьма медленно и в дальнейшем даже стала снижаться.

Средние величины расходования воды, по графику на рисунке 3, приведены в таблице 13, где даны также

данные расходования воды передовиками орошаемого земледелия.

Т а б л и ц а 13

Расходование воды на урожай хлопчатника

Высота урожа (в ц/га)	Суммарное расходование воды (в м ³ /га)		Расходование воды на 1 ц урожа (в м ³)	
	по опытным данным СоюзНИХИ	по опыту передо- виков сельского хозяйства	по опытным данным СоюзНИХИ	по опыту передо- виков сельского хозяйства
30	7 000	5 000	233	167
40	7 700	5 300	192	132
50	10 500	5 700	210	114

Из таблицы 13 видно, что при одной и той же величине урожаев передовики сельского хозяйства израсходовали воды на единицу урожая на 29—46% меньше, чем в опытах СоюзНИХИ. Это свидетельствует о том, что в режимах орошения, рекомендуемых СоюзНИХИ, имеются огромные резервы, использование которых позволит значительно расширить площади поливных посевов.

Результаты опыта ряда передовиков сельского хозяйства, приведенные в таблице 14, показывают весьма стройную закономерность: при правильном использовании оросительной воды и одновременном применении высокой агротехники систематически уменьшается затрата воды на каждую единицу урожая.

На основании данных таблицы 14 построен график затрат воды на центнер урожая хлопчатника (рис. 4).

Колхоз «Берлышик», применявший преувеличенные нормы орошения при низкой агротехнике, в 1936 г. получил низкие урожаи при больших затратах воды на единицу урожая — 600 м³ на 1 ц хлопка. Колхозы, применяющие среднюю агротехнику, получают средний урожай 30—50 ц/га при затрате 100—120 м³ на 1 ц хлопка.

Шамама Гасанова, Басти Багирова и другие передовики, применявшие передовую агротехнику, получили высокие урожаи при еще меньших затратах воды на центнер урожая. Первая из них получила урожай

№ п/п	Название хозяйства	Год	Урожай- ность (в ц/га)	Затрата воды на 1 ц урожаа (в м³)
1	2	3	4	5
1	Звено Басти Багировой, колхоз им. Ворошилова, Кусум-Измайловского района, Азербайджанской ССР	1946	105	47,6
2	Звено Шамамы Гасановой, колхоз им. 1 Мая, Карягинского района, Азербайджанской ССР	1950	97,8	56,4
3	Колхоз им. Кирова, Шамхорского района, Азербайджанской ССР (дождевание)	1950	47,3	63,5
4	Абдусамат Муминов, колхоз «Партизан-Сурх», Кокташского района, Таджикской ССР	1946— 1950	100	65
5	Бригада Ахметжанова, колхоза «Шуро», Наманганского района, Узбекской ССР	1936	82,5	79
6	Совхоз «Пахта-Арал», Южно-Казахстанской области, Казахской ССР (дождевание)	1951	35	85
7	Звено Ибрагима Рахметова, колхоз «Иджтимоят», Наманганского района, Узбекской ССР	1936	102	88
8	Звено Шамамы Гасановой, колхоз им. 1 Мая, Карягинского района, Азербайджанской ССР	1945	52	96
9	Азербайджанская дождевальная станция ВНИИГим (дождевание)	1950	38,8	102,5
10	Колхоз им. Ленина, Саатлинского района, Азербайджанской ССР (дождевание)	1949	28,5	105
11	Азербайджанская дождевальная станция ВНИИГим (дождевание)	1949	29,6	108
12	Колхоз «Кзыл-Гуч» (Туркменская ССР)	1939	34,0	120
13	Звено Мухитдинова, колхоз «Большевик», Янги-Юльского района, Узбекской ССР	1948	62	121
14	Бригада Хамрабекова, колхоз им. Андреева, Янги-Юльского района, Узбекской ССР	1948	58	128

№ п/п	Название хозяйства	Год	Урожай- ность (в ц/га)	Затрата воды на 1 ц урожа (в м³)
15	Колхоз им. Кагановича, Янги-Юльского района, Узбекской ССР	1950	45	133
16	Звено Ниязова, колхоз им. Ерошилова, Янги-Юльского района, Узбекской ССР	1948	52	134
17	Колхоз им. Сталина, Ленинадского района, Таджикской ССР (председатель Пулат Бобокалонов)	1948— 1950	41,4	169
18	Колхоз «Берлышик», Туркменская ССР	1936	10	600

97,8 ц/га при затрате воды 56,4 м³ на 1 ц хлопка; Басти Багирова получила урожай в 105 ц/га при затрате воды лишь 47,6 м³ на 1 ц хлопка.

Нет сомнения, что при условии более экономного использования воды, постоянного повышения уровня агротехники, применения более совершенных способов полива, полной ликвидации потерь воды на поливном поле можно добиться дальнейшего уменьшения затрат воды на каждую единицу урожая.

Большое сокращение затрат воды дает дождевание. Производственные опыты показали, что при дождевании урожай хлопка в 30—40 центнеров получается при затратах оросительной воды в 2—2,5 раза меньше чем при поливе по бороздам. Это дает возможность удвоить площади орошения при тех же затратах воды и устранить главную причину подъема грунтовых вод и засоления.

Опыт передовиков ярко свидетельствует о том, что наиболее эффективно растения используют воду при выращивании именно высоких урожаев. Вместе с этим значительно сокращаются потери воды испарением через поверхность почвы. В результате почти при тех же затратах воды, которые имеют место при низких урожаях, передовики получают высокие урожаи.

Вполне понятно, что прочное удержание воды в почве имеет большое значение для ее экономического использования. Устранить потери воды на глубокое просачивание и сброс ее с полей можно правильными нормами и наиболее совершенными способами полива. Радикальное уменьшение потерь воды на испарение через поверхность почвы достигается созданием структурных почв

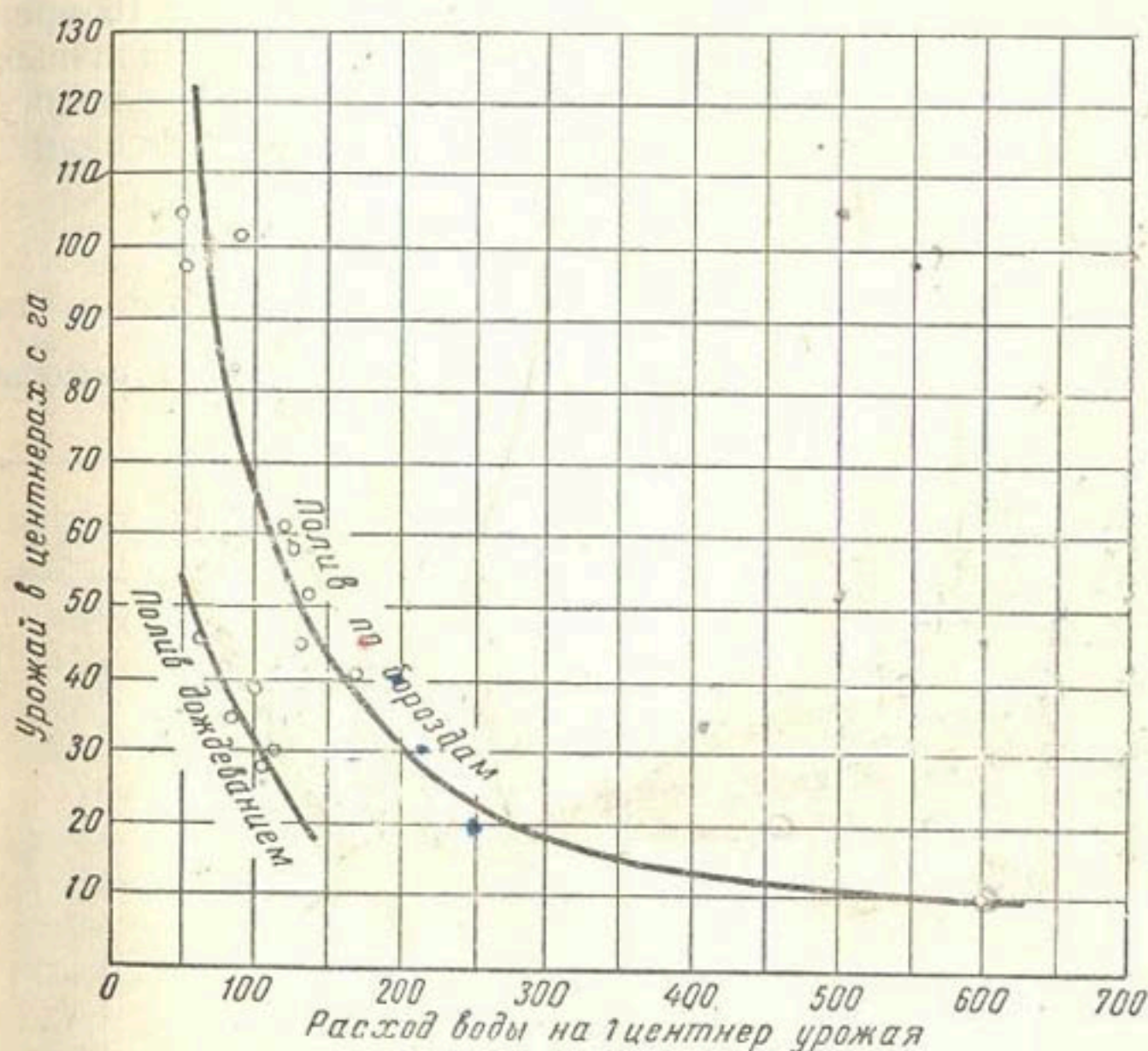


Рис. 4. График затраты воды на 1 центнер хлопчатника.

в результате введения травопольной системы, земледелия.

На бесструктурных почвах своевременная послеполивная обработка создает разрыхленный слой, уменьшающий потери воды на испарение через поверхность почвы.

Потери воды на испарение через поверхность при структурных почвах и высокой агротехнике должны быть

приняты в 10—15% от количества поливной воды, в то время как на бесструктурных почвах, при низкой агротехнике, они достигают 50—60% и более. При высокой агротехнике, как показывает опыт передовиков сельского хозяйства, для урожая хлопка в 40—50 ц/га эти потери практически можно снизить до 25—20%.

На основе обобщения многочисленных опытных данных научно-исследовательских учреждений и опыта передовиков сельского хозяйства в таблицах 15 и 16 приведена величина затрат воды на 1 ц урожая различных культур в зависимости от высоты урожая. В величину затрат воды входит как потребление воды растениями, так и испарение ее через поверхность почвы.

Таблица 15

Затраты воды (в м³) на 1 ц урожая в зависимости от высоты урожайности (для среднесухого года)

Культуры и районы возделывания	Урожай (в ц/га)					
	20	30	40	50	100	200
Хлопчатник (Средняя Азия, Закавказье)	250—210	180—155	145—125	120—105	70—60	—
Зерновые (Заволжье, Северный Кавказ, Южная Украина)	130—110	110—90	90—80	75—65	—	—
Зерновые (ЦЧО, Северная Украина)	110—100	95—80	80—65	65—55	—	—
Многолетние травы (Средняя Азия, Закавказье)	—	—	—	100—80	70—60	50—40
Многолетние травы (Заволжье, Северный Кавказ, Южная Украина)	—	—	—	85—75	60—50	40—35
Многолетние травы (ЦЧО, Северная Украина)	—	—	—	70—60	50—40	35—30

Затраты воды (в м³) на 1 ц урожая в зависимости от высоты урожайности (для среднесухого года)

Культуры и районы — возделывания	Урожай (в ц/га)				
	200	300	500	750	1000
Сахарная свекла (ЦЧО, Северная Украина, Северный Кавказ) . . .	—	—	10—8	7—6	6—5
Капуста (Заволжье, Южная Украина, Север- ный Кавказ)	19—17	17—15	12—10	8—6	—
Капуста (ЦЧО, Се- верная Украина)	17—15	15—12	10—8	7—6	6—5
Картофель (ЦЧО, Северная Украина) . . .	14—12	10—8	8—6	—	—
Картофель (Завол- жье, Южная Украина, Се- верный Кавказ)	16—14	12—10	10—7	—	—

На рисунках 5 и 6 приведены графики зависимости затрат воды на 1 ц урожая от высоты урожайности. Графики построены по средним данным таблиц 15 и 16. Показатели водопотребления по отдельным культурам, приведенные в таблицах 15 и 16, на местах необходимо уточнить.

На различных полях севооборота водопотребление обычно изменяется. Например, опытные данные АзНИИЗ и СоюзНИХИ показывают, что суммарное расходование воды при посеве хлопчатника по пласту травосмеси на 30—40% меньше, по обороту пласта — на 25—30% меньше и на третий год на 20—25% меньше по сравнению со старопашкой.

Суммарное расходование воды на получение запланированного урожая с 1 га, как было указано выше, определяется зависимостью $M = kU$, т. е. умножением величины урожая (ц/га) на величину затрат воды на 1 ц урожая.

Так, например, для обеспечения водой урожая хлопка в 50 ц/га суммарное ее расходование при затрате 105 м³ на 1 ц урожая будет составлять:

$$M = kU = 50 \times 105 = 5\,250 \text{ м}^3/\text{га}.$$

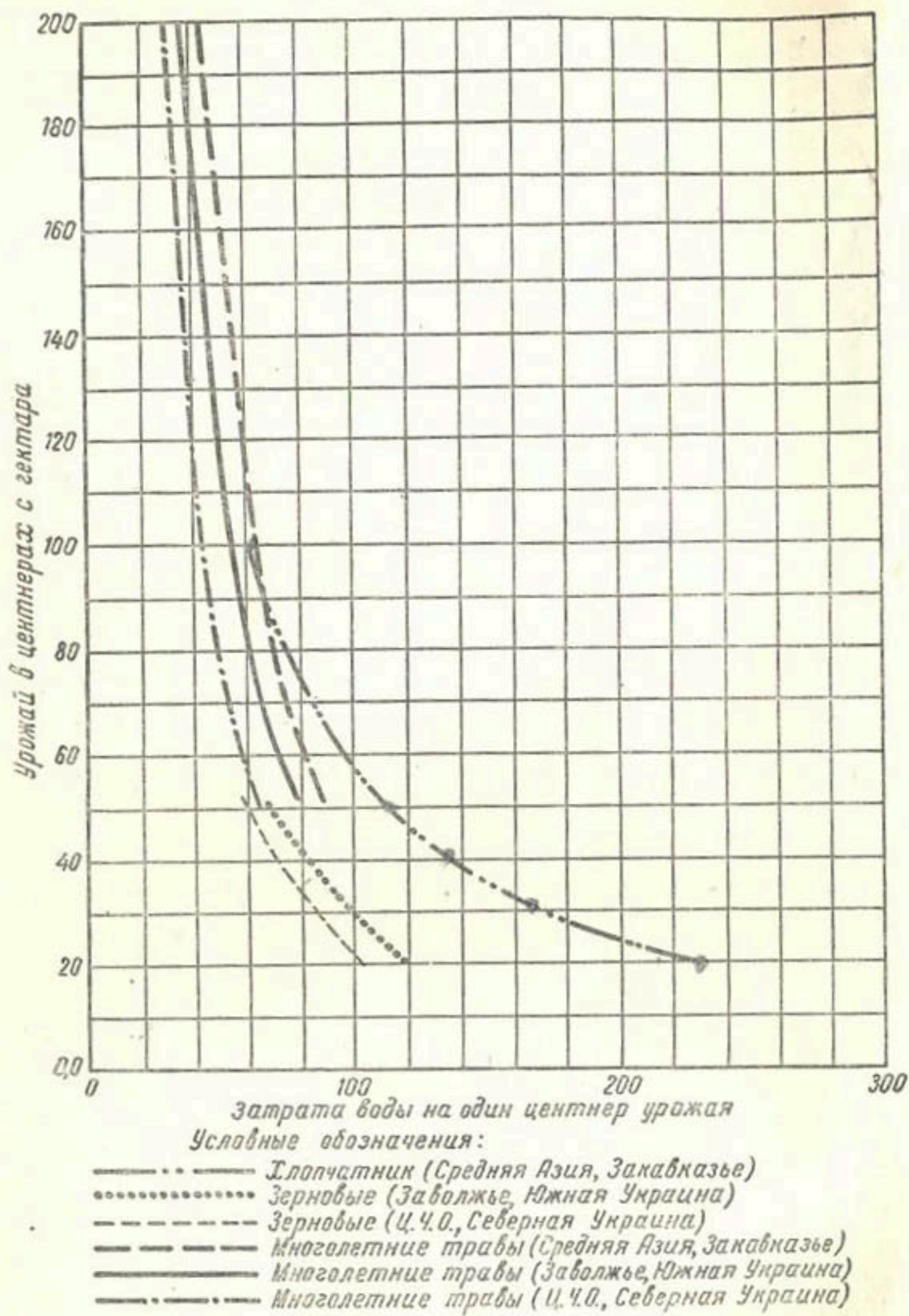


Рис. 5. График затрат воды на 1 центнер урожая в зависимости от высоты урожайности хлопка, зерна и трав.

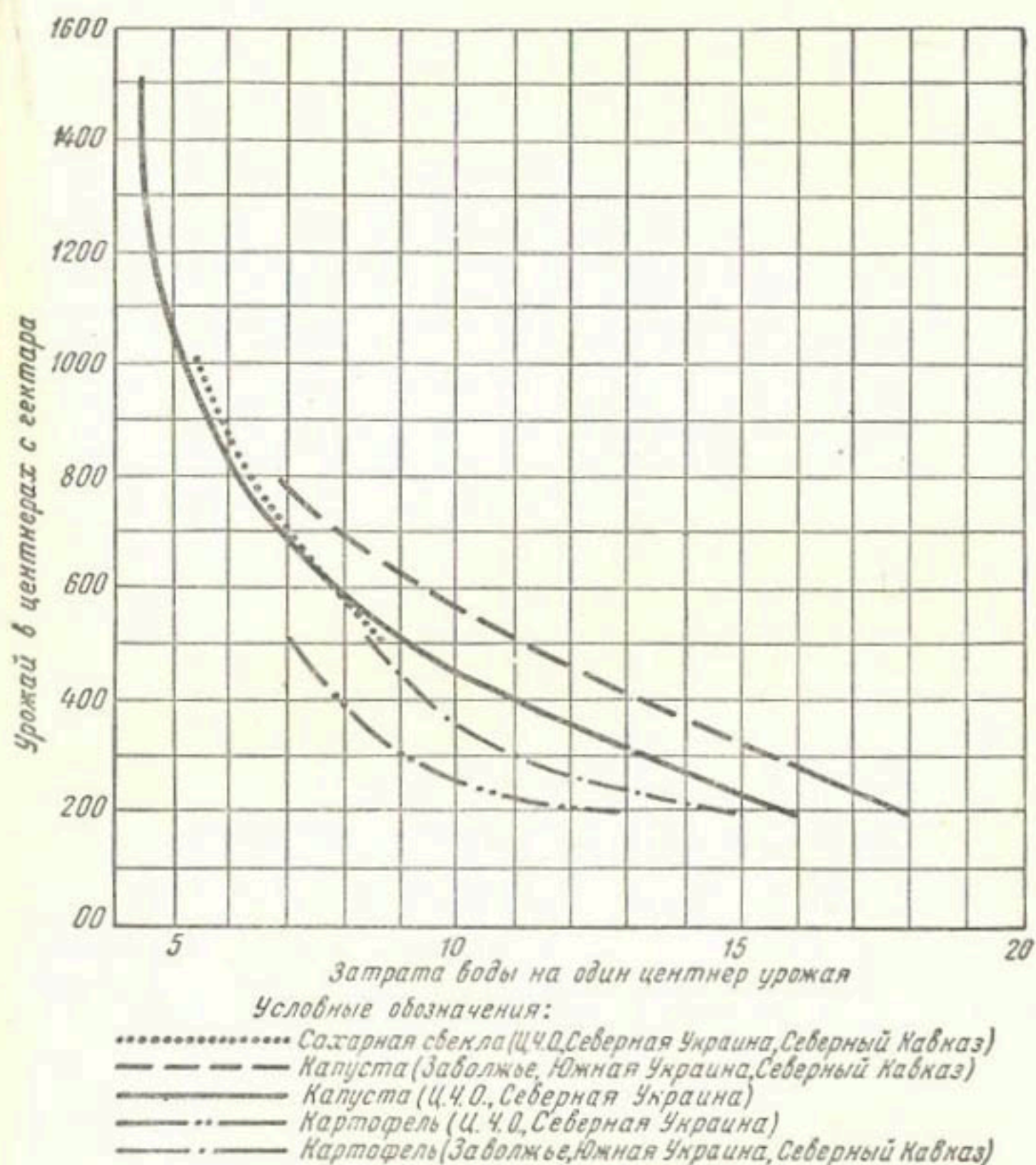


Рис. 6. График затрат воды на 1 центнер урожая в зависимости от высоты урожайности сахарной свеклы и овощных культур.

15. РАСЧЕТ ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЫ

Под оросительной нормой следует понимать общее количество воды, подаваемой в дополнение к запасам воды в почве, образующимся за счет осадков и грунтовых вод, для обеспечения потребностей растений в воде и получения высоких урожаев. Оросительная норма определяется в кубических метрах на гектар поливаемой площади посева.

При определении оросительной нормы необходимо учитывать следующие величины:

а) общее количество воды, потребной для получения запланированного урожая;

б) полезный запас воды в почве, используемой культурой;

в) осадки, превращающиеся в полезный запас воды в почве;

г) запас пресных грунтовых вод, доступных для растений.

В таблице 17 приведена примерная величина запасов воды, которую используют основные культуры полевого севооборота из различных по механическому составу почв.

Данные этой таблицы наиболее полно отражают действительность при следующих условиях:

а) если величина осенне-зимних осадков превышает приведенные в таблице количества воды, а мероприятия по накоплению влаги в почве за счет поверхностного стока создают в почве запасы воды в размерах не менее указанных в таблице;

б) в случае, когда выпадающие за осенне-зимний и ранне-весенний периоды осадки не обеспечивают создания необходимых запасов воды, но применяются запасные (влагозарядочные) поливы, насыщающие почву до полевой влагоемкости.

Таблица 17

Величина полезных запасов воды в почве, создаваемых за счет осадков и влагозарядочных поливов (в м³/га)

Механический состав почв	Бесструктурные почвы	Структурные почвы
Легкие	1 000—1 600	1 200—1 800
Средние	1 400—2 000	1 600—2 200
Тяжелые	1 600—2 400	1 800—2 600

Норма предпосевного полива определяется так же, как и наибольшая норма вегетационного полива.

Норма влагозарядочного полива определяется как

$$M_v = M_z - M_0,$$

где M_n — норма влагозарядочного полива в $\text{м}^3/\text{га}$;

M_3 — объем воды для насыщения почвы до полевой влагоемкости в слое, в котором создается запас воды влагозарядочным поливом;

M_0 — запас воды, создаваемый в том же слое почвы за счет осенних, зимних и ранних весенних осадков.

