

631.6
К 64

МАТЕРИАЛЫ РАБОТ
ОПЫТНО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ЧАСТИ Н. К. З.
(б. Гидромухальной ч.)
ВЫПУСК 20.

С. К. Кондрашев.

ВОДА В ОРОШАЕМОМ ХОЗЯЙСТВЕ.

Редакционно-Издательский Комитет Н. К. З.
МОСКВА 1922.

ГЛАВА I.

Почему надо беречь оросительную воду.

В некоторых областях России климат отличается засушливостью и поэтому неблагоприятен для земледелия. Степень засушливости в различных областях неодинакова. В менее засушливых районах (южных и юго-восточных губерниях Европейской России, степных областях Сибири и северного Кавказа) при обильных осадках земледельцы собирают прекрасные урожаи, а годы малых осадков сопровождаются полными неурожаями. Поэтому земледелец крайне заинтересован в этих полусухих районах в постоянстве своих урожков. Без такого постоянства его хозяйство никогда не может иметь под собою твердой опоры и не будет успешно развиваться.

Разумной обработкой почвы, выбором засухоустойчивых растений и снегозадержательными работами возможно в значительной мере ослабить вредное влияние засушливости климата полусухих областей. Однако, наиболее верным средством в таких условиях является орошение. При орошении возделываемых растений земледелец может получить богатые урожаи даже в засушливые годы, когда не орошаемые посевы выгорают начисто. Лишь при орошении он в состоянии в полной мере использовать обилие тепла и плодородие почвы.

Без этого приема хозяйство полусухих областей в сильной мере будет напоминать лотерею. При сочетании хороших условий оно собирает обильную жатву, а при плохих не собирает даже семян. Применением надлежащей обработки и дру-

гими агрономическими мерами возможно увеличить шансы на хороший урожай. Однако, этими мерами нельзя вполне гарантировать его ежегодное получение.

Местная земледельческая практика издавна оценила благоприятное влияние орошения. На юго-востоке и в южных губерниях Европейской России, начиная с Воронежской, орошение огородов, а иногда и садов самое обычное явление. Не говоря уже про орошение садов в Крыму, существуют и в других местах старые районы промышленных орошаемых культур. Напр., очень известны орошаемые сады и огороды по Ахтубе в Царевском уезде, Астраханской губ., орошаемые виноградники около Сарепты.

В 1913 г. во всей Астраханской губ. под орошаемыми садами, бахчами и огородами было до 30 тысяч десятин. Общая валовая доходность этого промысла достигла до 15 милл. рублей в год по ценам в золотой валюте до-военного времени. Потребность огородных и садовых растений в воде здесь легко удовлетворяется благодаря близкому расположению садов и огородов к источникам орошения. Средний размер садов не велик—около 0,85 дес. Это показывает, что сады принадлежат, главным образом, крестьянским хозяйствам. Этот пример показывает, что в Астраханской губ. орошаемые сады и огороды получили широкое распространение среди крестьянского хозяйства и играют значительную роль в местной экономической жизни *).

Как велико влияние орошения в этом районе на урожай видно из 3-летней сводки по Тингутинскому орошаемому участку. Пшеница-кубанка дала в среднем при правильном орошении 73 пуда зерна, а без орошения—19 пудов. Для озимой ржи цифры соответственно равны 98 и 33 пудам. Для кукурузы—249 и 50 пудам. Такая же разница замечается и на урожаях других культур. Некоторые-же культуры, напр., люцерна, без орошения не идут совсем в условиях Астраханской губ.; при правильном орошении же люцерна дает 3 укоса с общим урожаем сена от 600 до 1000 пуд. **).

*) Труды изысканий в среднем и нижнем Поволжье под общей редакцией Р. Н. Сварро, изд. О. З. У. 1917 г., стр. 247.

**) Материалы работ гидроподульной части. вып. 7, стр. 96.

Местная земледельческая практика наших полусухих областей, стараясь увеличить урожай или сделать его высоту более или менее постоянной орошает наиболее ценные культуры.

Совсем другую роль играет орошение в наших сухих областях,—в долинном Туркестане и Закавказье. В этих краях не только земледелие, но и вся жизнь человека зависит от орошения. В орошаемых оазисах мы там видим прекрасно возделываемые поля, на которых собирают по 2 урожая в год, посевы хлопчатника, питающего своим волокном текстильные фабрики России, виноградники, рисовые плантации и сады,—раскинувшиеся на сотни тысяч десятин. Чтобы воочию понять все могущественное значение искусственного орошения стоит лишь выйти на границу такого цветущего оазиса, там встретишься лицом к лицу с неорошаемой, выжженной солнцем, дышащей огненным зноем, совершенно бесплодной пустыней. Орошаемые районы лишь вкраплены в такую пустыню. В Туркестане, напр., все орошенные площади составляют менее 2% всей поверхности края, а между тем все богатство, все значение и вся земледельческая будущность края зависят только от орошенных районов,—районов малых по площади, но чрезвычайно важных по своему влиянию на народное богатство.

Итак, в зависимости от степени засушливости климата, орошение возделываемых культур имеет неодинаковое значение. В полусухих областях оно увеличивает урожай и придает им устойчивость, а в совершенно сухих оно является основным условием земледелия. В обоих случаях оросительная вода, создавая благоприятные для растений условия почвенной влажности, помогает созданию новых количеств зерна, фуража, плодов, овощей, растительного масла, хлопкового волокна и пр., и пр. Без орошения мы не могли бы получить прибавочного урожая в полусухих областях и всего урожая—в сухих. Заботясь об увеличении народного блага, мы должны стремиться, чтобы орошаемые земли дали возможно больший урожай. Достигнуть этого возможно как увеличением орошаемой площади, так и улучшением орошения в старых оро-

шаемых районах, поскольку в этих районах повышение урожая может быть вызвано увеличением водообеспеченности. Оба пути требуют новых количеств оросительной воды.

Мы знаем, что наши реки в засушливых районах использованы на орошение далеко не в полной мере. Известно также, что многие речки постоянного и временного течения бесполезно текут в море или теряются в бесплодных сыпучих песках. Можно поэтому ожидать, что неиспользованной оросительной воды в источниках орошения имеется вполне достаточное количество для оживления втуне лежащих, необрабатываемых земель. Однако, такое предположение неправильно, если принять во внимание все пригодные для орошения земли, а также громадную потребность народного хозяйства в новых урожаях. При ближайшем знакомстве с этим делом становится несомненным, что имеющегося запаса воды во всех источниках орошения далеко недостаточно для приведения в культурное состояние всех ожидающих орошения земель. Весьма часто при этом оказывается, что воды в каком-нибудь источнике орошения нехватает не только для оживления всех земель его бассейна, но даже лучших из них в почвенном и климатическом отношении, лежащих к тому же вблизи старых очагов культуры с чрезвычайной потребностью в орошенных землях и излишком земледельческого населения. Не менее остро обстоит дело с недостатком воды в полусухих районах. Земледелие здесь возможно и без орошения. Но весьма часто воды нехватает даже для питья и хозяйственных надобностей.

Та же картина острого недостатка оросительной воды еще в большей степени характерна для сухих областей России: Туркестана и Закавказья. В орошенных оазисах этих окраин может создаться ошибочное впечатление обилия воды. Если же сделать хотя бы самый беглый расчет оросительной способности рек, то окажется, что в Туркестане и Закавказье водных запасов весьма часто нехватает для орошения всех намеченных к орошению земель, не говоря уже о всех землях, пригодных под орошение, над которыми командует какой-либо источник орошения. Возьмем несколько примеров. В Турке-

стане самым населенным, самым культурным и наиболее обследованным является бассейн Сыр-Дарьи. Большинство изысканий по орошению произведено именно в этом бассейне. По последней сводке водами Сыр-Дарьи предполагается оросить 2.596.000 дес. помимо той площади, которая ныне орошается этой рекой и ее многочисленными притоками^{*)}).

Одни из этих работ уже начаты постройкой, другие находятся еще в различных стадиях подготовки: от первоначальных изысканий до составления проектов. Однако, невозможно думать, чтобы водных запасов Сыр-Дарьи действительно хватило на орошение всей предположенной к этому площади. По средним многолетним наблюдениям река проносит мимо Запорожского поста в год около 2.280.032.800 куб. саж. воды^{**)}. Если даже принять, что ни одна куб. саж. воды из этого количества не пропадет для орошения, чего достичь, впрочем никакими гидротехническими сооружениями невозможно, то всего, ныне свободного запаса воды Сыр-Дарьи далеко нехватит на орошение одних лишь предположенных к орошению земель. В самом деле, распределяя весь суммарный годовой расход реки по 500 куб. саж. на 1 десятину и полагая, что половина всей воды будет потеряна на испарение и просачивание в каналах мы находим, что Сыр-Дарья в состоянии оросить своим ныне свободным запасом воды только 2.280.032 дес. Водами же одного вегетационного периода Сыр-Дарья сможет оросить еще меньше, а именно 1.783.320 дес. Следовательно, намечаемая к орошению программа в ее настоящем виде при ее осуществлении встретит главное препятствие со стороны недостатка воды. Поэтому отдельным районам придется конкурировать между собой, а государству выбрать для орошения области наиболее ценные с народно-хозяйственной точки зрения. Недостаток воды в бассейне Сыр-Дарьи в будущем еще более усилится от естественного,

^{*)} В. И. Масальский „Хлопковый вопрос и меры к его разрешению“, вид. VII Материалов для изучения хлопководства, стр. 42.

^{**)} По данным проекта орошения 500.000 дес. в Голодной Стени, см. жур. техн. комитета при О.З.У. № 1377 за 1915 г.

постепенного, но постоянного расширения старых орошенных районов. Можно принять без больших погрешностей, что общая орошенная площадь бассейна Сыр-Дарьи равна суммарной орошенной площади Сыр-Дарьинской (635.000 дес.) и Ферганской (840.000 дес.) областей, а именно 1.475.000 дес. Другими словами Сыр-Дарья ныне орошает около половины всех ныне орошаемых земель русских областей края, включая и Семиречье или около $\frac{2}{3}$ без Семиречья. По целому ряду очевидных причин, этот бассейн будет постоянно увеличивать свою орошаемую площадь в районах туземных систем путем уменьшения перелогов, залежей и постепенного орошения окрестных неорошенных пространств. В силу этого в будущем, когда придет время орошения районов последних очередей, свободных запасов воды будет еще меньше.

Вследствие несовершенного учета орошенных земель в прежнее время, затруднительно выяснить в точных цифрах, как велико увеличение орошаемой площади за какой-либо промежуток времени. Однако, есть полное основание предположить, что процесс естественного роста туркестанских оазисов давал ежегодно больший прирост орошаемой площади, нежели большие оросительные работы. Правда, темп таких работ до сего времени был очень тих. Все, что оросили до сих пор русские, едва ли превышает 150—200 тыс. дес., между тем естественный прирост оазисов, несомненно, дал площадь более значительную. Так, например, из донесений арык-аксакалов Ташкентского уезда видно, что орошаемая площадь этого уезда имела тенденцию довольно быстрого и притом постоянного увеличения:

В 1912 году было орошено . . .	190.336 дес.
„ 1913 „ „ „ . . .	201.305 „
„ 1914 „ „ „ . . .	213.150 „
„ 1915 „ „ „ . . .	225.848 „ *)

Такое явление примечательно по двум соображениям: 1—оно не остановилось даже с началом войны, когда хозяйственная жизнь Туркестана уже начала испытывать депрессию.

*) Сведения получены из материалов проф. Н. Г. Александрова.

то свидетельствует экономическими обследованиями в Ташкентском районе изысканий по регулированию стока р. Сыр-Дарьи и 2-е—за 4-летие 1912—1915 г.г. орошаемая площадь увеличилась на 35 тыс. дес., что дает около 4,6% ежегодного естественного прироста. Еще раз хочу оговориться, что недостаточность имеющихся статистических сведений мешает сделать более или менее точный учет естественного прироста орошаемой площади. Однако, факт такого прироста несомненен, и, поскольку можно судить по имеющимся данным, он дает ежегодно краю более значительную площадь, чем все ирригационные работы. В настоящее время прирост орошаемых земель прекратился под влиянием гражданской войны и др. чрезвычайных причин. С окончанием разрухи замечаемая ныне депрессия окончится и естественный рост туркестанских оазисов снова возобновится.

В других бассейнах Туркестана недостаток водных запасов также общеизвестен издавна. Целый ряд рек полностью разбирается на орошение, далеко не орошая всей охватываемой ими площади. Из наиболее значительных к таким рекам относятся: Турук, Исфайрам, Исфара, Сох, Лейлек, Зеравшан, Ширабад-Дарья, Кашка-Дарья, Мургаб, Теджен и многие друг., более мелкие, но также имеющие большое ирригационное значение. Каждая из этих рек и речек орошает в настоящее время максимальную площадь, какую она может оросить по своим водным запасам и состоянию своей оросительной системы. Население питаемых такими речками оазисов, настойчиво, не покладая рук, постоянно работает над поддержанием культурных условий в пустыне и над расширением орошаемой площади, сколь это возможно при его весьма не совершенных средствах. Тем не менее пригодная к орошению этими речками площадь во много раз больше той, какая действительно ими орошается. Напр., в долине р. Мургаба возможно к орошению 440.000 дес. прекрасных земель; тогда как орошается здесь и притом весьма не совершенно всего 120.000 дес.*).

*) Бард „Орошение в долине Мургаба“, стр. 133.

В Закавказье замечается не меньший недостаток водных богатств, чем в Туркестане. Пожалуй, здесь недостаток оросительной воды еще больший. Больших водных артерий, как туркестанская Аму-Дарья, на Кавказе не имеется. Главнейшая река области—Кура с ее притоком Араксом сильно мелеет летом как раз в то время, когда требуется наибольшая напряженность орошения. О более мелких речках в этом смысле не говорить не приходится. Целый ряд таких речек, включительно до очень значительных, совершенно разбираются на орошение в своих верховьях полностью. Такими речками являются: Лочин-Гай, Алгет, Гасан-Су, Дзегам, Ганчин-Чай, Шахмарка и мн. др. Даже Аракс иногда высыхает совершенно выше Эривани у Маркаринского моста^{*)}. Это обстоятельство ставит орошенные районы среднего и нижнего течения в катастрофическое положение.

Немногочисленные примеры, приведенные выше, с убедительностью доказывают, насколько наша федерация бедна оросительными средствами в своих сухих и полусухих областях. Такая ограниченность водных запасов ставит их на совершенно особое место при учете всех сил,двигающих орошаемое хозяйство к развитию и увеличивающих народное богатство в орошаемых районах или на орошаемых угодьях. Нет слов, что помимо оросительной воды в таких областях, как и в поясах более благоприятных в климатическом отношении и не требующих оросительной мелиорации, увеличение народного урожая зависит от целого ряда причин. Мы знаем, что хорошей обработкой, надлежащим удобрением, разумным выбором посевного материала, борьбой с вредителями и сорными травами и т. п. мерами возможно значительно увеличить урожай. Однако, все эти агрономические мероприятия не могут быть поставлены на одну доску с орошением. Такое отличие заключается в том, что без орошения в сухих местностях невозможно вести никакого хозяйства. Главное же необходимо отметить, что основная причина различия этого фактора от других заключается в его количественной, так сказать, огра-

^{*)} Отчет гидрометрической части на Кавказе за 1913 г. I ч., стр. 191.

ниченности. В самом деле: хорошая обработка почвы и хороший уход за культурами зависит от хороших орудий, умения с ними обращаться и обеспеченности хозяйства или района рабочей силой. Если какая-либо из этих причин отсутствует то ее можно создать физически или организационно: расширением производства с.-х. машин и орудий, возможно снабдить ими рынок в достаточном количестве; созданием прокатных и показательных пунктов и организацией подвижных ремонтных и инструкторских мастерских, возможно научить население правильному обращению с самыми сложными машинами; надлежащей же колонизационной и земледельческой политикой возможно направить рабочую силу именно в такие области, где она найдет наилучшее для страны применение. Подобными же мерами возможно увеличить производство искусственных удобрений, приучить к ним население, а также выучить его бороться с вредителями и т. п. Но создать новые количества воды для нужд орошаемого хозяйства человек пока не может. Недостаток же воды мешает расширению орошаемой площади и увеличению урожая. Эти причины делают невозможным доведение суммарного урожая с орошаемых угодий до таких размеров, какой действительно требуется народным хозяйством. Поэтому по отношению к оросительной воде необходим совершенно иной подход, чем к другим факторам жизни возделываемых растений. При ограниченных водных богатствах нам необходимо получить возможно большее количество материальных благ. К этому ведут два пути: во-первых, нужно всеми средствами увеличить поступление оросительной воды на поля и, во-вторых, использовать ее при орошении наиболее продуктивным образом. К изложению того, как нужно поступать и в том, и в другом случае, мы сейчас и перейдем.

Г Л А В А II.

Как можно увеличить подачу воды на поля.

Как мы видели, недостаток оросительной воды является самым больным местом в орошаемых областях. При желании помочь орошаемому хозяйству в таких условиях необходимо прежде всего увеличить подачу воды на поля. Достигнуть этого возможно тремя основными способами: 1) уменьшением потерь в каналах, 2) устройством водохранилищ и 3) применением усовершенствованных водоподъемных машин.

1. Уменьшение потерь в каналах.

В большинстве случаев орошаемое поле получает оросительную воду по более или менее длинной оросительной системе. Чтобы дойти до места своего потребления вода должна сделать довольно длинный путь по главному каналу, пройти по отводам нескольких порядков; затем, пройдя по распределителю в мелкую сеть, а через нее в мельчайшую вода доходит, наконец, до угодья, для которого она предназначена. Длина пути, которую должна пройти оросительная вода, неодинакова; иногда это сотни верст, чаще десятки. На этом пути часть воды просачивается в почву, часть воды испаряется; при небрежном содержании каналов вода фильтруется сквозь дамбы, насыпи и разливается по ближайшим низинам. Когда подсчитали все потери в каналах от водоприемника до поля, то оказалось, что они достигают очень больших размеров. В большинстве крупных систем оказалось, что около половины всей воды, захваченной водоприемниками, теряется по дороге на просачивание, испарение и потери от неисправного содержания каналов или небрежного обращения земледельцев с оросительной водой. По данным Гидромодульной Части в различных системах Туркестана из каждых ста куб. саж. воды, поступивших в эту систему или даже в ее отводы до орошаемых полей доходит:

1. На Исфаринской системе в Ферганской области 74 куб. саж. ^{*)}.
2. На Иски-Ташкентской системе в Ташкентском у., Сыр-Дарьинской обл. 61 " " ^{*)}.
3. На Дам-Арыкском отводе системы в Катта-Курганск. у., Самаркандской обл. 59 " " ^{**)}.
4. На Терякском отводе Гур-Тепинской системы в Кокандск. у., Ферганской области. 54 куб. саж. ^{***)}.
5. В пос. Алексеевском в Голодной Степи Ходжентского у. Самаркандской обл. 42 " " ^{****)}.
6. На отводах Туркмен и Каучун Верхнего Снаба в Самаркандск. обл. и у. 40 " " ^{*)}.
7. На системах Янги и Заурак в Андижанском у., Ферганской обл. 34 " " ^{*****)}.

Эти подсчеты показывают, что лишь немногие оросительные системы Туркестана доносят до орошаемых полей более половины взятой из рек или главных каналов воды. Большинство же доносят только половину или даже немного меньше.

В районах оседающего на землю кочевого населения громадные потери зависят от младенческого состояния туземной ирригационной техники. Так, например, в Перовском у., Сыр-Дарьинской области весьма распространено орошение мелких земельных участков своими собственными отводами. По свидетельству Н. Дингельштедта в этом уезде вовсе не редкость, что арыки в 4—5 верст длиной орошают всего-на-всего 14—15 десятин земли. При таком положении $\frac{1}{2}$, или даже $\frac{1}{3}$ длины каналов имеют холостое бесполезное течение, что, конечно, вызывает очень большие потери ^{*****)}. Но кому же неизвестно, что пристрастие к самостоятельным каналам с длинной холостой

^{*)} Материалы работ Гидромульной Части, вып. VIII, стр. 76.

^{**)} " " " " XIII " 142.

^{***)} " " " " II " 54.

^{****)} " " " " VIII " 227.

^{*****)} " " " " II " 142.

^{*****)} Дингельштедт: „Опыты изучения ирригации Туркестанского края“ часть II, стр. 406.

частью и колоссальными потерями типично и в Туркестане и в Закавказье для всех туземных систем.

В других орошаемых округах России дело обстоит не лучше, а иногда и хуже. Особенно велики потери в районах нового орошения, где население не привыкло к обращению с водой и где культура не особенно высока. Из таких районов можно указать на Семиреченскую область, русские переселенческие поселки в Закавказьи и на орошаемые угодья юга и юго-востока Европейской России. В Муганской степи в Закавказьи, вследствие неустроенности мелкой оросительной сети, переселенцы в некоторых местах производят „арат“ (предпосевную поливку) раскапывая дамбы больших каналов и затопляя огромные площади. Само собой разумеется, что такой способ проведения воды вызывает огромные потери, при чем в этих случаях потери сети неразделимы от потерь в поле. Казенные орошаемые участки юга и юго-востока Европейской России далеко не обладают хорошими оросительными системами. Напр., на Валуйском участке из всего количества воды, запасаемого весной, доходит до полей около 20—25%; главная же масса драгоценной поливной воды бесполезно теряется от разных недочетов системы. Эти немногие примеры русской практики показывают, как велики могут быть потери воды в каналах и как эти потери серьезно подтачивают и без того недостаточный запас оросительной воды.

В других странах потери в каналах также отнимают много воды и вызывают меры к их уменьшению. По исследованиям бюро опытных станций министерства земледелия Соединенных Штатов Америки, сведенными за последние 10 лет R. P. Teele'ем все обследованные каналы орошаемых штатов теряли в среднем 5,77%, на милю воды от расхода в голове *). Эта цифра получена как средняя из наблюдений над 76 каналами в штатах Аризона, Калифорния, Колорадо, Айдаго, Монтана, Невада, Орегон, Юта, Вашингтон и Вайоминг. Обследованию подвергались самые разнообразные

*) Постановка и некоторые результаты исследований в области орошения в Сев. Америке. Сборник переводных статей, изд. О. З. У., 1915 г., стр. 22.

каналы, —большие и малые, старые и новые. Поэтому найденную цифру потерь в 5,77%, на миллию можно считать весьма недалекой от действительных средних потерь всех каналов С. Ш. Америки. А если это так, то получается весьма печальная картина бесполезных потерь американского национального оросительного фонда. При отнесении указанной величины потерь к какому-нибудь конкретному каналу явствуется, что все количество воды, поступившее в его голову, бесследно исчезнет чрез 17,3 мили или 25 верст.

При хорошем содержании оросительной сети главная часть потерь воды в каналах приходится на просачивание в почву. При плохо устроенной сети и ее небрежном содержании очень много теряется на просачивание и утечку через дамбы каналов или просто на затопления из случайных и намеренных прорывов. Проницаемость почвы оказывает сильное влияние на увеличение потерь. Оросительные каналы на легких песчанистых почвах имеют обычно бóльшие потери, нежели каналы на почвах тяжелых и малопроницаемых. Новые каналы также имеют бóльшие потери по сравнению со старыми, заилившимися. Крупные каналы теряют относительно меньше малых. Кроме того, постоянно работающие каналы теряют меньше каналов очередного пользования.