Атмосферные осадки за вегетационный период, не превышающие $50\text{--}80 \text{ м}^3/\text{га}$ ($5\text{--}8 \text{ мм}$), в расчет можно не принимать. Осадки берут для среднесухого года.

При близком стоянии грунтовых вод оросительные нормы уменьшаются. Ориентировочная величина используемых растением (зерновые, хлопчатник, люцерна и другие культуры) грунтовых вод, в зависимости от глубины их залегания, приведена в таблице 18.

Т а б л и ц а 18

Использование растением грунтовых вод

Глубина залегания грунтовых вод от поверхности почвы (в м)	Количество используемых грунтовых вод (в $\text{м}^3/\text{га}$)	
	пресных	слабозасоленных
1,0	2 500	900
1,5	1 500	800
2,0	800	600
2,5	400	300
3,0	100	0

При определении оросительной нормы количество используемой грунтовой воды также должно быть вычтено из величины суммарного расходования воды.

Чтобы показать, как пользоваться изложенной методикой определения величины оросительных норм, рассмотрим следующие два примера.

Пример 1. На поле, занятом под яровую пшеницу в Куйбышевской области, запланирована система мероприятий, обеспечивающая получение гарантированного урожая в 30 ц с 1 га. Уровень незасоленных грунтовых вод залегает на глубине 3,0 м от поверхности почвы; за счет осадков за осенне-зимний и ранневесенний период в почве создается запас воды $M_0 = 900 \text{ м}^3/\text{га}$;

почвы по своему механическому составу средние; полезные осадки в вегетационный период составляют $M_{во} = 600 \text{ м}^3/\text{га}$. Требуется определить для данного поля яровой пшеницы величину оросительной нормы.

Для этой цели определяем:

а) величину общего (суммарного) расходования воды на 1 га для урожая $У = 30 \text{ ц/га}$, при $к = 100$ (табл. 15)

$$M = кУ = 30 \cdot 100 = 3\,000 \text{ м}^3/\text{га};$$

б) количество воды, используемое растениями за счет незасоленных грунтовых вод (табл. 18),

$$M_r = 100 \text{ м}^3/\text{га};$$

в) потери воды при принятой технике полива

$$M_n = 200 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Имея эти величины, можно по формуле (2) определить ориентировочную величину оросительной нормы

$$M_{ор} = M - M_0 - M_{во} - M_r + M_n = 3\,000 - 900 - 600 - 100 + 200 = 1\,600 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Норма влагозарядочного полива при $M_з = 2\,000 \text{ м}^3/\text{га}$ (табл. 17) будет

$$M_n = M_з - M_0 = 2\,000 - 900 = 1\,100 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Оросительная норма в вегетационный период определится в виде

$$M_{вег.} = M_{ор} - M_n = 1\,600 - 1\,100 = 500 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Эта норма в зависимости от осадков окажется особенно нужной в начальной фазе развития. Для озимой пшеницы она теряет свое значение.

Пример 2. На хлопковом поле (Голодная Степь) запланирована система мероприятий, обеспечивающая получение гарантированного урожая хлопка в 50 ц/га. Уровень слабо засоленных грунтовых вод залегает на глубине 2 м от поверхности почвы; величина запасов воды в почве за счет осенне-зимних и ранневесенних осадков составляет $M_0 = 600 \text{ м}^3/\text{га}$; почвы бесструктурные и по механическому составу средние; осадки в

вегетационный период составляют 20 мм, т. е. $M_{во} = 200 \text{ м}^3/\text{га}$. Требуется определить для данного поля хлопчатника величину оросительной нормы.

Для установления ориентировочной величины оросительной нормы определяем:

а) величину общего (суммарного) расходования воды с 1 га для урожая хлопка $Y = 50 \text{ ц/га}$, при $\kappa = 110$ (табл. 15)

$$M = \kappa Y = 110 \cdot 50 = 5500 \text{ м}^3/\text{га}.$$

б) количество воды, используемое растениями за счет слабо засоленных грунтовых вод (табл. 18)

$$M_r = 600 \text{ м}^3/\text{га};$$

в) потери воды при принятой технике полива

$$M_n = 300 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Определяем ориентировочную величину оросительной нормы

$$M_{ор} = M - M_0 - M_{во} - M_r + M_n = 5500 - 600 - 200 - 600 + 300 = 4400 \text{ м}^3/\text{га}.$$

При применении осенней влагозарядки при $M_z = 1600$ (табл. 17) норма ее составит

$$M_v = M_z - M_0 = 1600 - 600 = 1000 \text{ м}^3/\text{га}.$$

В этом случае оросительная норма в вегетационный период будет

$$M_{вер} = M_{ор} - M_v = 4400 - 1000 = 3400 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Из этих двух примеров ясно видно коренное отличие орошения в степных и лесостепных районах от орошения в условиях Средней Азии.

Если в первом случае на вегетационные поливы приходится всего $500 \text{ м}^3/\text{га}$, то во втором случае вегетационные поливы составляют $3400 \text{ м}^3/\text{га}$, т. е. почти в 7 раз больше, чем в первом случае.

Установленная оросительная норма в каждом конкретном случае должна уточняться на основе местного опыта с учетом теплового режима, силы и направления ветров, способов внесения удобрений, особенностей агротехники, техники полива и других местных условий.

Увеличение расчетных оросительных норм не должно превышать размера одной поливной нормы.

При установлении поливных режимов необходимо дифференцированно определять поливные и оросительные нормы, а также сроки и число поливов в каждом хозяйстве, по каждому полю севооборота и по каждой культуре. Все эти данные надо широко обсуждать в колхозах и уточнять их в соответствии с местными условиями.

Режимы орошения не могут быть установлены раз навсегда. Их надо постоянно совершенствовать и уточнять на основе обобщения опыта передовых колхозов, совхозов и научных учреждений.

Необходимы дальнейшие исследования вопроса о поливных режимах сельскохозяйственных культур. В колхозах, совхозах и на опытных станциях надо изучать передовой опыт получения высоких урожаев на больших площадях при наиболее эффективном расходовании оросительной воды и максимальном использовании естественных запасов воды в почве.

В интересах наиболее глубокого изучения этого вопроса обобщение опыта передовиков орошаемого земледелия необходимо дифференцировать по следующим важнейшим элементам:

а) по культурам, устанавливая потребность каждой из них в воде;

б) по стадиям развития и фазам роста растений, устанавливая, какое количество воды и когда было подано;

в) по пищевому режиму растений, определяя, какие удобрения, в каких количествах, как и когда были внесены в почву и какие полезные запасы элементов пищи для растений имелись в почве;

г) по состоянию почвы и методам ее обработки, по предшественникам и структурности почвы, по количеству и качеству обработки почвы;

д) по способу полива, определяя потребление воды растениями, потери воды на испарение из почвы, на глубокую фильтрацию в грунт, на сбросы с поливного поля;

е) по высоте урожайности культурных растений, устанавливая, при каком комплексе мероприятий, при каком поливном режиме получен данный урожай и какие затраты воды были сделаны на получение каждого центнера урожая.

На основе анализа и обобщения этих фактических данных передового опыта можно в каждом колхозе и совхозе под руководством специалистов уточнять расчетные поливные режимы.

16. ЧИСЛО ПОЛИВОВ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ВРЕМЕНИ

Число поливов и время их проведения определяются в соответствии с установленными оросительными и поливными нормами, применением предпосевных и влагозарядочных поливов, с развитием и ростом растений, интенсивностью расходования воды растениями и потерями воды на поливном поле.

Предпосевные и влагозарядочные поливы необходимо проводить с целью создания максимальных полезных запасов воды в почве. При этом эти поливы ограничиваются тем, что увлажнению подлежит только корнеобитаемый слой почвы, а норма полива не должна вызывать подъема грунтовых вод, опасного для заболачивания и последующего засоления почв.

Вегетационные поливы надо проводить с учетом двух следующих неперенных условий. Во-первых, предполивная влажность не должна быть ниже допустимой; примерная величина ее для незасоленных и слабозасоленных почв не должна быть меньше 65—75% полевой влагоемкости, а для средне- и сильнозасоленных — 75—80%. Во-вторых, поливы нужно давать или в периоды наибольшей потребности растений в воде, или перед этим, в соответствии с развитием и ростом растений.

В первый период роста и развития растения потребляют мало воды, но в пахотном слое почвы влажность должна быть не менее допустимой предполивной влажности. К этому времени в почве должны быть максимальные запасы воды, создаваемые атмосферными осадками и влагозарядочными поливами. Однако, как показывает практика, часто при больших запасах воды в глубоких слоях почвы верхний слой высыхает до такой степени, что не обеспечиваются дружные всходы или же при хороших всходах молодые растения, корневая система которых оказывается в верхнем сухом слое почвы, развиваются слабо, что приводит к резкому снижению урожайности.

В эти моменты необходимо применять один или два вегетационных полива возможно меньшей нормой, чтобы обеспечить потребность растений в воде.

По мере роста и развития растений, потребление воды возрастает, корневая система проникает в более глубокие слои почвы и использует имеющиеся там запасы воды. По мере расходования этих запасов требуется обеспечение влажности почвы на большую глубину. В этот период необходимо дать поливы с большими поливными нормами, но не превышающими предельно-допустимые размеры.

В дальнейшем, по мере созревания растений и затухания их деятельности, потребление воды уменьшается. В этот период поливы либо прекращаются, либо дается полив небольшой нормой.

Академик В. Р. Вильямс указывает: «Одно из основных условий, определяющих ту или иную величину потребности растений в воде,— *продолжительность* так называемых *критических фаз развития растений*» (акад. В. Р. Вильямс, Собрание сочинений, т. VI, стр. 317).

Обычно отличают четыре фазы, которые в наиболее отчетливой форме выявляются у злаков: прорастание, кушение, цветение и созревание.

«У однолетних растений потребление воды начинается через несколько дней после посева и непрерывно растет до конца цветения, причем перед наступлением фазы цветения степень потребления воды несколько падает, вследствие постарения зеленой поверхности» (там же, стр. 321).

У хлопчатника наибольшее потребление воды приходится на период цветения. В этот период, например, в условиях Средней Азии обычно расходуются 55—65% всей оросительной нормы.

Для многолетних трав после каждого укоса должен быть дан полив. Остальные поливы в случае их необходимости размещаются между укосами. Для травосмесей в первый год их развития в целях создания благоприятных условий для злаков перед укосами необходимо давать дополнительные поливы возможно малыми нормами.

При недостатке атмосферных осадков на площадях, занятых озимой пшеницей, многолетними травами, садами и виноградниками и другими многолетними насаж-

дениями, для создания запасов влаги в почве необходимо дать дополнительный осенне-зимний полив с нормой от 500 до 1500 м³/га, в зависимости от глубины залегания грунтовых вод, возможных атмосферных осадков.

Для однолетних культур (весеннего посева) необходимая влажность почвы перед посевом должна быть обеспечена за счет накопления осадков и влагозарядочных поливов. С этой целью применяются задержание снега и талых вод, мероприятия по сохранению влаги в почве и в дополнение к ним дают влагозарядочный полив.

Кроме того, для этого необходима правильная система допосевной обработки почвы (зяблевая вспашка плугом с предплужником, весеннее шлейфование, чизелевание и боронование на уплотненных после вспашки участках). На площадях, намечаемых под посев однолетних культур весеннего посева, осенние и ранневесенние увлажнительные поливы проводятся с учетом количества атмосферных осадков в осенне-зимний период для создания запаса воды, необходимого для всходов и дальнейшего нормального развития культур, особенно в начале вегетации; необходимы такие влагозарядочные поливы и при общем недостатке оросительной воды в вегетационный период, как это имеет место в западных орошаемых районах Азербайджанской ССР.

В этих районах на тяжелых почвах до зяблевой вспашки проводятся поздние осенние запасные (или влагозарядочные) поливы; на легких почвах, а также при близком залегании дренирующих слоев проводятся ранневесенние увлажнительные поливы. Нормы этих поливов не должны превышать объема воды, необходимого для увлажнения корнеобитаемого слоя почвы до полевой влагоемкости.

Для определения сроков полива необходимо использовать расчетные значения суммарного расхода воды культурой с учетом теплового баланса, метеорологических условий, агротехники, урожайности культур и отдельных местных факторов, устанавливаемых опытными учреждениями данного района.

При поливе зерновых культур особо следует учесть возможность полегания растений. Чтобы не вызывать такого полегания, поливы необходимо проводить до

наступления у растений фазы, когда поливы вызывают полегание. Но при этом нужно поливы дать достаточно большой нормой, чтобы культура была обеспечена водой до ее созревания.

Число поливов и оросительную норму можно определить двумя способами. Выше уже говорилось об одном из способов определения оросительной нормы (см. § 15). По этому способу, зная величину оросительной нормы $M_{ор}$, среднюю норму вегетационных поливов $m_{ср}$ и норму предпосевного или влагозарядкового полива $M_{в}$, число вегетационных поливов можно определить в виде

$$n = \frac{M_{ор} - M_{в}}{m_{ср}}.$$

Это количество поливов уточняется в соответствии с фазами развития растений и величинами фактически принимаемых норм полива.

Второй способ заключается в следующем: зная величину норм полива и время, за которое расходуется каждая норма, можно установить число поливов за весь вегетационный период; сумма же норм всех поливов даст величину оросительной нормы.

Назначение фактического срока каждого полива определяется проверкой влажности почвы. Для определения предполивной влажности почвы, как уже указывалось, можно пользоваться двумя способами: приближенным (см. табл. 8) и более точным — путем высушивания образцов почвы (см. § 12).

Сроки полива можно определять также по внешнему виду растений. Но при этом ни в коем случае нельзя допускать опозданий, приводящих к нарушению развития растений и снижению урожайности.

Так, например, сроки полива хлопчатника можно определять по следующим внешним признакам: в период до цветения — момент ослабления тургора верхних листьев (т. е. уменьшение обводненности тканей листа); в период цветения — плодообразования — по узлу цветения.

В районах с малым количеством осадков, но с избытком воды в источниках орошения в осенне-зимний и весенний периоды и недостатком ее в летний период для создания запасов воды в почве, кроме осенне-зим-

них и ранневесенних влагозарядочных поливов нормой до 1 200—1 500 м³/га, можно допускать первые вегетационные поливы в период паводка нормой до 1 000 м³/га, если нет опасности засоления почв.

17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ, ЗА КОТОРОЕ РАСХОДУЕТСЯ ПОЛИВНАЯ НОРМА

Точных способов для определения интенсивности испарения воды пока нет. Однако многочисленными исследованиями доказано, что наиболее существенное влияние на испарение воды оказывают относительная влажность воздуха, тепловой режим и скорость ветра. По этому вопросу К. А. Тимирязев говорит, что «...вопреки нередко высказываемым мнениям, испарение воды растением вполне подчиняется физическим законам и что главнейшими внешними факторами должно признать влажность атмосферы, ветер и нагревание солнцем» (К. А. Тимирязев. Избранные сочинения, т. II, стр. 103).

Кроме этих внешних факторов, существенное влияние на расходование воды растением оказывают внутренние факторы, которые в суммарном виде учитываются высотой урожайности.

Время, в течение которого может быть израсходована поливная норма из почвы, можно определить, пользуясь следующей приближенной формулой

$$T = \frac{1,6(m+m_a)}{K_0 \operatorname{tag}(0,3v+1)}, \quad (9)$$

где m — норма полива в м³/га;

m_a — атмосферные осадки, дополняющие полив в м³/га;

K_0 — коэффициент урожайности (1,5—3,0);

t — средняя температура (месячная, декадная) в градусах или соответствующая величина, определяемая в зависимости от солнечной радиации (по Т. Н. Преображенскому);

a — коэффициент атмосферной влажности;

g — коэффициент, учитывающий влияние грунтовых вод;

v — средняя скорость ветра (в м/сек.) (месячная, декадная).

Величина нормы полива m определяется из зависимости (5а)

$$m = 100H(A - r_0),$$

где H — глубина (толщина) слоя почвы, в котором создан запас воды для растений с насыщением почвы до ее полевой влагоемкости (в м);

A — полевая влагоемкость почвы (в %);

r_0 — влажность почвы перед поливом, ниже которой нельзя допускать уменьшения запаса воды в почве (в %).

Коэффициент атмосферной влажности a , учитывающий влияние относительной влажности воздуха на испарение, можно определить по формуле

$$a = \sqrt{1 - \frac{P}{100}}, \quad (10)$$

где P — средняя относительная влажность воздуха (месячная, декадная) (в %).

Значение a можно брать из таблицы 19 или по графику, изображенному на рисунке 7 (значение a определяется проведением от величины P горизонтали до пересечения кривой и опусканием вертикали с точки пересечения до величины a).

Т а б л и ц а 19

P	20	30	40	50	60	70	80
a	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63	0,55	0,45

Коэффициент g , учитывающий влияние грунтовых вод, можно определить по формуле

$$g = 1 - \left(1 - \frac{h_r}{h}\right) \left(1 - \frac{h_r^2}{h^2}\right), \quad (11)$$

где h_r — глубина залегания уровня грунтовых (несолевых или слабосолевых) вод от поверхности почвы (в м);

h — глубина слоя почвы (в м), из которой происходит практически заметное капиллярное перемещение воды к поверхности почвы; эта величина для большинства почв может быть принята за 2,5—3 м.

Когда уровень грунтовых вод глубже их капиллярного поднятия, т. е. когда $h_r > h$, питание растений запасами грунтовых вод не будет иметь места (за исключением конденсации паров в почвенном слое). В этом

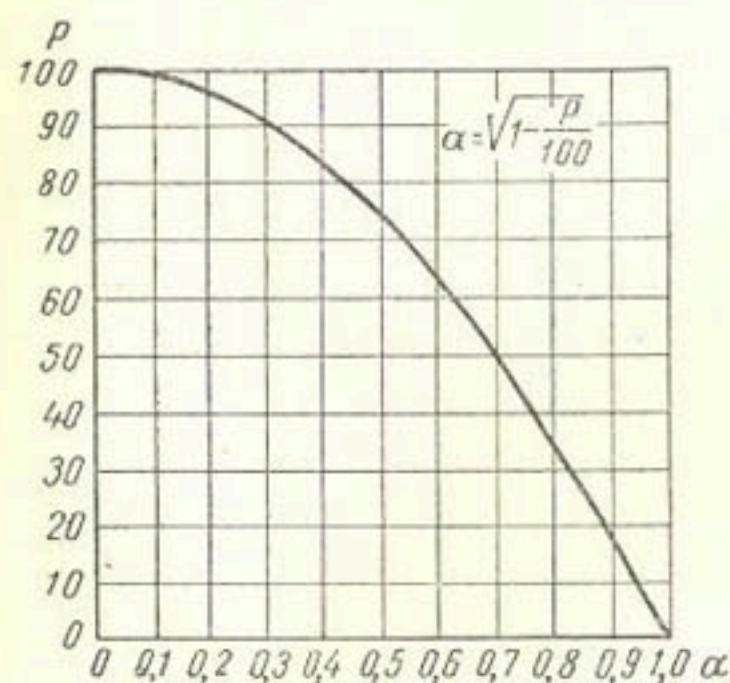


Рис. 7. График коэффициента атмосферной влажности.

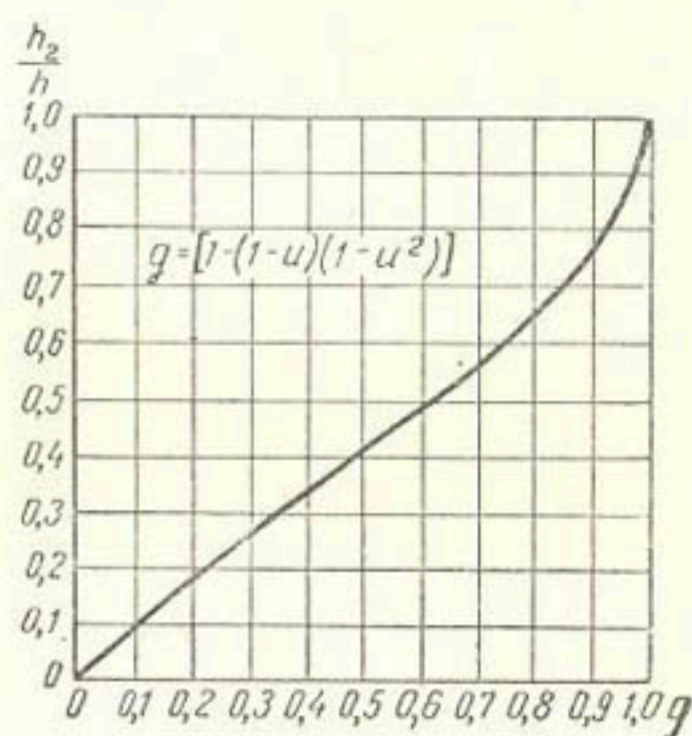


Рис. 8. График коэффициента влияния грунтовых вод.

случае коэффициент влияния грунтовых вод (g) будет равен единице.

Для определения значений g можно пользоваться таблицей 20 и графиком (рис. 8).

Таблица 20

$\frac{h_r}{h}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
g	0,24	0,36	0,49	0,63	0,75	0,85	0,93	0,98	1,0

Все величины, входящие в приведенные выше формулы, определяются без особых затруднений, за исключением коэффициента урожайности K_0 . Величина K_0 определяется в зависимости от фактической или запланированной гарантированной урожайности. Для различных культур на основе опыта передовиков сельского хозяйства и при условии своевременного проведения послеполивных обработок почвы значения K_0

Высота гарантированного урожая (в ц/га)	Значения K_r			Высота гарантированного урожая сахарной свеклы (в ц/га)	Значение K_0
	для хлопчатника	для пшеницы	для многолетних трав		
20	1,5	1,75	—	200	—
30	1,8	2,00	2,10	300	2,10
40	2,10	2,20	2,30	400	2,30
50	2,35	2,35	2,45	500	2,40
60	2,55	2,45	2,55	600	2,50
70	2,70	2,55	2,70	700	2,65
80	2,85	2,60	2,80	800	2,70
90	2,95	—	2,85	900	2,80
100	3,00	—	2,90	1 000	2,85
150	3,00	—	3,00	1 500	3,00

приблизительно можно определить из таблицы 21 или из графика на рисунке 9.

При более совершенных способах полива и возделывания культур величина K_0 с повышением урожайности будет возрастать значительно медленнее и может даже уменьшаться.

Значение K_0 необходимо определять опытным путем для каждой культуры в отдельности в соответствии с величиной гарантированной урожайности и применяемой техникой полива.

Разумеется, что время, определяемое указанным путем, не есть точно установленный межполивной период, но оно может служить для определения этого периода. Для этого следует полученный результат приводить в соответствие с ростом и развитием растений, устанавливая время, когда растения особенно нуждаются в воде.

В период наибольшего потребления воды растением полив необходимо произвести на 1—3 дня раньше наступаемого по расчетам срока, чтобы исключить возможность иссушения почвы.

Для ясного представления способа определения продолжительности времени T , за которое расходуется поливная норма, ниже приводятся примеры расчета.

Пример 1. Поле севооборота занято под яровую пшеницу; полив, обеспечивающий насыщение почвы до

полевой влагоемкости, дан 10 мая нормой $m = 600 \text{ м}^3/\text{га}$; среднемесячная температура воздуха в это время (Курская область, Иванинский район) $t = 14^\circ$; относительная влажность воздуха $P = 50\%$; величина вы-

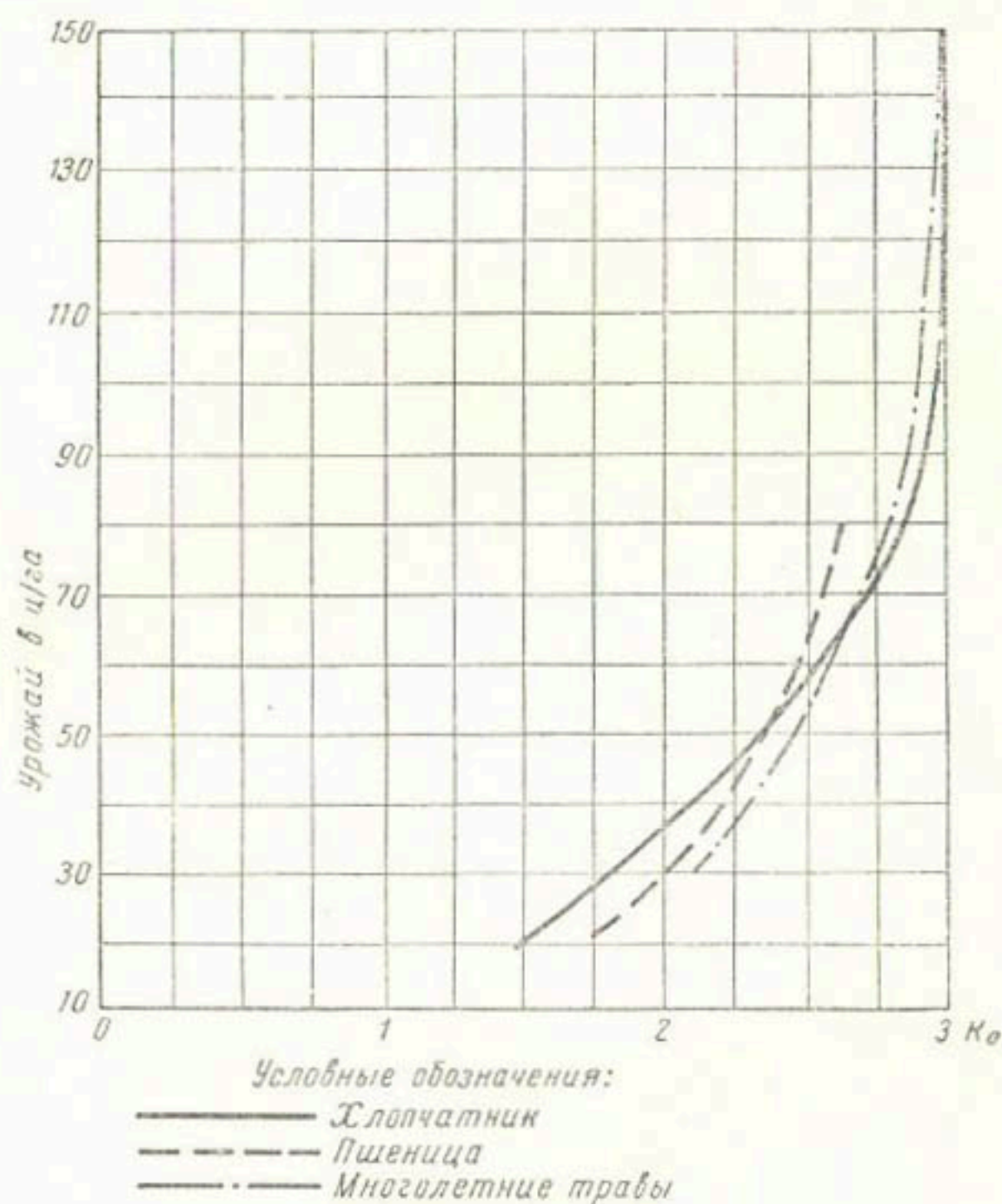


Рис. 9. График коэффициента урожайности K_0

павших после полива осадков 15 мм, т. е. $m_0 = 150 \text{ м}^3/\text{га}$, не считая мелких — менее 5—8 мм; грунтовые воды залегают глубже 5—6 м; средняя скорость ветра $v = 4 \text{ м/сек.}$; гарантированный урожай пшеницы запланирован в 30 ц с 1 га.

Для определения величины продолжительности времени (T) расходования поливной нормы и выпавших

осадков из таблицы 21 для урожая пшеницы 30 ц/га имеем $K_0 = 2,0$; из таблицы 19, при $P = 50\%$, $a = 0,71$; $g = 1$.

Подставляя все эти значения в формулу (9), получим

$$T = \frac{1,6 \cdot (600 + 150)}{2,0 \cdot 14 \cdot 0,71 \cdot 1 \cdot (0,3 \cdot 4 + 1)} = 27 \text{ суток.}$$

Пример 2. Поле севооборота занято под многолетние травы (Поволжье, Безенчукская опытная станция); полив, увлажняющий почву до полевой влагоемкости, дан 5 июня нормой 1 000 м³/га; среднемесячная температура воздуха $t = 17^\circ$; относительная влажность воздуха $P = 55\%$; грунтовые воды залегают глубоко, $g = 1$; осадков более 5—8 мм не было; средняя скорость ветра 4,2 м/сек.; гарантированный урожай трав запланирован в 80 ц/га.

Для определения величины T из таблицы 21 для урожая сена 80 ц/га имеем $K_0 = 2,8$; из таблицы 19, при $P = 55$, $a = 67\%$.

Подставляя эти значения в формулу (9), получим

$$T = \frac{1,6 \cdot 1\,000}{2,8 \cdot 17 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot (0,3 \cdot 4,2 + 1)} = 23 \text{ суток.}$$

Пример 3. Поле севооборота занято под хлопчатник (колхоз «Ленинград», Марыйская область, Туркменская ССР); полив, увлажняющий почву до полевой влагоемкости, дан 15 июля нормой 850 м³/га; среднемесячная температура воздуха $t = 30^\circ$; среднемесячная относительная влажность воздуха $P = 30\%$; осадков нет; уровень грунтовых вод залегает на глубине $h_r = 2,2$ м; средняя скорость ветра $v = 2$ м/сек.; гарантированный урожай хлопка запланирован в 60 ц/га.

Для определения величины T по таблице 21 для урожая 60 ц/га $K_0 = 2,55$; из таблицы 19 при $P = 30\%$, $a = 0,84$; из таблицы 20 для $\frac{h_r}{h} = -\frac{2,4}{3,0} = 0,8$ имеем $g = 0,75$.

Подставляя эти величины в формулу (9), получим

$$T = \frac{1,6 \cdot 850}{2,55 \cdot 30 \cdot 0,84 \cdot 0,75(0,3 \cdot 2 + 1)} = 18 \text{ суток.}$$

Зная величины T и нормы полива, начиная с первого полива, можно устанавливать число поливов и оросительную норму на весь поливной период. Полученная таким путем оросительная норма сопоставляется с нормой, полученной по зависимости (2). Они должны быть приблизительно равны. Уточнение оросительной нормы производится на основе данных передовиков сельского хозяйства и опытных учреждений.

Пример 4. Поле занято под озимую пшеницу (колхоз им. Ленина, Богаевского района, Ростовской области); в результате влагозарядочного полива и накопления осенне-зимних осадков к 1 мая в почве накоплен полезный для растений запас воды в количестве 2 400 м³/га; средняя температура воздуха за вегетационный период 21°; средняя относительная влажность воздуха 50%; количество осадков, поступающих в почву за вегетационный период, 1 000 м³/га; уровень грунтовых вод залегает на глубине 4 метров; средняя скорость ветра 4 м/сек.; гарантированный урожай пшеницы 30 ц/га. Нужно определить за какое время будет израсходован указанный полезный запас воды из почвы.

Из таблицы 21 для урожая 30 ц/га $K_0 = 2,0$; из таблицы 19 при $P = 50\%$, $a = 0,71$; $g = 1$. Подставляя эти значения в формулу (9) и принимая в ней $m + m_a = 2\,400 + 1\,000 = 3\,400$, получим

$$T = \frac{1,6 \cdot (2\,400 + 1\,000)}{2 \cdot 21 \cdot 0,71 \cdot 1(0,3 \cdot 4 + 1)} = 85 \text{ суток.}$$

За все это время в почве содержится полезный запас воды без применения вегетационных поливов.

18. ОСОБЕННОСТИ СПОСОБОВ ПОЛИВА

Способ или техника полива — это средство осуществления установленных норм поливов и режима орошения в целом. Другими словами, это есть средство превращения оросительной воды, поданной к поливному участку, в элемент плодородия почвы с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Процесс полива состоит из трех основных операций:

- а) подачи воды из распределительного канала в оросительные, а из последних на поливную площадь;
- б) распределения воды по поливной площади;
- в) увлажнения почвы на потребную глубину в необходимой для растений степени, т. е. создания прочного запаса воды в почве для растений.

Практика орошаемого земледелия в условиях СССР знает много способов полива для самых разнообразных сельскохозяйственных культур. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

Способы полива различаются главным образом в зависимости от техники внесения поливной воды в почву. По этому признаку можно различать следующие способы:

1. Внесение воды через часть поверхности почвы:
 - а) полив по засеваемым бороздам, б) полив по незасаваемым бороздам;
2. Внесение воды через всю поверхность почвы:
 - а) искусственное дождевание, б) полив напуском по полосам, в) полив затоплением, г) лиманное орошение;
3. Внесение воды через подпочву:
 - а) подпочвенное орошение трубами, б) подпочвенное орошение почвенными дренами.

Для правильной оценки того или иного способа полива прежде всего необходимо знать предъявляемые к ним основные требования.

Первое из этих требований сводится к тому, чтобы обеспечить наилучший водный режим растений. Всякое переувлажнение почвы, так же как и создание в ней непрочного и недостаточного запаса воды, снижает эффективность орошения и не обеспечивает высоких урожаев. Поэтому надо строго соблюдать установленные нормы, сроки и число поливов, своевременно увлажняя почву до полевой влагоемкости, на глубину проникновения основной массы корневой системы, в соответствии с требованием растений, на возможно длительный срок.

Второе требование состоит в максимально необходимом использовании оросительной воды, при котором не разрушается структура почвы и не имеют место потери воды на глубокую фильтрацию, сбросы с полей и интенсивное испарение через поверхность почвы.

Опыт показывает, что неправильное использование оросительной воды вызывает разрушение структуры почвы, ее уплотнение и образование на ней корки. Кроме того, избытки воды, поступающие в грунт, способствуют подъему грунтовых вод, засолению и заболачиванию орошаемых земель.

При всех поливах — предпосевных, вегетационных, влагозарядочных, опреснительных — способы полива должны отвечать самому экономному использованию оросительной воды, способствующему повышению эффективности орошения и устраняющему отрицательные последствия неправильного орошения.

Если, например, для получения 40—50 ц/га урожая хлопка-сырца требуется расходовать 3,5—4 тыс. м³/га, то способы полива должны обеспечить использование именно этого количества воды, без превышения. При применении же несовершенных способов полива подача воды на поля достигает иногда 6—9 тыс. м³/га, что совершенно недопустимо.

Третье требование — всяческое повышение производительности труда и сведение к минимуму ручных работ на поливах путем их механизации, автоматизации подачи и распределения поливной воды и устранения препятствий со стороны оросительной и поливной сети для механизации сельскохозяйственных работ.

При примитивных способах полива один поливальщик за смену обслуживает от 0,25 до 0,50 га. Если даже принять, что каждый полив может длиться 10 дней, то один поливальщик польет за сезон около 2,5—5,0 га. Это значит, что на каждую тысячу га поливной площади понадобилось бы 200—400 поливальщиков.

Переход на новую систему орошения в корне разрешает проблему устройства оросительной сети, способствующей широкой механизации сельскохозяйственных работ. В связи с этим настоятельно требуется разрешение вопроса о высокопроизводительных способах полива.

Отсюда одной из самых важных задач повышения производительности орошаемого земледелия является разработка и широкое применение способов полива, отвечающих основным требованиям повышения плодородия почвы и максимального повышения производительности труда.

Четвертое требование — это возможно меньшие капитальные, эксплуатационные и энергетические затраты, экономное использование стройматериалов при проведении поливов.

Как известно, ручной труд усложняет поливы, удорожает стоимость работ. Поэтому надо стремиться всюду переходить на механизированный и автоматизированный полив, сокращая при этом затраты энергии, горючего, топлива и всемерно не используя энергию поливного тока для подачи и распределения воды. Экономно должны быть использованы также строительные материалы, металл. Сейчас, например, не представляет технической трудности применение вместо оросительной сети подземной трубопроводной сети, но это мероприятие может широко применяться лишь при достижении его высокой эффективности.

Таковы основные требования к способам полива, опираясь на которые нужно развивать технику орошения.

19. СПОСОБ ПОЛИВА ПО ЗАСЕВАЕМЫМ БОРОЗДАМ

Способ полива по засеваемым бороздам разработан и испытан Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации и уже нашел широкое применение в центрально-черноземных областях и дру-

гих степных и лесостепных районах нашей страны. Этот способ предназначен для полива зерновых культур и трав и может быть применен во всех орошаемых районах.

Полив затоплением зерновых хлебов, трав и других культур узкорядного сева связан с огромными потерями

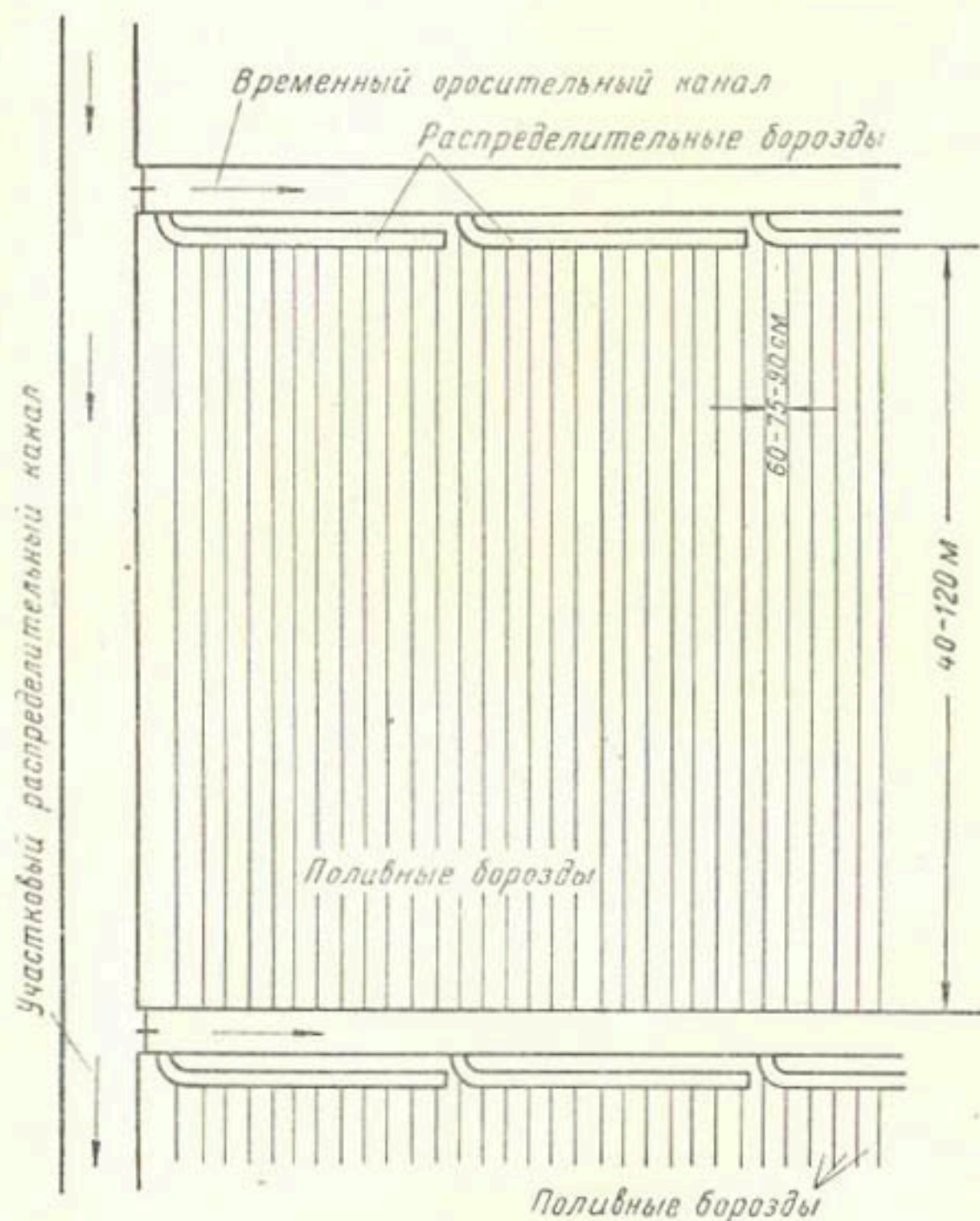


Рис. 10. Расположение засеваемых поливных борозд.

воды и порчей земель; при поливе же по незасеваемым бороздам теряется до 30% посевной площади под этими бороздами.

Если же борозды делать засеваемыми, указанные недостатки полностью устраняются. При этом способе вода распределяется по полю и подается через узкие полосы на поверхности почвы. Пространство между бороз-

дами увлажняется благодаря впитыванию и капиллярному перемещению воды.

Полив по засеваемым бороздам допускает применение норм от 400 до 800 м³/га. Этот способ полива не вызывает разрушения структуры почвы, так как, во-первых, вода распределяется по узким полоскам, и, во-вторых, поверхность почвы, покрытая растениями, хорошо защищена от разрушения. Правильным выбором длины борозд и величины поливной струи достигается хорошее и равномерное увлажнение почвы.

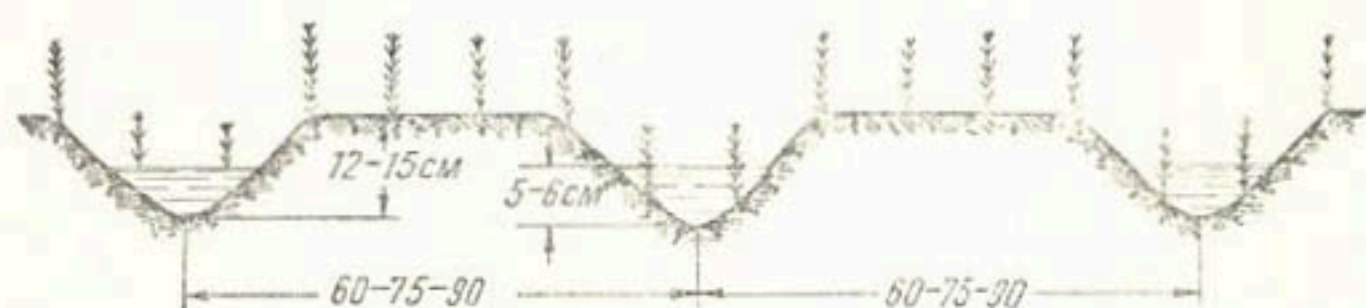


Рис. 11. Поперечное сечение засеваемых борозд.

Засеваемые борозды делают глубиною в 12—15 см с откосами 1 : 1 — 1 : 1,5. Расстояние между такими бороздами принимается в 60, 75, 90 см, в зависимости от свойств почвы. Расположение засеваемых борозд показано на рисунке 10. Длина засеваемых борозд может быть установлена в пределах от 40—50 до 100—120 м, в зависимости от водопроницаемости почв и уклона местности. Чем больше водопроницаемость почв и чем меньше уклон борозды, тем меньше должна быть ее длина.

На рисунке 11 показано поперечное сечение засеваемых борозд.

Величина поливной струи, подаваемой в борозду, также зависит от уклона борозды и водопроницаемости почвы и может колебаться в пределах от 0,2 до 0,6 л/сек. Большие размеры струи соответствуют меньшему уклону и большей водопроницаемости почвы. Большая струя при большом уклоне может вызвать размыв почвы, а при малой водопроницаемости может быстро миновать борозду, не увлажнив в достаточной степени почву.

На рисунке 12 приводится снимок посевов пшеницы по засеваемым бороздам в центрально-черноземных районах.

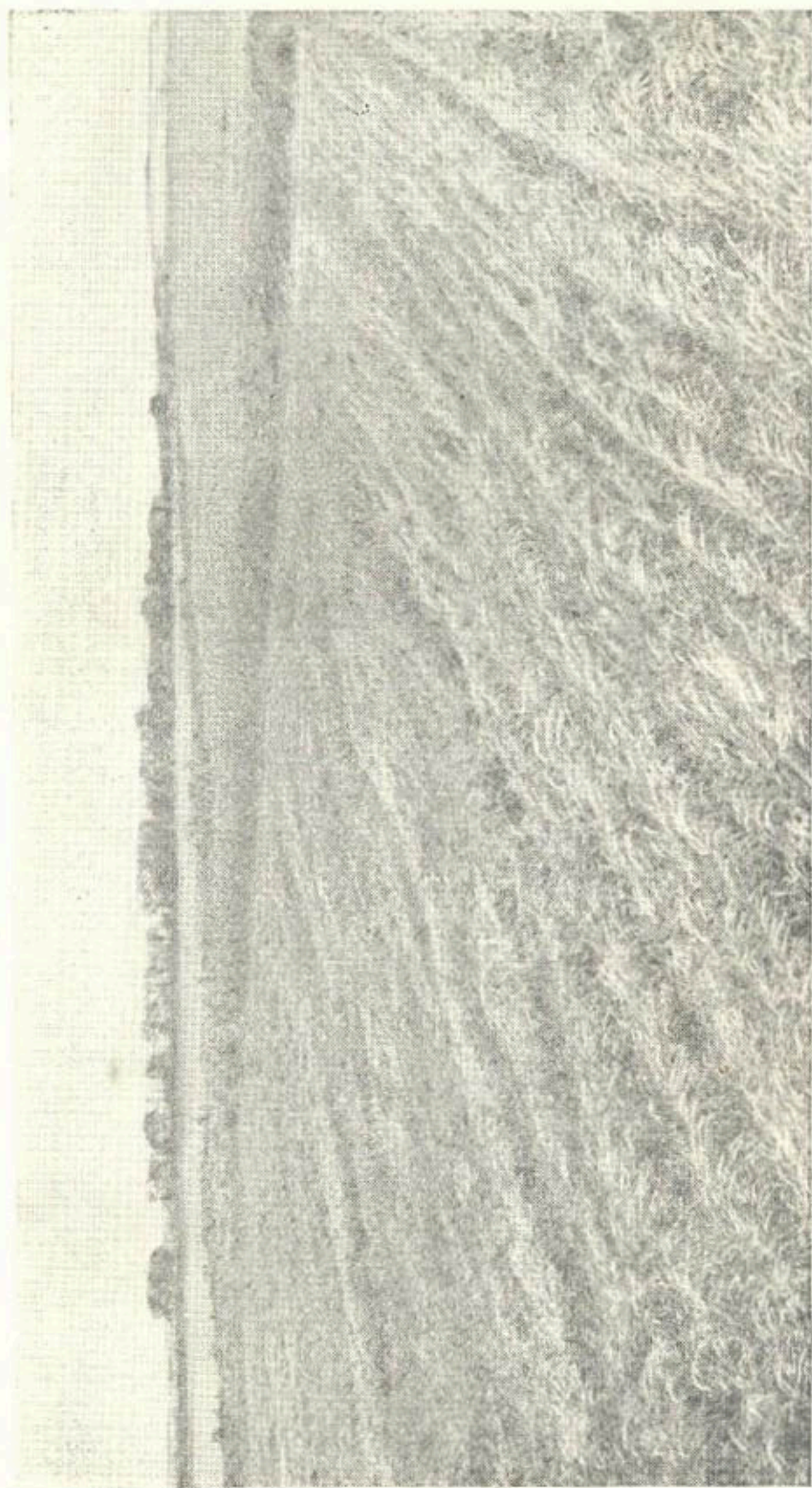


Рис. 12. Посевы яровой пшеницы по засеваемым бороздам.