Потери в каналах уносят, как мы видели, около половины всего нашего водного запаса. Поэтому необходимо прежде всего приложить все старания к их уменьшению. Для всех случаев невозможно ограничиться какой-либо одной мерой, способной уменьшить потери при любых условиях. В одних случаях для этого потребуются уменьшение холостого пути каналов, в других—оборудование системы рациональной арматурой, в третьих—уничтожение фильтрации бетонировкой и т. д., и т. д. Во всех случаях и во всех районах вся работа по уменьшению потерь в каналах без особых трудностей разбивается на две части по своему характеру. В первой окажется возведение новых гидротехнических сооружений и ремонт старых. Во второй—постоянная работа и заботы населения по содержанию оросительной сети в хорошем состоянии. Инженерные работы

должны исполняться соответствующими гидротехническими организациями. Однако, весьма часто не в этих недостатках коренится главная причина больших потерь. Как показали многочисленные точные наблюдения, больше всего теряется воды в мелкой и мельчайшей сети пред самым ее поступлением на орошаемое поле. Наблюдение же над исправным содержанием мелкой оросительной сети всегда находится непосредственно в руках местного населения. Сгруппированные по отводам или селениям местные земледельцы производят чистку своих каналов и их ремонт периодически. Кроме того, существует постоянная работа во все время оросительного сезона по уходу за каналами при распределении воды и вообще при постоянном с ней оперировании. Такая работа не видна, она распылена в пространстве и времени; в своей массе она грандиозна по затратам рабочей силы и благим результатам; ее присутствие или отсутствие сразу делается заметным опытному глазу по состоянию каналов или степени использования оросительной воды. Если вода есть народное благо, притом благо ограниченное, то казалось бы, что население орошаемых местностей не может не прилагать всех усилий к возможно бережному обращению с оросительной водой и возможно продуктивному ее использованию. К сожалению, мы не всегда наблюдаем такое сознательное отношение к воде. Бережное отношение к воде требует постоянной упорной работы. Население же орошаемых оазисов (как и всякое население вообще) идет на такую работу (как и на всякую работу вообще) только в случае явной практической выгоды от приложения своего труда. В районах сравнительно многоводных, расположенных по верховьям систем, население обращается с водой самым расточительным образом. Благодаря своему господствующему положению эти округа могут поливать свои посевы когда угодно и в каком угодно количестве. Обращение с водой здесь чрезвычайно небрежное и потери достигают громадных размеров. Количество воды, приходящееся в таких многоводных районах на орошаемую десятину чрезвычайно велико, а урожай, получающийся на каждый куб затраченной воды очень мал. Такое оросительное непотреб-

ство безусловно вредит как общему народному хозяйству, в смысле самого непродуктивного использования драгоценной и ограниченной в количестве оросительной воды, так и округам, орошаемым низовьями систем и страдающим поэтому от безводья. Водная нерасчетливость, проявляемая населением многоводных округов, объясняется не его неосознанностью или злой волей, а отсутствием системы в общей обстановке, приучающей население к бережному обращению с водой. Во всех русских орошенных областях лишь при недостатке воды население бережно с ней обращается. При ее достатке такового отношения нет. Излишним орошением земледельцы стараются возместить недостаток удобрения, плохую обработку и несвоевременность посева. Как мы увидим ниже, такое универсальное значение усиленного орошения является часто только кажущимся. Тщательный уход за мелкой сетью в значительной мере будет способствовать уменьшению потерь в каналах. Для этого необходимо создание таких условий водораспределения, при которых само население было бы заинтересовано в экономном пользовании водой. Только при таких условиях каждый отвод, каждое селение и даже отдельный водопользователь будут, охраняя свои реальные интересы, каждодневно и ежечасно способствовать уменьшению потерь в каналах. Надо полагать, что тогда и в помине не останется того безразличия, с которым в настоящее время в многоводных районах относятся к прорыву каналов и дамб, затоплению дорог, заболачиванию низин и прочим „прелестям“ беспечного орошения, а вообще, к гибели ограниченного в своем количестве народного достояния.

Процесс атомистического уменьшения потерь воды в каналах, быть может, не видный, несомненно сразу, же принесет большие результаты. Если такое отношение к мелкой сети будет массовым отношением, а оно не сможет быть иным при реформе общих условий водораспределения, то даже самое малое улучшение в печальном ныне положении с потерями принесет значительные результаты. В самом деле, попробуем посмотреть, каковы могут быть сбережения оросительной воды хотя бы при малейшем изменении потерь. Выше было при-



ведено несколько примеров тому, как велики бывают потери. Большинство примеров взято из туркестанской практики, где потери около половины всей воды, поступающей в каналы. Другими словами коэффициент полезного действия систем 0,50. Предположим для примера, что в будущем, благодаря заинтересованности водопользователей Туркестана в уменьшении бесполезных потерь в каналах, коэффициент полезного действия систем возрастает только на 1%, т. е. станет равным 0,51. Тогда освободится некоторое количество воды, которым можно оросить вновь некоторую площадь. Какое это будет количество воды и какова будет площадь, доступная новому орошению, видно из такой таблицы (табл. № 1).

Таблица № 1.

Области.	Орошено в десятинах.	Потребно воды в куб. с. при М-500 куб. саж. и к. п. д. 0,50	При увеличении к. п. д. на 1%	
			Освобождается воды в куб. с.	Возможно вновь оросить десят. при М-500 и к. п. д. 0,50.
Семпреченская .	703.000	703.000.000	7.030.000	7.030
Сыр-Дарьинская.	635.000	635.000.000	6.350.000	6.350
Ферганская . .	840.000	840.000.000	8.400.000	8.400
Самаркандская .	480.000	480.000.000	4.800.000	4.800
Закаспийская. .	150.000	150.000.000	1.500.000	1.500
Хива	350.000	350.000.000	3.500.000	3.500
Бухара	1.600.000	1.600.000.000	16.000.000	16.000
Итого . . .	4.758.000*)	4.758.000.000	47.580.000	47.580

Таблица № 1 показывает, что для орошения ныне орошаемых в Туркестане 4.758 тыс. дес. нормами в 500 куб. саж. при таких же потерях на десятину потребно 4.758 миллион. куб. саж. воды в год. Половина этого колоссального количества воды уходит на потери в каналах. Если предположить, что потери уменьшатся самым незначительным образом, а именно, если из 100 куб. саж. воды, поступающих в голову канала до поля будет доходить не 50 куб. саж., а 51, то и тогда все же получается весьма заметная экономия в драгоценной оро-

*) В. И. Масальский, „Туркестанский Край“, стр. 428.

сительной влаге. При увеличении коэффициента полезного действия только на 1%, Туркестан получит освободившейся воды в каналах 47 милл. куб. саж. Этим количеством возможно оросить новых 47½ тыс. десятин. Вот какую пользу может дать самое незначительное уменьшение потерь.

Такой же расчет можно сделать и для всего будущего орошения в Туркестане вообще. Орошаемая ныне площадь не поглощает, к счастью, всех водных богатств края. В реках края еще остается громадное количество воды, ныне бесполезно теряющейся в песках или уходящей в море. Весь свободный водный запас уже расписан между отдельными ждущими орошения округами. При орошении этих пустынных в настоящее время пространств важно оросить возможно большую площадь, чтобы получить возможно больший урожай и дать наделы возможно большему числу безземельного и малоземельного люда. Уменьшение будущих потерь в каналах прежде всего может увеличить орошаемую площадь. Если предположим, что будущие системы потеряют по дороге не 50% всей воды, захваченной водоприемниками каналов, как это происходит в настоящее время, а 49%, то так же как и в случае незначительного уменьшения потерь на существующей орошаемой площади, возможность увеличения коэффициента полезного действия на 1% даст значительное количество свободной воды, которую, конечно, необходимо направить на орошение новых пустынь. Подобный расчет приведен в таблице № 2.

Таблица № 2.

Р е к и.	Расход воды в куб. саж. за год.	Возможно оро- сить десятин при М-500 куб. саж. и к. п. д. 0,50	При увеличении к. п. д. на 1%	
			Освобождается воды в куб. саж.	Возможно вновь оросить при М- 500 и к. п. д. 0,50.
Аму-Дарья . . .	6.382.886.400	6.382.886	63.826.864	63.828
Сыр-Дарья . . .	2.280.032.800	2.280.032	22.800.328	22.800
Или	1.508.997.600	1.508.997	15.089.976	15.089
Чу	230.181.264	230.181	2.301.812	2.301
И т о г о . . .	10.402.098.064	10.402.098	104.020.980	104.020.

Как видно из таблицы № 2 неиспользованного запаса в 4 главных реках Туркестана имеется в год около $10\frac{1}{2}$ миллиардов куб. саж. воды. Этим количеством воды при указанных нормах и потерях можно оросить площадь, более чем в два раза превосходящую теперешний орошенный Туркестан, а именно около 10.402 тыс. дес. При увеличении коэффициента полезного действия на 1%, освободится около 104 милл. куб. саж. воды. Этим количеством возможно оросить новую площадь свыше 104 тыс. дес. Следовательно, будущий Туркестан получит свыше 150 тыс. дес. вновь орошенной земли на каждый процент экономии воды при уменьшении ее потерь как на старой площади орошения, так и на новой. Сознательное старание водопользователей уменьшить потери приведет, конечно, к более значительному увеличению использования воды. Надо полагать, что даже без всякого переустройства систем, и без всяких гидротехнических работ, лишь более тщательным содержанием оросительной сети и предупреждением потерь возможно достигнуть их сокращения процентов на 10. А это дает уже весьма солидную площадь около полутора миллиона десятин. При наделах в 5 дес. на среднюю семью в 5 человек на новой площади, полученной только от лучшего ухода за каналами, возможно заселить свыше полутора миллиона десятин безземельными людьми. Даже не высокие урожан в 50 пуд. хлопка сырца с десятины дадут стране около 2,5 милл. сырца при отведении под хлопок 30% всей площади вновь орошенной за счет сбереженной воды. Вот какие реальные выгоды можно получить от уменьшения потерь в каналах только в Туркестане. Совершенно ясно, что при создании государством условий полезности такого уменьшения потерь воды для самих же водопользователей во всех орошаемых областях получится громадная польза для народного хозяйства. Воду необходимо тарифицировать и это явится лучшим стимулом к уменьшению потерь.

2. Устройство водохранилищ.

Проведение воды из рек и речек без устройства водохранилищ возможно лишь при условии постоянного течения

этих источников орошения во время оросительного сезона. Немногие реки обладают благоприятным характером для потребностей орошаемых областей. Как известно, расход воды в источниках орошения изменяется под влиянием климатических условий. Потребность в оросительной воде орошаемых округов также непостоянна за все время оросительного сезона. Весьма часто бывает, что изменения мощности какой-либо реки не совпадают с колебаниями потребностей в оросительной воде орошаемой этим источником площади. Возможны случаи, когда период наибольшего расхода воды в реке приходится в неполивное время и наоборот, — время небольшого спроса на оросительную воду совпадает с периодом малых расходов. В наиболее неблагоприятных случаях усиление потребности в воде может совпадать по бассейнам рек непостоянного течения с периодом полного иссушения реки. Во всех случаях неблагоприятного для орошаемых округов естественного характера источника орошения устройством водохранилищ возможно изменить этот характер в полезную для хозяйства сторону. Такое изменение может увеличить подачу воды на поля. Следовательно, устройство водохранилищ увеличивает тот водный фонд, которого нехватает для орошения пригодных к этому земель. В зависимости от местных условий водохранилища могут играть не одинаковую роль. Их главнейшее назначение может быть двояким:

1—в бассейнах рек непостоянного кратковременного течения водохранилища питают орошаемую площадь во время всего оросительного сезона.

2—в областях, орошаемых реками постоянного течения, при несоответствии режима реки с характером водопотребления водохранилища изменяют естественный режим в благоприятную для орошаемого хозяйства сторону или задерживают воду неполивных периодов до времени наибольшей в ней потребности.

Постройка водохранилищ на реках непостоянного течения является самым распространенным способом при орошении юга и юго-востока Европ. России. Таким именно способом орошен

Валуйский казенный участок в Новоузенском у., Самарской губ. Он орошается водами р. Соленой Кубы, впадающей в Еруслан в границах участка. Соленая Куба не имеет постоянного течения. В обычное время русло реки представляет собой ряд плесов, перемежающихся сухими перекатами. Весной же в короткий период от 6 до 12 дней таяния снегов по реке проходит до 10 миллион. куб. саж. снеговых вод. Эти-то снеговые воды и задерживаются водохранилищем, орошавшим до самой осени около 2000 дес. Проход весенних вод совершается в столь раннее время года, когда совершенно не требуется орошения. Следовательно, лишь при помощи водохранилища на Валуйском участке возможно орошение. Климат же южной части Новоузенского у., где расположен Валуйский орошаемый массив, весьма засушлив. Вегетационный период здесь продолжается около 224 дней, а именно с 31 марта по 10 ноября н. ст. Годовое количество атмосферных осадков колеблется от 194 до 317 мм. и в среднем равно 258 мм. Количество осадков весной в 5 раз меньше испарения, а летом в 6 раз. Относительная влажность весьма незначительна; весной 56,8%, а летом 53,7%. При таких засушливых условиях только при помощи орошения возможно обеспечить постоянство урожаев. Для орошения же в данных условиях пришлось построить водохранилище.

При подобных же условиях организовано орошение на Тингутинском казенном участке в Черноярском у., Астраханской губ. Климат Калмыцкой степи, близ которой расположен Тингутинский участок, весьма засушлив. Осадков здесь выпадает в год 248 мм. При сухости воздуха и высокой температуре вегетационного периода земледелие весьма страдает от недостатка влаги в почве. Участок расположен вдали от постоянных рек. Поэтому для его орошения была устроена в 1881 г. плотина на р. Малой Тингуде, впадающей в Большую Тингуду. Обе Тингуды имеют течение только весной во время таяния снегов. Без постройки плотин весенние воды бесполезно изливались бы в Волгу и уходили бы по Волге в море без всякой пользы для народного хозяйства. На юг от Тингуды

находится много балок, по которым стекают талые воды с Ергининской возвышенности. Весь этот район очень страдает от засушливости. Поэтому устройство водохранилищ в наиболее подходящих для этого местах принесло бы большую пользу.

Строить водохранилища можно для задержания не только снеговых вод, но и дождевых. В южной России есть несколько примеров таких именно водохранилищ. Напр., на орошаемом участке Войска Донского (б. Жеребцовский уч.; сведения о нем, как равно и о Каменском уч., заимствованы из книги А. Н. Костякова „Очерки по орошению на юге и юго-востоке Европейской России“). Он находится в северо-восточном углу Усть-Медведицкого округа на водоразделе речек Арчады и Березовки, притоков р. Медведицы. Главные пруды участка расположены на его северо-восточном склоне. Этот склон изрезан волнообразными суходольными балками. Главные пруды—Дудачий, Осиновый и Терновский находятся на вершине балок. Такое положение увеличивает возможную к орошению площадь. Однако, это же положение уменьшает водосборную площадь. Чтобы увеличить питание прудов, выше их построена целая система валов и водосборных каналов. Такая водосборная система увеличивает естественную водосборную площадь прудов. Ниже прудов расположена оросительная сеть, по которой вода из прудов поступает на поля.

По условиям местности иногда представляется невозможным построить одно водохранилище, которое было бы в состоянии питать водой предназначенную под орошение площадь. Тогда необходимо устраивать целую систему водохранилищ. Образец такого именно сооружения мы видим на Каменском казенном орошаемом участке в Екатеринославской губ. Он находится в 35 верстах от Бахмута в северо-западной части уезда. Питается он водами речки Каменки, впадающей в р. Бахмутку. Недалеко от впадения на Каменке устроено водохранилище—Нижне-Каменское—от которого начинается оросительная сеть и из которого производится орошение участка. Это водохранилище не велико по объему сохраняемой им воды,—около 33.000 куб. саж. Такого запаса

недостаточно. Поэтому для питания его устроены еще 3 водохранилища. 2 из них находятся на р. Плотке, впадающей в р. Каменку немного выше Нижне-Каменского водохранилища. Нижне-Плоткинское водохранилище объемом в 40,000 куб. саж. питает Нижне-Каменское водохранилище непосредственно. Верхне-Плоткинское же питает только по Плотке Нижне-Плоткинский пруд. Оно имеет меньший объем, а именно 23,000 куб. саж. Выше устья Плотки на Каменке устроено Верхне-Каменское водохранилище, самое большое из всех—в 144,000 куб. саж. Климат Екатеринославской губ., где находится Каменский участок более влажен, нежели губерний юго-востока—Самарской и Астраханской. Тем не менее опыт орошения на Каменском участке показал, что орошение значительно повышает урожаи. Отсутствие значительных источников орошения заставляет предположить, что устройство орошения на небольших сравнительно площадях при помощи водохранилищ поможет в будущем местному населению более полным образом использовать природные богатства нашего юга. Без постройки таких сооружений в описанных районах орошение невозможно.

Необходимость постройки водохранилищ для орошения возможна не только в случаях полного отсутствия орошаемого хозяйства без таких сооружений. Возможны случаи, когда в районах, орошаемых постоянными источниками, все же встретится безусловная необходимость в постройке плотин для увеличения подачи оросительной воды на поля в нужное время. Не вдаваясь в подробности, можно сказать, что в таких районах побудительные причины сооружения плотин могут быть двоякие: 1—в областях средних широт, где по условиям климата невозможны поливы круглый год, вода неполивного (главным образом, зимнего) периода сохраняется до времени наиболее острой в ней нужды летом, и 2—в областях малых широт и теплого климата, где посевы и поливы идут круглый год, но характер источника орошения не соответствует потребностям в воде местного хозяйства,—вода больших расходов реки, совпадающих с глухим оросительным временем, удержи-

вается плотной до периода малых речных расходов, по большого ее потребления на орошение.

Все наши орошаемые области расположены, как мы знаем, на южной границе умеренного пояса, а потому для нас более интересен первый случай постройки водохранилищ для сохранения воды зимнего неполивного периода. Вопрос о водохранилищах имеет свое значение, за единичными исключениями, почти для всех источников орошения наших южных окраин. В большинстве из них, как мы видели выше, нехватает воды по сравнению с колоссальной потребностью, проявляемой ожидающими пробуждения пустынями и орошенными, но маловодными областями. При выяснении возможности увеличения плотинами водных запасов, прежде всего указывается, что вся зимняя вода, ныне бесполезная для нужд орошения, будет при помощи водохранилищ обращена на поля. Кроме того, водохранилища могут изменять в благоприятную сторону режим реки в границах оросительного сезона. Весьма часты, например, случаи, когда летний паводок реки, несущий чрезвычайно большое количество воды, не может быть сполна обращен на орошение за своей кратковременностью, между тем осенью ощущается крайний недостаток воды. Поэтому орошаемая область, питающаяся живым сечением реки, в таких случаях бывает поставлена в необходимость приспособлять свои потребности к неблагоприятному для нее характеру реки. При устройстве же водохранилища излишняя вода паводков может быть задержана и с большей пользой обращена на орошение в наиболее критическое для некоторых культур время.

Чтобы наглядно показать, каково может быть увеличение подачи воды на поля при устройстве водохранилища, приведем подобный расчет изысканий в Зеравшанской долине. По расчетам этих изысканий естественный режим неблагоприятен орошаемому хозяйству, главным образом, малыми расходами весной в марте и апреле; между тем в это время требуется много воды. Водохранилище может уничтожить такое несоответствие природного характера реки сравнительно с необходимым для важных культурных растений режимом водо-

вается плотной до периода малых речных расходов, по большому ее потреблению на орошение.

Все наши орошаемые области расположены, как мы знаем, на южной границе умеренного пояса, а потому для нас более интересен первый случай постройки водохранилищ для сохранения воды зимнего неполивного периода. Вопрос о водохранилищах имеет свое значение, за единичными исключениями, почти для всех источников орошения наших южных окраин. В большинстве из них, как мы видели выше, нехватает воды по сравнению с колоссальной потребностью, проявляемой ожидающими пробуждения пустынями и орошенными, но маловодными областями. При выяснении возможности увеличения плотинами водных запасов, прежде всего указывается, что вся зимняя вода, ныне бесполезная для нужд орошения, будет при помощи водохранилищ обращена на поля. Кроме того, водохранилища могут изменять в благоприятную сторону режим реки в границах оросительного сезона. Весьма часты, например, случаи, когда летний паводок реки, несущий чрезвычайно большое количество воды, не может быть сполен обращен на орошение за своей кратковременностью, между тем осенью ощущается крайний недостаток воды. Поэтому орошаемая область, питающаяся живым сечением реки, в таких случаях бывает поставлена в необходимость приспособлять свои потребности к неблагоприятному для нее характеру реки. При устройстве же водохранилища излишняя вода паводков может быть задержана и с большей пользой обращена на орошение в наиболее критическое для некоторых культур время.

Чтобы наглядно показать, каково может быть увеличение подачи воды на поля при устройстве водохранилища, приведем подобный расчет изысканий в Зеравшанской долине. По расчетам этих изысканий естественный режим неблагоприятен орошаемому хозяйству, главным образом, малыми расходами весной в марте и апреле; между тем в это время требуется много воды. Водоохранилище может уничтожить такое несоответствие природного характера реки сравнительно с необходимым для важных культурных растений режимом водо-

подачи. Сравнительные сведения о том, какое количество воды проходит сейчас по р. Зеравшану и какое ожидается при устройстве водохранилища и переустройстве всей системы таковы:

Таблица № 3.

Месяцы.	Количество воды в милл. куб. саж.		Примечание.
	В настоящее время.	После устройства водохранилища и переустройства системы.	
Март	6,5	15,8	С принятием во внимание 40% потерь. Сведения заимствованы из записки экономиста А. А. Предтеченского.
Апрель	10,3	47,5	
Май	37,7	35,3	
Июнь	61,0	62,2	
Июль	65,2	52,1	
Август	47,3	43,2	
Сентябрь	24,3	6,7	
Итого	252,3	262,8	

Цифры этой таблицы показывают, что водохранилище даст возможность получить за март не 6,5 милл. куб. саж. воды, а 15,8, а за апрель вместо 10,3 — 47,5 милл. куб. саж. Такое значительное изменение, несомненно, даст возможность местному населению увеличить посевы хлопчатника, который в настоящее время очень страдает от недостатка воды в марте и апреле. Необходимо, впрочем, оговориться, что вопрос о водохранилищах более сложен, чем это может показаться первоначально. Недостаточно иметь уверенность в возможном увеличении воды в нужное время. Необходимо выяснить еще целый ряд других вопросов (экономическая сторона, состояние сети и пр. и пр.), без которых невозможно приступить к постройке. Всех этих подробностей, понятно, здесь нельзя касаться. На этих страницах важно лишь указать на возможность увеличения водохранилищами подачи воды на поля при использовании зимних вод.

В более жарких странах, чем наши южные орошаемые окраины, поливы и смены орошаемых культур происходят круглый год. Поэтому там нет совершенно глухих для поливов сезонов. Однако, и там возможны случаи необходимости постройки водохранилищ. Такая постройка производится с целью изменить коренным образом режим источника орошения, приспособив его к поливным требованиям главнейших культур. Наиболее ярким примером пользы от сооружения для таких надобностей может служить асуанское водохранилище на Ниле. Орошение водами Нила египетских земель происходило со времени фараонов. Значение орошения вполне сознавалось даже и в то время. Об этом говорят нам иероглифы, донесшие до нас изречения царицы Семирамиды: „Я заставила реки течь туда, куда я пожелала, а я желала, чтобы они текли только там, где это полезно. Я превратила бесплодную землю в плодородную, оросив ее из моих рек“.