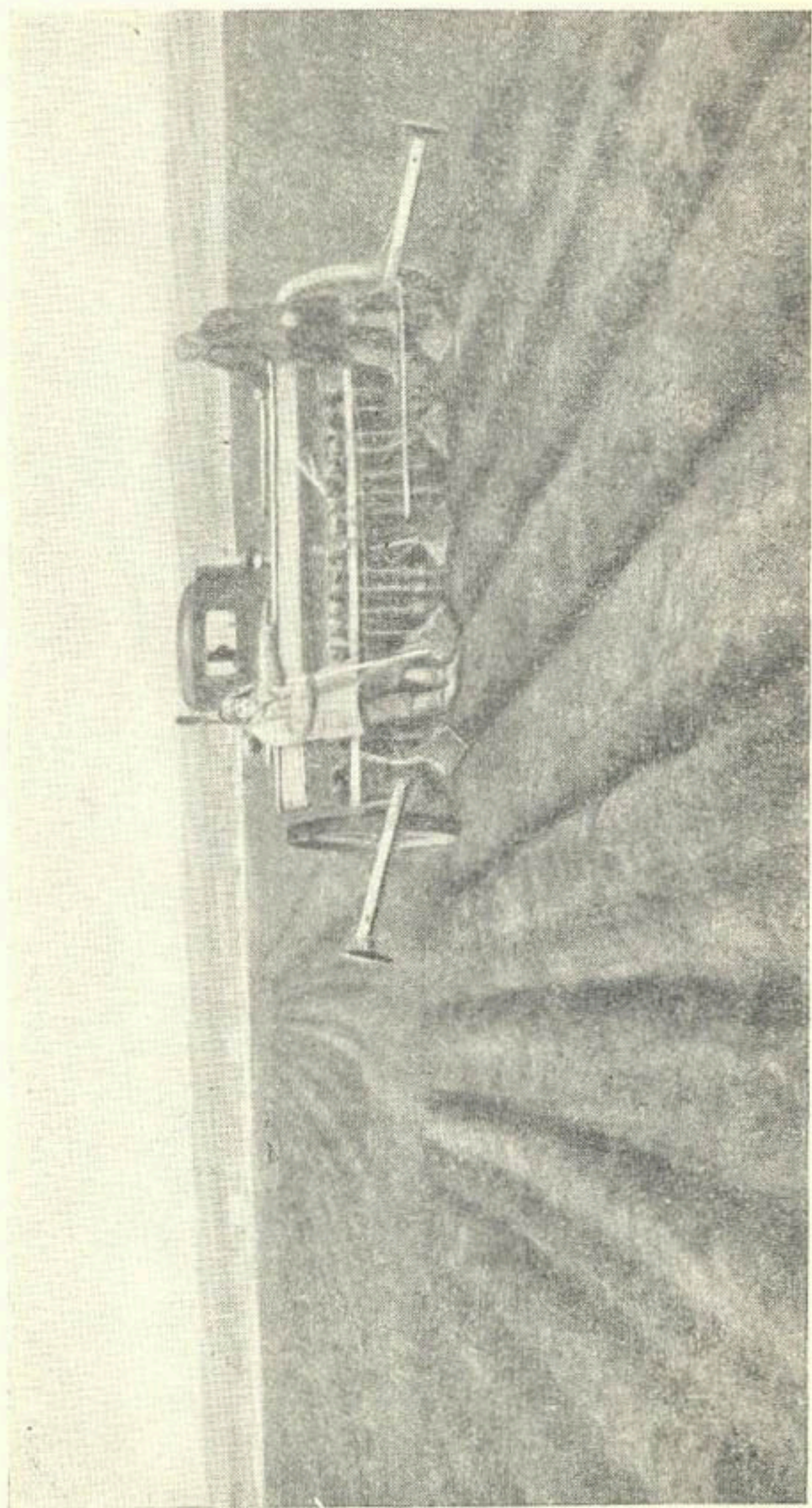


Рис. 13. Устройство засеваемых борозд во время сева.

Засеваемые борозды устраивают одновременно с севом. Для этого лучше всего пользоваться тракторной сеялкой с бороздоделом (рис. 13).

20. СПОСОБ ПОЛИВА ПО ГЛУБОКИМ НЕЗАСЕВАЕМЫМ БОРОЗДАМ

Полив по глубоким незасеваемым бороздам в зависимости от степени их наполнения разделяется на ряд разновидностей. Чтобы выбрать тот или иной тип борозд,

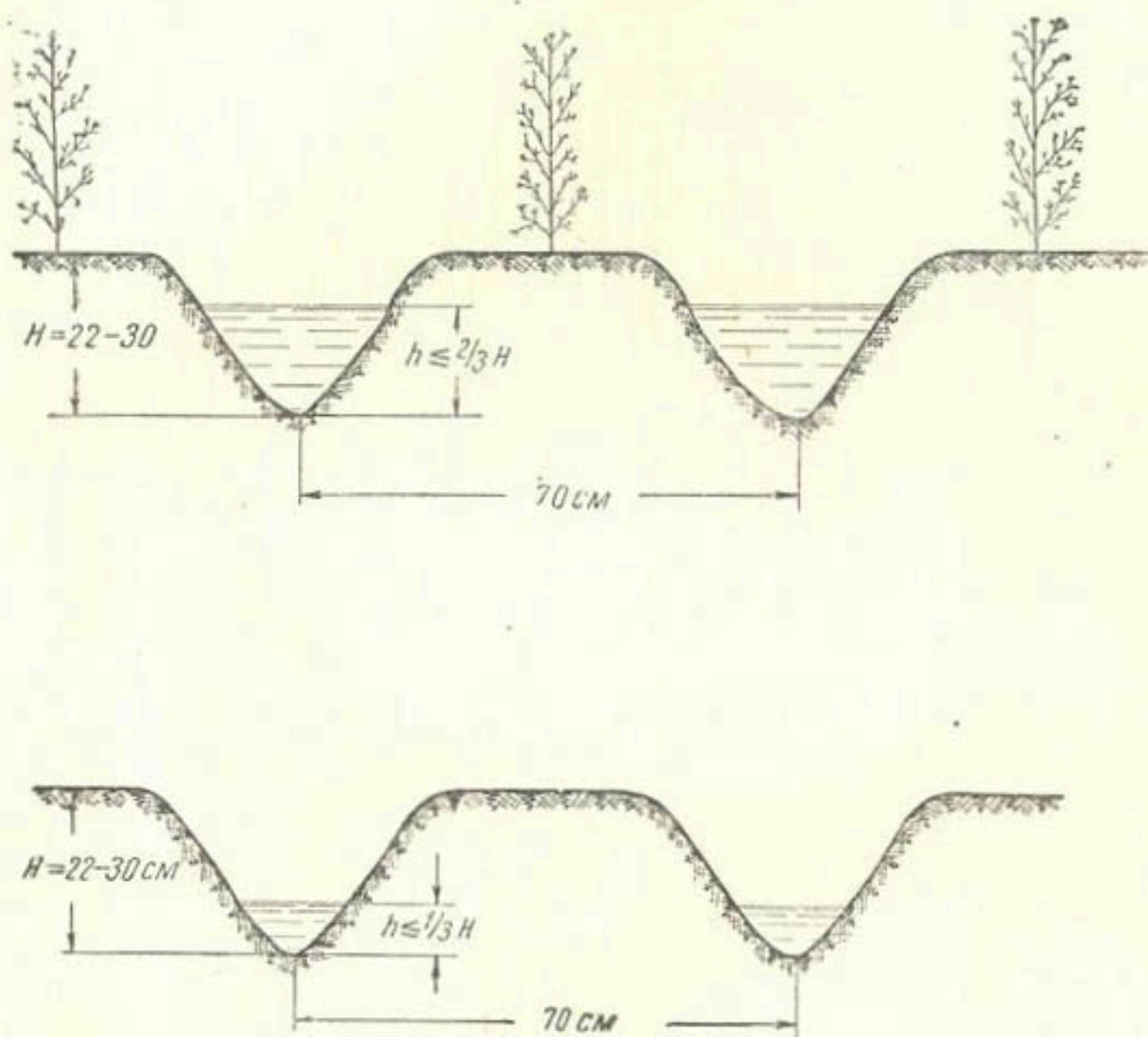


Рис. 14. Поперечное сечение глубоких поливных борозд с различным наполнением их водой.

нужно учесть особенности каждой культуры, уклон местности, водопроницаемость почвы и другие условия.

Глубокие незасеваемые борозды применяются для пропашных культур. На рисунке 14 показано поперечное сечение глубоких борозд с различным наполнением их

водой. При больших уклонах местности борозды делают большей длины, а струю воды, подаваемую в борозду, нужно брать возможно меньшую. При сильной водопроницаемости почвы приходится увеличивать величину струи.

Чем больше поливная струя, тем быстрее можно провести полив, но с увеличением поливной струи увеличивается глубина наполнения борозд и скорость течения

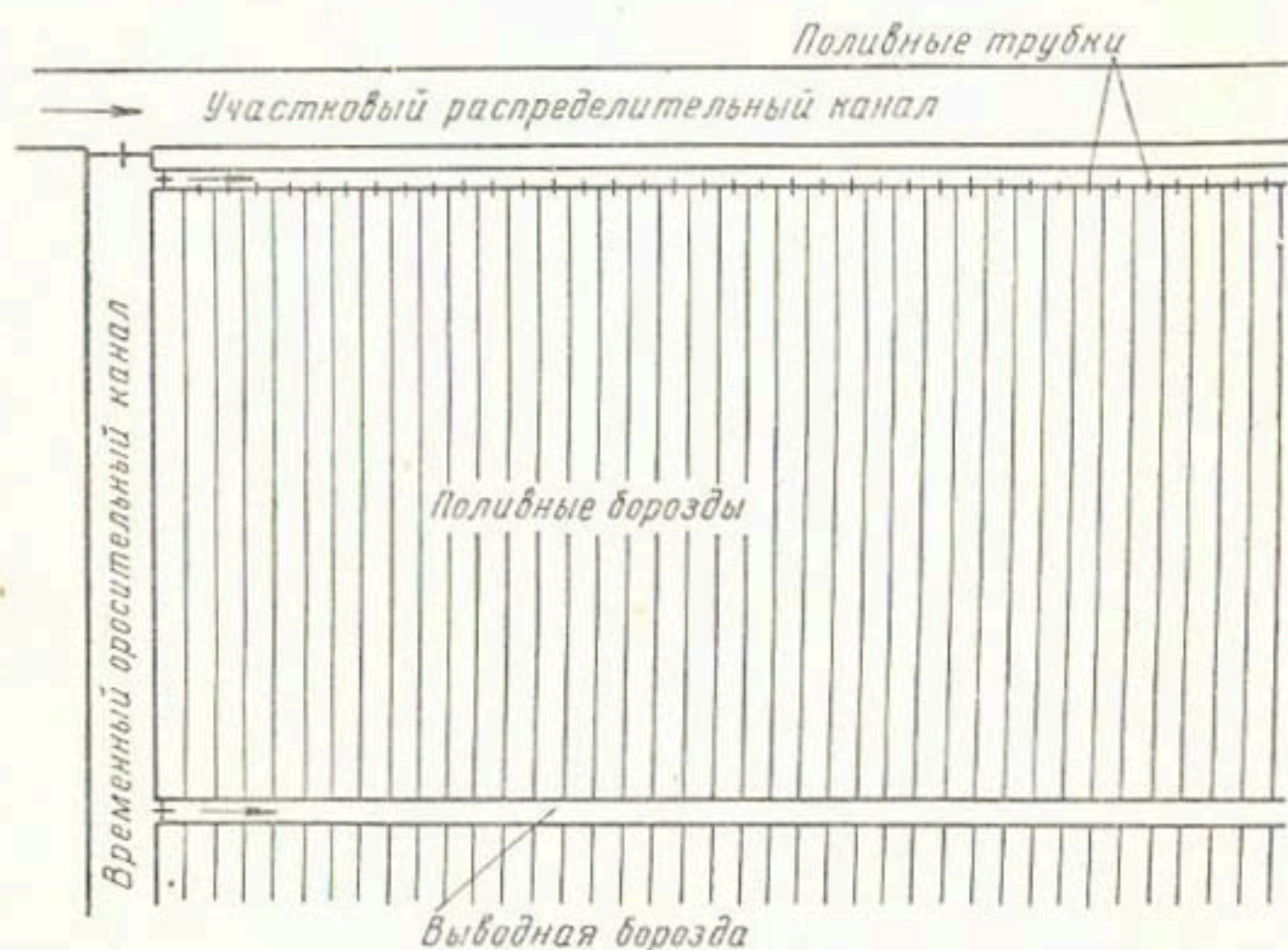


Рис. 15. Расположение глубоких незасеваемых борозд.

воды в борозде, что приводит к разрушению структуры почвы, уплотнению ее и образованию корки на большей части поливной площади. При малом наполнении борозд, наоборот, под воздействием струи находится небольшая часть поверхности, а увлажнение почвы происходит главным образом путем капиллярного перемещения воды по бокам борозд и в направлении к верхнему горизонту почвы.

На площадях с весьма малыми уклонами и с большой водопроницаемостью почвы бороздковый полив проводится с большим наполнением борозд.

На рисунке 15 показана схема расположения глубоких незасеваемых борозд.

Глубина наполнения допускается до $\frac{2}{3}$ борозды. Величина поливной струи может достигать 1,0—1,5 л/сек. Длина таких борозд — 30—80 м, глубина 22—30 см. Борозды делают тупыми, и при поливе по ним не происходит сброса воды. Этот способ обладает большим преимуществом в сравнении со сплошным затоплением. Он допускает пользование поливными нормами в 600—1 000 м³/га без потерь воды на сброс и глубокую фильтрацию.



Рис. 16. Полив хлопчатника по глубоким бороздам с большим наполнением

Отрицательной стороной этого способа является значительное затопление поверхности, достигающее 40—50%, что разрушающе действует на структуру почвы.

При поливе с большим наполнением конец каждой борозды закрепляется наглухо во избежание стока воды за пределы борозд. В этих же целях концы борозд по группам надо соединить поперечной бороздой для перехватывания излишков воды, поступающих в ту или иную борозду, и распределения их между другими бороздами. Полив по бороздам с большим наполнением можно применять при уклоне дна борозды менее 0,002.

На рисунке 16 показан полив хлопчатника по глубоким бороздам с большим наполнением (большой струей).

Слой воды при поливе с малым наполнением составляет $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ глубины борозды. Основная масса пахотного слоя увлажняется при этом за счет капиллярного поднятия воды. Поливные нормы применяются в установленных размерах. При таком способе полива разрушение почвенной структуры имеет место лишь в той незначительной части борозды, которая заполняется водой. Глубина борозд составляет от 20 до 27 см при наполнении борозд 5—7 см. Поливная струя, подаваемая в борозду, колеблется в пределах от 0,1 до 0,5 л/сек., в зависимости от водопроницаемости почвы, уклона и длины борозд. Продолжительность полива с уменьшением поливной струи возрастает, но количество одновременно поливаемых одним поливальщиком борозд увеличивается. Длина борозд должна быть тем меньшей, чем больше водопроницаемость почвы и чем меньше величина поливной струи, подаваемой в каждую борозду.

В целях предупреждения сброса воды концы одновременно поливаемых борозд соединяются вспомогательной поперечной бороздой, в которой накапливаются излишки воды, поступающие из вышележащих борозд; эта вода используется на полив нижерасположенных борозд.

21. ДЛИНА БОРОЗД И ВЕЛИЧИНА ПОЛИВНЫХ СТРУЙ

При установлении величины струй для борозд прежде всего необходимо строго придерживаться правила — не допускать потерь воды на глубокую фильтрацию и на сброс. Для этого при малых струях надо короче делать борозды. Применять малые струи необходимо при больших уклонах и маловодопроницаемых почвах.

Ориентировочно длину борозд и величину поливных струй для каждого вида бороздного полива в зависимости от уклона дна борозд и водопроницаемости почв можно установить на основе данных таблицы 22.

Продолжительность полива каждой бороздой в минутах определяется в виде

$$t = \frac{blm}{600 \cdot q_5}, \quad (12)$$

где b — расстояние между бороздами;

l — длина борозды;

m — норма полива в м³/га;

q_6 — величина поливной струи.

Например, если норма полива равна 600 м³/га, расстояние между бороздами 0,7 м, длина борозды 100 м, а поливная струя 0,5 л/сек., то продолжительность полива будет равна

$$t = \frac{0,7 \cdot 100 \cdot 600}{600 \cdot 0,5} = 140 \text{ минут, или 2 часа 20 мин.}$$

Т а б л и ц а 22

Длина борозд (в м) и размер поливных струй (в л/сек.)

Уклон дна борозд	Водопроницаемость почвы	Длина поливной борозды	Величина поливной струи	Глубина наполнения борозд
0,01—0,004	Слабая	90—120	0,2—0,4	До $\frac{1}{3}$
0,004—0,002		80—100	0,4—0,5	» $\frac{1}{3}$
Менее 0,002		50—80	0,5—0,6	» $\frac{2}{3}$
0,01—0,004	Средняя	80—100	0,4—0,6	До $\frac{1}{3}$
0,004—0,002		70—90	0,5—0,6	» $\frac{1}{3}$
Менее 0,002		40—60	0,7—1,0	» $\frac{2}{3}$
0,01—0,004	Сильная	60—80	0,6—0,9	До $\frac{1}{3}$
0,004—0,002		40—60	0,7—1,0	» $\frac{2}{3}$
Менее 0,002		30—40	1,0—1,5	» $\frac{2}{3}$

Выбирать поливную струю и устанавливать длину борозды надо с таким расчетом, чтобы обеспечить в наиболее краткие сроки проведение поливов без затопления почвы и без потерь воды на сброс и глубокое просачивание.

22. СПОСОБ ПОЛИВА НАПУСКОМ ПО ПОЛОСАМ

Способ полива напуском по полосам разработан ВНИИГиМ в условиях Заволжья, но он применим и в других районах для орошения зерновых культур и трав. При поливе напуском по полосам, в отличие от бороздковых способов полива, вода распределяется по полю и впитывается в почву по всей поверхности. Этот способ

при первых поливах, когда поверхность почвы недостаточно покрывается растительностью, может вызвать повреждение структуры поверхностного слоя почвы и образование на нем корки. Но по расходованию воды этот способ имеет большие преимущества перед поливом затоплением, который еще широко применяется для орошения трав и зерновых культур в районах Средней Азии. Кроме того, способ полива по полосам дает возможность при его усовершенствовании повысить производительность труда поливальщиков.

Увлажнение почвы при правильном выборе размеров полос и поливной струи происходит равномерно. Нормы

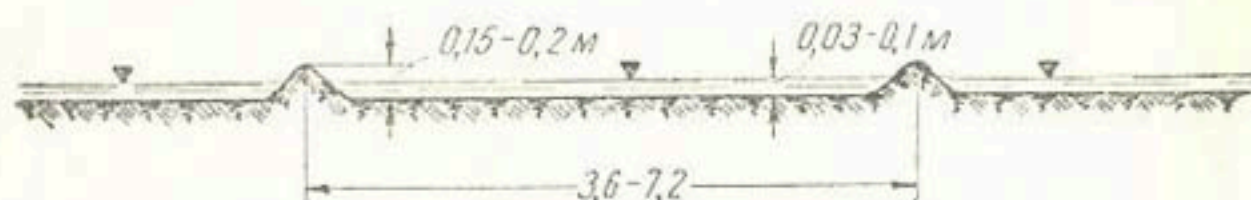


Рис. 17. Поперечное сечение поливной полосы.

полива, которые могут быть применены при этом способе, составляют 600—1000 м³/га. Потери воды на глубокую фильтрацию можно устранить, а потери на сброс сводятся к минимуму. Потери воды на испарение через поверхность, когда почва еще не покрыта мощной растительностью, велики, но после появления всходов эти потери уменьшаются и по мере роста и развития растений становятся незначительными.

Полосы устраиваются шириною, равной ширине захвата сеялок,—3,6, 4,2 или 7,2 м. По бокам они ограничиваются валиками высотой в 15—20 см, с откосами 1:1. Между валиками полоса выравнивается для равномерного стекания струи воды, для чего бугры срезаются, а пониженные места заравниваются. Срезки бугров обычно не превышают 10—15 см. Выравнивание поверхности обеспечивает беспрепятственное движение воды.

Размер струи зависит от уклона местности и допустимой скорости.

На рисунке 17 показано поперечное сечение поливной полосы.

Полив напуском по полосам приемлем в условиях хорошо спланированной поверхности почвы, когда поливаемое поле имеет достаточный уклон и вода может,

стекая по уклону, покрывать всю поверхность поля тонким движущимся слоем.

На рисунке 18 показана схема расположения поливных полос.

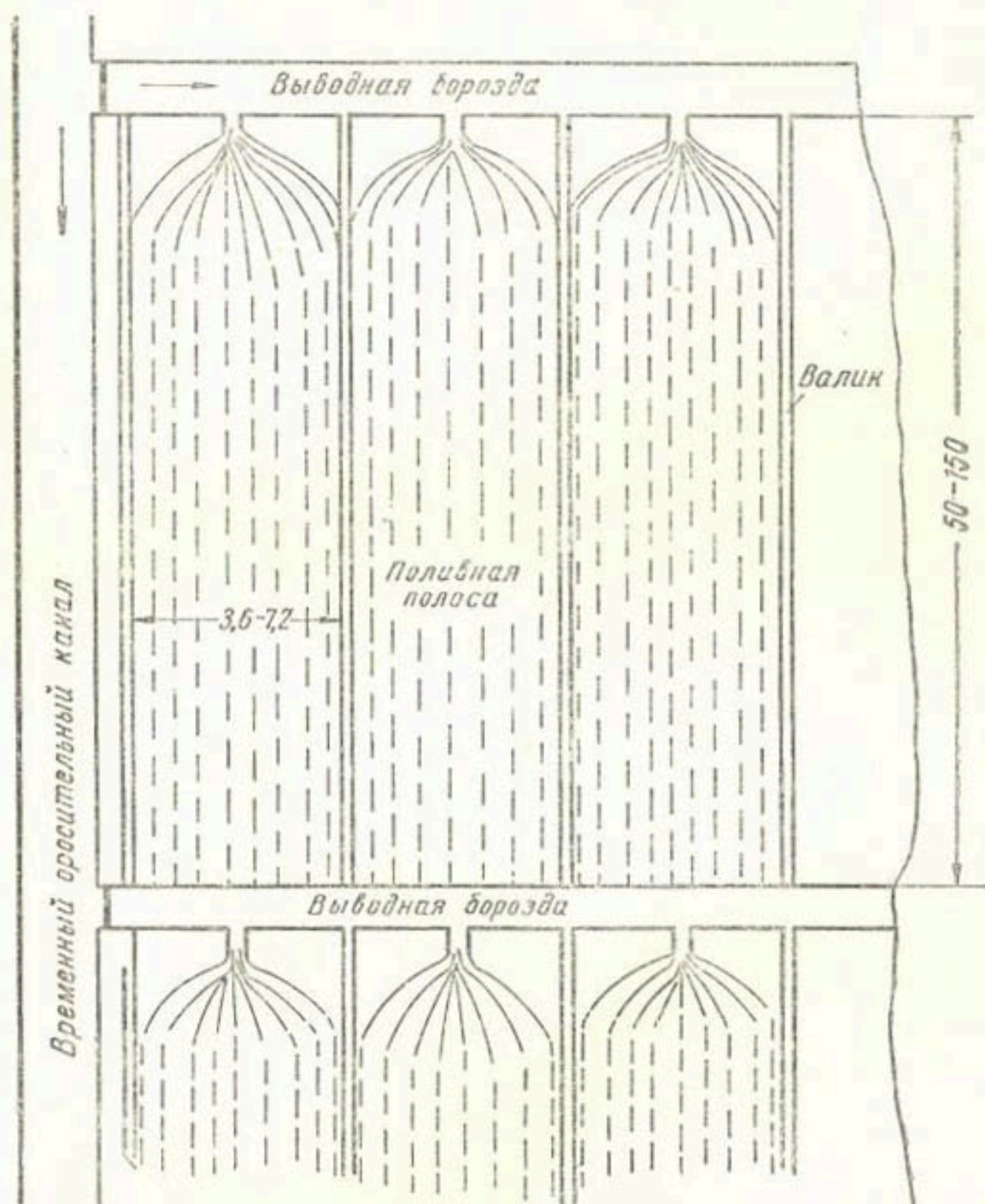


Рис. 18. Схема расположения поливных полос.

Планировка микрорельефа при поливе по полосам обязательна. Вода подается на полосу и по пути стекания проникает в почву. При поливе напуском по полосам поливная сеть состоит из выводных канав,

питающихся от оросителя, и самих полос, образуемых валиками.

Разновидностью этого способа полива является боковой напуск, когда вместо валиков вдоль полосы устраивают борозды, из которых воду выпускают на полосу через каждые 10—15 м по ее длине. Боковой напуск применяют в условиях, когда полосы, помимо основного продольного уклона, имеют еще поперечный.

В зависимости от уклона и свойств почвы устанавливается следующая длина полос (табл. 23).

Т а б л и ц а 23

Длина полос при поливе напуском (в м)

Почвы \ Уклоны			
	0,001—0,005	0,006—0,01	0,01—0,02
Супесчаные почвы с хорошей водопроницаемостью	40—60	60—80	80—100
Глинистые почвы слабопроницаемые	70—80	80—100	100—120

Размер поливной струи при поливе напуском на малых и средних уклонах — 4—6 л/сек. на 1 погонный метр ширины, на больших уклонах — 2—4 л/сек.

23. ИСКУССТВЕННОЕ ДОЖДЕВАНИЕ

Хороший, но небольшой интенсивности дождь, если он выпадает в период недостатка влаги в почве и в воздухе, не разрушает структуры почвы, создает благоприятные условия для роста и развития растений. Такой дождь представляет собой естественный полив. Однако естественные дожди выпадают стихийно и, вследствие этого, даже там, где они бывают часто, не исключают в той или иной мере применения искусственного орошения. Нередко случается, что в период наибольшей потребности растений в воде дожди не выпадают, и наоборот, выпадают, когда они не нужны и даже вредны для проведения сельскохозяйственных работ. Кроме того, дожди выпадают или в малом или чересчур большом количестве, с интенсивностью, превышающей способность почвы к впитыванию; вследствие

этого образуется поверхностный сток воды, вызывающий эрозию почвы.

ВНИИГиМ разработал способ искусственного дождевания, который позволяет получать дождь не хуже, а лучше хороших естественных дождей. Этот способ полностью исключает отрицательные стороны естественных дождей. Применением этого способа в периоды недостатка воды в почве или резкого уменьшения относительной влажности воздуха, при помощи специальных машин и установок создается искусственный дождь, который распределяется по площади орошения.

Искусственное дождевание в отличие от естественных дождей обеспечивает постепенное впитывание воды в почву на необходимую глубину в сравнительно короткий срок без образования поверхностного стока, когда имеется необходимая энергетическая база.

Дождевание — это один из наиболее совершенных современных способов полива, отвечающих основному назначению орошения, особенно в условиях травопольной системы земледелия.

Существенным признаком всякого самотечного способа полива является распределение воды по поверхности поля и обязательное наличие слоя воды для транспортирования, распределения и впитывания ее в почву. Поливы поверхностными самотечными способами в той или иной степени приводят к разрушению почвенной структуры и уплотнению почвы.

При дождевании процесс распределения воды по поливному полю и процесс увлажнения почвы происходят раздельно. При дождевании вода распределяется по трубам или каналам, из которых с помощью специальных дождевальных машин или установок ее подают к месту увлажнения почвы в виде мелких капель, получаемых разбрызгиванием струи.

Увлажнение почвы при дождевании происходит путем стекания воды по промежуткам между комочками почвы под действием силы тяжести (плёночно-гравитационное передвижение) и одновременно также путем впитывания воды в каждый комочек благодаря его обтеканию и капиллярному смачиванию.

Основное условие искусственного дождевания — это подача воды в количестве, которое соответствовало бы водопроницаемости почвы и во всяком случае не

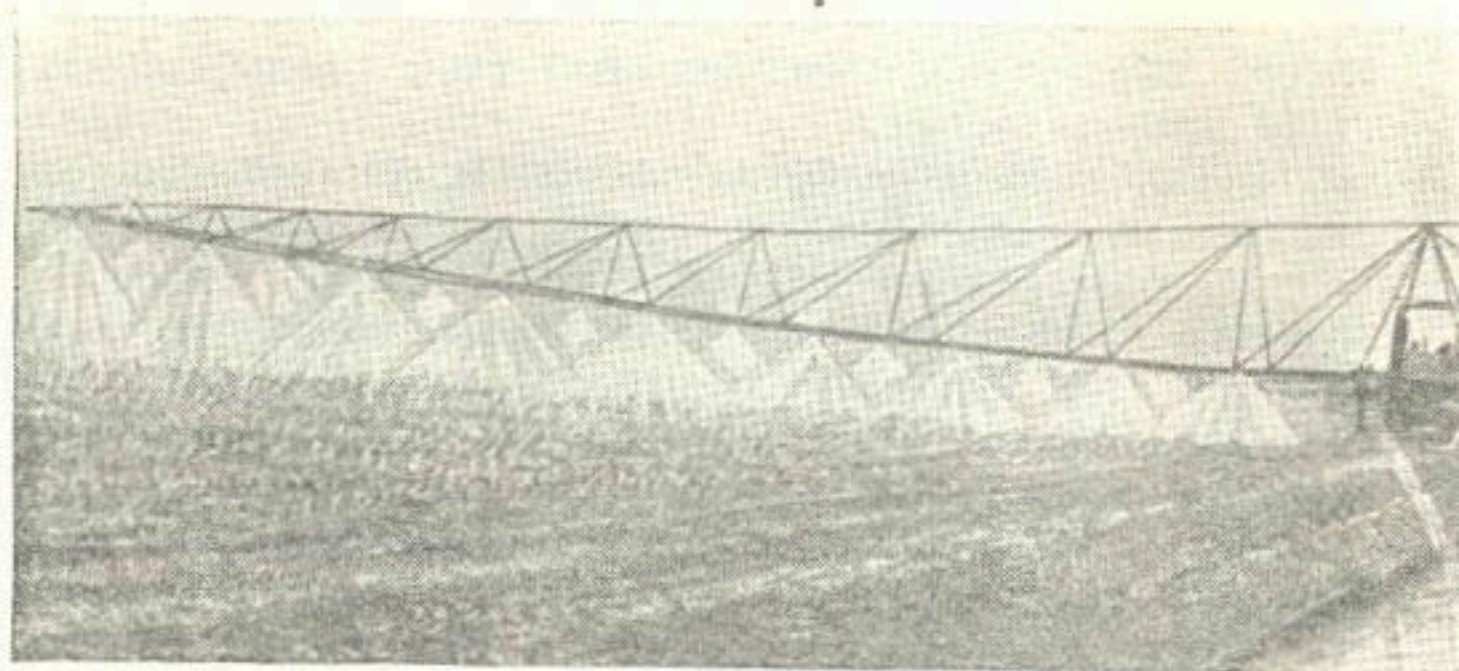


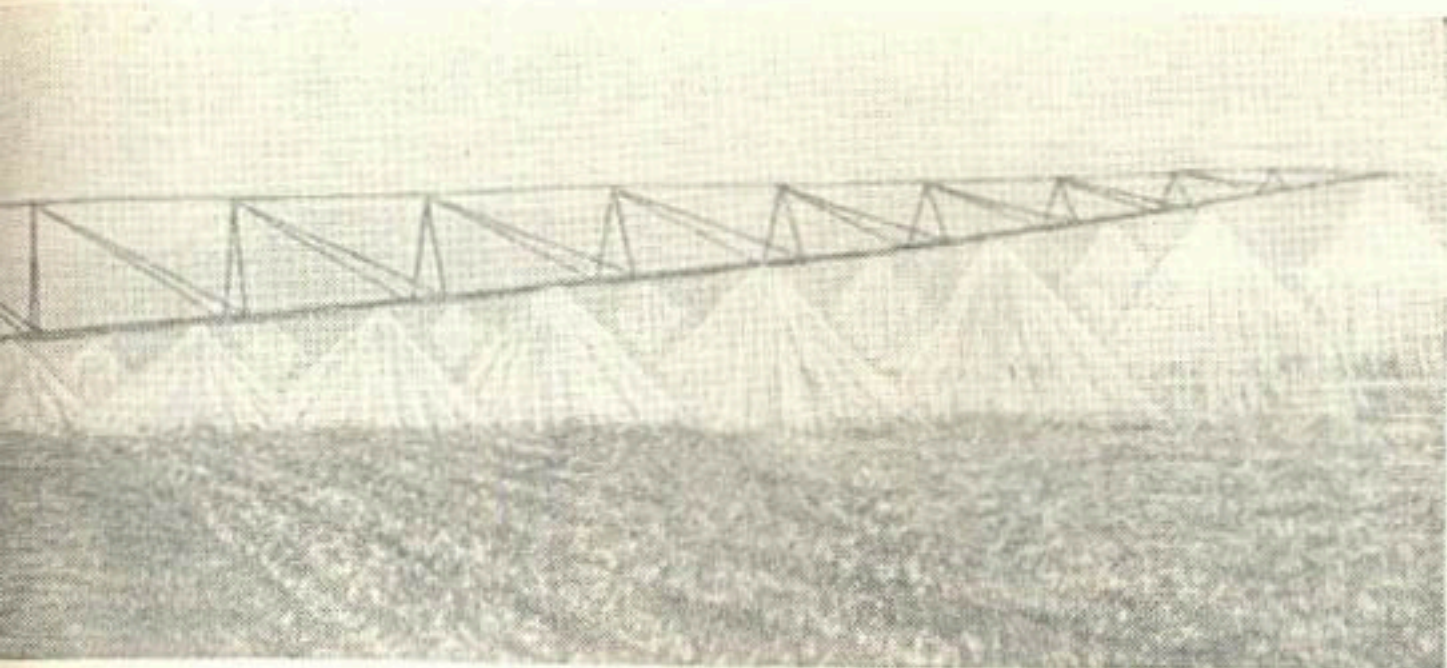
Рис. 19. Двухконсольный дождевальная агрегат ДДА-100.

превышало его. Соблюдение этого условия исключает образование на поверхности почвы луж и стока воды, как это имеет место при сильных дождях.

Опытными исследованиями ВНИИГиМ (А. М. Попелов) установлено, что интенсивность дождя, превышающая 1 мм в минуту, не позволяет осуществить норму полива в 400 м³/га. Поэтому современные дождевальные машины и установки устраиваются с интенсивностью от 0,5 до 1,0 мм/мин. Однако при меньших нормах оказывается возможным допускать большую интенсивность дождевания, но с небольшой продолжительностью.

Если при дождевании на поверхности поля образуется слой воды (лужи), прежде чем дана расчетная норма, полив производят с перерывом. После каждого, даже кратковременного, перерыва водопроницаемость почвы возрастает. Пользуясь этим явлением, иногда устраивают дождевальные установки и машины прерывистого действия при помощи вращательного (дальноструйные аппараты) или поступательного (двухконсольные, самоходные агрегаты) движения струи с интенсивностью дождя до 3—4 мм в минуту.

При правильном дождевании структура почвы не разрушается, расходование поливной воды уменьшается на 30—50% (по сравнению с другими способами полива), легко осуществляются все виды полива — вегетационные, освежительные, подкормочные и опреснительные, увеличивается относительная влажность воздуха,



создаются широкие возможности для беспрепятственной механизации работ и повышения производительности труда поливальщика.

Непременным условием дождевания является потребность в механической энергии. На каждый кубический метр поливной воды затраты энергии составляют от 0,103 до 0,42 киловатт-часа, в зависимости от способа дождевания.

Дождевание осуществляется короткоструйными и дальноструйными машинами.

В таблице 24 приведена краткая характеристика ряда дождевальных машин.

Оросительная сеть при дождевании может иметь вид напорного закрытого трубопровода с гидрантами или открытых временных оросительных каналов. Временные оросительные каналы при этом устраиваются в выемке параллельно друг другу с расстоянием между ними 100 м и более. На рисунке 19 показано действие двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100.

По мере развития энергетической базы, введения и освоения травопольной системы земледелия дождевание найдет широкое применение во многих орошаемых районах. Особенно широкие возможности для этого создаются в условиях электрификации сельскохозяйственных работ (электродождевание).

В течение ряда лет, и особенно за последнее время ВНИИГиМ изучал эффективность дождевания в производственных условиях — в районах Московской области

Основные показатели дождевальных машин

Наименование машины	Расход воды (в л/сек.)	Оросительная сеть	Производительность (в га) 1 рабочего за 8-часовую смену при норме полива 400 м ³ /га	Производительность машины за оросительный сезон (в га)
Короткоструйная дождевальная установка КДУ-41 (ВНИИГиМ)	18	Закрытая	0,5	30
Дождевальная система из трех КДУ-48 (ВНИИГиМ)	30	»	0,5—0,75	45
Самоходный дождевальный агрегат СДА-70 (ВНИИГиМ)	70	»	1,75	90
Дождевальная система из двух электрифицированных двухконсольных агрегатов ЭДДА-18 (ВНИИГиМ)	36	Временные каналы	2,2	66
Дождевальная система из двух дождевальных машин ДМ-40 (ВНИИГиМ)	80	Закрытая	2,0	120
Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100 (ВНИИГиМ)	100	Временные каналы	3,0—6,0	180
Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-80 (ВНИИГиМ)	80	То же	5—8,0	140
Дальноструйный дождевальный агрегат (ГрузНИИГиМ)	30	» »	1,6	45
Дальноструйная дождевальная установка ДДУ-48 (ВНИИГиМ)	20	Закрытая	1,2	36

центрально-черноземных областей, Поволжья, Северного Кавказа, Крыма, Украины, Азербайджанской ССР, Узбекской ССР, Казахской ССР. Это изучение показало высокую эффективность дождевания для зерновых хлебов, трав, хлопчатника, сахарной свеклы, овощей и других культур. По всем культурам достигнуто увеличение урожайности и резкое сокращение (в 1,5—2 раза) расходования воды.

24. СПОСОБ ПОЛИВА ЗАТОПЛЕНИЕМ

Полив затоплением по чекам характеризуется созданием слоя воды по всей поверхности поля. Этот способ в большинстве случаев не соответствует требованиям растений. Отрицательные стороны способа заключаются в подаче воды в 2—3 раза больше потребных норм, он разрушает структуру почвы, нарушает питательный режим растений (за исключением особых сортов риса), вызывает засоление и заболачивание земель, снижает производительность труда и препятствует механизации работ. Применение полива затоплением для хлопчатника запрещено постановлением правительства.

При поливе затоплением на поверхность почвы подается норма в 1,5—3 тыс. м³/га. Такая масса воды покрывает поверхность почвы толстым слоем в 100—200 мм. Интенсивность подачи воды таким способом превышает интенсивность дождевания в сотни раз.

Способ полива затоплением применим только для орошения риса, для промывки засоленных почв, лиманного орошения и при использовании паводковых вод. В других целях этот способ не должен применяться.

За последние годы разработаны способы полива риса также по бороздам и дождеванием.

Разновидностью этого способа полива является затопление по бороздам, что в конечном счете вызывает затопление почвы. Затопление по бороздам характеризуется теми же отрицательными качествами, что и затопление по чекам, и поэтому не может быть рекомендовано.

В хозяйствах, где затопление еще применяется для зерновых культур, трав, необходимо возможно скорее переходить к более совершенным способам полива по засеваемым бороздам, напуском по полосам или дождеванию.

Высокая культура земледелия и полив затоплением в вегетационный период несовместимы, так как первая направлена на повышение плодородия почвы, на создание почвенной структуры, а второй приводит к интенсивному разрушению структуры почвы и снижению ее плодородия.

25. НОВАЯ СИСТЕМА ОРОШЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Главным препятствием в развитии орошаемого земледелия в прошлом служил низкий уровень механизации сельскохозяйственных работ в условиях старой системы орошения.

Характерной особенностью старой системы орошения было то, что площади орошаемых полей разбивались на мелкие, изолированные друг от друга участки — «поливные карты», по границам которых устраивались каналы, непроходимые для тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин.

Такая система орошения находилась в коренном противоречии с непрерывно возрастающей механизацией сельскохозяйственных работ и снижала эффективность использования тракторного парка, машин и орудий на 25—50%.

Новая система орошения уничтожает это серьезное препятствие на пути развития механизации сельскохозяйственных работ. Она открывает широкие перспективы для развития орошения и в значительной мере сокращает трудовые затраты в орошаемом земледелии.

Но высокому уровню механизации еще противоречит техника полива, способы полива. Отсталая техника полива несовместима с новой системой орошения, ибо она требует огромных затрат ручного труда и является в настоящее время одним из главных препятствий для успешного развития орошения.

Многочисленными фактическими данными установлено, что еще до настоящего времени нормы выработки на одного поливальщика, в зависимости от его опытности и от местных условий, составляют от 0,25 до 1,0 га за 10-часовую смену. При продолжительности каждого полива в течение 10 дней один поливальщик при такой технике поливает лишь 2,5—10 га. Это значит, что, например, при поливе 1 000 га зерновых культур требуется от 100 до 400 поливальщиков, в то время как для обслуживания такой площади требуется не более 50—60 человек. Такое расхождение приводит к затяжке поливов, ухудшает их качество, мешает проведению других агротехнических мероприятий, вследствие чего урожай поливных культур получается низким.

Ясно, что затраты ручного труда в таких масштабах при значительном расширении поливных площадей, особенно под зерновые хлеба, травы, технические культуры, совершенно неприменимы.

Отсюда возникает задача развития способов полива до уровня современной механизации, до уровня новой системы орошения.

Разрешение этой задачи может быть достигнуто тремя путями: развитием самотечных способов орошения; развитием искусственного дождевания и подпочвенных способов орошения.

Для подачи оросительной воды в почву ее необходимо распределять: по бороздам — при бороздковом способе полива; по полосам — при поливе напуском; по поверхности почвы — при дождевании; по подпочвенным трубам и почвенным дренам — при подпочвенном орошении; по поливным чекам — при поливе затоплением.

Чтобы подавать и распределять оросительную воду по указанным элементам, ее необходимо подвести к ним. Для этого из распределительных каналов вода подается во временные оросители, а из последних в выводные и распределительные борозды или в переносные трубопроводы и дождевальные машины, непосредственно распределяющие воду по поливному полю.

В каждую борозду должно поступать такое количество воды, которое не размывает почвы и в то же время достаточно для равномерного увлажнения почвы по всей длине борозды.

Широкое распространение имеет регулирование подачи воды в борозды путем устройства прорезей в земляном валике. Однако такое регулирование трудоемко, неточно и не всегда достигает цели. Для усовершенствования способов распределения воды во многих колхозах и совхозах уже применяются поливные трубки, сифоны и щитки с отверстиями, которые позволяют улучшить регулирование подачи воды в борозды и уменьшить затраты ручного труда при поливах.

На рисунке 20 приводится схема полива с помощью трубок. На рисунке 21 дана схема полива при помощи сифонов¹.

¹ С. Оффенгенден и П. Симakov. Переход на новую систему орошения и организация всдопользования в колхозах.