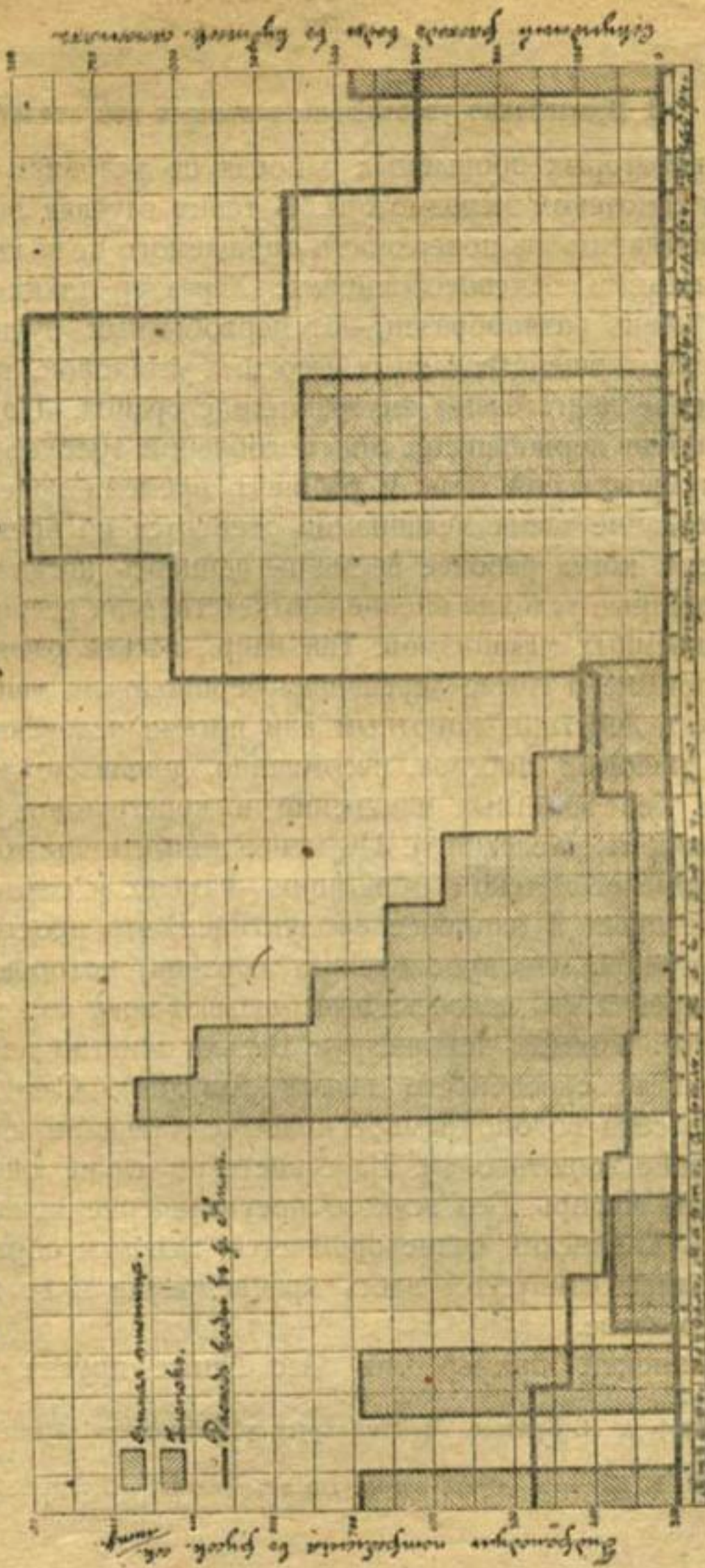
Система орошения в то далекое время была несложна. Вся нильская долина поперечными плотинами была разбита на ряд бассейнов. Эти бассейны затопления наполнялись водой во время паводка. После спада вод производился посев. Таким образом, такой способ орошения очень похож на практикуемый у нас на юге способ лиманного затопления. Паводок Нила обычно происходит в сентябре и октябре. Начиная с ноября, расход реки начинает уменьшаться вплоть до нового паводка. Наименьшее количество воды река несет в апреле, мае, июне и июле. В августе она сразу прибывает и к сентябрю она снова несет огромное количество воды. При старинной системе орошения бассейнами сеяли главным образом только те культуры, которые могли мириться с невысокой зимней температурой. Такие культуры на языке местных жителей феллахов называются „шетуи“. Главной из них является озимая пшеница. Сбор пшеницы происходит в феврале. Летние культуры — „сефи“ — сеются в марте и собираются в сентябре по декабрь. Наиболее типичная из них — хлопчатник. При орошении бассейнами летние культуры „сефи“ не могли получить широкого распространения, так как они требуют по-

стоянного орошения в период наименьших расходов Нила. На черт. № 1 наглядно показано, каким образом поливы озимой пшеницы (культура „шетуи“) совпадают с паводками реки, а поливы хлопчатника (культура „сефи“) со временем его наименьшего расхода^{*)}. Вполне понятно, что для государства и народного хозяйства было бы более выгодным увеличивать посевы летних культур „сефи“, как более доходных и трудоемких. Однако, для этого понадобилось изменить естественный режим Нила, неблагоприятный для летних поливов. Орошение бассейнами, практикуемое со времени седой древности, оказалось мало пригодным для летних культур. Поэтому явилась необходимость регулировать режим Нила и устроить орошение таким образом, чтобы поливы не находились в зависимости от времени и силы паводка, а могли бы быть производимы во всякое время года. Честь инициативы в деле замены бассейнов наводнения системой постоянных каналов принадлежит нице-королю Египта, Магомету-Али, который начал эту замену с 1837 г. Благодаря этому культура хлопчатника быстро распространилась в Египте. Со времени оккупации Египта англичанами—с 1884 г.—произведено много важных гидротехнических сооружений, позволяющих большую площадь Египта поливать круглый год системой постоянных каналов. Вещом всей оросительной системы Египта является ассуанское водохранилище, построенное в 1901 г. Это водохранилище позволяет вполне регулировать воды Нила. Изыскания и проект этого грандиозного сооружения принадлежит английскому инженеру Вильяму Вилькоксу. Подпор воды у ассуанского барража равен 10 саж. (точнее: 20 метрам) и распространяется вверх по течению приблизительно на 160 верст (точнее: 160 клм.). Объем резервуара содержит около 106.500.000 куб. саж. воды. Длина барража немного меньше 2 верст (точнее: 1966 метр.). Благодаря такому сооружению и другим более мелким, в Египте орошается постоянными каналами около 1.600.000 дес. земли^{**)}.

*) Чертеж составлен на основании сведений книги Н. Клингена: „Среди патриархов земледельца“ ч. I, Египет.

**) М. Н. Ермолаев. „Современное орошение и хлопководство Египта“, стр. 3 и 160.

Речные водохранилища в Ленинском и Московском уездах.



3. Применение усовершенствованных двигателей

В некоторых орошаемых районах по условиям местности поливы самотеком невозможны. В таких случаях воду приходится поднимать на поверхность орошаемого поля какими-либо механическими приспособлениями. Характер таких приспособлений очень разнообразен,—от первобытных ручных черпаков до усовершенствованных насосных установок, приводимых в движение двигателями внутреннего сгорания. Подъем воды при помощи первобытных приспособлений требует громадной затраты мускульной силы и рабочего времени людей и животных. Создание таких механизмов относится ко времени седой древности, когда рабочее время не ценилось, когда культурно-хозяйственные условия вполне соответствовали несовершенству водоподъемных механизмов. Так, напр., весьма распространенная и поныне в Китае деревянная черпательная машина, приводимая в действие животным или ногами человека для затопления рисовых полей, несомненно, дошла до настоящего времени без заметных изменений в конструкции в течение нескольких тысячелетий ^{*)}. Не менее примитивны водоподъемные орудия египетской ирригации—наталех и сакие. Наталех наиболее прост и наименее продуктивен: это просто-напросто кожаное ведро или просмоленная корзина, которою при помощи веревок два человека вычерпывают воду из канала одновременным взмахом четырех рук. Весьма понятно, как невелика оросительная способность такого „орудия“. Сакие представляет из себя водоподъемное колесо с горшками, приводимое в движение животным ^{**)}. На египетский сакие очень похож хивинский чигирь. Без всякого преувеличения можно сказать, что весь Хивинский оазис орошается, главным образом, чигирем. Поливы самотеком здесь крайне редки и во времени и в пространстве.

Хивинский пример для нас ближе других, а потому

^{*)} Проф. А. Н. Краснов. „Чайные округа субтропических областей Азии“. Вып. II, стр. 279.

^{**)} И. Н. Кляйген. „Среди патриархов земледелия.“ ч. I, стр. 386.

Таблица № 4.

Двигатель.	Мощность в лошади- ных силах.	Коэф- фициент полезного действия.		При одной установке.			Первоначальн. затраты.					Эксплуатационные расходы в год.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Насосы.	Механический аппарат.	Подача воды на 12-час. рабочий день.	Мтр. ³	Года.	Дес.	Число установок потребное для про- тешки всего оазиса.	На одну установку.		На все установки.		На 1 опомон. асцитину.		Одной установкой.	Всех установок.	На 1 асцитину.	На 1 кв. метр воды.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
									Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.					Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.	Руб.

причин площадь, орошаемая каждым типом установки, далеко не одинакова: чигирь может оросить в год 3,8 дес., двигатель „Русь“ в 5 л. с.—51,6, такой же двигатель в 20 л. с.—226 и „Дизель“ в 50 л. с.—535 дес. Вследствие этого число потребных для орошения всего оазиса установок, а также число лет, потребных для орошения того же оазиса одной установкой, что выражается в одних и тех же цифрах, изменяется в очень больших пределах. Для орошения чигирями необходимо таких установок 64.600, для орошения двигателями „Русь“ в 5 л. с.—4.850, для такого же двигателя в 20 л. с.—1.108, а для „Дизеля“ в 50 л. с. только 467. Те же цифры показывают число лет, потребное для орошения всего оазиса какой-либо из этих установок, т.-е. для чигиря на эту работу потребуется свыше 64 тысячелетий, для „Руси“ в 5 л. с.—около 5 тысяч лет, для „Руси“ в 20 л. с., около одной тысячи лет и для „Дизеля“ в 50 л. с.—только 467 *).

Из таблицы № 4 видно, что с увеличением мощности двигателя уменьшается стоимость первоначальных затрат на орошение при помощи наносных установок. Все-же самая малая затрата при „Дизеле“ все же почти в два раза больше, нежели затрата при чигире.

Совершенно ясно, однако, что наибольшая польза может получиться именно при применении усовершенствованных двигателей в тех районах, где поливы самотеком невозможны и где приходится прибегать к помощи водоподъемных механизмов. Ясно также, что примитивные водоподъемные машины требуют для своего действия значительного применения мускульной силы животных или людей, тогда как моторы внутреннего сгорания пользуются топливом. Возвращаясь к разобранному хивинскому примеру мы видим, что в продолжение всего оросительного сезона в 150 дней все чигири требуют 64.600 животных и столько же погонщиков. Другими словами, местное земледелие должно отрывать от полевых работ 19.380.000 рабочих дней, людей и животных. Если бы

*) Для схематичности примера потери в каналах не приняты во внимание.

чигири были заменены насосными установками, то все это громадное количество рабочей энергии было бы обращено непосредственно на обработку возделываемых культур, и как результат этого мы получили бы лучший урожай вследствие лучшего ухода. Но этого мало. Чигирные животные и погонщики требуют прокормления; и для этого отводится часть посевной площади. Следовательно, при подобных примитивных машинах какая-то часть обрабатываемой площади должна отводиться для питания двигающих чигири живых организмов и тем самым делать какую-то часть суммарного урожая забронированной от продажи или другого применения. Не то замечается при механических установках. При них двигатели питаются жидким минеральным топливом или отбросами урожая (стеблями хлопчатника и проч.). Таким образом, при переходе от примитивных ветхозаветных машин к усовершенствованным насосным установкам орошаемое хозяйство одновременно убивает трех зайцев: во-первых, оно удешевляет стоимость орошения, во-вторых, сохраняет часть урожая, в третьих, сохраняет часть рабочей силы.

ГЛАВА III.

Как надо обращаться с оросительной водой.

I. Усиленное орошение не всегда вызывает повышение урожая.

Итак, вода запасена водохранилищем, проведена каналами до орошаемого поля или поднята на него насосной установкой. Кончатся ли на этом заботы земледельца относительно бережного с ней обращения? Если мы плотинной сделали режим реки вполне благоприятным для нашего хозяйства и если потери в каналах мы довели до наименьших размеров, то, казалось бы, что — да, заботы кончатся. Но в праве ли земледelec водообильного района не дорожить каждым кубом оросительной воды и удовлетворять потребности своего хозяйства в орошении с такой полнотой, какая ему кажется наиболее благоприятной? На эти естествен-

ные вопросы необходимо с полной категоричностью ответить отрицательно. Земледелец должен бережно обращаться с оросительной водой при всяких условиях водообеспеченности, и он совершенно не в праве, пользуясь к тому представившейся возможностью, направлять на свои поля гомерические количества воды. Вода есть общенародное достояние, вода — ограниченное национальное благо. Распоряжение водой, находящееся в руках государства, никоим образом не может допустить чрезмерного водопотребления в отдельных районах за счет не только уменьшения общей орошаемой площади, но и за счет прямого и непосредственного иссушения тех районов, какие лежат ниже по течению каналов. Эта простая и бесспорная истина к великому вреду народного хозяйства мало сознается населением водообильных районов России. Без всякого преувеличения можно сказать, что население русских орошаемых областей, независимо от их природного и этнического несходства, отличается какой-то необъяснимой, постоянной и неискоренимой оросительной расточительностью. Эта водяная ненасытность проявляется решительно везде: у русских на немногочисленных орошаемых участках юга и юго-востока Европейской России, у казаков и оседлых горцев северного Кавказа, у армян, татар, персов и русских переселенцев в Закавказьи, у сартов, таджиков, узбеков, киргиз, туркмен, каракалпаков и русских переселенцев в коренном Туркестане и у таранчей, дунган, казаков и крестьян, в Семиреченской области. Если представляется к тому хотя бы малейшая физическая возможность (о праве в этом деле мало беспокоятся), то вместо обычных 100 куб. саж. воды на 1 дес. дают 200, 300 и даже 400, поливают впрок, поливают постоянной струей со сбросами, заливают дороги, перелог, образуют излишние взятые из канала водами болота и затопленные места.

Эта печальная картина одинакова для всех обильных водой районов. Особенно печальные размеры неумеренного пользования водой замечаются в малокультурных районах орошения и в русских поселках. Последнее обстоятельство зависит не только от неумения русского народа приноровиться

к новой для него обстановке, но и от больших наделов русских хозяйств, при которых наличная рабочая сила не может справиться.

При работах гидромодульной части по обследованию существующего водопользования в Семиреченской области, было весьма трудно организовать учет воды на полях; поливные площадки были здесь велики, — в десятину и более, — не выравнены и ограждены валиками далеко не тщательно; поэтому полив не был последовательным орошением каждой поливной площадки с переброской воды на следующую площадку после полного орошения предыдущей или их группы; в таких условиях плохой разделки орошаемого поля вода заливала сразу какое-либо пространство, наполняя его углубления и не покрывая высоких мест; при такой примитивности оросительной техники поливальщик совсем лишен возможности изолированно направлять воду на каждую из орошаемых площадок. При июльском орошении площадок, например, с хлопком вода бесполезно заливает и те места, где была пшеница. Вполне понятно, как много теряется воды при таком небрежном к ней отношении. К этому надо прибавить, что во всех малоинтенсивных районах поливные площадки не в 200—500 кв. саж., как это бывает обычно в округах хорошей старой культуры, а в 2—3 и больше десятин. К тому же такие площадки не выравнены; вода поэтому на них не заливает возвышенных мест, а в углублениях застаивается и способствует вымоканию посевов.

Чем же объяснить такое постоянное стремление к чрезмерным поливам? До некоторой степени его можно объяснить желанием увеличить урожай. Однако, такое объяснение справедливо лишь до некоторой степени. Чрезмерность орошения вызывает засоление и засорение почвы, повышает грунтовые воды, образует неудобные заболоченные места, делает всю местность нездоровой, лихорадочной. С повышением оросительной нормы до известного предела урожай с единицы площади увеличивается. Это замечено в орошаемых округах и в извало привычку увеличивать орошение, сколь это бывает

возможным по местным условиям. Такое обыкновение весьма часто заставляет переходить границу, до которой повышение нормы полезно растениям. Чрезмерные поливы явно вредят растениям и вызывают к тому же общее ухудшение природных условий района; народному же богатству такое отношение к ограниченному народному благу явно вредит.

Чтобы не быть голословным в утверждениях о приверженности к незначительному пользованию водой и бесполезности чрезмерных поливов, приведем несколько примеров. Река Мургаб течет к нам в Закаспийскую область из Афганистана. В русских пределах она вся разбирается на орошение и образует три оазиса: Пендинский, Иолотанский и Мервский. Самый верхний из этих оазисов по течению реки — Пендинский. Он расположен в том месте реки, где она еще не использована на орошение (авганское орошение не принимается во внимание). Естественно, что население Пендинского оазиса находится в лучших условиях, получая первую воду. Наоборот, Мервский оазис, как находящийся в самом конце реки, получает лишь ту воду, которую не смогли использовать два вышерасположенных орошенных массива: Пендинский и Иолотанский. В силу этого в Мервском оазисе весьма остро чувствуется недостаток воды. В то время, как в Пендинском оазисе находятся единственные во всей области посевы риса, требующего, как известно, постоянного затопления, маловодный Мервский оазис не всегда может в достаточной мере поливать даже такие малотребовательные к орошению посевы, как озимую пшеницу и скороспелую джугару. Под влиянием постоянного изобилия воды в Пендинском оазисе и постоянного недостатка в Мервском в первом из них у населения образовалась привычка небрежного обращения с водой, во втором — экономного использования. В результате одно и то же количество воды орошает не одинаковую площадь. Сравнительные цифры по этому поводу таковы (табл. № 5):

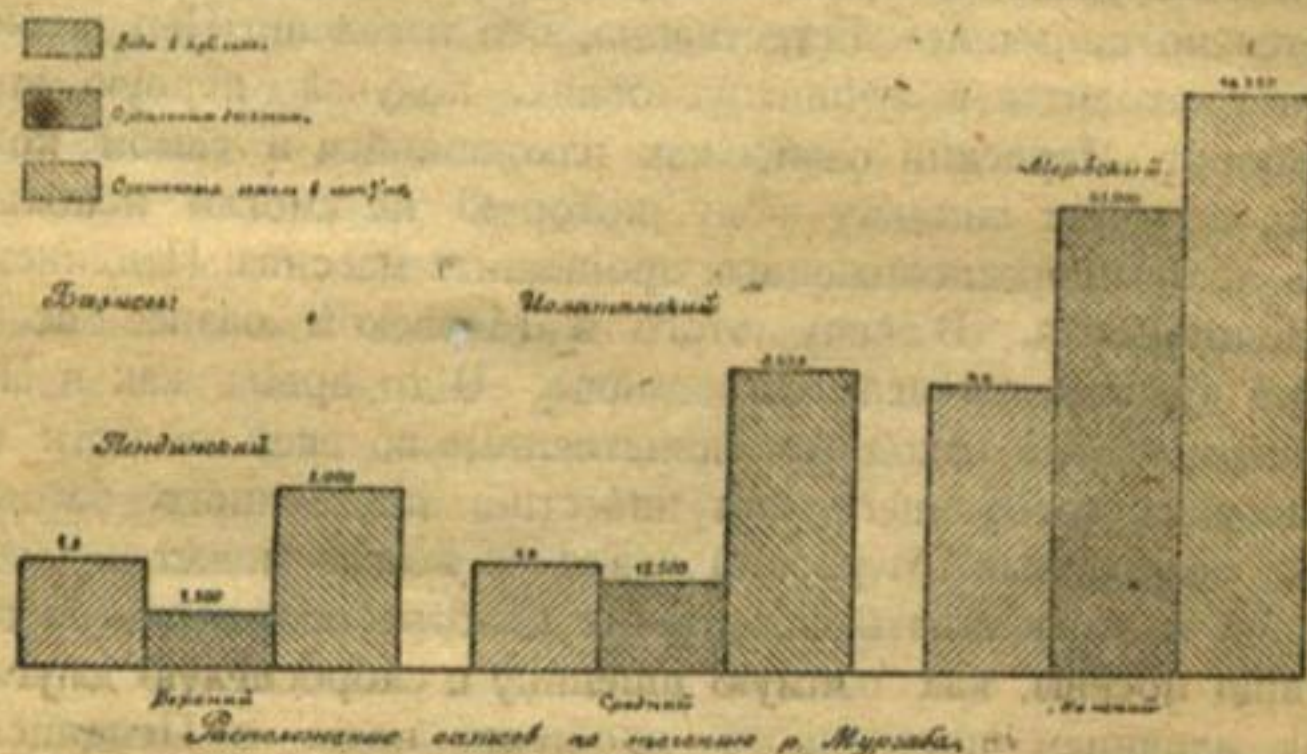
Таблица № 5.

Оазис.	Количество воды, полу- чаемой в куб. саж. в сек.	Десятин орошенной земли.	Земля, орошаемая 1 куб. саж. в секунду.		
			Десят.	‰ ‰	‰ ‰
Иендинский	1,5	7,500	5.000	30,7	41,2
Иолотанский	1,5	12,500	8.333	51,1	68,6
Морвский	4,0	65,000	16.250	100,0	131,9
Всего по Мургабу .	7,0	85.000	12.143	—	100,0

Как видно из таблицы и черт. № 3 Мургаб в русские пределы приносит в среднем около 7 куб. саж. сек. и оро-

Черт. № 3.

ВЛИЯНИЕ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ
НА ОРОСИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ КАЖДОЙ КУБ. САЖ./СЕК.



шает этой водой около 85.000 *) дес. Следовательно, в среднем один секундо куб. воды орошает 12.143 дес. Два верхние по течению оазиса расходуют воду менее продуктивно; поэтому 1 куб. саж. сек. орошает в Иолотанском—8.333 дес.,

*) Цифры заимствованы из работы инж. Н. А. Шарова: „Орошаемое х-во Закаспийской обл.“

а в Пендинском оазисе только 5.000 дес. В Мервском же оазисе, наоборот, вода расходуется экономнее: там 1 кубич. саж. сек. орошает 16.250 дес. Если эту цифру наибольшей производительности принять за 100%, то в Иолотанском оазисе тем же количеством воды орошалось около половины — 51,1%, а в Пендинском менее трети, а именно — 30,7%. Если же за основу сравнения принять среднюю орошаемую способность куб. саж. сек. по всей Мургабской долине, то в Пендинском оазисе этой водой орошается 41,2%, в Иолотанском — 68,6% и в Мервском — 131,9%. Эти цифры заставляют задуматься. Они показывают, что некоторые оазисы, расположенные в верхнем течении реки или магистрального канала, орошают одним и тем же количеством воды площадь менее трети той площади, которая орошается этим же количеством воды в маловодных низовьях системы.

Разница в орошающей способности каждой куб. саж.-сек. в различных районах зависит от двух причин: от высоты потерь и величины оросительной нормы. Только что приведенный случай для русских оазисов Мургаба обусловлен как разницей в нормах, так и в потерях. Сейчас мы более интересуемся нормами. Величина нормы в сильной мере зависит от обеспеченности района водой при прочих равных условиях. В районах одинаковых природных условий, но разной обеспеченности водой, оросительная норма будет больше при лучшей водообеспеченности, и наоборот. Очень показательным в этом отношении сравнение оросительных норм орошаемых районов Хивинского оазиса, находящихся в различных условиях водоподачи. Результаты нашего обследования водопользования в 1914 г. различных районов низовьев Аму-Дарьи позволяют расположить эти районы в следующем нисходящем порядке по обеспеченности водой: Ходжейли, Шурахан, Чимбай и Куния-Ургенч *). Ходжейлинское бекство Хивинского ханства орошается многоводным каналом Су-Али, берущим свое начало прямо из Аму-Дарьи. Высокие места здесь по-

*) С. К. Кондрашев: „Водопользование и орошаемое хозяйство Хивинского оазиса“.

ливаются чигирем, а более низкие—самотеком. В самотечных районах не редки посевы риса. Водопользование безочередное. Благодаря обилию воды Ходжелинский оазис растет. По его окраинам постепенно распахиваются и орошаются все новые и новые зоны. Движение это медленное, но для последнего времени постоянное. Здесь мы наблюдаем случай, когда культура идет на пустыню и медленно ее превращает в оазис. Таким образом, Ходжейли представляет собой пример обильной водой оазиса, в котором воды хватает не только на полное удовлетворение своих потребностей, но и на обращение окружающей пустыни в культурные места.

Шураханский участок Аму-Дарьинского отдела расположен на правом берегу Аму-Дарьи. Орошение в нем чигирно-самотечное с преобладанием чигиря. Самотеком поливаются наиболее низкие места лишь в короткое время паводка реки. В центре участка орошение безочередное. На периферии—очередное. С востока участок граничит с песчаной пустыней Кизыл-Кум. Водообеспеченность Шурахана надо считать средней, нормальной. Оазис имеет достаточно воды для орошения своих полей, но для оживления соседней пустыни и втуне лежащих земель внутри культурной площади у него воды не хватает.

Чимбайский участок Аму-Дарьинского отдела занимает восточную часть дельты Аму-Дарьи. Обеспеченность его водой в общем ниже среднего. Главная магистраль участка, Кегейли, дает воду по очередям отдельным отводам. Участок характерен большим различием водных условий на всем своем пространстве в одно и то же время и таким же различием одного района в разное время. Все это не создает прочной обстановки в смысле верности предположения о предстоящем плане поливов.

Куня-Ургенчское бекство Хивинского ханства орошается Хан-Ябом, называемым в своей первой половине Луазном. Куня-Ургенч самый маловодный район всех низовьев. Оазис от безводья вымирает. Оросительный сезон продолжался в 1914 г. всего 44 дня (в Шурхане 122 дня). На западе пески пустыни, не сдерживаемые теперь упругостью культуры, пришли

в движение и засыпают поля. Во многих местах оазис похож на раскопанную Помпею: брошенные селения, неорошаемые поля, засохшие на корню деревья, когда-то вывезенное и сложенное в кучи удобрение из свежей земли, но не разбросанное по полю, тщательно разделенному на делянки, но поросшему сухими колючками пустыни, — таков современный вид окрестностей богатейшего и культурнейшего когда-то Гурганджа, столицы древнего Хорезма.

Все эти четыре орошенных округа находятся, как мы видели, в неодинаковых условиях водоподачи и представляют собой как бы лестницу постепенного понижения водообеспеченности. Такая разница, естественно, должна найти свое отражение и в том количестве воды, которое выливается на 1 дес. в каждом из районов как весь период орошения, так и за один полив. Рассуждая теоретически, мы в праве ожидать, что число поливов и оросительная норма (объем воды за все поливы года какой-либо культуры на 1 дес.) будут в прямом соответствии с наличностью воды, а поливная норма (количество воды, даваемое за один полив) — в обратном; последняя, как известно, зависит от свойств почвы, культуры и почвенной влажности в день полива: при одинаковых почвенных условиях и для одной и той же культуры поливная норма в безводных районах должна быть больше, нежели в обильных водою, так как в первом почва иссушена больше и, следовательно, требуется большее количество воды для приведения такой почвы в состояние полезной для растения влажности. Наблюдения не вполне подтверждают эти соображения. В прямом соотношении с обеспеченностью водой находятся не только оросительные, но и поливные нормы. Число поливов и нормы для 4 главных культур (хлопок, пшеница, джугара, люцерна) для низовьев Аму-Дарьи по данным 1914 г. таковы (таблица № 6):

Как видно из таблицы и черт. № 4, число поливов и оросительная норма не находятся в полном и прямом соответствии с обилием или недостатком воды в районе. Перечень районов расположен в порядке уменьшения обеспеченности водой и в том же порядке уменьшается число поливов и величина оро-

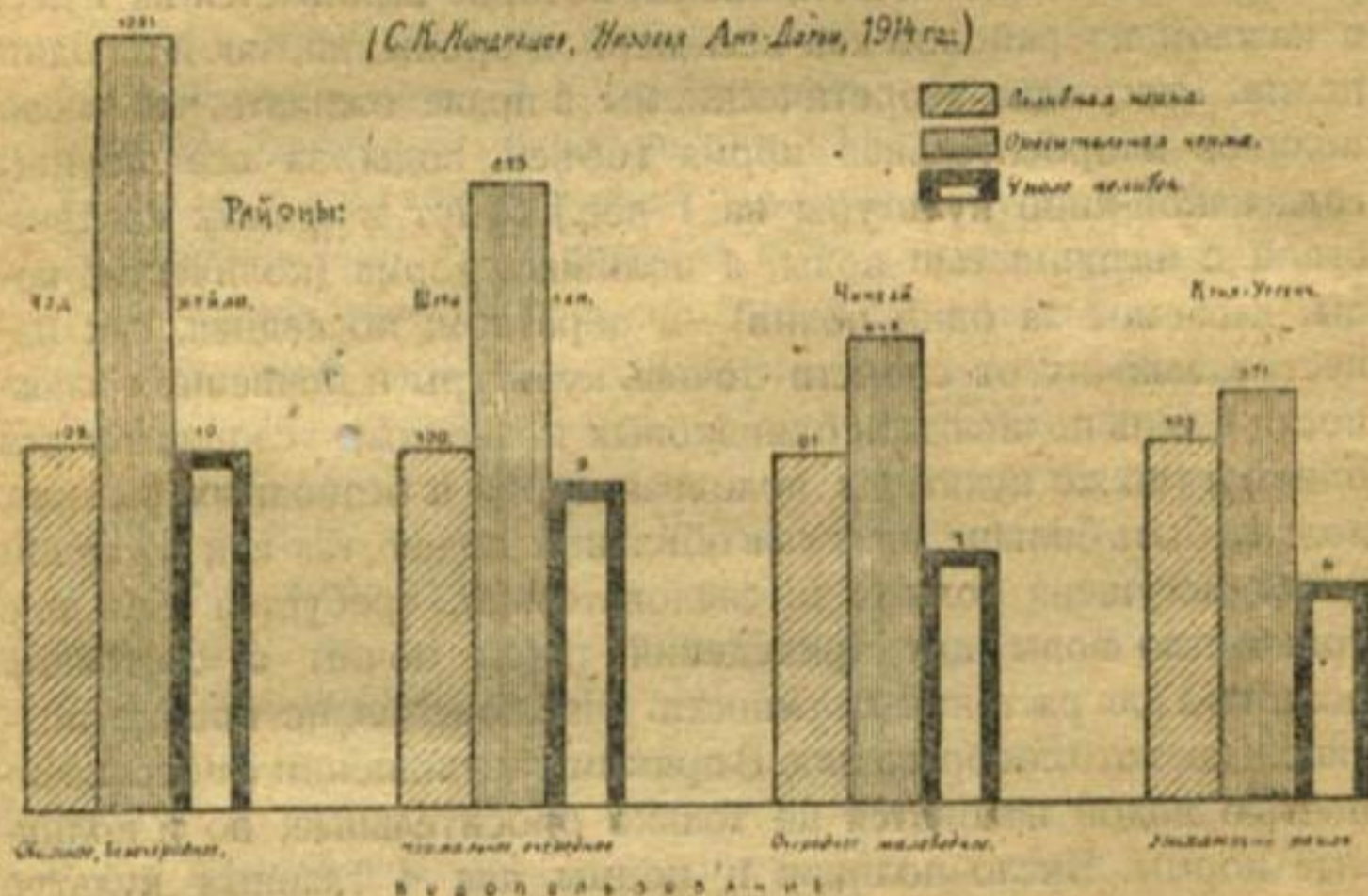
Таблица № 6.

Район.	Число поливов.	Поливная норма в куб. саж.	Оросительная норма.		Оросительный сезон в днях.
			Куб. саж.	% %	
Ходжейли	10	109	1081	100,0	117
Шурахан	9	100	875	80,9	122
Чимбай	7	91	648	60,0	115
Куля-Ургенч	6	103	571	52,8	44

Черт. № 4.

ВЛИЯНИЕ ВОДОБЕЗПЕЧЕННОСТИ НА НОРМЫ И ЧИСЛО ПОЛИВОК.

(С. П. Кондратов, Невская Авто-Дорога, 1914 г.)



сительной нормы. Интересно при этом обстоятельство, что указанное уменьшение не зависит от продолжительности оросительного сезона. Если не принимать во внимание усыхающего Куля-Ургенча, то в остальных трех районах длина этого периода была почти одинакова. Следовательно, нельзя думать, что в Чимбае, наприм., потому меньше было поливов, что там бы-

до меньше времени для производства орошения. Уменьшение числа поливов и оросительных норм произошло исключительно от степени наличия воды в районе. Была вода в достатке—поливали большее число раз, при недостатке же—сокращали поливы. Но самое интересное в таблице это—противное ожидавшемуся взаимоотношение между обеспеченностью водой и величиной поливных норм. Если опять исключить Куния-Ургенч, где земли пересушены свыше всякой меры, то в остальных районах поливная норма находится не в обратном отношении с наличием воды, а в прямом: Ходжейли—103 куб. саж., Шурахан—100 куб. саж. и Чимбай—91 куб. саж. Такое явление находится в полном противоречии с теорией и лучшими основами оросительных проектов. В районах, где поливов и воды больше, справедливо ожидать меньших поливных норм, а получается наоборот. Следовательно, население имеет склонность приливать какую-то часть воды к количеству, действительно потребному. Следовательно, население, пользуясь к тому физической возможностью, увеличивает не только число поливов, но и размеры каждого из них. Что же служит причиной такой водяной жадности? Может быть желание получить лучший урожай? Сравнение высоты норм и урожаев не доказывает справедливость такой оросительной ненасытности. Напр., нормы и урожай оз. пшеницы по тем же данным таковы (таблица № 7):

Таблица № 7.

Р а й о н.	Оросительная норма в куб. саж.	Урожай в пудах.	
		На 1 дес.	На 1 куб. саж. воды.
Шурахан	833	170,14	0,02
Чимбай	454	176,36	0,04

Урожай оз. пшеницы (на выбранных для наблюдения хозяйствах) был приблизительно на одной высоте: в Шурахане—170,14 пуд. и в Чимбае—176,36 пуд. Норма же в Шурахане

значительно превосходила чимбайскую: в Шурахане 833 куб. саж., а в Чимбае только 454 куб. саж. Этот случай свидетельствует, что стремление местного населения к увеличению поливных норм и числа поливов не всегда приводит к увеличению урожая. Работы опытно-оросительных станций и вообще опытных учреждений укажут населению, каких именно схем и норм поливов им необходимо держаться для той или иной культуры. В настоящей же работе необходимо вполне определенно предостеречь земледельцев от увлечения ими большими нормами. Разобранный случай показывает, как непроизводительно при таких высоких нормах расходуется драгоценная оросительная вода. В Шурахане на 1 куб. саж. получается урожая 0,02 пуд., а в Чимбае 0,04 пуд. Повышением нормы шураханцы не достигли повышения урожая, но использовали свою воду вдвое непродуктивнее чимбайцев; между тем этот непродуктивно затраченный излишек мог быть направлен на новые поля, оросить новые посевы пшеницы и дать новый урожай стране.

Описанный случай не представляет собой чего-либо исключительного. Из данных гидромодульной части за 1914 г. также явствует, что и в других районах Туркестана вода расходуется нерасчетливо и в зависимости от физической возможности такого расходования, т.-е. главным образом от обеспеченности водой района. В указанном году были обследованы три района: по р. Исфара (Бек-Абадское о-во, Кокандск. у., Ферганской области) в низовьях долины Чирчика (отвод Иски-Ташкент арыка Кара-Кульдук в Чиназск. волости, Ташкентск. у., Сыр-Дарьинск. обл.) и под Самаркандом на границе рисового района по системе верхнего Сиаба (Туркмену и Каучуну) в Ангарской волости, Самаркандского у. Эти районы по почвенным и ирригационным условиям весьма отличны между собой. Однако, на высоту поливных норм подачи повлияла, главным образом, обеспеченность водой каждого района (табл. № 8):

Как видно из таблицы и черт. № 5, между обеспеченностью района водой и высотой норм подачи существует бесспорная зависимость. Чем выше подача воды на каждую десятину райо-

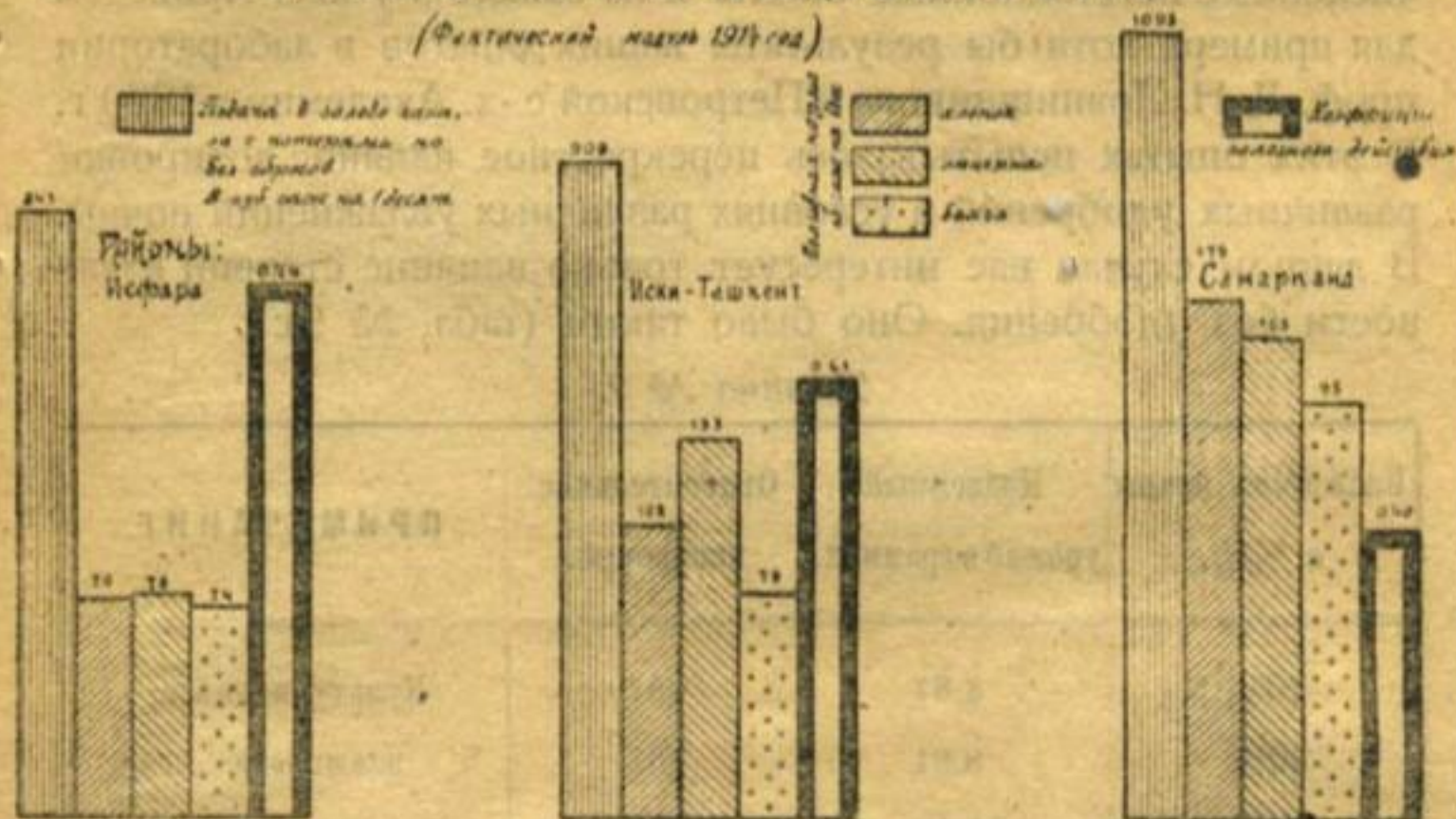
Таблица № 8.

район.	На 1 дес. куб. саж.	Подача воды в голове канала с потерями, по без сбросов.	Поливная норма.		
			Хлопок.	Люцерна.	Бахча.
Исфара		843	76	78	74
Иски-Ташкент		909	102	133	79
Самарканд		1093	179	168	95

Черт. № 5.

ВЛИЯНИЕ ВОДОБЕЗПЕЧЕННОСТИ НА ВЫСОТУ ПОЛИВНЫХ НОРМ
И СТЕПЕНЬ БЕРЕЖНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ВОДОЙ.

(Фактический материал 1914 года)



на, тем выше норма. Это еще раз подтверждает, что степень бережности расходования поливочной воды населением орошаемых округов зависит, главным образом, от обилия или недостатка воды. При обилии вода расходуется неэкономно и лишь при недостатке—более или менее бережно.

Когда мы говорили о потерях в каналах, то было ясно, что уменьшение этих бесполезных потерь полезно как стране,

обладающей ограниченным водным фондом, так и отдельным водопользователям, могущим расширить свою орошаемую площадь при уменьшении потерь. Возможно, что совет об уменьшении норм будет не так понятен водопользователям. Известно из практики и дознано опытом, что с улучшением орошения повышается и урожай. Поэтому предложение уменьшить орошение может быть понятно, как призыв к уменьшению урожаев. Такое понимание будет совсем неправильное. Повышение норм вызывает повышение урожая лишь до известного предела. После этого предела увеличение поливов не только не вызывает повышение урожая, но даже способствует его уменьшению. Об этом единодушно свидетельствуют многочисленные вегетационные опыты и на западе и у нас. Приведем для примера хотя бы результаты наших опытов в лаборатории проф. Д. Н. Прянишникова в Петровской с.-х. Академии в 1920 г. В этих опытах испытывалось перекрестное влияние дозировки различных удобрений в условиях различных увлажнений почвы. В данном случае нас интересует только влияние степени влажности без удобрения. Оно было таким (табл. № 9):

Таблица № 9.

Влажность почвы в %.	Надземный урожай в граммах.	Относительное испарение.	ПРИМЕЧАНИЕ.
20%	4.87	687	Культура—овес; % влажности исчисляется от влажности почвы.
40%	8.81	761	
60%	11.42	780	
80%	6.47	961	

Результаты этих опытов интересны в 2-х отношениях: во 1), от повышения влажности урожай повышается лишь при влажности до 60%, а выше поступает его резкое падение и, во 2), с повышением влажности почвы повышается относительное испарение.

Подобные результаты получаются и в полевых условиях. Вот, напр., сведения о таком влиянии по данным работ гидромульного отдела при Голоднотепской опытной станции (табл. № 10):

Таблица № 10.

Культура.	Год опыта.	Оросительная норма в куб. саж.	Урожай в пудах.	
			На 1 дес.	На 1 куб. саж. воды.
Хлопчатник.	1913	96	196	2,01
"	"	216	206	0,95
"	"	384	232	0,61
"	"	683	205	0,30
"	"	910	199	0,22
Хлопчатник.	1914	96	98	1,02
"	"	288	115	0,40
"	"	384	170	0,44
"	"	480	207	0,43
"	"	576	194	0,34
Маш	1914	392	34	0,08
"	"	440	47	0,10
"	"	488	35	0,07

В первый год опытов, когда границы наиболее полезных норм были еще не выяснены, размеры орошения испытывались в очень широких границах: от 96 куб. саж. до 910 куб. саж. на дес. Оказалось, что наибольший урожай получился при сравнительно небольшой норме в 384 куб. саж. на дес. Это показывает, как опасно увеличивать нормы в стремлении за лучшим урожаем. В следующем году граница испытываемых норм понизилась до высоты в 576 куб. саж. При этом оказалось, что без удобрения при хлопчатнике по хлопчатнику наибольшая норма опять-таки не дает лучшего урожая. Из опытов с ма-шем видно, что наилучший урожай получается при 440 куб.

саж., а при незначительном ее повышении до 488 кб. саж. он уже падает. Интересны также результаты подобных опытов в Америке. В итоге трехлетних наблюдений с 1911 по 1913 г. опытной станции с.-х. колледжа штата Юта выяснилось что при орошении кукурузы высшая норма понижает урожай, а повышение норм вообще уменьшает продуктивность использования оросительной воды*) (табл. 11).

Таблица № 11.

Оросительная норма в дюймах.	Валовой урожай.	
	Бушелей зерна с акра.	Тонн соломы с акра.
Без полива.	47.13	2.83
5	52.73	3.15
10	51.76	3.09
20	58.94	3.64
30	56.89	3.75
40	57.60	3.75

Это показывает, как тонко должно обстоять дело с повышением орошения. Небольшое увеличение норм, и урожай падает. Все земледельцы орошаемых районов должны поэтому твердо помнить, как опасно без всякой меры жадничать на оросительную воду. При таком излишестве в поливах земледельцы у государства отнимают без всякой пользы оросительную воду, принося при этом себе убыток. Только полным непониманием такого двойного вреда и явным заблуждением можно объяснить привычку к оросительному излишеству.

Мысль о двойном убытке от излишних поливов основывается не только на данных вегетационных опытов и на работах по оптимальному модулю. В этом случае эта мысль была бы мало доказательной для широких хозяйственных выводов. Опасе-

* Bulletin 133 Utah Agricultural College Experiment Station, стр. 386.

ние об уменьшении урожаев при переходе норм на известную границу подтверждается работами по изучению фактического водопользования. При обследовании в 1914 г. районов в Исфаре и Иски-Ташкенте, о которых уже говорилось, получилась такая зависимость между размером орошения и урожаем хлопчатника (табл. № 12).

Таблица № 12.