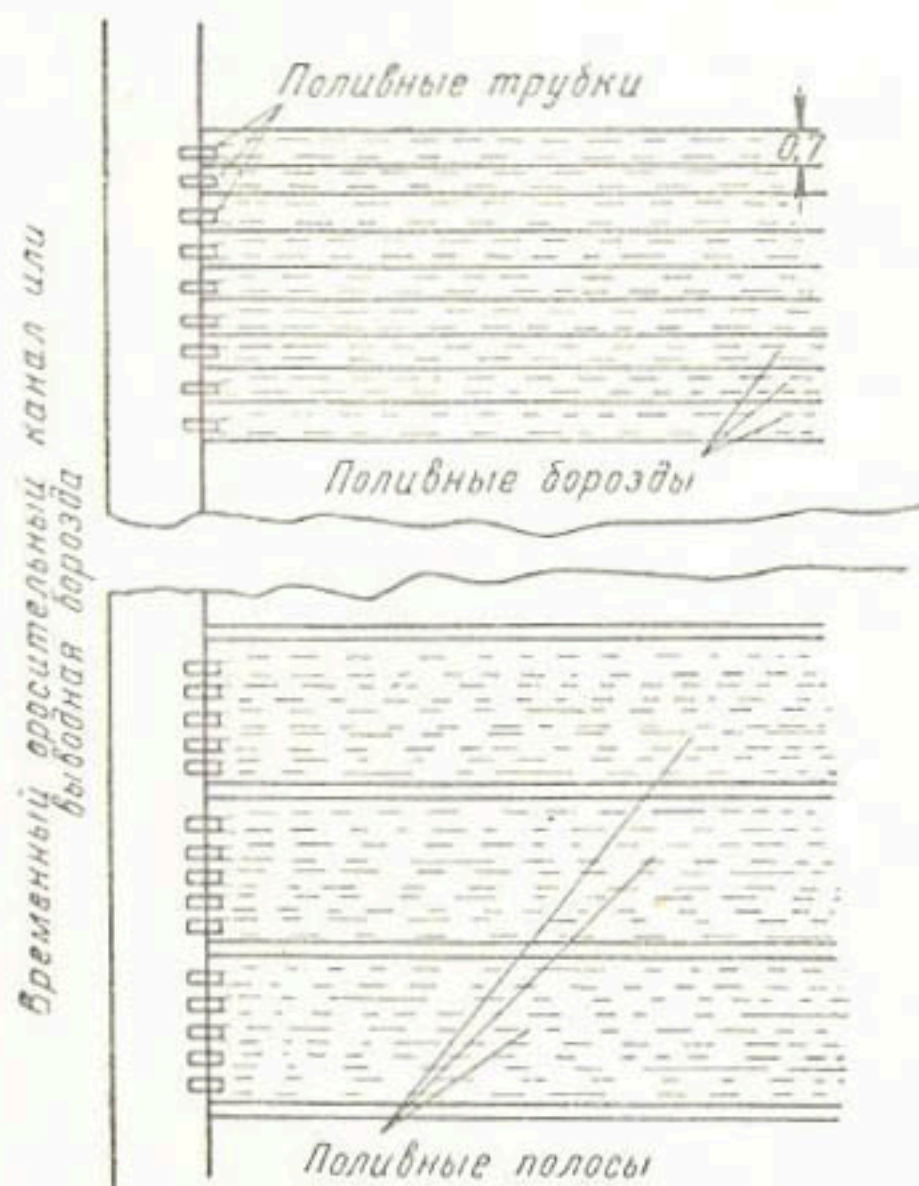
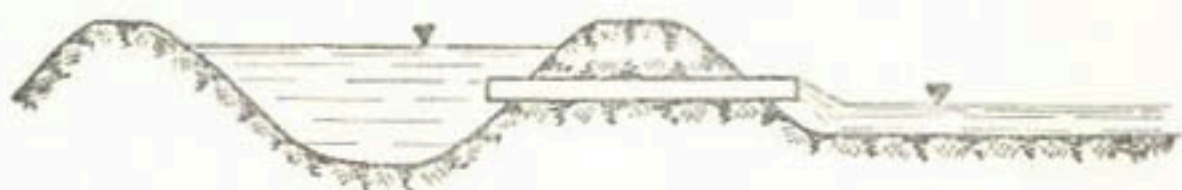


Рис. 20. Полив с помощью трубок.

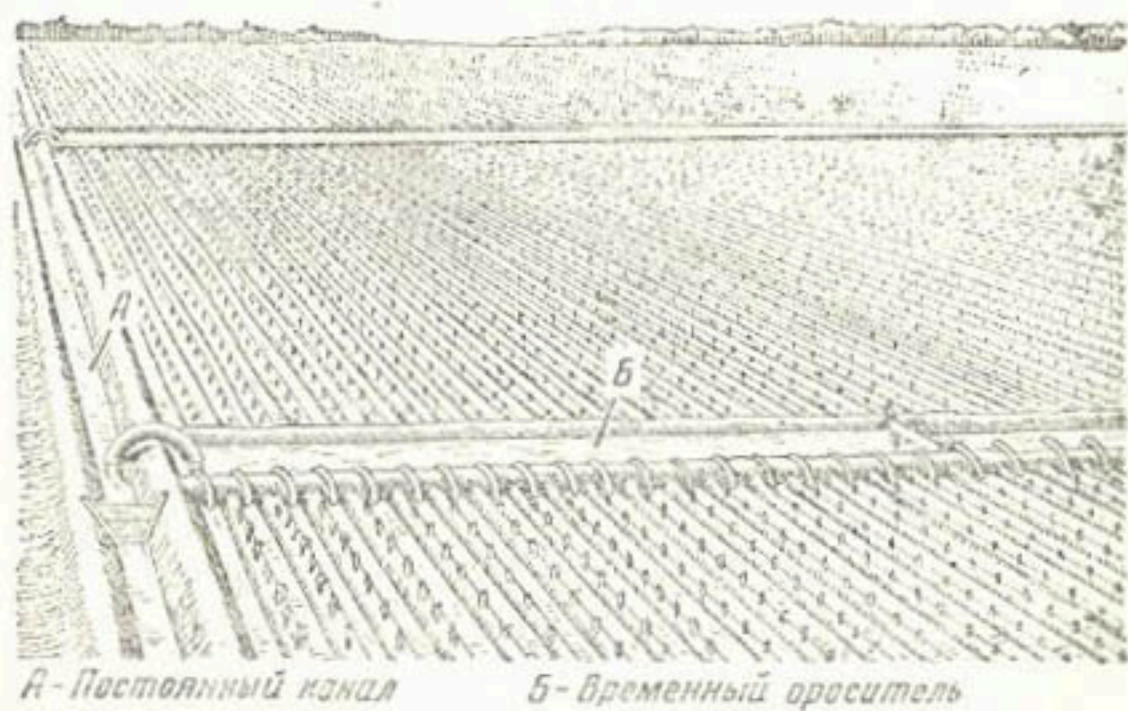


Рис. 21. Полив хлопчатника с помощью сифонов.

Трубки и сифоны изготовляют из кровельного железа; можно делать трубки и гончарным способом. Щитки делают из листового кровельного железа или досок. Каждый поливальщик должен иметь комплект трубок, сифонов или щитков на 40—60 поливных борозд. Размеры трубок, сифонов и отверстий в щитках и их пропускная способность устанавливаются в соответствии с величиной поливных струй и условиями их применения.

При поливе напуском используют доски-щиты, позволяющие распределять воду по полосам.

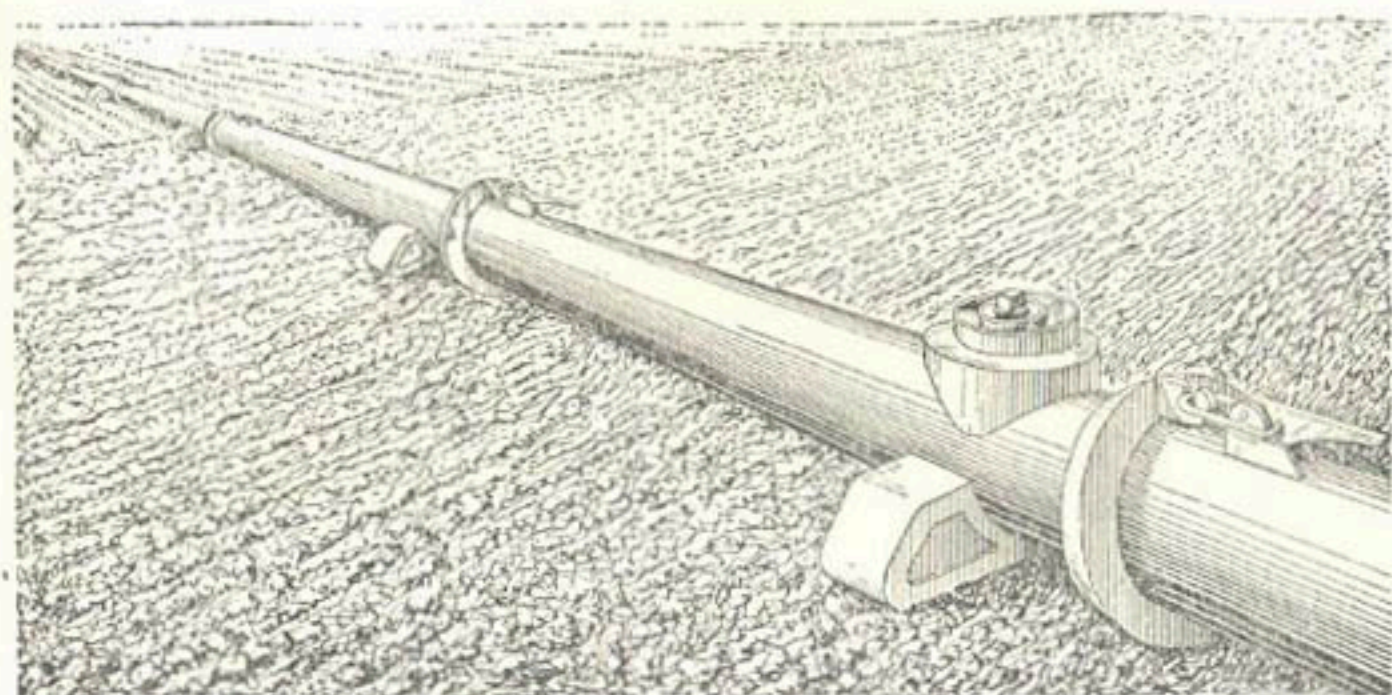


Рис. 22. Передвижной поливной трубопровод.

В условиях механической подачи воды для орошения на командную точку с помощью напорного трубопровода, а также при орошении овощных и пропашных культур, при больших уклонах местности целесообразно применение вместо оросителей передвижного трубопровода. Такой трубопровод собирается из легких тонкостенных металлических труб с соответствующими соединениями.

На рисунке 22 изображен передвижной трубопровод, разработанный на Курской опытно-мелиоративной станции ВНИИГиМ (З. И. Метельский).

Выводные и вспомогательные (распределительные) борозды, а также поливные трубки, щиты и водовыпускные сооружения, применяемые при поливе, можно с успехом заменить переносным поливным трубопроводом, который состоит из легких металлических труб длиной по 4 м; для быстрого соединения трубы снаб-

жены специальными стыками. На каждой трубе имеются водовыпускные отверстия с задвижкой для каждой поливной борозды.

Поливной трубопровод укладывают в месте, где должна проходить выводная борозда, и присоединяют к земляному оросительному каналу или к передвижному трубопроводу. Следовательно, поливной трубопровод может питать водой каждую борозду.

Для поливного переносного трубопровода, который заменяет поливную сеть и оборудование, требуется наличие только поливных борозд или полос. Пользование поливным трубопроводом повышает качество поливов. Но в местностях с малым уклоном пропускная способность поливного трубопровода при самотечной подаче воды значительно снижается, и производительность труда при поливах падает; количество же труб составляет около 10 м на 1 га.

Указанные выше рационализаторские способы хотя и дают некоторые преимущества, но все же они не разрешают проблему повышения производительности труда при поливах в соответствии с новой системой орошения и современными требованиями социалистического сельского хозяйства.

26. ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛИВА

В настоящее время ВНИИГиМ и его опытно-исследовательская сеть испытывают ряд высокопроизводительных способов полива. Из них заслуживают особого внимания: а) дождевальные или поливные машины с производительностью 80—100—200 л и более в секунду, обслуживаемые одним-двумя рабочими; б) новые способы самотечного поверхностного полива и подпочвенного орошения. Эти способы при одном поливальщике позволяют во время бороздкового полива увеличить величину поливного тока до 50—100 л/сек., а при поливе по поливным ложбинам, подпочвенным дренам и при орошении дождевальным или поливным агрегатом двухконсольного типа — до 100—200 л/сек.

Применение этих способов повышает производительность труда на поливах в 10—15 раз и более.

Большую роль в повышении производительности труда и улучшении качества поливов играют искусственные

оросительные ложбины, устраиваемые вместо постоянных оросительных каналов. Искусственные оросительные ложбины делают возможным увеличить поливной ток до 100—200 л/сек. В условиях применения таких ложбин обеспечивается беспрепятственная работа машин и орудий, полностью используется площадь под посевами.

Схема поперечного сечения оросительной ложбины приведена на рисунке 23. Откосы ее устраиваются пологими: $m =$ от 1:3 до 1:6, глубина ложбин H может быть принята 0,25—0,45 м. Внешний откос дамбы $m_1=1:3$. Оросительная ложбина прокладывается, как правило, поперек склона, главным образом в насыпи,

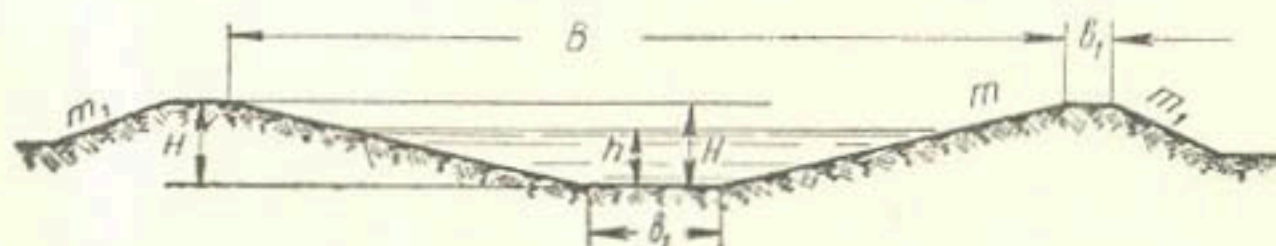


Рис. 23. Поперечное сечение оросительной ложбины.

чтобы создавалось наилучшее командование над поливным полем. Все сельскохозяйственные работы на площади, занятой под оросительную ложбину, — вспашка, сев, обработка и уборка — производятся машинами, так же как и на всей остальной площади. С введением оросительных ложбин отрицательные стороны оросительных каналов, в частности потери воды и зарастание, отпадают.

Выпуск воды из оросительной ложбины в борозды, полосы или поливные ложбины производится при помощи водовыпусков — сифонов или труб. Водовыпускная труба или сифон имеет пропускную способность в 10—15 л/сек.; диаметр их 10—12 см; делают их из кровельного железа. Вода из водовыпусков непосредственно поступает в поливные (распределительные) трубы, а из последних в борозды, полосы или поливные ложбины.

При поливе по бороздам поливная труба играет роль распределительной борозды. Она укладывается вдоль оросительной ложбины и одновременно выпускает воду в 20—40 борозд. Один поливальщик легко управляет 5—7 такими трубами и может проводить полив током воды от 50 до 100 л/сек. Производительность труда при этом составляет 3—5 га за 10-часовую смену, что в 5—10 раз больше, чем при обычных способах полива.

При поливе по полосам поливная труба делается небольших размеров. Выпуск воды из оросительной ложбины производится сифоном или водовыпускной трубой, а распределение ее по всей ширине полосы — поливной трубой. На рисунке 24 приводится схема расположения поливной трубы при поливе по полосам.

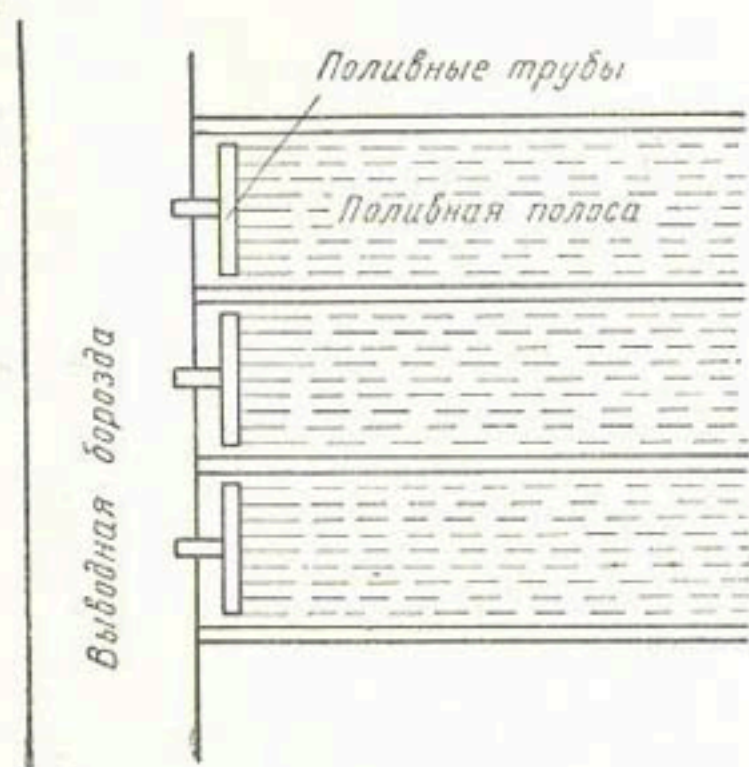


Рис. 24. Схема расположения поливных труб при поливе по полосам.

На широких полосах, каждая из которых требует расхода воды в 15—30 л/сек., воду можно выпускать при помощи 2—3 поливных труб или одной трубы большего диаметра. Один поливальщик при этом сумеет обслуживать 2—3 полосы с такой же производительностью, как и при поливе по бороздам с помощью поливных труб.

Дальнейшего повышения производительности труда на по-

ливах можно достигнуть заменой поливных полос поливными ложбинами, напоминающими узкие полосы или широкие борозды. Поливные ложбины обеспечивают хорошее распределение воды по поливному полю. Расстояние между поливными ложбинами лучше всего брать равным половине захвата тракторной сеялки. Валики для таких ложбин устраиваются с пологими откосами (1 : 2—1 : 3) и полностью засеваются; высота валиков — 10—15 см. В каждую такую ложбину можно выпускать струю до 10—12 л/сек.

На рисунке 25 дана схема поперечного сечения поливной ложбины. Один поливальщик может обслуживать одновременно до 10—20 поливных ложбин и управлять поливным током до 100—200 л/сек., а за оросительный сезон обеспечить поливом площадь в 50—100 га. Это значит, что производительность труда поливальщика при поливах по ложбинам может достигать 5—10 га за

смену, что в 10—20 раз больше, чем при обычных способах самотечного полива.

Выпуск воды из оросительной ложбины осуществляется сифоном или выпускной трубой, и вода распределяется по ширине поливной ложбины при помощи поливной (распределительной) трубы.

Наибольшая производительность труда может быть достигнута применением оросительных ложбин, расположенных поперек склона, на расстоянии друг от друга 100—150 м, и поливных подпочвенных дрен, расположенных вдоль склона на расстоянии друг от друга 0,3—1 м и на глубине 35—45 см. Полив в этом случае сводится

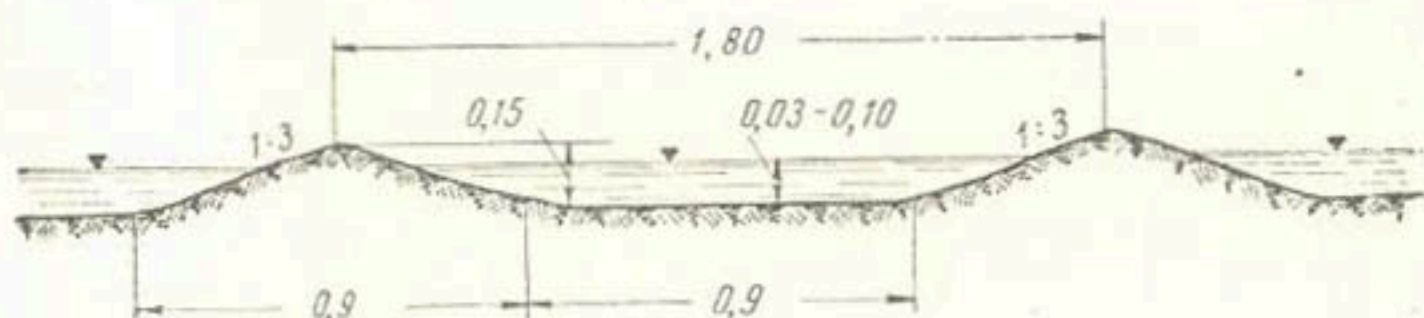


Рис. 25. Схема поперечного сечения поливной ложбины.

к выпуску воды в оросительные ложбины и поддержанию расчетного горизонта в последних. Вода из ложбины, автоматически поступая в поливные дрены и продвигаясь по ним, впитывается в почву, увлажняя ее до полевой влагоемкости. Этот способ освобождает от всех отрицательных сторон орошения, связанных с распределением воды по поверхности почвы.

Оросительные ложбины могут быть применены также с дождевальными агрегатами двухконсольного типа. Высокая производительность труда достигается при влагозарядочных поливах по глубоким бороздам или полосам. Эти поливы производятся большими нормами до или после вспашки, когда поле не занято культурой. Количество поливов минимальное. Величины струй в бороздах и полосах достигают 5—8 л/сек. Производительность труда поливальщиков повышается в 5—10 раз.

V. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ПЛАНОВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

27. ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА В КОЛХОЗАХ ПРИ ОРОШЕНИИ

Поскольку внутрихозяйственное водопользование является составной частью всего производственного процесса на орошаемых землях, постольку и планирование его должно вестись в неразрывной связи с планированием основных работ и организации труда в колхозах или совхозах.

Основной производственной единицей в колхозе является бригада. Внутри бригад при выращивании пропашных культур (сахарная свекла, хлопчатник и другие) работа организуется по звеньям.

В ст. 14 Примерного устава сельскохозяйственной артели сказано:

«Из членов артели правление создает производственные бригады.

Полеводческие бригады выделяются на срок не менее полного севооборота.

Полеводческой бригаде отводятся участки в полях севооборота на срок севооборота».

Организация бригад и прикрепление к ним участков в полях севооборота на весь срок севооборота — все это требует строгого планирования всего производственного процесса, в том числе водопользования, на ряд лет. Плановая организация всего внутрихозяйственного производственного процесса уже превратилась в неотъемлемую часть колхозной системы труда.

Организация бригад в колхозах исходит из задач успешного выполнения всего комплекса работ на закрепленных за ними участках, в том числе и успешного выполнения плана водопользования.

Опыт работы колхозных бригад и звеньев в хлопковых районах показал, что в состав бригады должно входить 35—70 человек.

Размеры бригад и звеньев в каждом отдельном случае определяются на основе учета площади посевов, соотношения высеваемых культур, принятой системы обработки почвы, уровня механизации, количества тягловой силы, роста производительности труда, норм выработки на машины и ручной труд, степени освоения техники полива и использования воды.

Современный уровень механизации полевых сельскохозяйственных работ обеспечивает механизированное проведение вспашки, боронования, сева, междурядной обработки пропашных культур и уборки. При возделывании пропашных культур, особенно хлопчатника, сахарной свеклы, пока еще приходится затрачивать значительное количество ручного труда на послеполивную обработку и на уборку. Однако с развитием техники эти и другие, еще не механизированные процессы постепенно механизуются.