Р а й о н.	Оросит. норма в куб. саж.		Среди.	Число наблюд.	Урожай сырца на 1 дес.	На 1 кв. саж.	
	От	До				Пуды.	%
Исфара	198,3	650,0	484,4	13	78,1	0,161	100,0
	650	950	800,0	36	80,9	0,101	62,7
	950	1281,5	1118,6	4	77,6	0,069	42,8
Иски-Таш- кент.	450	650	547,8	5	84	0,153	100,0
	650	1100	787,1	19	101	0,127	83,0
	1100	—	1304,3	4	81	0,062	40,5

При разбитии норм по их величине на группы мы видим из этой таблицы, что на Исфаре при средней норме в 484 куб. саж. получился урожай в 78,1 пуд. сырца, при норме в 800,0 куб. саж.—80,9 пуд. и при самой большой в 1118 куб. саж.—всего 77,6 пуда. Следовательно, повышение нормы земледельцами с 484 куб. саж., не принося заметного повышения урожая, вызывает даже понижение при дальнейшем увеличении орошения. Это убыток населению. Убыток же государству заключается в непроизводительной трате воды при высоких нормах. При расчете урожая, получаемого на 1 куб. саж. затраченной воды, малая норма всего полезнее—0,161 пуда сырца на куб. саж. воды или 100%, средняя дает уже худший результат—0,101 пуд. или 62,7%, и большая самая невыгодная: она дает только 0,069 п. или 42,8%. Приблизительно такая же картина и в Иски-Ташкенте. Малая норма в 548 куб. саж. дает 843 пуда валового урожая, средняя в 787 куб. саж.—101 и большая в 1304 куб. саж.—81 пуд. При вычислении эффекта орошения

малая норма опять-таки будет самой выгодной для государства: малая дает на куб. воды 0,153 пуда сырца, средняя 0,127 или 83,0%, от первого количества и большая—0,062 или только 40,5%. Таково влияние повышения норм на урожай. Сравнивая нормы, давшие наибольший эффект орошения, со средними нормами под хлопчатник на Исфаре и в Иски-Ташкенте, мы видим, что эти нормы значительно выше. Так, на Исфаре средняя оросительная норма хлопчатника равна 831 куб. саж.; она превосходит не только норму наибольшего эффекта—484 куб. саж., но и норму наибольшего валового урожая—800 куб. саж. В Иски-Ташкенте средняя норма равна 787 куб. саж., она значительно выше нормы наилучшего эффекта 548 куб. саж.

Выводы из всего сказанного выше о высоте норм и вызываемых ими урожаев таковы: население всех орошаемых областей имеет непобедимое пристрастие к увеличению норм орошения; там, где по местным ирригационным условиям такое обыкновение не встречает физических препятствий со стороны недостатка воды, нормы орошения достигают значительных размеров; так как повышение орошения соответственно увеличивает урожай лишь до известной границы, то увеличенное орошение весьма часто дает уменьшенный валовой урожай и во всяком случае вызывает значительно худшее использование оросительной воды. Лучшим выходом из такого положения является, конечно, широкое распространение среди населения орошаемых областей правильных сведений о вреде высоких норм и указание, как и когда надо поливать какую-либо культуру в данных условиях; вообще же сохранению оросительной воды очень помогут следующие советы бережного с ней обращения:

1. О бороздчатых способах полива.
2. О соответствующем выборе возделываемых растений.
3. О соответствии времени поливов с развитием растений.
4. О надлежащей обработке почвы вслед за орошением.

2. О бороздчатых способах полива.

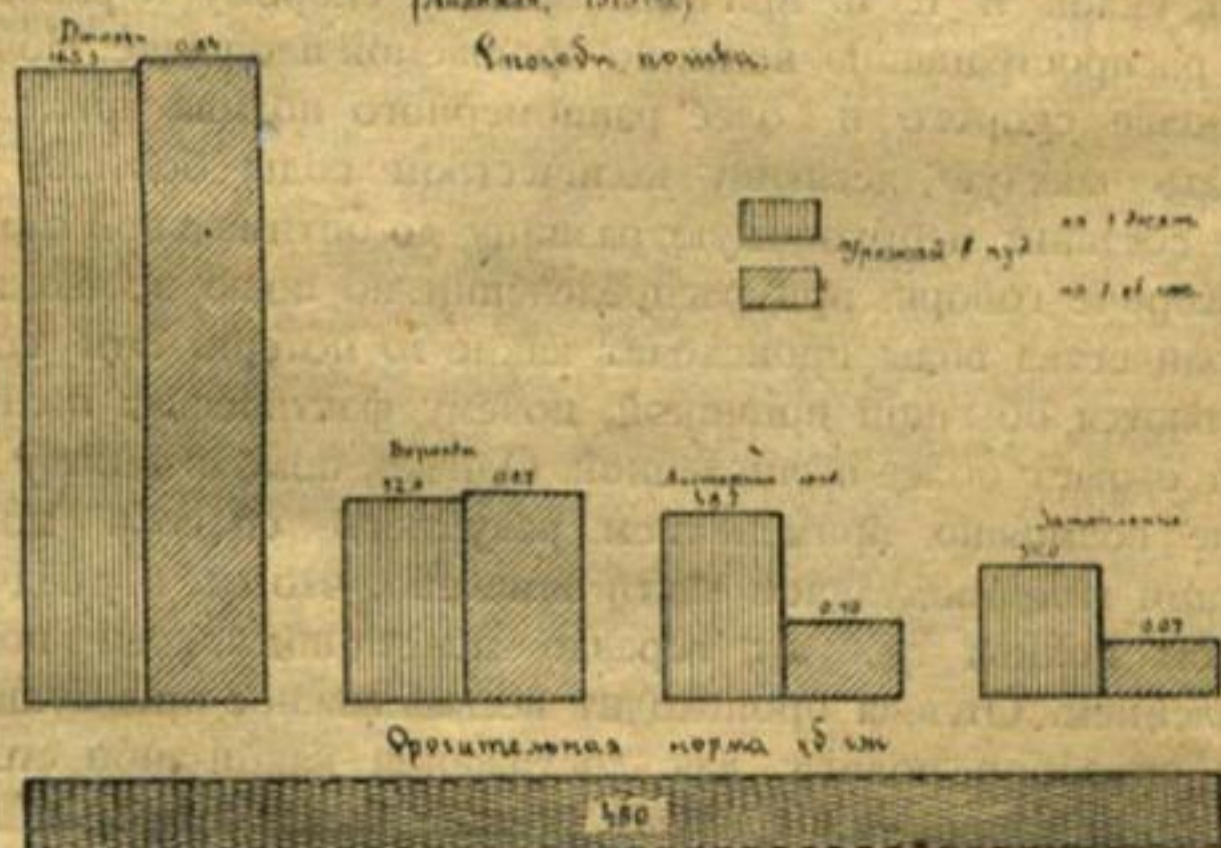
Поливная норма должна доставлять на десятину земли такое количество воды, которое довело бы имеющийся недостаточный запас влаги в почве до наиболее полезной для данного растения высоты. Другими словами, поливная норма должна быть равной разнице между наличным и оптимальным запасом влаги в метровом слое почвы. При этом необходимо, чтобы такой запас был распределен по всей орошаемой площади равномерно. Как показывают наблюдения с учетом запаса влаги в почве до и после орошения и учетом оросительной воды, обычно фактическая поливная норма несколько больше по сравнению с необходимой для доведения влажности до желаемого уровня. Это происходит вследствие тех трудностей, какие встречаются на пути малого количества воды, орошающего поле. Стебли растений, комья земли, неровности поверхности, малый уклон и т. п. причины мешают скорому и равномерному распространению воды по орошаемой площадке. Поэтому для более скорого и более равномерного полива приходится орошать каждую десятину количеством воды больше того, какое составит необходимую разницу до оптимальной влажности. Короче говоря, при распределении по полю необходимого количества воды происходят какие-то потери. Эти потери и являются обычной причиной, почему фактическая поливная норма бывает более вычисленной. Однако, помочь такому горю вполне возможно применением разумного способа полива. Опытами гидромодульной части замечено, что все бороздчатые способы полива требуют гораздо менее воды, чем поливы затоплением. Отсюда происходит весьма важное преимущество таких способов полива: для достижения какой-либо степени увлажнения почвы они требуют меньше воды, а при одинаковой со способом затопления норме, они дают большее увлажнение, а, следовательно, и больший урожай. Весьма интересны в этом смысле результаты опытов гидромодульного отдела Андижанской опытной станции в 1913 г., показавшие, что одна и та же норма дает различные результаты (таблица № 13).

Таблица № 13.

Способ полива.	Оросительн. норма в куб. саж.	Урожай сырка в пуд.		Примечание:
		На 1 дес.	На 1 куб. саж. воды.	
Туземные джояки	180	165,5	0,84	На джояке и при затоплении двойное повторение, на листерных бороздах — тройное. Схема поливов везде одинакова—1—1—3—1. См. вып. 2 изд. Гидромодульн. части, стр. 283
Борозды		52,8	0,27	
Листерные гряды		18,7	0,10	
Затопление		34,0	0,07	

Черт. № 6.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛИВА НА ВЫСОТУ УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА
И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ.
(Андижан, 1913 г.)



В описываемом опыте (черт. № 6) испытывалось 4 способа орошения: туземные джояки (извилистые, змееобразные гряды), машинные борозды, делаемые окучником, гряды американского двухотвального плуга (листера) и обычное затопление. Наивыс-

ший валовой урожай и наилучшее использование воды получилось при джояках. Урожай на джояках более чем в три раза превосходил урожай при бороздах и листерных грядах и почти в пять раз урожай при затоплении. Как известно, весь Андижанский округ возделывает хлопчатник на джояках. Как показывают цифры этого опыта, джояки оказались самым экономным и самым урожайным способом орошения. Поэтому не надо искать добра от добра и рекомендовать туземному хозяйству новые для него способы полива.

Такие результаты получились в том же 1913 г. на гидромодульном отделе голодностепской опытной сельскохозяйственной станции. Там сравнивался полив затоплением при разбросном посеве с джоячным поливом при посеве в гнездах. Кроме того каждая сопряженная пара или четверка делянок испытывала распределение поливов во времени в зависимости от роста хлопчатника (так. наз. схему поливов). Во всех случаях число поливов было одинаковое—4 и норма одна и та же в 400 куб. саж. Как показывает таблица № 14, в зависимости от схемы поливов урожай был не одинаков, но во всех случаях джояки дали лучший урожай, нежели полив затоплением.

В среднем для всех схем и вариаций с длиной межполинных промежутков полив затоплением дал 150,3 пуда сырца на десятину, а джояки—168,5 пудов. Прибавка в урожае на 18 пудов с каждой десятины при одной и той же норме в 400 куб. саж. показывает, как много зависит от способа орошения.

Эти два примера повышенной урожайности на джояках при одной и той же норме зависят, главным образом, от повышенной влажности почвы в случае джоячного полива. К этим примерам интересно добавить еще один, когда разные нормы дают приблизительно один и тот же урожай, при чем меньшая норма относится к поливу по бороздам, а большая—затоплению. В 1914 г. на Мургабской гидромодульной станции испытывалось влияние двух способов полива под хлопчатник: по бороздам и затопление. До посева оба способа имели одну и ту же предпосевную поливку в одном случае в 150 куб. саж., а в другом—225 куб. саж. После посева хлопок поливался одинако-

Таблица № 14.

Способ. полива.	Распределение поливов.				Урожай.		Примечание.
	До по- сева.	От всхо- дов до цветения.	От. нач. цветен. до созрев.	При созрева- нии.	На 1 дес.	На 1 куб. саж. во- ды.	
Затопление	0	0	4	0	117,3	0,293	1) С двухне- дельным меж- поливи. про- межутк.
Джойки . .	0	0	4	0	151,0	0,377	
Затопление	0	1	3	0	163,3	0,408	
Джойки . .	0	1	3	0	165,4	0,413	
Затопление	1	0	3	0 ¹⁾	160,9	0,402	2) С трехне- дельн. меж- поливи. про- межутк.
Джойки . .	1	0	3	0 ¹⁾	181,1	0,452	
Затопление	1	0	3	0 ²⁾	159,7	0,399	
Джойки . .	1	0	3	0 ²⁾	176,6	0,441	
Затопление	среднее для всех схем.				150,3	0,375	Стр. 222, II вып. изд. Гидромод. части.
Джойки . .					168,5	0,421	

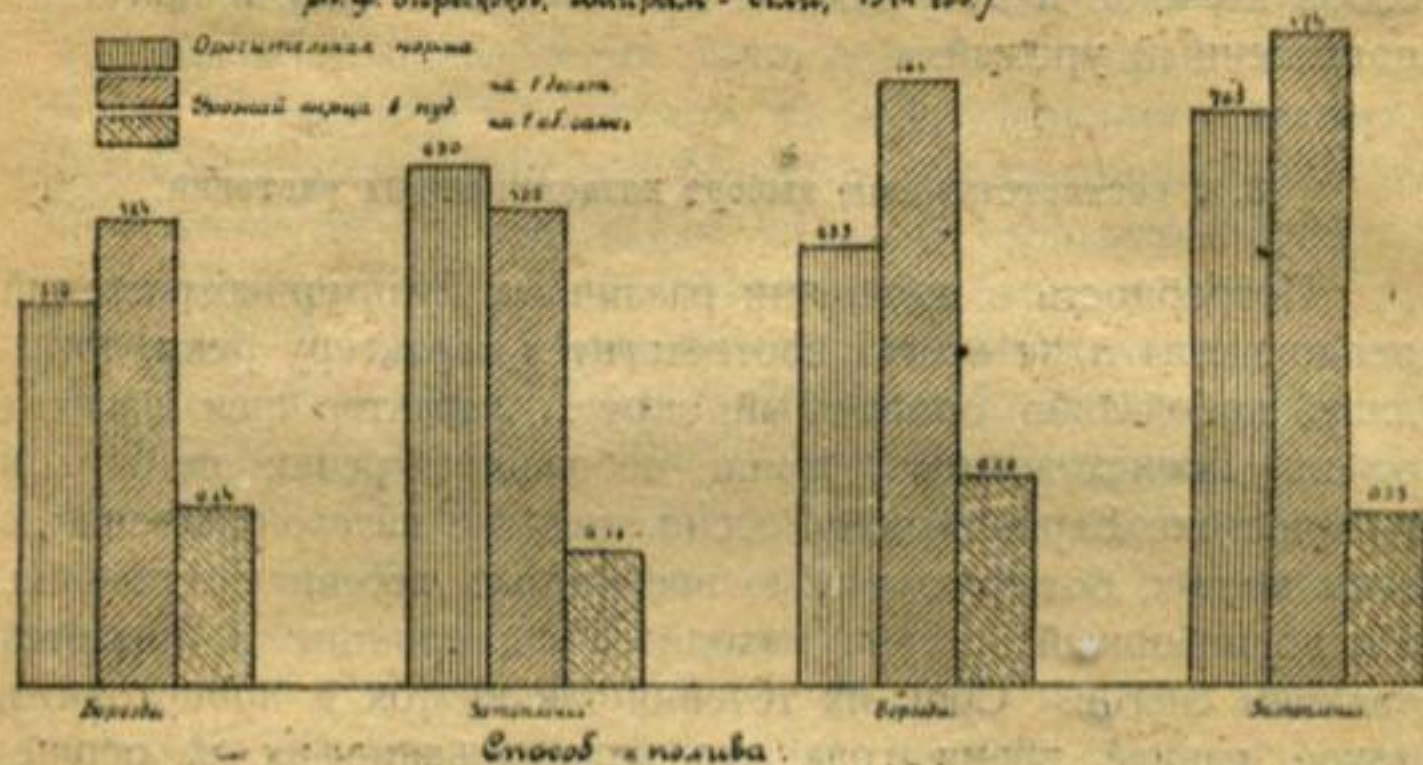
во 6 раз, при чем норма затопления была в 90 куб. саж., а полива по бороздам, естественно меньше — 60 куб. саж. Несмотря на увеличение оросительной нормы при поливе затоплением, оба способа дали приблизительно одинаковый урожай, (табл. № 15 и черт. № 7).

Таблица № 15.

Способ полива.	Норма в куб. саж.			У р о ж а й.				ПРИМЕЧ.
	До по- сева.	После по- сева.	Всего.	На 1 дес.		На 1 куб. саж.		
				Пуды.	%	Пуды.	%	
Борозды . . .	150	360	510	124	99,2	0,24	100,0	Выпуск 9-й изд. Гидро- мод. части, стр. 109.
Затопление . .	150	540	690	125	100,0	0,18	75,0	
Борозды . . .	225	360	585	161	92,5	0,28	100,0	
Затопление . .	225	540	765	174	100,0	0,23	82,2	

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОЛИВА НА УРОЖАЙ ХЛОПЧАТНИКА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ.

Ин. Ф. Перескоков, Докл. раб. - С.-м., 1914 г.



Вследствие уменьшения каждой поливной нормы на 30 куб. саж. при орошении по бороздам за весь оросительный период, при этом способе полива было сэкономлено 180 куб. саж. Поэтому весь расход воды был равен при бороздах 510 куб. саж. в одном случае (при затоплении соответственно—690 куб. саж.) и в другом—585 куб. саж. (при затоплении—765 куб. саж.). В первом случае урожай получился почти одинаковый: борозды 124 п. и затопление—125 п. Во втором случае при предпосевной норме в 225 куб. саж. борозды дали валового урожая немного меньше, а именно 161 п., а затопление 174 пуда. При расчете же продуктивности расходования каждой кубической единицы воды получается другая картина. Затопление, несмотря на несколько увеличенный валовой урожай, дает худшее использование воды: в первом случае на 25%, а во втором на 17,8%. Эти примеры наглядно показывают, каким образом разумный способ полива может сохранить оросительную воду или при одинаковой с другими способами затраты оросительной воды, давать лучший урожай. Приме-

нение того или другого способа орошения всецело зависит от земледельца. Очень важно поэтому, чтобы население понимало важность и прибыльность применения бороздчатых способов поливов и посредством их сохранило воду и получило повышенный урожай.

3. О соответственном выборе возделываемых растений.

Потребность в орошении различных культурных растений неодинакова и не всегда соответствует характеру реки, питающей какой-либо орошаемый округ. Характер рек зависит от их происхождения. Наши небольшие речки на юге и юго-востоке Европейской России, дающие начало орошению в этих местах, большею частью временного весеннего течения. Их водосборный бассейн находится на равнине и питается таянием снегов. Срок их течения так краток и происходит в такое раннее время года, что использование их на орошение, как мы видели, невозможно без устройства водохранилищ. В наших же главных областях орошения — Туркестане и Закавказье — реки используются на орошение своим живым течением без устройства водохранилищ. Поэтому для большинства наших орошаемых районов весьма важен вопрос о характере того источника орошения, который их питает.

В этих районах реки по большей части горного происхождения; западные ветры, проносясь над засушенной пустыней, мало отдают ей влаги. Лишь встречаясь с высокими горами, водяные пары сгущаются и выпадают. Если водосборная площадь реки в большей своей части лежит в очень высоких горах, выше линии вечного снега, то такие реки питаются, главным образом, таянием ледников. Такое таяние, вполне естественно, с наибольшей силой происходит в самое жаркое время года — в июне или июле — и с наименьшей в самое холодное — зимой. Реки же, имеющие свой водосборный бассейн в горах ниже уровня вечного снега, питаются, главным образом, теми запасами снега, которые выпали и в горах и в предгорьях за зиму. Таяние этих снегов на-

чинается ранней весной, наибольшей своей силой достигает в апреле и оканчивается в августе. Реки чисто снегового характера свой наименьший расход несут ранней осенью, когда снега уже растаяли, а осенние дожди еще не начали перепадать.

Характер потребления воды различными растениями зависит от времени их посевов, продолжительности и силы их орбления. Есть культуры, которые требуют орошения с ранней весны до поздней осени. Такова, например, люцерна; в противовес ей весьма распространены посевы, довольствующиеся 2—3 орошениями, крайние сроки которых расположены один от другого на 50—70 дней. К посевам такого рода относятся: просо, маш (*Phaseolus Mungo*), кунжут (*Sesamum orientale*). Эти культуры удобны возможностью передвижения времени своего посева, а, следовательно, и оросительного периода. Их можно сеять с половины апреля по конец июня. Они стоят на корню около 3 месяцев, поэтому даже при позднем посеве у них достаточно времени для вызревания. Наоборот, культуры с длинными периодами своего роста — хлопчатник (*Gossypium hirsutum*) и джугара (*Sorghum ceruum*) обладают длинными периодами орошения. Особенно требователен в этом смысле хлопчатник: его надо сеять не позднее апреля, так как при более позднем посеве коробочки могут не вызреть и будут побиты ранними осенними заморозками в сентябре или октябре. В таких случаях погибает большая часть урожая. Менее требователен в этом смысле туземный хлопчатник, *gos herbaceum*, но площадь его посева и его экономическое значение не велики. Джугара выносит небольшие заморозки. Кроме того в некоторых районах существует народная примета, что побитая заморозками джугара прочнее в лежке (не „согревается“) и лучшего вкусового качества. Поэтому посевы джугары обычно идут сейчас же вслед за посевами хлопчатника. Есть еще культуры, которые поливаются непременно по бороздам и требуют малых норм, но большого числа поливов. Таковы, например, бахчи, посевы дынь и вообще огородные растения. Другие же посевы требуют постоянного затопления при постоянной проточной воде.

Таков рис, десятина которого потребляет в 3—6 раз больше воды, нежели посевы, требующие единовременных поливов. Наконец, озимые хлеба свой предпосевный полив могут иметь поздней осенью и даже зимой при теплом климате. Отсюда видно, как велико разнообразие и во времени и в количестве водопотребления различных посевов. Одни посевы требуют постоянных поливов в течение всего теплого времени года (люцерна), другие—крайнего оросительного напряжения весной (яровые хлеба), третьи—летом (маш, просо, кунжут), четвертые не могут произрастать без постоянного затопления, пятые—без небольшого, но часто пропускаемого тока воды (морковь) и т. д., и т. д. Все это разнообразие посевов весьма часто находится в одном орошаемом массиве, питающемся одним и тем же источником орошения. В большинстве случаев характер этого источника не похож ни на один из характеров орошения какой-либо отдельной культуры. Если источник орошения обилен и оросительная система в исправности и не использует без остатка реки, то состав культур складывается исключительно под влиянием местных хозяйственно-экономических, бытовых и климатических факторов. В этом случае значительное место могут занимать культуры, требующие усиленного орошения во время недостатка воды в реке, но приносящие значительный денежный доход и дающие урожай продуктами, особенно ценными для местного хозяйства. Общая поливочная кривая в таких районах может иметь характер, совершенно отличный от характера источника орошения. Беды в этом нет никакой для данного орошаемого округа, так как он изъе­млет на свои потребности запасы питающего его источника далеко не полностью. Весьма возможен даже такой случай, когда оросительное напряжение такого района совпадает по времени с периодом маловодья реки. Несмотря на свое маловодье, река может питать неподходящий для нее режим района, так как абсолютно этот район берет воды меньше, нежели ее протекает по реке в период низких вод. Однако, такой случай сравнительно редок. Вследствие общего недостатка в оросительной воде, а также вследствие технических

несовершенств старых ирригационных систем, оросительные районы в большинстве случаев не обладают изобилием воды. Очень часто в них даже замечается недостаток в воде. Поэтому такие районы, а их большинство, не могут позволить себе роскоши игнорировать характер источника орошения. Выбор своих культур эти районы делают в значительной мере под влиянием соображений о возможности их орошения. В своем крайнем виде такое явление замечается в низовьях старых оросительных систем. Вследствие перехвата воды в верхнем и среднем районах в низовья систем вода поступает постоянным и значительным током только во время паводка реки—в мае, июне, июле. В остальное время года вода доходит до конца системы непостоянно и в малых количествах. Вполне понятно, что в таких условиях выбор культур бывает не свободный, а вынужденный. Экономика и быт делают наиболее выгодными и важными посевы, например, в орошаемых областях Туркестана главнейших культур края: хлопчатника, люцерны, джугары и пшеницы. Однако, посевы этих культур в маловодных районах края с коротким оросительным периодом в 60—80 дней невозможны. Хлопчатник и джугару сеять в таких местах нельзя уже потому, что их оросительный период без малого вдвое больше — 120—150 дней. То же самое надо сказать про люцерну, поливы которой весной идут ранее предпосевных под хлопчатник, а осенью—позднее окончания вегетационных. Пшеницу невозможно сеять потому, что паводковая вода приходит лишь ко времени ее вызревания или даже после этого. Озимая же пшеница к тому же не может иметь в этих районах осеннего предпосевного полива, так как к этому времени паводок кончается, а с ним и питание водой таких маловодных районов. В силу этого население низовьев оросительных систем и вообще маловодных районов с кратким оросительным сезоном в середине лета принуждено обратиться лишь к посевам проса, маша и кунжута. Такие посевы дают лишь подсобное продовольствие людям и скоту, а не продукты и фураж основного питания. Тем не менее эти посевы могут играть роль про-

мысленных, дающих денежное укрепление хозяйству. Но другого выхода для сельского хозяйства маловодных районов нет. Преобладание ирригационных соображений над экономическими и хозяйственными в таких районах очевидно. Эти районы маловодья представляют собой поэтому полную противоположность водообильным местностям. В этих последних состав культур складывается лишь под влиянием хозяйственно-экономических причин. Соображения ирригационного характера здесь отсутствуют. В маловодных же местностях на второй план отступают причины экономические. В этом преобладании то одних то других факторов есть все же существенная разница; преобладание в обильных водой местностях экономических и хозяйственных соображений при выборе посевов вполне естественно, между тем как преобладание ирригационных соображений в маловодных районах вынуждается этим самым маловодьем.

К счастью для народного и частного хозяйства обе крайности в обеспеченности водой встречаются не так часто. В большинстве случаев преобладают районы со средней обеспеченностью водой. Такая нормальная, так сказать, обеспеченность, с одной стороны, не позволяет роскошествовать в потреблении воды до полного пренебрежения режимом источника орошения, а с другой—дает возможность выбора более требовательных к воде культур. Таким образом односторонность причин выбора культур, присущая обоим крайностям обеспеченности водой, в условиях нормальной, средней обеспеченности, отсутствует. В таких местностях состав культур складывается под перекрестным влиянием экономических и ирригационных факторов. В зависимости от характера сочетания таких факторов и происходит выбор культур. Например, при позднем приходе воды весной население принуждено отказываться от посева хлопчатника из опасения гибели его урожая осенью от заморозков. В противоположность этому обилие воды в летнее время и возможность ее изъятия из каналов, хотя бы в ущерб нижним районам, позволяют населению отводить место рису, этому ненасытному потребителю оросительной воды.

Сравнивая характер потребления оросительной воды какой-либо из культур с режимом реки, невольно поражаешься их несходством. Если изобразить графически кривую потребления воды, напр., хлопчатником, озимой пшеницей или садовыми культурами и кривую расхода реки, то вполне ясно будет, насколько потребление воды какой-либо из культур в ее чистом виде несходно с расходом источника орошения как во времени, так и в количестве. Не говоря уже о том, что ни одна культура не поливается непрерывно во все время поливов, весьма часто время наибольшего потребления воды посевами не совпадает со временем паводка реки или не соответствует его размерам. Между тем мы знаем, что многие реки и речки используются на орошение без остатка, хотя бы их режим и не был вполне благоприятен всему орошаемому массиву в его целом. Происходит это от сочетания культур, сложившегося применительно к данному источнику орошения. В результате соответствующего режиму источника орошения состава культур режим водопользования данного района вполне соответствует режиму источника, если, конечно, этот режим не изменен каналами. При таком положении происходит полное потребление живого сечения реки на орошение. Межполивные промежутки одной культуры заполняются поливами другой или нескольких, таким образом получается непрерывное использование реки, невозможное для одной из культур в ее чистом виде. Когда расход реки увеличивается, то одновременно сопрягаются во времени поливы нескольких культур сразу; опять-таки использование высоких вод, недоступное каждой из культур в отдельности, легко происходит при их одновременном орошении. В моменты же низких вод, при недостатке воды для орошения нескольких культур одновременно, поливается лишь одна из них, наиболее важная экономически и наиболее требовательная к орошению именно в этот период времени. Конечно, дело сочетания ирригационных и экономических интересов и требований, а также увязывание оросительных требований отдельных культур — дело далеко не простое. В старых базисах

орошения с тысячелетними навыками, традициями, оросительными системами и орошаемыми полями, дело увязывания всех этих взаимно противоречащих интересов и требований к настоящему времени постепенно сделалось самой жизнью. В новых округах орошения, конечно, шероховатости неизбежны, но вполне победимы. Для полноты понимания, каким именно образом соответствующий состав культур может способствовать полному использованию источника орошения в условиях недостатка воды или быть совершенно неприспособленным к нему в районах, обильных водой, невозможно ограничиться общими указаниями, какие были сделаны выше. Для этого необходимо на конкретном примере указать, как складывается состав культур в маловодных и обильных водой условиях. В этом смысле будет очень интересно и показательно сравнить состав культур по долинам р. р. Ширабад-Дарья и Сурхану в южной Бухаре.

Обе названные реки являются притоками Аму-Дарьи в ее верхнем течении. Сурхан впадает в Аму-Дарью немного восточнее русского укрепления Термез, а Ширабад-Дарья — западнее. Обе реки снегового происхождения, с той лишь разницей, что бассейн Сурхана расположен выше. Ширабад-Дарья по выходе из гор около гор. Ширабада на долину того же наименования вся распадается на веер каналов, столь характерный для тех туркестанских рек, которые все без остатка разбираются на орошение. Вследствие своей маломощности Ширабад-Дарья орошает лишь незначительную часть Ширабадской долины. По старому, ныне сухому руслу реки в Аму-Дарью впадают поэтому лишь грунтовые воды в малом количестве. Орошение же по Сурхану приотилось в его верховьях, так как среднее и нижнее течение этой реки стеснено с обоих берегов возвышенностями. Выведение каналов в этих условиях было непосильно туземной технике. Орошаемые районы в бассейне Сурхана расположились в нижнем течении двух рек, образующих при своем слиянии Сурхан — р. р. Тупаланг-Дарья и Каратаг-Дарья. Эти районы характерны обилием оросительной воды. Все внешние при-

знаки говорят за такое обилие: распространенные культуры риса, поливы со сбросами и значительные заболоченные пространства. Несмотря на такое отношение к воде, вода притоков Сурхана используется далеко не в полной мере. Поэтому Сурхан свободно изливает свои воды в Аму-Дарью непрерывно в течение круглого года. Эти две долины—Ширабадская и Сурханская,—находясь по близости одна от другой должны были бы развиваться в хозяйственно-мелиоративном смысле приблизительно под влиянием одних и тех же причин. Построенная в 1917 г. Бухарская ж. д. находясь ближе к Ширабадскому району, еще не могла оказать влияния в смысле создания резкой разницы условий. В самое же последнее время дорога бездействует. Между тем состав культур в обеих долинах далеко не одинаков. Это произошло, главным образом, вследствие неодинаковости водообеспеченности. Однако, прежде чем указать, каков именно состав посева в обеих долинах, необходимо сказать два слова о характере питающих их рек.

Характер Ширабад-Дарьи и Сурхана в общем одинаков. Эти реки принадлежат к типу снеговых рек с ранним паводком. Наибольший расход воды протекает по Сурхану в апреле. Он зависит от весеннего таяния снегов на невысоких горах. В мае расход изменяется, но иногда замечается наклонность к образованию второго паводка, более слабого, чем первый—апрельский. Затем количество воды начинает быстро убывать и в августе реки несут наименьшее количество воды за весь год. С сентября от осенних дождей в горах вода в реках немного прибывает и держится приблизительно на одном уровне вплоть до конца февраля. В марте расход крайне быстро нарастает каждодневно и в апреле проходит паводок. Таков характер описываемых рек. Посмотрим теперь, как же распорядилось в обеих долинах орошаемое хозяйство с одним и тем же характером рек.

В водообильной Сурханской долине (Денауский район) состав культур, оросительная норма и сроки оказались таковы (таблица № 16).

Таблица № 16.

Культура.	‰ пло- щади.	Оросительный период.			Оросительн. норма в куб. саж.	Число по- ливов.	Примечание.
		От	До	Число дней.			
Пшеница	34,2	10—IV	26—V	17	147	2	У хлебов показаны только веге- тационные поливны.
Рис	31,0	15—V	1—IX	110	5321	—	
Ячмень	16,6	23—IV	15—V	23	207	1	
Лен	12,2	10—V	7—VI	29	465	2	
Люцерна	2,7	22—V	8—IX	110	550	6	
Кунжут	2,2	1—VI	11—VIII	72	494	1	
Др. мелкие культуры	1,1	—	—	128	300	—	

Из таблицы видно, что рис на Сурхане занимает около $\frac{1}{4}$ всей посевной площади. Он имеет колоссальную норму в 5321 куб. саж., каковой хватит на 10—20 дес. других посевов. Кроме того срок его полива не совпадает с наибольшим расходом реки. Он начинает орошаться с половины мая и оканчивается в конце августа. Его поливы тянутся в период спада вод: от времени средних расходов рек до наименьших за весь год. Следовательно, не только само присутствие риса в районе и громадное количество поглощаемой им воды, а также время этого поглощения с большой ясностью показывают, что район при выборе своих культур по времени и размерам их орошения был совершенно свободен от забот приспособления к режиму источника. То же самое говорят и другие культуры. Хотя время вегетационных поливов пшеницы и ячменя началом своим совпадает со временем паводка реки, однако, это совпадение не намеренное, так как нормы этих посевов в это время более, чем скромны: пшеницы 147 куб. саж., а ячменя 207 куб. саж. Ясно, что не такими малыми нормами возможно исчерпать большую воду паводка. То же следует сказать и о последней культуре, занимающей значительную площадь — о льне. Его норма значительно больше — 465 куб. саж., но приходится она во время упадка воды. Таким образом водопотре-

бление всех культур не говорит о заботах района продуктивно использовать водные запасы реки. Лучшим тому доказательством служит сравнение кривых расходов рек и режима водопользования при указанном составе культур: эти кривые имеют совершенно несходный характер.

Совсем иначе обстоит в Ширабадской долине (таб. № 17).

Таблица № 17.

Культура.	‰ площади.	Оросительный период.			Оросительная норма в куб. саж.	Число поливов.
		От	До	Число дней.		
Пшеница	47,6	15—X	28—IV	196	775	5
Ячмень	32,2	15—X	20—IV	188	600	4
Хлопок	13,1	19—IV	22—IX	157	911	9
Просо	4,3	5—II	2—V	87	750	3
Люцерн	1,8	30—III	30—VIII	154	460	10

Из таблицы замечаем особенности состава культур в Ширабаде: отсутствие риса, присутствие хлопчатника и занятие хлебом $\frac{3}{4}$ всей поливной земли. Такое преобладание зерновых к явному ущербу хлопчатника на поливных землях южной Бухары на первый взгляд кажется непонятным. Поражает также сравнительная высота оросительных норм. Они гораздо выше сурханских, хотя в Сурхане воды много, а здесь мало. Но если обратить внимание на расположение оросительного периода во времени и на связь водопотребления с режимом реки, то окажется, что состав культур и время их орошения не могли быть иными. Только при таком составе культур местному населению удалось полностью без водохранилищ и потерь неиспользованной воды обратить всю воду Ширабад-Дарьи на орошение во все время года. Разберемся в этом повнимательнее.

Ширабадская долина находится на самом юге наших хлопковых областей. Средняя годовая температура Термеза равна

17,6°C. Этот район много теплее не только Ташкента, Андижана, Самарканда, Елисаветполя, Тифлиса, но и самого теплого из наших хлопковых пунктов—Султан-Бенда (Мервский у., Закаспийской области), где средняя годовая температура меньше—16,7°C. Поэтому вполне понятно желание отвести в Ширабаде большую площадь под хлопок, нежели та, какая сейчас им занята—13%. Что же мешало населению увеличить посевы хлопка? Сведения о средних месячных расходах реки нам дают вполне ясный ответ: недостаток воды в августе. Время предпосевных и первых вегетационных поливов под хлопчатник совпадает с паводком или средним расходом реки. Значит, засеять хлопчатником возможно значительно большую площадь. Но поливы хлопчатника продолжаются до второй половины сентября, а наименьший расход реки падает на август. Вот в чем беда. Следовательно, хлопчатником надо засевать только такую площадь, какую возможно оросить в августе. Как видно из табл. № 17, в августе поливается, главным образом, хлопок. Следовательно, местное хозяйство при его современных нормах и сроках орошения имеет препятствие к увеличению хлопковой площади со стороны августовского маловодья. Теперь посмотрим, почему $\frac{2}{3}$ всей посевной и поливной площади занимают хлеба. Их предпосевные поливы тянутся с половины октября до февраля, не прерываясь во время зимы. Поэтому глухое для поливов зимнее и позднее осеннее время в Ширабаде совсем не пропадает напрасно. С ранней весны вплоть до паводка хлеба поливаются вегетационно. Вследствие постоянного нарастания оросительной энергии и сопряжения поливов паводок реки сполна используется на орошение хлеба. С половины апреля расход реки резко падает, но ширабадскому хозяйству это уже не опасно. Хлеба с этого времени не требуют поливов, а оставшегося в реке количества воды хватит на хлопчатник и вообще на $\frac{1}{3}$ поливной площади, оставшуюся после хлебов.

Мы видели, что характер Ширабад-Дарьи очень неблагоприятен для орошаемого хозяйства: ранний паводок и наименьший расход в августе как будто ставили местное хозяйство в

полную невозможность до-чиста использовать всю реку на орошение. Между тем это произошло и произошло исключительно благодаря составу культур. Никакой другой состав не смог бы использовать живое сечение реки без' остатка. Местная же практика нашла простой и блестящий выход. Очень было бы полезно сделать ширабадский пример поучительным. Можно сказать нисколько не преувеличивая, что почти всякий источник орошения возможно использовать в полной мере только соответствующим его режиму составом культур. Конечно, при этом надо позаботиться, чтобы наиболее выгодным и полезным посевам была отведена, по возможности, большая площадь и чтобы сроки и нормы орошения были опять-таки, по возможности, наиболее хорошими для каждой из культур. Секретом оперирования с водой и культурами в совершенстве обладают земледельцы старых орошенных округов. Поэтому очень многое зависит от их доброго желания овладеть рекой, давая то или другое место тем или другим посевам у себя в поле.

В деле продуктивного использования источников орошения выбором соответствующего состава посева нельзя ограничиться только этим. Вторым шагом должно быть введение таких сортов каждой из культур, какие потребляют почвенную влагу наиболее экономно. Нет слов, выбор пропорции культур даст больший результат. Однако, не следует пренебрегать и выбором наиболее экономных в расходовании воды сортов. В массовом масштабе это даст также не малую экономию. В этом смысле интересно сравнение различных сортов в одинаковых условиях. Вот один из подобных примеров (табл. № 18). (См. стр. 68).

Как видно из этой таблицы, почва под заграничной яровой пшеницей была более иссушена. Заграничная пшеница, не привыкшая к нашему засушливому климату, развила роскошную листву ко времени цветения по сравнению с пшеницей местного происхождения. Но ко времени налива она явно страдала от недостатка влаги, т.-к. в предшествующий период не экономно ее расходовала *).

*) И. М. Жуков: „Иссушение почвы различными сортами яровой пшеницы“. Труды Ивановской с.-х. оп. станции, вып. I.

Таблица № 18.

Дата определе- ния.	Сорт пшеницы.	% влажности почвы на глубине см.				
		0	10	25	50	100
13—V	заграничный . . .	12.4	18.1	20.4	17.6	17.0
"	местный	14.0	23.0	22.0	17.0	17.0
26—V	заграничный . . .	2.8	14.1	15.5	16.6	15.2
"	местный	6.0	21.0	19.0	16.6	15.1
6—VI	заграничный . . .	2.3	10.0	12.3	16.5	15.3
"	местный	2.2	13.3	19.6	17.7	17.0

4. О соответствии времени поливов с развитием растений.

Выбор наиболее экономного способа полива и соответствующего состава культур представляют собой первые шаги земледельца, поселившегося на вновь орошенной земле или местного старожила, решившегося произвести переоценку всех принятых ранее приемов и традиций. Удачный способ полива или выбор культурных растений сразу же ставит хозяйство на прочные ноги в смысле наименее продуктивного использования того ограниченного количества воды, которое данному хозяйству принадлежит по разверстке между всеми хозяйствами отвода или селения. Однако, этими шагами не могут и не должны ограничиваться заботы земледельца о наивыгоднейшем использовании оросительной воды. Земледельцу необходимо внимательно наблюдать, в какой момент своего роста его посевы наиболее требуют орошения. Может показаться, что такое наблюдение для земледельца излишне: ему вполне достаточно исполнять советы по этому поводу опытных станций и местных агрономов. Ограничиваться слепым исполнением таких советов было бы недостаточно. Выводы опытных учреждений относятся к средним типовым условиям. Множество подобных причин—почва,

высота грунтовых вод, способ полива, обработки, удобрение и многие другие—могут весьма сильно изменить ожидаемый результат от какого-нибудь приема. Кроме того выводы опытных учреждений даются в такой общей форме, которая обязательно предполагает сознательное к ним отношение. Итак, земледельцу важно наблюдать, как растение относится к поливам в разное время своего развития. Работами опытных учреждений с бесспорностью доказано, что недостаточно определить наиболее благоприятную оросительную норму, число поливов и их способ. Необходимо еще знать, каким образом нужно распределить поливы во времени в связи с развитием растения. В этом смысле интересны опыты Л. Альтгаузена в Бюро по земледелию и почвоведению ученого к-та М. З. под руководством П. С. Коссовича о влиянии изменения почвенной влажности во времени на урожай гречихи:

средний урожай из всех сосудов 22.2 гр. или 1000.0‰.

из 7 сосудов с благоприятной влажностью при цветении 26.4 гр.—119.0‰.

средний урожай из 8 сосудов с недостаточной влажностью при цветении 18.6—83.5‰.

Этот пример показывает, что урожай гречихи колебался больше чем на 35‰ в зависимости от времени благоприятного увлажнения^{*)}.

Вот еще несколько примеров из работ гидромодульной части по изучению оптимального модуля орошения (таб. № 19 и черт. № 8). (См. стр. 70 и 71).

Эти примеры из работ 1914 г. Они показывают, какое значение имеют межполивные промежутки или соотношение между поливами и развитием возделываемых растений. При этом особенно достойно внимания то обстоятельство, что повышение урожая достигалось не усиленной поливкой, не лучшей обработкой или внесением удобрения, а только временем орошения. Это не требовало никаких излишних материальных

^{*)} Л. Альтгаузен: „К вопросу об изучении ближайших условий урожайности гречихи зерном“. Журн. Ол. агрономии, т. III, стр. 291.

Таблица № 19.

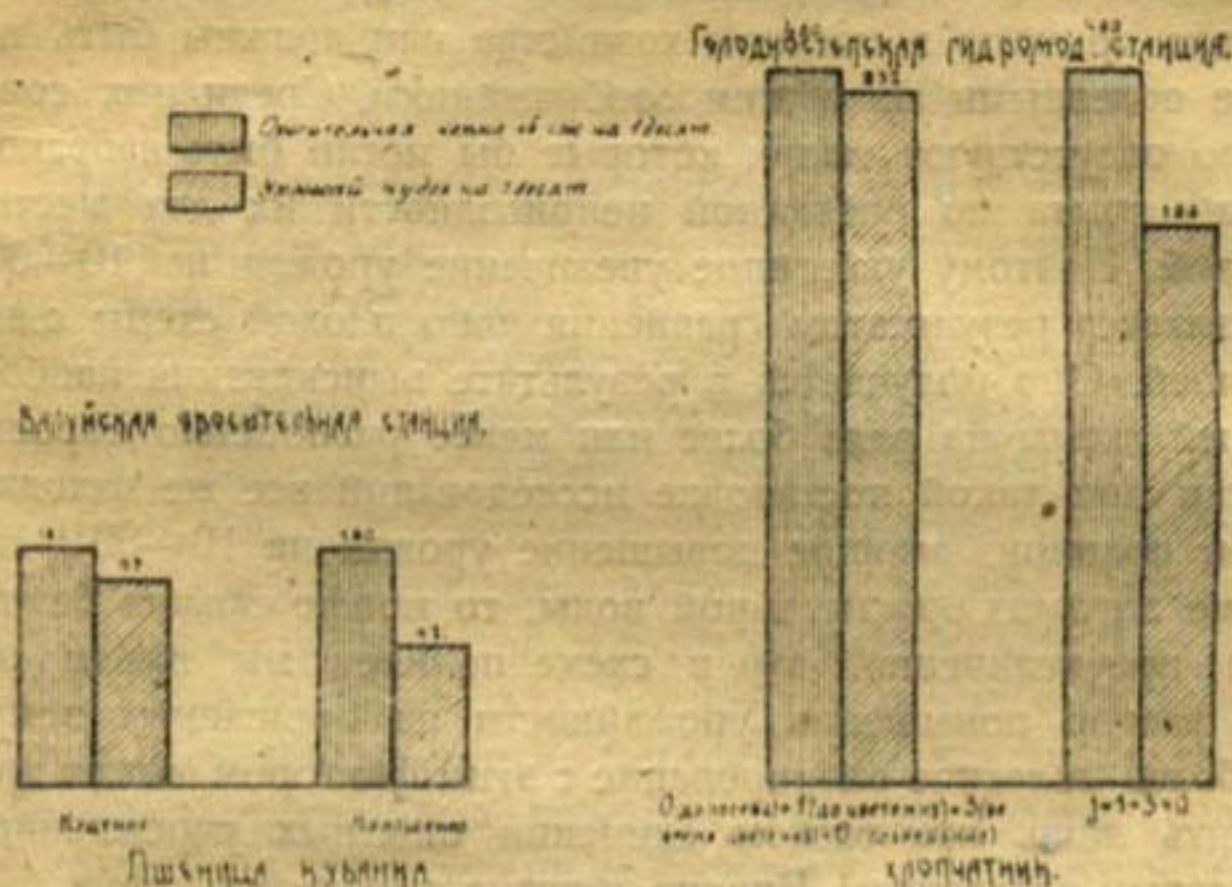
Год опыта	Место опыта.	Будьтура.	Оросительн. норма в куб. саж.	Урожай.		Примечания.
				Пуды.	‰/‰	
1914	Голодност. гидромод. станции.	Яровой ячмень	192	37	92,5	Межполивной промежуток 2 недели; оросит период от 14—IV до 28—IV; вып. 9, стр. 25.
"	"	"	192	40	100,0	Межполивной промежуток 3 недели; оросит пер. от 14—IV до 3—V.
"	"	Яров. пшеница	84	24	85,7	Один полив 14—IV вып. 9, стр. 40.
"	"	"	84	28	100,0	Один полив 28—IV.
"	"	Хлопчатник . .	480	232	100,0	Схема поливов: 0+1+3+0; вып. 9, стр. 65+
"	"	"	480	214	90,7	Схема поливов: 0+1+1+0.
"	"	"	480	188	81,0	Схема поливов: 1+1+3+0.
"	Мургабская гидромодульн. станц.	Хлопчатник . .	360	124	100,0	Схема поливов: 1+4+1; вып. 9, стр. 109.
"	"	"	360	97	78,2	Схема поливов: 1+3+1.
"	Гидром. отд. Костычевск. опытной станции.	Пшеница кубанка	161	69	100,0	Полив во время колосения; вып. 7, стр. 139.
"	"	"	160	47	68,1	Полив во время колосения.