Немеханизированным остается пока и полив. Но и этот вид работ, как было сказано выше, в скором времени будет механизирован и автоматизирован.

При составлении плана водопользования, в соответствии с принятыми нормами выработки на поливах и тракторных работах, по каждой бригаде и поливному участку необходимо установить количество поливальных машин и количество тракторов для проведения послеполивных обработок.

Для зерновых, технических и других культур узкорядного сева после поливов обработка почвы не производится, а для пропашных культур большая часть поливов сопровождается послеполивными обработками. В первом случае поливы проводятся возможно быстрыми темпами, чтобы на каждом поле севооборота или на поливном участке создать условия для равномерного роста развития и созревания культур, что очень важно при механизированной уборке всего массива одновременно.

Во втором случае, кроме выполнения этого требования, нельзя допускать отставания послеполивных обработок от темпов полива.

Нормы выработки по проведению поливов и по обработке почвы зависят от уровня развития техники, квалификации рабочей силы, степени овладения техникой и от организации труда.

В практике орошения обычно рекомендуют следующие средние нормы выработки: по поливам — от 0,5 до 1,0 га на 1 человека за смену; по послеполивным обработкам тракторным культиватором — от 15 до 20 га в день на 1 трактор; по ручным послеполивным обработкам кетменами — от 0,1 до 0,2 га на одного человека за смену.

Для зерновых, трав и других культур узкорядного сева значительные трудности представляет организация поливов, ибо они требуют огромных затрат труда по сравнению с тракторными работами. Например, без орошения на одного трудоспособного можно принять 10—20 га зерновых посевов, при орошении же каждый поливальщик при существующих нормах может обслужить только около 3—10 га. Это значит, что в поливном хозяйстве на одного человека придется только около 7 га зерновых, что совершенно не соответствует высокому уровню механизации.

Еще хуже обстоит дело с ручной обработкой пропашных культур. Здесь, если не допускать отставания обработки почвы от поливов, на каждого человека приходится около 1—2 га, в то время как в течение десятидневной продолжительности одного полива хлопчатника или сахарной свеклы механизированная обработка почвы тракторным культиватором может составить 150—200 га.

Одно лишь применение рациональных способов полива позволит в 8—10 раз увеличить площадь, обслуживаемую поливальщиком.

Поэтому при составлении плана водопользования и расстановки кадров необходимо предусматривать все меры для рационального использования тракторов, повышения производительности труда на поливах и послеполивных обработках. Поливы и культивация должны проводиться с одинаковыми темпами. Ручная обработка почвы всемерно должна заменяться механизированным трудом. Для этого, в частности, нужно внедрять перекрестную культивацию, которая дает возможность сократить ручную обработку на 70—90%.

В современных условиях, когда орошение приобретает все более широкие масштабы, недостаток рабочей силы в орошаемом земледелии будет полностью устранен с механизацией процессов поливов и связанных с ними обработок почвы. В условиях степных и лесостепных районов необходимо применять такую технику орошения,

при которой затраты труда в орошаемом земледелии не намного бы превышали затраты труда в неорошаемом земледелии, но чтобы в то же время урожайность культур на орошаемых землях была по меньшей мере в 2—4 раза больше урожаев на неорошаемых землях.

Для составления плана поливов необходимо прежде всего провести расстановку сил колхоза в соответствии с плановыми государственными заданиями.

В плане водопользования должны быть предусмотрены следующие работы:

а) по устройству временной оросительной сети, ремонту распределительных каналов и сооружений, подготовке поливного инвентаря (переносных сооружений, поливных труб, сифонов, дождевальных установок и машин и др.);

б) по выравниванию полей, нарезке борозд, полос и другим мероприятиям по подготовке полей к поливу;

в) по проведению поливов;

г) по проведению послеполивных обработок;

д) по повышению эффективности использования оросительной воды.

По каждой культуре, в соответствии с заданными посевными площадями и установленными агротехническими мероприятиями, в целях обеспечения плановой урожайности, определяются также время и потребная рабочая сила для проведения поливов и связанных с ними работ.

Общее время, потребное для проведения всех поливов и обработок, можно определить из следующей зависимости:

$$T_0 = \frac{r_0 \cdot A_0}{n \cdot N}, \quad (13)$$

где T_0 — общее время, потребное для проведения всех поливов, обработок и других мероприятий;

A_0 — планом заданная поливная посевная площадь;

r_0 — число поливов, количество обработок или других работ;

n — суточная норма выработки на одного человека по поливу, обработке или другим мероприятиям;

N — количество трудоспособных, намечаемых на поливы, обработки и другие виды работ.

Для этого при составлении плана работ по колхозу и каждой бригаде необходимо: определить величину T_0 по каждой культуре и по каждому виду работ в отдельности; сопоставить полученные величины с агротехнически допустимыми сроками всзделывания каждой культуры.

Если потребное для поливов, обработок и других работ время с излишком укладывается в агротехнические сроки, следует обратить большее внимание на улучшение качества работ и расширить площадь посевов. Если же вычисленное таким образом время превысит допустимые агротехнические сроки, то для выполнения планового задания необходимо обеспечить дополнительные меры по дальнейшему повышению производительности труда увеличением величины нормы выработки n .

Рациональное использование оросительной воды состоит не только в том, чтобы хорошо увлажнять почву, но главным образом в том, чтобы поданная в почву вода сохранялась в ней и максимально обеспечивала потребности культурных растений во влаге.

Прочное сохранение поливной воды в почве можно обеспечить несколькими способами. Наиболее радикальным и в то же время наиболее простым и общедоступным способом является создание структурной почвы введением правильных травопольных севооборотов.

Большое значение имеет также искусственное рыхление почвы путем механизированной культивации и кетменевания. Особенно полезна перекрестная культивация, которая на 80% сокращает ручной труд по послеполивной обработке почвы.

Опыты по увлажнению почвы (без культур) показали, что на бесструктурных почвах без послеполивной обработки испарение воды через поверхность почвы составляет: через 8—10 суток после полива 70—80%, а через 15—17 суток после полива 100% от поданной поливной нормы.

Многочисленные опыты СоюзНИХИ, ВНИИГиМ, САНИИРИ и переловых колхозов и совхозов показывают, что при тех же условиях, но с применением на третий день после полива обработок, испарение воды из почвы составляет лишь 50—60% через 8—10 дней и 60—70% через 15—17 дней после полива.

Большое значение для сохранения влаги в почве имеет также мульчирование. Покрытие после полива по бороздам смоченной поверхности перегноем сокращает потери воды на испарение через поверхность почвы на 50 %.

Большое значение имеет также правильная техника полива, которая обеспечивает промачивание возможно меньшей поверхности почвы. В этом отношении полезен полив по глубоким бороздам с малым наполнением, а еще более радикальное значение имеют подпочвенные способы орошения, которые не сопровождаются промачиванием поверхности почвы.

28. РАЗМЕР ПОЛИВНОГО ТОКА

Величина поливного тока планируется с таким расчетом, чтобы подача воды и ее полное, рациональное использование строго соответствовали друг другу. Если воды будет подано меньше — это вызовет простой в работе поливальщиков, если же воды поступит больше — неизбежны ее потери.

Объем поливной воды W , потребной для полива определенной площади ω (в га), при норме полива m (в м³/га) составляет:

$$W = \omega \cdot m. \quad (14)$$

Но этот объем воды не может быть подан и использован сразу. Тогда потребовалось бы затопить всю площадь, понадобилось бы неимоверно большое количество поливальщиков, а размеры каналов и сооружений получились бы огромными. Вода на полив подается постепенно, непрерывным током, в течение определенного для каждого полива промежутка времени. Так, например, в пределах площади одного поля севооборота или одного поливного участка рекомендуется:

а) для зерновых, трав и других культур узкорядного сева 2—4 суток;

б) для пропашных культур 1—2 суток.

Чем быстрее проводится полив, тем лучше, если это не вызывает затруднений в рабочей силе и не противоречит пропускной способности каналов. Надо всегда помнить, что вода при орошении должна подаваться не в произвольных темпах и размерах, а в строгом соответствии с требованиями производственного процесса,

направленного на рациональное и полное использование оросительной воды по назначению.

Если производительность поливального поливального составляет n га за смену, а объем воды, потребный для полива данной площади ω (в га), составляет W м³, то потребное количество поливальных N при норме полива m (в м³/га) будет

$$N = \frac{\omega}{n \cdot m} \quad (15)$$

или

$$W = Nnm. \quad (16)$$

Отсюда секундный ток воды, т. е. величина поливного тока в литрах в секунду, определяется в следующем виде:

$$q = \frac{W \cdot 1000}{3600t} = \frac{W}{3,6t} = \frac{Nnm}{3,6t} = \frac{\omega \cdot m}{3,6 \cdot t}, \quad (17)$$

где t — количество часов в смене;

ω — площадь, которая должна быть полита за смену;

N — количество поливальных, работающих с нормой выработки n га в смену.

Так как при подаче воды происходят некоторые потери ее в пути, то поливной ток воды окончательно определяется в виде

$$q = \frac{nmN}{3,6 \cdot t \cdot \eta} = \frac{m \cdot \omega}{3,6 \cdot t \cdot \eta}, \quad (18)$$

где η — коэффициент полезного действия оросительной сети.

Подача воды в такой зависимости полностью согласуется с производственными интересами колхоза, совхоза, бригады. Поэтому вполне уверенно можно сказать, что при соблюдении указанного условия подачи воды и элементарной производственной дисциплины исключаются всякие случаи неиспользования воды и сброса ее.

Величина поливного тока прямо пропорциональна производительности труда, поливной норме культуры и обратно пропорциональна коэффициенту полезного действия оросительной сети.

Таким образом, с повышением производительности труда при поливах величина потребного поливного тока будет возрастать.

Превышение поливного тока над указанной величиной q означает, что либо поливальщики должны работать с более высокой производительностью, чем предусмотрено по принятым нормам выработки, либо, если они к этому не готовы, будет нарушено рациональное использование поливной воды, и значительная часть ее будет потеряна на фильтрацию в грунт или сбросы, а качество полива ухудшится.

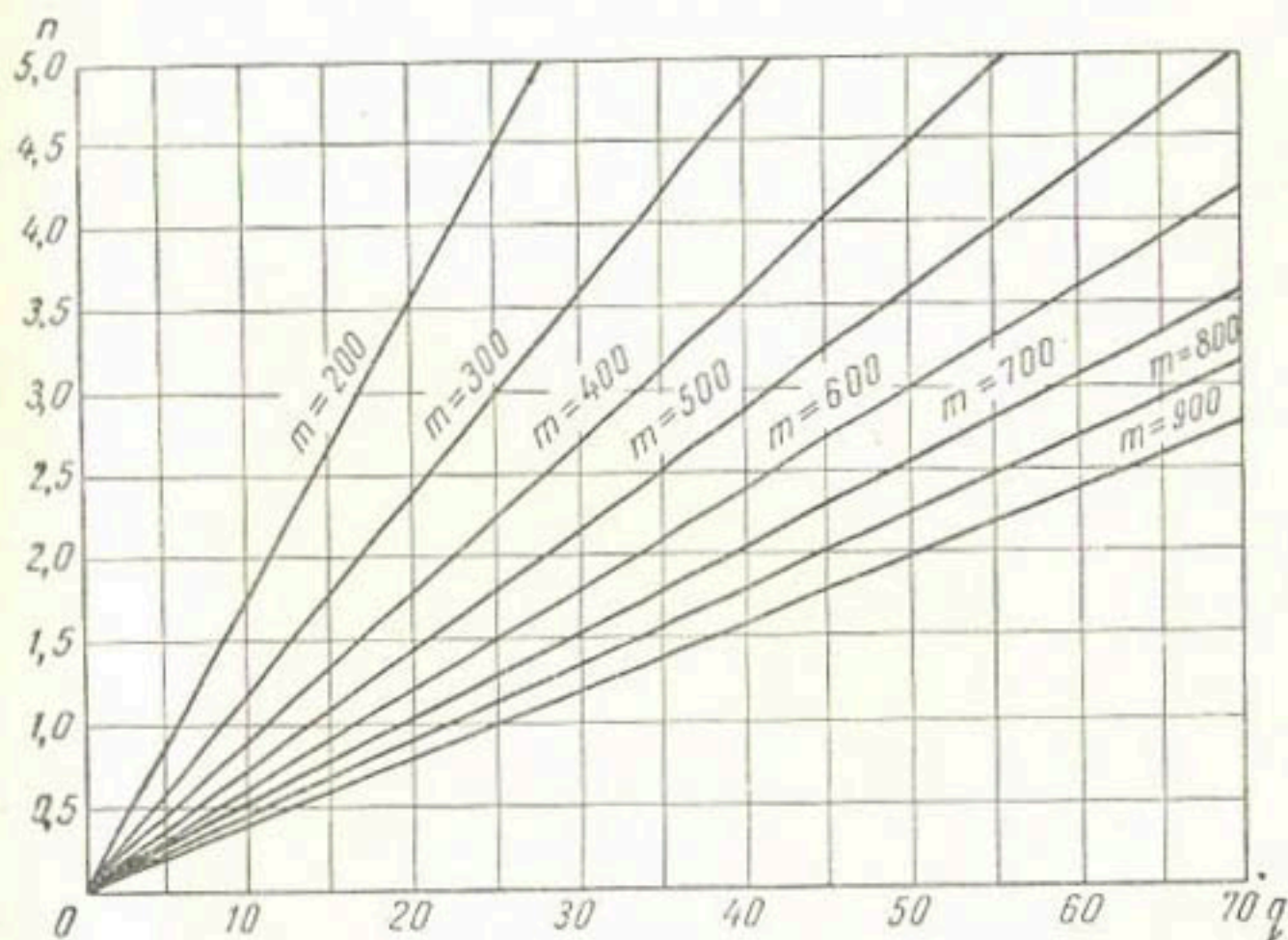


Рис. 26. График зависимости поливного тока на одного рабочего-поливальщика от норм полива и производительности труда (n — от 0,5 до 5 га в смену).

Подача поливного тока меньше величины q снижает производительность труда поливальщиков, удлиняет продолжительность поливов, что приводит к неравномерному поспеванию почвы, ухудшению условий для механизированной послеполивной обработки и увеличению потерь воды.

С развитием техники полива, улучшением обработки почвы, с механизацией и автоматизацией этих трудоемких процессов величина нормы выработки n повышается. Вследствие этого на каждого поливальщика должна быть увеличена и водоподача для полива большей площади. Величина площади, которая может быть

полита и обработана, соответственно изменится в зависимости от нормы выработки n и количества поливальщиков N , т. е. по зависимости

$$\omega = nN. \quad (19)$$

Чтобы не допускать разрыва между поливами и послеполивными обработками почвы сверх допустимых

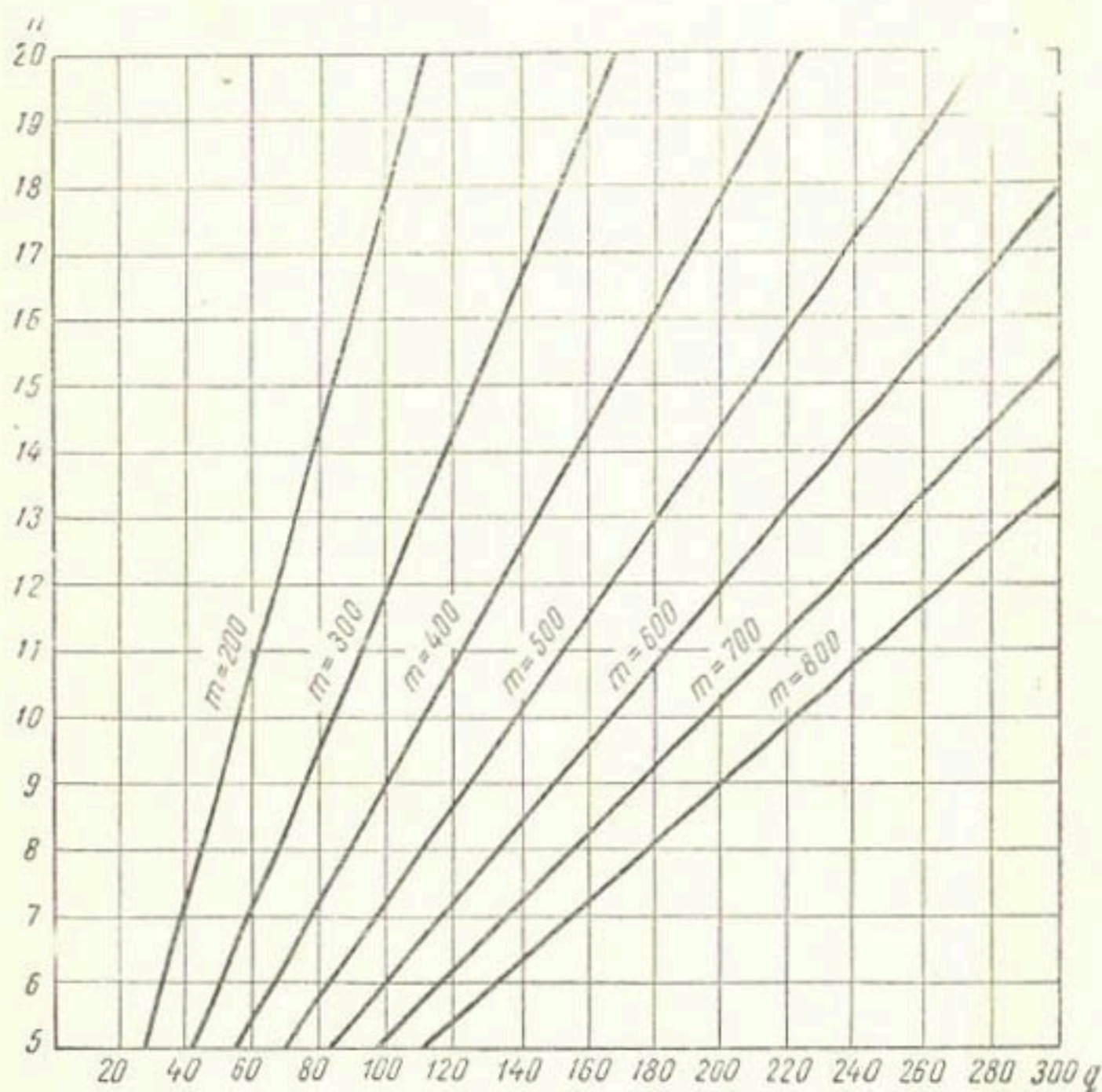


Рис. 27. График зависимости поливного тока на одного рабочего — поливальщика от норм полива и производительности труда (n — от 5 до 20 га в смену).

1—3 дней для поспевания ее, величину поливного тока всегда надо устанавливать из расчета обеспечения наиболее трудоемких работ. Если наиболее трудоемкими являются поливы, то берутся нормы выработки по поли-

вам, если же наиболее трудоемкими являются обработки почвы, то берутся нормы последних.

Для определения величины поливного тока на одного поливальщика при 10-часовой смене, подставив (в 18) $N = 1$, $\eta = 1$ и $t = 10$, получим

$$q = \frac{m \cdot n}{36,0} \quad (20)$$

Для практического пользования, в зависимости от нормы выработки поливальщиков в смену (n) и величины поливной нормы (m), в таблице 25 приведены величины поливного тока в литрах в секунду на одного поливальщика, подсчитанные по зависимости (20).

На основе данных таблицы построен график зависимости q от m и n (рис. 26 и 27).

Таблица 25

Норма выработки 1 поливальщика (в га) в 10-часовую смену	Поливная норма (в м ³ /га)							
	300	400	500	600	700	800	900	1 000
	Размеры поливного тока на 1 поливальщика (в л/сек.)							
0,25	2,083	2,778	3,472	4,167	4,861	5,555	6,25	6,944
0,50	4,166	5,555	6,944	8,333	9,722	11,111	12,50	13,889
0,75	6,250	8,333	10,417	12,500	14,583	16,666	18,75	20,833
1,00	8,333	11,111	13,889	16,667	19,444	22,222	25,00	27,778
1,5	12,499	16,666	20,833	25,000	29,166	33,333	37,50	41,667
2,0	16,666	22,222	27,778	33,334	38,888	44,444	50,00	55,556
2,5	20,832	27,777	34,722	41,667	48,610	55,555	62,50	69,445
3,0	24,999	33,333	41,667	50,001	58,332	66,666	75,00	83,334
3,5	29,165	38,888	48,611	58,334	68,054	77,777	87,50	97,223
4,0	33,332	44,444	55,556	66,668	77,776	88,888	100,00	111,112
4,5	37,498	49,999	62,500	75,001	87,498	99,999	112,50	125,00
5,0	41,665	55,555	69,445	83,335	97,220	111,110	125,00	138,890
6,0	49,998	66,666	83,334	100,002	116,664	133,332	150,00	166,668
7,0	58,331	77,777	97,223	116,669	136,108	155,554	175,00	194,446
8,0	66,664	88,888	111,112	133,336	155,552	177,776	200,00	222,224
9,0	74,997	99,999	125,001	150,003	174,996	199,998	225,00	250,00
10,0	83,330	111,110	138,890	166,670	194,440	222,220	250,00	277,780
11,0	91,663	122,221	152,779	183,337	213,884	244,442	275,00	305,558
12,0	99,996	133,332	166,668	200,004	233,328	266,664	300,00	333,336

В таблице 25 и на графиках (рис. 26 и 27) величины поливного тока даны для 10-часовой смены. При изменении количества часов в смене, например 8 или 12 часов, величины поливного тока нужно разделить на 10 и умножить на количество часов в смену (на 8, 12 и т. д.).

29. СОСТАВЛЕНИЕ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ПЛАНА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

При составлении плана водопользования прежде всего необходимо иметь плановое задание по поливным площадям, план размещения культур по полям севооборотов, бригадным и поливным участкам, установленную плановую урожайность по каждой культуре, данные о количестве трудоспособных, о количестве тракторов, выделенных МТС на нарезку борозд и культивацию, о количестве тягла и инвентаря по бригадам, а также нормы выработки на механизированных и ручных работах.

Для составления плана водопользования необходимо иметь также план орошаемого земельного участка с характеристикой почв и с указанием распределительной и оросительной сети, поливных участков, полей севооборотов и границ бригадных участков. План орошаемого земельного участка достаточно иметь в масштабе 1 : 10 000. На этом плане указываются номера и площади поливных участков и полей севооборота, а также точки выдела воды колхозу, бригадам, поливным и приусадебным участкам, сооружения, водомерные устройства и наблюдательные скважины.

При составлении плана водопользования необходимо иметь также сведения об оросительной и распределительной сети и коэффициенте полезного действия ее, о состоянии почв и об уровне грунтовых вод.

План внутрихозяйственного водопользования содержит в себе:

- а) план проведения поливов;
- б) план распределения воды между бригадными и поливными участками;
- в) график плановой водоподачи по хозяйственным отводам.