затрат,—ни затрат рабочей силы, ни оросительной воды, ни удобрения. Напр., в Голодной Степи яровая пшеница при одном поливе в 84 куб. саж. воды, произведенном 14-го апреля дала 24 пуда с десят., а при поливе 28-го апреля (начало колошения) 28 пудов. Отсюда вывод: при однократном орошении яровой пшеницы в голодностепских условиях не надо спешить с поливом, а лучше приурочить его к началу колошения. В том же районе хлопчатник при одной и той же оросительной норме в 480 куб. саж. дал наибольший урожай при такой схеме поливов: 0 поливов до посева, 1 полив от посева до цветения, 3 полива во время цветения и 0 поливов во время созревания. Другие

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ПОЛИВА НА ВЫСОТУ УРОЖАЯ.

(Ф.Е. Чагин, Валдайская станция, 1946г.)

(И.С. Мостов, Голубицкая станция, 1946г.)



схемы дали уменьшение урожая на 10—20%. Еще значительнее было влияние соответствующей схемы при опытах на Мургабской гидромульностанции. Схема 1—4—1 дала повышение урожая на 27 пудов сырца с десятины при одной и той же норме в 360 куб. саж. на 1 дес. То же самое замечено и при опытах в Самарской губ. По данным гидромульного отдела Костыческой оп. станции, один полив во время кушения пшеницы кубанки (норма 161 куб. саж.) дал 69 пуд. урожая с десят., тогда как такой же полив (160 куб. саж.) в период колошения был менее благоприятен: при нем получилось только 47 пудов.

Таких примеров можно привести великое множество. Наблюдения на других гидромульных станциях и за другие годы, а также работы всех орошаемых опытных учреждений с полной неоспоримостью показывают, как велико значение умелого сопряжения поливов с развитием растений. Повышение урожая на 10—20—30%, исключительно от того или ино-

го расположения поливов во времени есть совершенно установленный факт. Громадное значение этого наблюдения усугубляется еще тем, что сравнимые между собой схемы или издавна приняты в местном хозяйстве или должны быть наиболее полезными по общим соображениям. Среди них совершенно отсутствуют такие, которые бы могли быть забракованы до опыта по очевидной непригодности их для местных условий. Поэтому указанное увеличение урожая на 10—30% не является результатом сравнения явно плохой схемы с явно хорошей. Оно получается в результате выискивания наиболее лучшей схемы из ряда более или менее равноценно хороших. И если при такой постановке исследований все же находятся схемы поливов, дающие повышение урожая на 10—30% при тех же затратах оросительной воды, то можно сказать без всякого преувеличения, что в схеме поливов мы имеем важный фактор повышения урожайности на орошаемых землях. Наиболее полезное оперирование с этим фактором может происходить лишь при тесном единении опытных учреждений с окрестным населением. Вполне понятно, что любая схема будет мертва без одухотворения земледельцем. Совет поливать хлопчатник один раз до цветения, три раза во время цветения и т. д. может дать весьма различные результаты. Опытные учреждения, выбирая время поливов, руководствуются состоянием почвенной влажности. Ясно, что такой путь невозможен для земледельцев. Они руководствуются в этом отношении видом растения, как чувствительным реагентом на влажность почвы. Аборигены древних орошаемых округов обладают изумительной способностью и в распознавании действительно необходимого момента для поливов. Конечно, такая способность достигается веками. Новоселам труднее освоиться с орошением и разобраться во всех тонкостях этого дела. Однако, это дело далеко не безнадежно. Указания опытных учреждений земледельцы должны испытывать в условиях своих полей и, несомненно, с течением времени им удастся в мертвые схемы вдохнуть душу проникновения в характер и состояние орошаемых посевов.

Г Л А В А IV.

Орошаемое земледелие.

О надлежащей обработке почвы вслед за орошением.

Умелая и своевременная обработка почвы при орошаемом хозяйстве может играть не малую роль в деле экономного использования оросительной воды. Как было сказано выше, во время поливки обычно дается воды больше, нежели это следует для придания почве полезной степени влажности.

Как показывают опыты, воды, на создание урожаев требуется меньше, нежели для придания и поддержания в почве необходимой влажности. На создание одной части сухого вещества хлопчатника потребно для ташкентских условий от 600 до 900 частей воды *). При полевых условиях, повидимому, расход воды растениями на испарение будет приближаться к нижнему из указанных пределов, так как цифры получены при опытах в вегетационных сосудах и, следовательно, были найдены в условиях, заведомо увеличивающих расход влаги на испарение. Основываясь на этом, можно подсчитать, сколько же воды расходует 1 дес. хлопчатника при урожае чистого волокна в 30 пудов. При таком урожае вес всех надземных частей растения будет равен приблизительно 260 пудам. При транспирационном коэффициенте 600 одна дес. хлопчатника испарит 156.000 пудов воды или около 260 кв. саж. Выше было приведено несколько примеров высоты оросительных норм. Эти нормы значительно выше величины в 260 кв. саж. В частности, наиболее подходящая к разбираемому случаю самая распространенная норма была равна в условиях Иски-Ташкента 787 кв. саж. на дес., т.-е. почти в три раза превосходила потребление влаги самим растением. Около $\frac{2}{3}$ пошло, главным образом, на испарение почвой. Однако, этого мало. Бесполезные потери на это испарение еще выше, если вспомним, что

*) Известия Туркестанской опытной станции, вып. V, стр. 82.

под Ташкентом выпадает осадков 360 м. м. в год или около 405 кб. саж. на 1 дес. В условиях пахотного поля и его разделанности на орошаемые площадки сток не может быть значительным. Если для простоты расчета не принимать его во внимание, то почва получит всего $787 + 405 = 1192$ кб. саж., из которых только 260 идет на создание органического вещества. Конечно, не вся разница $1192 - 260 = 932$ может быть рассматриваема, как бесполезные потери почвы на испарение. Некоторая часть из 932 кб. саж. идет на поддержание влажности, необходимой для жизни растений. Но бесполезное испарение берет, к сожалению, львиную долю. В засушливых областях выработана целая система сухого земледелия, основанная, главным образом, на сведении к минимуму как стока, так и испарения почвой. Но в сухих областях, где хозяйство без орошения невозможно, на предупреждение бесполезных потерь на испарение почвой как-то не обращают внимания, всецело надеясь на спасительное орошение. Такое небрежение основных начал общего земледелия, конечно, отражается прежде всего на чрезмерном пользовании оросительным фондом. Поэтому орошение всегда происходит с заведомым излишком. Этот излишек зависит отчасти от того запаса, который необходимо дать почве для ее расходов на испарение до следующего полива; в большей же мере это происходит от гидравлических условий распределения воды по полю. Благодаря такому излишку норм вслед за поливами почва находится в состоянии явно избыточного увлажнения. Если она глиниста, то орошенное поле в первый и даже второй день после орошения представляет собой топкое невылазное болото, по которому невозможно ходить. Однако, такое состояние почвы продолжается недолго. Вследствие жаркого и сухого климата орошаемых областей орошенное поле быстро просыхает. Быстро-те просыхания в сильной мере помогают произведенное орошением уплотнение почвы и восстановление капилляров. Сильное испарение влаги в верхних слоях почвы, иссушенных жгучим солнцем и сухими ветрами, влечет за собой поднятие влаги по капиллярам из более глубоких слоев почвы. Таким обра-

зом иссушение поливного поля идет быстро и притом на значительную глубину. Дня через 2—4 летом и вдвое больше весной или осенью почва провядает настолько, что ее можно пахать. В это время она не липнет к отвалу плуга и хорошо крошится. Через короткое время почва пересыхает и начинает трескаться вертикальными трещинами, придающими полю мозаичный вид. Эти трещины вызывают еще более быстрое высыхание глубоких слоев почвы. Наконец, дней через 7—10 летом почва высохнет настолько, что никакая ее обработка невозможна, и $\frac{1}{10}$ влаги в ней приблизится к уровню гигроскопической воды. Такова в грубых чертах картина усыхания орошенного поля не занятого посевом и необработанного вслед за поливом.

За короткий период в 7—10 дней от полива до полного высыхания почва проходит все стадии от избыточного увлажнения до воздушно сухого состояния. Очень короткое время влажность почвы находится в пределах полезных для роста посевов; этот благоприятный, но короткий промежуток до и после себя имеет две такие крайности почвенного увлажнения, которые явно вредны посевам. Вполне понятно, что при таких условиях весьма погубное влияние приобретают две теневые стороны: неэкономное использование оросительной воды благодаря беспрепятственному испарению влаги почвой и вредное влияние на орошенные посевы быстрых скачков почвенной влажности. Оба эти недостатка возможно уничтожить одним ударом: надлежащей обработкой почвы после орошения.

Поверхностное рыхление почвы после орошения нарушает капилляры и поэтому препятствует подаче влаги снизу вверх для ее бесполезного испарения почвой. Конечно, разрыхленная с поверхности почва продолжает испарять влагу, но степень этого испарения во много раз меньше, нежели при уплотненной поверхности. Разрыхляя почвы, мы способствуем более продолжительному сохранению влаги и тем самым уменьшаем число необходимых для растения поливов. Кроме того при разрыхленной поверхности почва не испытывает таких резких переходов от состояния полного насыщения до степеней, ле-

жащих за пределами критической влажности. Поэтому при тщательной поверхностной обработке почвы мы создаем не только лучший режим почвенной влажности, но и уменьшаем расход оросительной воды. Само собой разумеется, что рыхлением почвы мы попутно уничтожаем сорные травы и тем самым выводим из строя жизненных конкурентов культурных растений.

Поверхностное рыхление почвы более тесно связано с орошением, нежели это может показаться с первого взгляда. Оно или органически входит в круг непеременимых приемов орошаемого полеводства, или самое полеводство как-то должно перестраиваться при его отсутствии. Пример последнего особенно нагляден при предпосевных поливах. В громадном большинстве случаев предназначенное для посева поле обладает настолько малой влажностью почвы и настолько уплотнено, что его невозможно распахать без предварительного увлажнения. Такое увлажнение еще незасеянного угодья называется предпосевным поливом. Дня через три после предпосевного полива почва провянет настолько, что ее можно пахать. Посевы большинства культур в орошаемых областях происходят в жаркое время года. Вследствие большой температуры и чрезвычайной сухости воздуха просыхание почвы идет крайне ускоренным темпом. Поэтому период времени наиболее благоприятный для пахоты очень краток. В зависимости от почвенных и климатических условий он варьирует. При тяжелых почвах в летнее время он продолжается день, два. В начале его почва мажет отвал плуга, не крошится в пласте и засыхает твердым кирпичом. В конце же почва пересохла и не крошится уже от недостатка влаги. Иногда период благоприятной для пахоты влажности продолжается менее дня. Вполне понятно, как это обстоятельство стесняет земледельца. При поливе под посевы он должен поэтому сообразоваться не с длиной своей очереди водопользования и не с количеством приходящейся ему воды, а со своими средствами обработки. Больше той площади, какую он может запахать и засеять в один, два, три дня, он не может и не должен орошать предпосевно. Орошаемые

хозяйства обычного типа невелики. Они имеют чаще всего одну, реже две упряжки, т.-е. одну или две пары быков или лошадей. При пахоте туземными орудиями (напр., омачем в Туркестане), больше $\frac{1}{2}$ десятины одна упряжка в день не поднимает. Поэтому в 1—3 дня благоприятного периода пахоты хозяйство может вспахать в один след при одной рабочей запряжке от $\frac{1}{2}$ до 1 дес. (под многие культуры пашут 2, 3 и 4 раза, напр., в Ходженте под хлопчатник). Следующая очередь полива приходит через 7—15 дней, когда возможно будет полить и запахать такой же небольшой клочок земли. Вполне-понятно, как такая процедура должна задерживать и растягивать посевы и вносить пестроту в обработку и созревание какой-либо культуры. Туземные хозяйства не поливают за каждую очередь больше, нежели они в состоянии своевременно запахать. Такому приспособлению туземного хозяйства в сильной мере помогают их небольшие размеры в 2—3—4 десятины. При увеличении же хозяйства до 8—15 десятин связать возможность предпосевного полива с возможностью обработки почти невозможно. Вот тут-то и является на помощь поверхностное рыхление почвы после полива, но до пахоты. Как только почва поспевает для пахоты, ее сейчас же надо слегка разрыхлить или прбдрать. Работа эта идет во много раз скорее пахоты. В таком виде орошенное поле уже не теряет влаги на испарение с той ужасающей быстротой, какая характерна для уплотненных поливочной почв. После такого рыхления можно без всякой гонки запахать постепенно одной упряжкой 1—2—3 и даже 4 десятины, без опасения засушить почву.

Описанный пример благотворного влияния поверхностной обработки почвы на сохранение влаги сравнительно прост. Местная старожильская практика многих районов древнего орошения знает приемы, связанные с рыхлением, более сложные. Таково, например, сначала прикатывание, а потом рыхление летних посевов. Это прикатывание производится туземным орудием—малой—после пахоты, посева и бороньбы для культур, имеющих мелкие семена и высеваемых в самое жар-

кое время года—в мае, июне, июле. Поверхность поля остается прикатанной в первую половину межполивного периода; затем почва разрыхляется мотыженьем. Таким уходом пользуются в Туркестане просо, кунжут, отчасти маш и им подобные культуры. Мала—тяжелая, толстая доска, которую возят по полю плашмя; она выравнивает поверхность вспаханного поля, раздробляет комки почвы или вдавливают их в почву. Благодаря ее работе поверхностный слой вспаханной почвы немного уплотняется. Вследствие такого уплотнения капилляры в нем до некоторой степени восстанавливаются и по ним совершается слабое поднятие влаги как из нижнего рыхлого слоя, так и из незадетых пахотой, но увлажненных предпосевной поливкой более глубоких горизонтов почво-грунта. Что же достигается таким прикатыванием? Не сводится ли на-нет таким приемом вся предшествовавшая обработка, разрушившая капилляры и создавшая положение, при котором достижимы наименьшие потери влаги поверхностью почвы на испарение? При анализе результатов интересующего нас прикатывания необходимо прийти к заключению, что этот прием создает наилучшие условия для прорастания и первоначального развития семян. Если бы немного не уплотнить верхний горизонт пахотного слоя, то он под непосредственным действием жгучих солнечных лучей немедленно бы высох. Правда, разрыхленная поверхность поля была бы наилучшей гарантией против бесполезной траты почвой своей влаги. При такой разрыхленной поверхности была бы возможна меньшая потеря влаги почвой. Но какая была бы польза от такого сохранения влаги будущему растению, если его зерно лежало бы в сухой зоне, в условиях крайне неблагоприятных для прорастания? Кроме того в первые недели после всходов растение потребляет так немного влаги и берет из столь не глубоких слоев почвы, что сохранение для его будущих интересов запасов влаги в глубоком слое бесполезно с точки зрения нужд начального периода роста. Прикатывание пахотного поля как раз и создает наилучшие условия для такого периода. Прикатывание немного уплотняет поверхностный

вершок, полтора и тем самым вызывает слабый восходящий ток почвенной влаги. В силу этого зерно растения попадает в крайне благоприятную обстановку для своего прорастания. Близкая атмосфера дает ему тепло и кислород, а метровый увлажненный поливкой слой почвы — влагу. Однако, благодаря разъединению непаханного грунта и верхней уплотненной прикатыванием корочки слоем пахоты, капиллярное поднятие идет очень медленным темпом. Развивающиеся корешки и перехватывают поднимающуюся влагу и используют ее на создание органического вещества. Одновременно с этим идет процесс общего усыхания почвы сверху. Вследствие этого процесса корни растения, приспособляясь к обстановке, идут навстречу более глубоким и более влажным слоям почвы. К этому времени дается мотыжение прикатанной поверхности. Разрыхление почвы прекращает капиллярное поднятие влаги к верхнему горизонту почвы; такое поднятие теперь уже бесполезно: растение достаточно углубило свои корешки в почву; поэтому прикатанная поверхность вызывает лишь бесполезный расход влаги. Кроме того, укатанная поверхность почвы мешает проникновению кислорода воздуха в ее глубину, куда теперь распространилась корневая система. Под влиянием общего усыхания почвы, корневая система растения развивается в погоне за уменьшающейся влагой и, развиваясь, углубляется в почву. Разрыхленная поверхность способствует нормальному дыханию корешков даже в глубоких слоях почвы. Под таким влиянием развивается мощная корневая система растения. Ко времени первого вегетационного полива, когда почва потеряет весь полезный запас влаги, корневая система растения будет развита так хорошо, что сможет сполна использовать обильную влагу почвы, поступившую с поливкой.

В Туркестане очень распространен еще один прием, связанный с поверхностным рыхлением почвы. Это — затягивание первого вегетационного полива с производством в это время мотыженья иногда двух или даже трехкратного. Таким уходом пользуется хлопчатник, джугара и кукуруза в наи-

более интенсивных районах орошения. Межполивный промежуток между предпосевным поливом и первым вегетационным достигает в таких случаях от одного до двух месяцев. Внешнее впечатление от такого ухода получается скорее не в его пользу. Благодаря искусственному подсушиванию почвы, надземная часть растений в этот период бывает очень слабо развита. Становится поэтому непонятным, почему туземцы так тщательно и неоднократно рыхлят почву для таких чахлых растений. Однако, под влиянием малой влажности почвы и благодаря прекрасно разрыхленной поверхности и полному отсутствию сорных трав, растение в этот период развивает могучую корневую систему. Весьма часто пред первым вегетационным поливом хлопчатника его стебелек имеет в длину около четверти аршина, тогда как корни углубились на аршинную глубину. Задерживание поливки производится, по возможности, до крайности. Как кажется по внешнему виду, орошение дается за несколько дней до гибели растений. После орошения картина развития культур меняется до неузнаваемости. Прекрасная корневая система дает возможность растению сполна использовать обилие влаги и питательных веществ в почве и тепла в воздухе. При таком исключительном стечении всех этих благоприятных условий хлопчатник или кукуруза растут „не по дням, а по часам“. В очень короткое время они развивают роскошный, прекрасно облиственный стебель и зацветают. Глядя на буйно-зеленые сомкнутые поля хлопчатника или джугары спустя три — четыре недели после начала вегетационного оросительного периода, трудно подумать, что эти места совсем недавно были заняты чахлыми растеньицами, не закрывавшими и не затенявшими почвы и далеко расставленными друг от друга.

Таково влияние хорошего ухода, в котором далеко не последнюю роль играет рыхление почвы. При таком приеме рыхление почвы не только сохраняет оросительную воду, но и является в умелых руках могучим орудием роста культур. Было бы поэтому крайне неосмотрительно выбросить из круга обязательных приемов обработки орошаемых культур

поверхностную обработку почвы на том основании, что такая обработка скорее присуща сухому, а не орошаемому земледелию.

Выше было неоднократно указано, на то обстоятельство, что земледельцы орошаемых округов в погоне за повышением урожаев имеют намеренное пристрастие к увеличенным оросительным нормам. Такое пристрастие принимает особенно гомерические размеры в районах экстенсивного хозяйства, непостоянной водоподачи и недавней оседлости или переселения. Собственно говоря, такие районы младенческой оросительной и земледельческой техники в своем скромном арсенале агрикультурных приемов и видят в усиленном орошении если не единственное, то во всяком случае главное средство для поднятия урожаев. Однако, было бы явной несправедливостью утверждать, что в положении такой печальной беспомощности находятся все орошаемые районы вообще. Напротив, многие старые оазисы обладают, правда, своеобразным, но все же весьма высоким уровнем своей земледельческой техники. Об этом говорит не только их превосходный внешний вид, их поля, весьма часто разделанные с огородной тщательностью, красиво разбитые на орошаемые площадки и любовно обсаженные деревьями, но об этом свидетельствует высота и постоянство их урожаев. К сожалению, у такой радужной картины есть темная оборотная сторона: высота урожаев и общая красота оазисов старой культуры достигаются колоссальной затратой живой мускульной силы. Поэтому агрономическая помощь в таких условиях должна вестись под общим лозунгом увеличения продукции каждого рабочего дня, каждого усилия патриархов орошаемого земледелия. В тех же районах, где хозяйствуют новоселы или недавние кочевники и где, следовательно, нет ни старой культуры, ни значительной затраты рабочей силы, там прежде всего необходимо приучить население к рациональным приемам ухода при орошаемом хозяйстве.

В задачу настоящей работы не может входить описание всех приемов по обработке и уходу за орошаемыми культурами. Здесь важно лишь показать, насколько полезен тщательный уход. Такой уход своим прямым действием имеет по-

вышение урожая и косвенным—более продуктивное использование оросительной воды. Последняя мысль является основной в настоящем случае. Поэтому для ее пояснения приведем несколько первых попавшихся примеров из работ опытных учреждений в Туркестане. Общеизвестно, какое видное значение имеет способ посева вообще: при орошаемых же условиях он должен иметь еще большее влияние на последующее развитие растений, так как связан с характером поверхностной обработки почвы, а в некоторых случаях и со способом полива. И, действительно, испытание нескольких способов посева хлопчатника на Голодностепенской опытной станции в 1912 г. показало значительное преимущество одних над другими (табл. № 20.).

Таблица № 20 *).

№	Способ посева.	Урожай сырца на 1 дес. в пуд.	% первого сбора.
1	Рядовой гладкий посев.	143	38
2	„ посев с оросительными бороздками	135	42
3	Посев сеялкой на листерных грядах в 2 ряда.	142½	59
4	„ руками на узких грядах	142	12
5	„ на туземных грядах—джоках.	107	16
6	„ расбросной с пропашкой	105	40
7	„ „ без пропашки.	100	50
8	„ ручной на листерных грядах в 1 ряд	92	48

Результаты этого опыта можно разбить на две группы: более урожайных способов посева и менее урожайных. Среди первых выделяется обыкновенный рядовой посев по ровному полю,—он дал наилучший урожай—в 143 пуда; среди вторых наименьший урожай получился при ручном посеве в 1 ряд на листерных грядах—92 пуда. Конечно, и этот относительно

*). Отчеты хлопковых опытных учреждений в Турк. и Закасп. обл. за 1912 г., вып. VII, стр. 77.

наименьший урожай очень хорош по своему абсолютному значению. Все же земледельцу не следует пренебрегать результатами этого опыта, так как прибавка урожая в 51 пуд на десятину без малого равна обычному среднему урожаю при невысокой культуре.

Равным образом не остается без влияния и глубина поверхностной обработки хлопчатника во время его вегетации. Опыты 1911 года на той же станции показали, что:

мелк.	мотыжение	+	мелк.	пропаш.	дает сырца за 2 сбора	— 116 ³ / ₄ п.
"	"	+	глуб.	"	"	— 93 "
глуб.	"	+	мелк.	"	"	— 89 "
"	"	+	глуб.	"	"	— 84 "

Таким образом глубокая обработка дает понижение урожая более, чем на 32 пуда с десятины по сравнению с мелкой. Как показала последующая отмывка корней, растение искало пищи и влаги в верхнем слое почвы, располагая здесь главную массу своих мелких корневых разветвлений. Глубокая обработка повредила эти корни и, следовательно, понизила урожай. Не будь этого опыта, казалось бы, что глубокое рыхление окажет большую пользу, создавая лучшую вентиляцию почвы. Этот пример показывает, что улучшенная обработка, основанная на знании свойств самого возделываемого растения, не всегда сопрягается с увеличением затраты рабочей силы. Подобный случай получения лучших урожаев без повышения затраты материальных средств не единичен.

Изучение свойств и потребностей культурных растений ясно указывает на те условия, какие наиболее отвечают запросам растений. Напр., размер площади, какую надо отвести каждому кусту хлопчатника, находится в известном соотношении с его потребностью в освещении, влаге и питании. При рядовом способе посева работы в этом направлении Асхабадского опытного поля показали, что при 12-вершковом расстоянии рядов и при одиночных кустах урожай получают наилучшие. Вот результаты этих опытов (табл. № 21).