Величина поливного тока и вообще водоподачи для орошения должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- а) каждый полив должен проводиться бесперебойно;
- б) нельзя допускать излишков воды сверх количества, которое может быть рационально использовано;
- в) между поливами и послеполивными обработками пропашных культур не должен быть допущен разрыв свыше 1—3 дней, необходимых для поспевания почвы.

Для соблюдения этих требований в каждом колхозе, совхозе по бригадам должны быть установлены не только режимы орошения культур и нормы выработки, но и план проведения поливов.

В плане проведения поливов должны быть точно определены: сроки проведения поливов и связанных с ними обработок; площади, подлежащие поливу и обработкам; количество поливальных машин и работников, обрабатывающих почву; нормы каждого полива и нормы выработки по поливам и обработкам.

План проведения поливов по колхозу в целом и по бригадам можно составлять по форме 1. Эта форма уточняется в соответствии с местными условиями.

В первой графе нужно указать номер бригады или севооборотного участка. План полива строится по севооборотному участку и проводится в жизнь бригадой. Для каждой бригады или севооборотного участка составляется самостоятельный план полива. На основе таких планов по бригадам и севооборотным участкам составляется план поливов по хозяйству в целом.

Во второй графе приводятся номера поливных участков или полей севооборотов с указанием культуры и площади поля. Обычно поливной участок и поле севооборота могут совпадать. При крупных полях севооборотов и сравнительно малых размерах поливных участков в одном поле может быть 2—3 поливных участка. Наоборот, при крупных размерах поливных участков и сравнительно малых размерах полей севооборота на одном участке может размещаться несколько полей.

При составлении планов полива во всех случаях нужно расчеты водоподачи вести на поливной участок, если его размер меньше площади поля севооборота, и на поле севооборота, если его площадь меньше площади поливного участка.

В третьей графе указывается номер и пропускная способность (в л/сек.) участкового распределительного канала, из которого вода подается на поливной участок

IV полив и другие	норма полива (в м ³ /га)	расход воды (в л/сек.)	количество по- ливателей	время обра- ботки и коли- чество трак- торов	время полива
III полив	норма полива (в м ³ /га)	расход воды (в л/сек.)	количество по- ливателей	время обра- ботки и коли- чество трак- торов	время полива
II полив	норма полива (в м ³ /га)	расход воды (в л/сек.)	количество по- ливателей	время обра- ботки и коли- чество тракто- ров	время полива

или в поле севооборота. Например, распределительный канал № 1, пропускная способность 200 л/сек.

В четвертой графе для каждого полива (влагозарядочный и вегетационный поливы, промывки) указывается:

а) время (срок) проведения полива, т. е. месяц, число и количество суток, например: 20/V—21/V — 2 суток;

б) норма полива в куб. метрах на гектар, которая устанавливается дифференцированно по полям севооборота;

в) расход воды для полива на площади данного поля или поливного участка; величина этого расхода определяется в зависимости от площади (ω) поля или поливного участка, нормы полива m и принятого срока проведения полива t ; например, при площади поля или участка $\omega = 48$ га, норме полива $m = 800$ м³/га и сроке проведения полива $t = 48$ часам, величина расхода q в л/сек. составит

$$q = \frac{\omega \cdot m}{3,6 \cdot t} = \frac{48 \cdot 800}{3,6 \cdot 48} = 222 \text{ л/сек.};$$

г) потребное количество поливальщиков в сутки, которое зависит от нормы выработки по поливам и от площади, которую нужно полить за сутки; допустим, что нужно поливать хлопчатник на площади 48 га в течение двух суток при норме выработки по поливам $n = 2$ га в смену; в этом случае потребуется поливальщиков за сутки

$$N = \frac{48}{2} = 24 \text{ чел., а в каждую смену}$$

$$N_{\text{см}} = \frac{24}{2} = 12 \text{ чел.};$$

д) время обработок и количество тракторов; время обработок устанавливается в зависимости от поспевания почвы и необходимости выполнения этих работ без разрыва между поливами и обработками, сверх времени, потребного для поспевания почвы.

Количество тракторов определяется из потребности ежедневной обработки такой же площади, которая поливается. Зная норму выработки трактора n_1 и площадь, поливаемую в сутки ω , можно определить количество

На основе плановых данных составляется заявка колхоза или совхоза на воду по каждому хозяйственному отводу, которая передается управлению оросительной системы. В этой заявке указывается площадь посевов по поливным культурам, нормы и число поливов и график плановой водоподачи.

При составлении планов водопользования необходимо проверить пропускную способность каналов и сооружений. В случае превышения потребных расходов над возможной пропускной способностью каналов и сооружений необходимо принять меры по увеличению их пропускной способности. Если же для этого нет реальных возможностей, нужно постараться повысить коэффициент полезного действия оросительной сети или несколько удлинить сроки поливов, или же, в отдельных случаях, уменьшить поливные нормативы, однако не нарушая требований высокой агротехники, необходимых для получения высоких урожаев.

Внутрихозяйственные планы водопользования составляются колхозами и совхозами при помощи районного гидротехника (районного мелноратора или участковых гидротехников) и агрономов машинно-тракторных станций. Планы внутрихозяйственного водопользования утверждаются Исполнительным комитетом районного совета депутатов трудящихся.

План водопользования составляется на весь период работы оросительной системы для вегетационных, предпосевных, осенне-зимних влагозарядковых и промывных поливов. На основе планов водопользования колхозов, совхозов и других потребителей оросительной воды составляется общесистемный план водопользования, который включает в себя весь процесс забора воды из источника орошения и распределение ее между колхозами, совхозами и другими водопользователями.

39. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛАНА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Плановое водопользование — это не только составление плана, но и, самое главное, осуществление его в действительности.

Утвержденные планы водопользования по каждому колхозу и совхозу должны строго выполняться. Но это

не значит, что они не должны уточняться и улучшаться в период использования воды. Изменения в планы водопользования могут быть внесены в соответствии с уточнением норм и сроков полива, в зависимости от конкретных метеорологических, почвенных и других условий на данный период, а также в соответствии с улучшением организации труда и применением более совершенных способов полива.

Чтобы план водопользования сделать действенным, на его основе нужно составлять планы проведения каждого полива. Передовые колхозы хлопковых районов Средней Азии такие планы составляют на период 10—15 дней. Они рассматривают составление внутриколхозного плана лишь как начало осуществления планового водопользования в колхозе.

План водопользования, составленный в начале года, в зависимости от конкретных условий его осуществления, уточняется и улучшается.

Важнейшим условием планового водопользования является возможно быстрое проведение поливов и обеспечение тем самым своевременного проведения тракторных обработок почвы после поливов пропашных культур.

Практика показывает, что за 1—2 дня после полива пропашных культур почва поспевает, после чего нужно быстрыми темпами проводить обработку почвы. Своевременная обработка обеспечивает, во-первых, разрыхление уплотнившейся почвы и предотвращает образование корки, чем улучшается водный, воздушный и тепловой режим почвы; во-вторых, этим самым резко сокращаются потери воды на испарение через поверхность почвы.

Запоздавшая послеполивная обработка почвы приводит к образованию корки и ухудшает условия произрастания поливных культур, причем ежедневно 50—80 м³ воды с 1 га бесполезно испаряется через поверхность почвы. Поскольку 1—2 дня после полива почву не обрабатывают, чтобы она поспевала, постольку уже при каждом поливе вынужденно теряется воды от 50 до 160 м³/га. Это означает, что в среднем при норме полива 800 м³/га около 12% поливной воды уходит на вынужденные потери. Эти потери можно устранить созданием структурных почв на основе травопольных севооборотов или применением подпочвенных способов полива.

Оттягивание обработок почвы дополнительно еще на 2—3 дня увеличивает потери воды до 25—30% поливной нормы. Причиной такого оттягивания чаще всего является плохая организация и низкая производительность труда на поливах. Часто в результате расстановки поливальщиков по многим поливным участкам и массивам и раздробления расхода воды на малые токи поливной участок поливается в течение многих дней.

Когда же полив всего участка заканчивается и после полива последних борозд приходится ждать 1—2 дня для поспевания почвы на последней полосе, первые политые борозды уже почти полностью теряют воду на испарение.

Кроме того, распыление поливного тока на мелкие части по разным участкам приводит к усилению потерь воды на фильтрацию и сбросы. Отсюда следует правило: поливной участок должен быть полит в минимально короткие сроки — лучше всего в 1—2 суток возможно большим расходом воды.

При старой системе орошения, когда господствующим был ручной труд, поливы проводились медленными темпами, малыми поливными токами, техника полива была на низком уровне. Сколько примерно поливалось, столько же ручным трудом и обрабатывалось.

При новой системе орошения прежние темпы поливов неприемлемы. Они препятствуют механизированной послеполивной обработке, которая может быть проведена не на мелких площадках, а в масштабах целого поливного участка. Любое поле, любой поливной участок должны быть обработаны в течение одних-двух суток. Если одного трактора для таких темпов культивации недостаточно, нужно использовать большее количество тракторов.

Чтобы в соответствии с этим быстро провести поливы, необходимы наиболее производительные способы поливов, нужно также создавать в каждой бригаде требуемую группу поливальщиков. Высокопроизводительные способы полива во много раз сокращают потребное количество поливальщиков, но подготовку каждого поливальщика, его квалификацию надо в значительной мере повышать. Быстрое проведение поливов и соответственные темпы послеполивных обработок устраняют вредные разрывы между ними. Так, если в бригаде

50—80 человек обрабатывают 100—150 га хлопчатника, то при норме выработки на поливах $n = 2,5$ га в смену (12 часов) и при условии, что вся площадь каждого поливного участка размером $\omega = 40$ га должна быть полита в одни сутки ($T = 1$), число поливальщиков в каждую смену при двухсменной работе должно быть

$$N = \frac{\omega}{2Tn} = \frac{40}{2 \cdot 1 \cdot 2,5} = 8 \text{ чел.}$$

Для полива этой площади в течение двух суток число поливальщиков в смену будет равно 4. Следовательно, в каждую смену может работать по 4—8 поливальщиков.

Часто бывает так, что поливальщик работает целые сутки, а на другой день отдыхает. Такая практика ведет к ухудшению качества полива, к потерям воды, причем производительность труда на поливах снижается. Полив — напряженная работа, требующая большой затраты энергии поливальщиков. Если днем поливальщик утомляется, то ночью он уже неспособен проводить хороший полив.

Отсюда следует, что нужно решительно отказаться от такой организации труда и перейти на двухсменную, а в ряде случаев и на трехсменную работу поливальщиков. Это будет способствовать успешному выполнению круглосуточного полива и проведению в жизнь планового водопользования.

Выше говорилось о необходимости составления оперативных планов проведения каждого полива, т. е. планов на более короткие сроки — на 10—15 дней, с учетом конкретной обстановки, сложившейся на данный период. На такие сроки легче установить количество поливальщиков, уточнить задание по дням, установить точный срок полива по каждому поливному участку, уточнить объем и время тракторных работ по послеполивным обработкам. Все это обеспечивает ликвидацию разрыва между поливами и обработками.

Такие планы поливов нужно составлять по каждой бригаде и затем по колхозу в целом. На этой основе по каждому поливному участку и севооборотному полю устанавливаются фактически потребные размеры поливного тока по каналам как для каждого поливальщика, так и для всей группы поливальщиков.

Оперативный план (суточный график) полива для бригады может быть составлен по форме № 3.

ФОРМА 3

№ поливного участка или поля севооборота с указанием культуры	Наименование работ	Площадь, которая поливается или обрабатывается на каждый день												
		месяц												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Хлопчатник	Нарезка борозд с подкормкой													
	Площадь полива (в га)													
	Норма полива (в м ³ /га)													
	Поливной ток													
	Количество поливальщиков													
II. Пшеница	Площадь культивации													
	Количество тракторов													
	Внесение удобрений													
	Площадь полива (в га)													
	Норма полива (в м ³ /га)													
III. Травы	Поливной ток (в л/сек.)													
	Количество поливальщиков													
	Уборка													
	Внесение удобрений													
	Площадь полива (в га)													
	Норма полива (в м ³ /га)													
	Поливной ток (в л/сек.)													
	Количество поливальщиков													

На основе площадей полива за сутки и принятой нормы полива определяются объем потребной воды на каждые сутки, величина поливного тока и потребное количество поливальщиков.

Оперативный план (график) проведения каждого полива позволяет точно, по дням (по сменам и по часам) устанавливать:

- площади, подлежащие поливу, культивации, нарезке борозд и внесению удобрений;
- количество поливальщиков и их расстановку;
- использование тракторов и культиваторов;
- правильное чередование поливов и обработок без разрыва между ними.

Оперативный план (график) полива, так же как и план водопользования в целом, составляется в колхозе с помощью районного отдела сельского хозяйства или хлопководства, МТС и районного гидротехника. После составления графика полива председатель колхоза или заведующий водопользованием колхоза должен довести этот план (график) до бригадиров и поливальщиков и разъяснить, как нужно точно выполнить его.

Заведующий водопользованием ежедневно должен проверять качество поливов, измерять расходование воды, принимать политые площади и докладывать председателю колхоза о результатах работы за каждый день. Таким образом можно контролировать выполнение плана, расходование воды, нормы полива и степень использования оросительной воды.

При плановом водопользовании ответственность заведующего водопользованием в значительной мере повышается. Он отвечает за правильное осуществление режимов орошения, организует поливы, ведет учет поливной воды, организует проведение системы мероприятий по борьбе с потерями воды, руководит работами по нарезке и заравниванию оросительных каналов, по подготовке поля к поливу, по внедрению новых способов полива.

Для подготовки заведующих водопользованием и старших поливальщиков необходимо организовать ежегодные курсы.

В колхозах, где осуществляется плановое водопользование, достигается ликвидация перебоев в поливах, особенно в ночное время. В таких колхозах устраняется разрыв между поливами и культивацией, что дает большую экономию оросительной воды. Применение же антифильтрационных мер и улучшенной техники полива позволяет свести на нет основные потери воды на фильтрацию из каналов.

Количество тракторов на культивации должно строго соответствовать площади полива за сутки, т. е. поливаемая площадь $\omega_{\text{п}}$ должна быть равна площади тракторной культивации $\omega_{\text{к}}$

$$\omega_{\text{п}} = \omega_{\text{к}} \quad (21)$$

или

$$n_{\text{п}} N_{\text{п}} = n_{\text{к}} \cdot N_{\text{к}}, \quad (22)$$

где n_n и N_n — норма выработки на поливе и количество поливальщиков или поливных машин;

n_k и N_k — норма выработки по культивации и количество тракторов, работающих на культивации.

Пример. Норма выработки при поливе $n_n = 3,0$ га в смену, количество поливальщиков, работающих в каждой смене, $N_n = 4$ человека, норма выработки тракторов на культивацию $n_k = 12$ га (в смену); полив производится в две смены круглые сутки.

Потребное количество тракторов составит

$$N_k = \frac{n_n \cdot N_n}{n_k} = \frac{3,0 \cdot 4,0}{12,0} = \frac{12,0}{12,0} = 1,0,$$

т. е. требуется 1 трактор.

Это показывает, что с помощью 1 трактора можно обеспечить культивацию всей политой за каждую смену площади в 12 га. Если в этом случае выделить 2 трактора, это вызовет их простои. При наличии 2 тракторов, т. е. $N_k = 2$, из той же зависимости (22) нужно определить количество потребных поливальщиков, которое для каждой смены составит

$$N_n = \frac{n_k \cdot N_k}{n_n} = \frac{12 \cdot 2}{3,0} = 8 \text{ поливальщиков.}$$

В этом случае также будет полито в сутки столько гектаров, сколько сможет быть обработано двумя тракторами.

Производительность дождевальных и поливных машин всегда нужно согласовывать с производительностью тракторов, с тем чтобы эти величины были либо равны либо кратны.

Выполнение плана водопользования контролируется сравнением расходования оросительной воды с установленным по плану количеством; соответствием суточных обработок почвы с суточной площадью полива; качеством поливов; производительностью труда в соответствии с плановым заданием.

31. ПОДГОТОВКА К ПОЛИВАМ

При осуществлении планового водопользования поливальщик обладает набором необходимого оборудования — поливные трубы, трубки, сифоны, щитки, щиты,

переносные перемычки, водомеры и регуляторы. Такой набор позволяет в значительной мере автоматизировать полив и повысить производительность труда поливальщиков.

Правильно подготовиться к поливам — это значит подготовить поле к поливу, привести в рабочее состояние оросительную и распределительную сеть, оборудовать распределительные каналы всеми необходимыми сооружениями, подготовить весь поливной инвентарь и оборудование, провести мероприятия по борьбе с потерями воды.

Для подготовки к поливу необходимо заранее провести выравнивание и, в случае необходимости, планировку полей.

Эти работы должны обеспечить необходимый для поливов уклон поверхности почвы. При самотечных способах полива в планировке нельзя допускать образования горизонтальной поверхности; такая планировка, часто проводимая для промывок почв, создает большие затруднения при поливах. Главное назначение планировок и выравнивания поверхности почвы — это создание хороших условий для полива.

Выравнивание поверхности поля с устранением мелких неровностей производится ежегодно перед посевом тракторными или конными движками или тракторной волокушей.

Поливные борозды и полосы для зерновых культур и трав нарезают одновременно с севом при помощи орудий, работающих вместе с сеялкой. Поливные борозды для пропашных культур нарезают за 1—2 дня перед первым поливом.

Для ночных поливов все подготовительные работы необходимо проводить засветло.

Временные оросительные каналы нарезают вслед за посевом. Перед поливом их надо очищать. Постоянные каналы должны быть отремонтированы и очищены от зарастания и заиления.

Водовыпуски, водомеры и другие сооружения в головах временных оросителей, а также во всей распределительной сети должны быть отремонтированы и приведены в рабочее состояние. Если таких сооружений нет, их надо установить.

Весь поливной инвентарь — поливные трубы, трубки, сифоны, щитки, щиты, переносные перемычки, водомеры и водовыпуски, кетмени или лопаты, фонари для ночного полива — должен быть заранее подготовлен и опробован.

При дождевании необходимо заранее проверить и привести в рабочее состояние дождевальные машины или установки, трубопроводы; необходимо предусмотреть меры для быстрой ликвидации возможных перебоев в работе дождевальных машин и установок.

При механическом водоподъеме надо тщательно подготовить насосную установку и двигатель, создать необходимые запасы горючего или топлива, заготовить запасные части, чтобы обеспечить бесперебойную подачу оросительной воды.

Для ликвидации потерь оросительной воды необходимо:

а) строго соблюдать нормы полива, устраняющие просачивание воды в глубокие слои грунта;

б) не допускать сбрасывания воды с полей и из оросительной сети;

в) вести борьбу с испарением воды через поверхность почвы, для чего нужно содержать почву в рыхлом состоянии;

г) проводить антифильтрационные мероприятия во временных каналах путем уплотнения и затиранья грунта, а в распределительных каналах — путем кольматации песчаных грунтов, уплотнения и сглаживания грунтов непесчаных, применением глиняных одежд и другими общедоступными средствами.

Все подготовительные работы должны быть проведены так, чтобы каждый поливной участок или поле севооборота каждый раз поливались непрерывно. Заранее должны быть выделены и проинструктированы поливальщики, которых надо ознакомить с плановыми нормами выработки. Нужно заранее тщательно выяснить, какими струями вода будет подаваться в борозды или полосы, в зависимости от их уклонов и протяженности, а также водопроницаемости почвы.

При правильном осуществлении планового водопользования передовые колхозы и совхозы доводят полезное использование оросительной воды на поливном поле до 85—90%.

Рациональное и плановое использование оросительной воды на базе новой системы орошения и передовых способов полива в значительной степени повышает производительность орошаемого земледелия при минимальных относительных затратах на строительство и эксплуатацию оросительных систем.

Коренным средством борьбы с потерями воды на фильтрацию из временных оросителей является применение высокопроизводительных способов полива в сочетании с увеличением пропускной способности оросителей. Применение ложбинного типа оросителей сокращает продолжительность работы оросителя в 4—8 раз и тем самым устраняет потери воды.

Высокопроизводительные способы полива требуют соответствующего изменения в организации труда поливальщиков. Если, например, площадь орошения колхоза 2 000 га, то при производительности поливальщика в 1 га в смену колхозу нужно иметь около 200 поливальщиков. В этом случае в каждой бригаде нужно иметь свою группу поливальщиков. Если же при той же поливной площади, производительность труда поливальщика достигает 10 га, то в колхозе понадобится всего 20 поливальщиков. В этом случае наиболее выгодным является организовать единую группу поливальщиков, обслуживающих все поля колхоза.

При влагозарядочных поливах наиболее целесообразно организовать в каждом колхозе специальную постоянную группу поливальщиков, которая проводит поливы на всех полях колхоза. При этих поливах поливной период увеличивается в 2—3 раза, производительность труда на поливах повышается в 5—10 раз, количество потребных поливальщиков уменьшается в среднем в 15—20 раз. Составление и осуществление плана водопользования при влагозарядочном орошении значительно упрощается.

Примечание. В степных и лесостепных районах для озимых культур проводится один влагозарядочный полив, а для яровых, кроме того, в отдельные засушливые годы может понадобиться дополнительный вегетационный полив; для трав и овощей проводятся главным образом вегетационные поливы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
I. Плановое водопользование и поливной режим	6
1. Оросительная сеть при новой системе орошения	6
2. Плановое водопользование как основа действия оросительных систем	11
3. Плановое водопользование и основные факторы повышения плодородия почвы	12
4. Питательные вещества и вода в почве	15
5. Об основных требованиях к поливному режиму сельскохозяйственных культур	18
6. Установление поливных режимов сельскохозяйственных культур	22
II. Нормы полива сельскохозяйственных культур	27
7. Основные условия, определяющие нормы полива	27
8. Глубина увлажнения почвы	28
9. Полевая влагемкость	29
10. Предполивная влажность почвы	32
11. Величина нормы полива	33
12. Определение влажности почвы	36
13. Определение удельного и объемного веса почвы	41
III. Режим орошения	44
14. Режим орошения и водопотребление	44
15. Расчет оросительной нормы	55
16. Число поливов и их распределение по времени	61
17. Определение времени, за которое расходуется поливная норма	65
IV. Способы полива	72
18. Особенности способов полива	72
19. Способ полива по засеваемым бороздам	74
20. Способ полива по глубоким незасаваемым бороздам	79

21.	Длина борозд и величина поливных струй	82
22.	Способ полива напуском по полосам	83
23.	Искусственное дождевание	86
24.	Способ полива затоплением	91
25.	Новая система орошения и повышение производительности труда в орошаемом земледелии	92
26.	Высокопроизводительные способы полива	96

V. Организация внутрихозяйственного планового водопользования 100

27.	Об организации труда в колхозах при орошении	100
28.	Размер поливного тока	105
29.	Составление внутрихозяйственного плана водопользования	110
30.	Организация выполнения плана водопользования	116
31.	Подготовка к поливам	122