Таблица № 21 *).

Название опыта.	Число растений в кусте.	Средний урожай за 1911 и 1912 г.г. на 1 дес.	
		пуд.	фунт.
Ширина междурядий 8 вершк.	1	147	26
„ „ 8 „	2	84	17
„ „ 12 „	1	170	24
„ „ 12 „	2	110	24
„ „ 16 „	1	134	18
„ „ 16 „	2	121	23

Превышение урожая при 12-вершк. междурядьях по сравнению с 8-вершк. было равно 23 пуда, а при 16-вершк.—36 п. Число растений в кусте оказало еще большее влияние: при 8-в. одно растение дало прирост в 63 пуда, при 12 в.—60 п. и при 16-вершк.—13 пуд.

Этими и им подобными результатами невозможно пренебрегать орошаемому хозяйству. Воздерживаясь от дальнейших указаний в этом же роде, мы полагаем, что и приведенных было достаточно для пояснения мысли о том, насколько верны и многочисленны приемы ухода и обработки, повышающие урожай орошаемых культур и тем самым большую продуктивность оросительной воды.

2 — Удобрение способствует лучшему использованию оросительной воды.

В данной работе нас интересует лишь влияние удобрения на расходование воды растениями. На эту сторону обращалось как-то недостаточно внимания. Однако, подобное влияние существует и притом в благоприятном, в смысле экономизации расходования влаги, направлении. Результаты вегетационных

*) Отч. ошггг. хлггг. гчгггггггг, гггг. VII, гггг. 347.

опытов, поставленных при различных условиях и в различных учреждениях, дают довольно стройную картину более экономного использования влаги под влиянием удобрений.

Опыты Плотнянской оп. станции в вегетационных сосудах с почвой опытного поля с применением удобрений (N, P, K, SO_4 , $KCl, N, P, N+K, SO_4, P+K, SO_4$ и NPK) с параллельным взвешиванием сосудов без растений позволяют сделать следующие выводы: *)

1—Абсолютное количество израсходованной воды повышалось с повышением урожайности, а относительно—уменьшалось;

2—При односторонних удобрениях, не повлиявших на повышение урожая, расход воды увеличивался и

3—Увеличение питательности субстрата вызывало более производительное использование влаги.

Некоторыми исследователями опыты о влиянии питательности субстрата на расходование влаги были произведены в обстановке неодинаковости увлажнения. Напр., Н. Bärger ставил опыты с овсом не только с двумя почвами—бедной и богатой,—но и с двумя степенями влажности—в 40 и 80% от абсолютной влагоемкости. Удобрение давалось полное, причем на бедной почве доза удваивалась. Эти опыты показали, что с увеличением почвенной влажности повышается расходование влаги на создание каждого грамма сухого вещества. Наиболее продуктивное использование почвенной влаги происходило при постоянно малой влажности на богатой почве, а наименее—при постоянно высокой влажности на бедной почве. В первом случае транспирационный коэффициент был равен 238, а во втором—400. В данном случае малая влажность и питательность среды действовали одинаково и действие их сопрягалось в смысле понижения относительного расходования воды. Равным образом, действие бедности субстрата и высокой влажности также сопрягалось и притом в сторону повышения транспирационного коэффициента. Вообще же при по-

*) К. Шусьев: „К вопросу о влиянии удобрений на испарение воды растениями“, 6-й отчет Плотнянской оп. ст., стр. 124.

стоянной влажности на богатой почве расходовалось воды на 50 гр. меньше, нежели на почве бедной, для создания 1 гр. сухого вещества.^{*)} Опыты на ту же тему В. В. Винера интересны в том смысле, что указывают на индивидуальное действие различных удобрений в смысле расходования влаги растениями в отдельные периоды их вегетации. Фосфорно-кислые удобрения увеличивают расходование влаги в первое время развития растений, тогда как азотно-кислые—во время налива и созревания зерна. Под влиянием фосфорно-кислых удобрений вегетационный период сокращается, а под влиянием азотно-кислых—увеличивается. Такое специфическое действие фосфорно-кислых удобрений заставляет В. В. Винера считать их применение в черноземной полосе как средство борьбы с недостатком влаги в почве даже в засушливые годы.^{**)}

Более детальное выяснение вопроса о влиянии удобрений на расходование влаги представлялось нам весьма важным, вследствие чего нами совместно с О. М. Безусовой были поставлены в лаборатории проф. Д. Н. Прянишникова в Петровской С.-Х. Академии в 1920 г. вегетационные опыты над перекрестным влиянием различных степеней увлажнения в условиях дозировки различных удобрений. Выше на стр. 46 были приведены результаты влияния одной лишь почвенной влажности. Сейчас мы приведем средние данные о влиянии дозировки удобрений. Степеней влажности испытывалось четыре: 20, 40, 60 и 80⁰/₁₀₀ от скважности, т.-е., от абсолютной влагоемкости, а не от капиллярной. Каждая степень влажности испытывалась на удобрение по 5-ой схеме: 0, N, P, NP и NPK. Азот вносился в виде NaNO_3 , причем за норму (эмпирическую, принятую в лаборатории), принималось 0.30 гр. N на сосуд; фосфорной кислоты давалось по норме в 0.15 гр. на сосуд в виде Na_2HPO_4 , а калий по 0.50 гр. в виде K_2SO_4 . Кроме того для сосудов с 20 и 40⁰/₁₀₀ влажности каждое удобрение или их комбинация испытывалось в половинной, нормальной и двойной дозе, а

^{*)} H. Bürger, Landw. Jahrb., т. 35, стр. 941.

^{**)} В. В. Винер: „Влияние удобрений на потребление воды растениями“ (Дневник XII съезда русских естествоисп. и врачей, стр. 674).

для сосудов с 60 и 80% влажности в добавление к этим дозам бралась еще и четверная. Повторение было двойное и вся тема занимала 120 сосудов.

Если не принимать во внимание влияние увлажнения, а взять среднее влияние для всех степеней влажности и интересоваться только влиянием дозировки удобрений на урожай и относительно испарение воды, то получается такая картина: (табл. № 22).

Таблица № 22.

Удобрение.	Доза удобрения.	Полученный урожай.	Относит. испарение.
		$20\% + 40\% + 60\% + 80\%$	4
О	—	8,45	797
N	Половинная	9,71	841
	Нормальная	8,40	752
	Двойная	8,25	773
P	Половинная	9,94	679
	Нормальная	11,42	717
	Двойная	11,07	745
NP	Половинная	11,09	628
	Нормальная	16,79	623
	Двойная	19,99	585
NPK	Половинная	12,68	649
	Нормальная	14,35	616
	Двойная	19,43	567

Величина урожая показана средняя из 8-ми сосудов; она является средней для всех влажностей и зависит только от характера и дозировки удобрения. Взаимоотношение между величиной урожая и относительным испарением позволяет сделать следующие выводы:

1. Наибольшее относительное испарение—797—наблюдалось в сосуде без удобрения и 841—в сосудах при половинной норме азота, а наименьшее—в сосудах удобренных двойной дозой NP—585, а также двойной дозой NPK—567.

2. Повышающаяся дозировка односторонних удобрений не оказала существенного влияния на урожай: при N она его немного и притом постепенно понижала, а при P—несколько повысила. И в том, и в другом случае влияние удобрения на размер относительного испарения было неясное.

3. Комбинированные удобрения вызывали не только рост урожаев в соответствии с повышением дозы вносимых солей, но также и понижение относительного испарения. Напр., для повышающихся доз при NP соответственно получилось 11.09 гр. или 131% от урожая неудобренных сосудов, 16.79 гр. или 198% и 19.99 гр. или 236%; одновременно с этим падает относительное испарение: при половинной дозе оно составляет 79% от испарения неудобренных сосудов, при нормальной—78% и при двойной только около 73%.

Приведенные сведения, как сказано, были средними для всех влажностей, бывших под наблюдением. В них сивеллированы неблагоприятные крайности 20 и 80% влажности. Все же и в среднем получается вполне убедительная картина влияния удобрения, как важного фактора экономизации расходования влаги. Картина эта будет еще интереснее, если проследить влияние нарастания дозировки удобрения в условиях нарастания почвенной влажности. Для примера возьмем хотя-бы действие NP (табл. № 23).

Таблица № 23.

Влажность.	20%		40%		60%		80%	
Доза удобрения. NP	Надз. урож.	Относ. испар.	Надз. урож.	Относ. испар.	Надз. урож.	Относ. урож.	Надз. урож.	Относ. испар.
Без удобрения	4.87	687	8.81	761	11.42	780	6.47	961
Половинная	3.43	614	9.96	617	22.45	610	8.50	743
Нормальная	5.34	586	17.27	570	28.50	694	16.04	641
Двойная	7.37	635	21.96	533	32.31	520	18.31	653
Четверная	—	—	—	—	27.75	417	25.31	545

Наибольший результат в смысле влияния на урожай и относительное испарение получается при одновременном действии и степени влажности почвы, и дозировки удобрения.

Наименьший надземный урожай получался при 20% влажности и половинной дозе удобрения—3,43 гр.; наибольший при 60% по двойному удобрению—32,31 гр. Наименьшее относительное испарение замечено при 60% влажности по четверному удобрению—417, а наибольшее—при 80% без удобрения—961.

Влияние повышения влажности на урожай для всех случаев—без удобрения и с различными дозами удобрения—было благоприятным до 60%, а влажность в 80% действовала уже угнетающе. Относительный характер влияния степени влажности был, однако, далеко не одинаков и эта неодинаковость находилась под влиянием удобрения и его дозировки. Если принять за 100 урожай при 20% влажности, то картина нарастания урожая под влиянием повышения влажности получается такая:

Влажность:	20%	40%	60%	80%
Без удобрения	100	181	232	133
$\frac{1}{2}$ нормы	100	290	655	248
норма	100	324	534	305
2 нормы	100	298	439	249

Ряды этих цифр говорят, что повышение урожая под влиянием только одной влажности максимально было при 60% в $2\frac{1}{2}$ раза больше сравнительно с урожаем при 20%; та же степень влажности—60%—при половинной норме дала увеличение в $6\frac{1}{2}$ раз, при одинарной—в $5\frac{1}{2}$ и при двойной—в $4\frac{1}{2}$. Наиболее резкое относительное повышение урожая произошло при оптимальной влажности и небольшой дозе удобрения. Следовательно, эти условия наиболее благоприятны для продуктивного использования удобрительных солей.

Несколько иной характер носит картина относительного влияния дозировки удобрений, если исходным пунктом для каждой влажности взять урожай без удобрения:

Влажность:	20%	40%	60%	80%
Без удобрения	100	100	100	100
$\frac{1}{2}$ нормы	70	113	199	133
Норма	112	196	249	248
2 нормы	152	249	273	284
4 нормы	—	—	242	391

С повышением влажности относительное влияние на урожай повышающихся доз удобрения также повышается. При этом замечательно относительное повышение для высшей влажности в 80%, когда абсолютный урожай понизился. Для двойной нормы удобрения NP при 20% урожай по сравнению с неудобренными сосудами был равен 152, при 40%—249, при 60%—273 и при 80%—284. При 60% четверная норма несколько понизила урожай, но при влажности в 80% мы имеем непрерывно повышающийся ряд: без удобрения—100, при $\frac{1}{2}$ норме—133, норме—248, 2 норме—284 и, наконец, 4 норме—391.

Таким образом, урожай повышается под сопряженным влиянием повышения влажности и дозировки удобрения. Без удобрения повышение сравнительно невелико в абсолютных числах—11,42 гр.; под влиянием же двух указанных факторов действие получается иное, при чем урожай двойной дозы предыдущей степени влажности меньше, чем половинной последующей. Напр., при 20% и двойном удобрении урожай—7,37 гр., а при 40% и половинной норме—9,96 гр.; далее—при 40% и двойном удобрении—21,96 гр., а при 60% и $\frac{1}{2}$ нормы—22,45 гр. Что касается относительного испарения, то оно складывается под влиянием тех же факторов, но действующих в данном случае не сопряженно, а противоположно. С повышением влажности относительное испарение без удобрения правильно* увеличивается: при 20% влажности—687, при 40% —761, при 60%—

780 и при 80%—961. Внесение удобрения в малой—половиной—дозе немного нарушает правильность нарастания относительного испарения: 614, 647, 610 и 743. Но двойное удобрение нарушает эту правильность уже более серьезно, а именно: 635, 533, 520 и 653.

Дозировка удобрений имела вполне определенное влияние на понижение относительного расходования влаги. Исключая сосудов с 20% влажности, при всех остальных степенях влажности получился определенно нисходящий ряд относительного расходования влаги по мере повышения концентрации удобрения. При этом сосуды с высшей влажностью дали большую амплитуду такого колебания. Напр., при 60% относительное испарение без удобрения было равно 780, а при четверном—417; при 80% получились соответственные значения—961 и 545.

Влияние всех испытанных удобрений в нормальной дозе и условиях нарастающей влажности видно из след. таблицы (табл. № 24):

Таблица № 24.

Влажность. Удобрение.	20%		40%		60%		80%		Среднее для всех влажн.	
	Урож. в гр.	Отн. исп.	Урож. в гр.	Отн. исп.	Урож. в гр.	Отн. исп.	Урож. в гр.	Отн. исп.	Урож. в гр.	Отн. исп.
О	4,87	687	8,81	761	11,42	780	6,47	961	6,31	797
N	2,80	665	8,40	624	18,70	623	3,71	1097	6,72	752
P	6,44	619	11,88	734	15,69	748	11,67	767	9,13	717
NP	5,34	586	17,27	570	28,50	694	16,04	641	13,43	623
NPK	4,85	632	13,28	598	23,37	572	15,89	664	11,48	619
Среднее для всех удобрений	4,86	635	12,71	631	21,57	659	11,93	792	Среднее.	

Наиболее характерные фотографические снимки с этих опытов изображены на рис. 1, 2, 3 и 4. (См. приложение в конце текста). На рис. 1 сняты сосуды с различными удобрениями при 20% влажности, а на рис. 2 сосуды с теми же удобрениями, но при влажности 60%. Сравнение этих рисунков показывает, что при малой влажности удобрение мало подействовало. На рис. 3 показано влияние различных степеней влажности почвы без удобрения, а на рис. 4 тоже влияние при полном удобрении. При взгляде на эти рисунки очень наглядно видна разница влияния одних и тех же степеней влажности без удобрения и при полном удобрении.

В таблице № 24 еще резче выступает указанная выше двойная зависимость высоты относительного испарения: прямая от степени влажности и обратная от удобрения. Вот, напр., ряд величин относительного испарения для 4-х постепенно возрастающих степеней влажности в сосудах без удобрения: 687, 761, 780 и 961. Влияние удобрения сказалось, наоборот, понижаясь на относительное испарение: без удобрения среднее для всех влажностей—797, при N—752, при P—717, при NP—623 и при полном удобрении NPK—619. Когда же действует и удобрение и повышающаяся влажность совместно, то действие влажности преобладает, но в результате получается несколько меньшая амплитуда, чем без удобрений: 20%—625, 40%—631, 60%—659 и 80%—792. Если принять наименьшее испарение при 20% без удобрения за 100, то наибольшее при 80% будет равным 140, тогда как испарение среднее для всех удобрений будет соответственно—125. Помимо этого интересна и меньшая высота относительного испарения для каждой влажности сравнительно с неудобренными сосудами. Принимая испарение этих сосудов за 100, получаем для возрастающих влажностей соответственно—92, 83, 84 и 82. Этот ряд имеет как будто наклонность увеличивать разницу в испарении под влиянием удобрения с увеличением степени влажности. Еще рельефнее это замечается, если проследить разницу неудобренных сосудов сравнительно с получившими полное удобрение: 92, 79, 73 и 69.

Все это показывает, что высота транспирационного коэффициента при подобных условиях складывается под влиянием двух противоположно действующих факторов,—повышение влажности, увеличивая урожай, повышает в то же время и относительный расход воды, тогда как удобрение повышает урожай и понижает транспирационный коэффициент. Вместе с этим и повышенная влажность (не выше оптимальных размеров) и удобрение увеличивают урожай, а повышенный урожай, как видим, непременно сопровождается понижением транспирационного коэффициента. Поэтому является весьма интересным проследить взаимодействие характера расходования влаги и высоты урожая. Степень бережности расходования влаги овсом в зависимости от высоты урожаев и %-та почвенной влажности видна из табл. № 25.

Таблица № 25.

Урожай в гр.		20%			40%			60%			80%		
от	до	Число случ.	Абсол. испар.	Отн. испар.	Число случ.	Абсол. испар.	Отн. испар.	Число случ.	Абсол. испар.	Отн. испар.	Число случ.	Абсол. испар.	Отн. испар.
—	7,50	23	2,918	669	2	3,580	712	1	3,131	775	8	4,734	987
7,51	15,00	3	5,627	630	16	6,903	656	10	9,772	778	18	7,735	744
15,01	22,50	—	—	—	7	10,602	568	11	11,797	635	2	10,172	618
22,51	30,00	—	—	—	1	9,978	430	9	14,298	564	6	14,635	579
30,01	—	—	—	—	—	—	—	3	17,236	544	—	—	—

Как было сказано, в этих опытах испытывалось как влияние влажности, так и удобрения. При разработке данной таблицы сосуды разбиты только по влажности; таблица интересна в двух отношениях: 1—она указывает на постепенное повышение транспирационного коэффициента урожаев одной высоты под влиянием повышения влажности; 2—она с полной определенностью свидетельствует о понижении транспи-

рационного коэффициента для каждой степени влажности с повышением урожаев. Вот пример первой закономерности: при урожае до 7 гр. относит. испарение при 20% влажности—669, при 40%—712, при 60%—775 и при 80%—987. Примером же понижения относительного расходования влаги при повышении урожаев может служить хотя-бы такой ряд значений относительного испарения при 40% влажности: до 7,5 гр.—712, от 7,5 до 15,0 гр.—656, от 15,0 до 22,5 гр.—568, от 22,5 гр. до 30 гр.—430.

Если же все 120 сосудов разбить по урожайности, не взирая на причины ее обусловившие, то получается более или менее правильная обратная зависимость между высотой урожая и относительным испарением воды (табл. № 26).

Таблица № 26.

Урожай в гр. на со- суд.		Число случаев.	Абсол. испар.	Относит. испар.
от	до			
—	7,50	34	3,410	754
7,51	15,00	47	7,750	719
15,01	22,50	20	11,260	612
22,51	30,00	16	14,142	562
30,01	—	3	17,236	544

Наиболее экономное использование воды достигается растениями при высоких урожаях. Это показывает, как вдвойне не выгодно в орошаемых условиях получать низкие урожаи. Факт понижения расхода воды под влиянием удобрения обратил на себя внимание сравнительно давно. Указывая на это явление в своем отчете по вегетационным опытам 1902—1905 г.г. на Шатиловской опыти. ст.*), В. В. Винер приводит следующий типичный пример понижения транспирационного коэффициента при удобрении озимой ржи в 1903—4 г. (табл. № 27).

*) Отчеты Шатиловской оп. ст., вып. 4, часть I, стр. 172.

Таблица № 27.

Озимая рожь в 1903—4 г. (Шл. сос. 490 к. с.—20 р.)	Урожай.		Расход воды.		Намен. в расходе воды.		Расх. воды пропорц. урожаю.	
	В гр. на 100 кв. с.	В %	На 1 гр. урожая.	Милл.	Сокращ. гр. ч. в %	Увелич. милл. в %	Милл.	Сокращ. в мм.
Без удобрения	6,0	100	475	285	—	—	285	—
Солома	6,4	107	450	288	5%	1%	305	17
Моча	7,2	120	405	292	15%	2%	342	50
$N_{12}P_4O_{10}$	8,1	135	370	300	22%	5%	385	85
$N_2P_4K_{12}$	9,3	154	342	315	28%	11%	439	124
Навоз	10,2	170	358	365	25%	28%	485	120
Твердые экскременты	12,7	212	300	381	37%	33%	604	223

По мере повышения, под влиянием удобрений, урожая в граммах на каждое 100 кв. см. площади сосудов, возрастал также и абсолютный расход воды. Однако, он возрастал не пропорционально урожаю, почему и происходило понижение транспирационного коэффициента. Без удобрения вес урожая был равен 6,0 гр., а наибольший урожай при удобрении (твердые экскременты) получился в 12,7 гр.; транспирационный коэффициент в первом случае был наибольший—475, а во втором наименьший—300, следовательно, сокращение транспирационного коэффициента произошло на 37%. Если бы увеличенный урожай в 12,7 гр. был получен при транспирационном коэффициенте, какой был без удобрения, то пришлось бы затратить не 381 мм., как произошло, а 604, т.-е., на 223 мм. больше. При таком расчете получается выигрыш около 75% от контрольных сосудов. В том же выпуске отчетов Шатиловской ст. приведено много сведений по влиянию удобрений, при чем все эти опыты происходили с учетом воды, что дает возможность увидеть почти постоянное уменьшение относительного

испарения под влиянием повышенного урожая от удобрений. Это обстоятельство позволило автору отчета составить специальную таблицу изменения транспирационных коэффициентов под влиянием высоты урожаев (стр. 170, там-же). Не приводя этой таблицы полностью, укажем только крайние точки для некоторых растений (табл. № 28).

Таблица № 28.

Растение.	Урожай в гр. со 100 кв. см.	Трансп. коэфф.
Озимая рожь	2,5	678
"	17,0	300
Овес	6,4	838
"	7,0	694
Конопля	2,8	1.374
"	12,7	520
Просо	1,8	684
"	8,8	246
Горох	13,7	562
"	16,6	360
Гречиха	3,7	883
"	10,0	713

Понижение трансп. коэфф. сильно падало в тех случаях, когда происходило значительное повышение урожая. Напр., у оз. ржи при повышении урожая с 2,5 гр. до 17 гр. трансп. коэфф. понизился с 678 до 300, т.-е. на 56%. У конопли понижение произошло на 62%, у проса—на 64%. Однохарактерность этого явления позволяет думать, что оно не случайно, а находится в прямой зависимости от высоты урожая.

Из сопоставления приведенных выше величин трансп. коэфф. видно, как значительны могут быть их колебания. На эту

значительность влияют, конечно, видовые особенности испытывавшихся растений. Гречиху, овес и коноплю необходимо отнести к растениям, использующим неэкономно почвенную влагу, а просо, кукурузу и др. — наоборот. Однако, наблюдения над испарением одного и того же растения показывают, что амплитуда колебания его транспирационного коэффициента может быть весьма значительной. Напр., в упомянутых выше наших опытах относительное испарение колебалось от 417 (4-ное удобрение при 60% влажности) до 961 (при влажности в 80% без удобрения). На цитированных опытах Шатиловской станции транспирационный коэффициент у проса колебался от 246 до 684, у оз. ржи — от 300 до 678, у конопли — от 520 до 1.374. Как видим, колебания в два и больше раза; такие колебания могут превосходить разницу от видовых различий; зависят они от питательности и влажности почвы. Несомненность наличия таких колебаний прежде всего ставит вопрос о сравнимости данных по относительному расходованию влаги и затем вопрос практики — о возможности регулирования в полевых условиях процессов испарения.

Строго говоря, имеющийся богатый материал по транспирации растений, накопленный в течение многих десятилетий, мало сравним между собою. Видовые транспирационные числа в лучшем случае находились как средние из производившихся опытов. Напр., В. В. Винер именно таким образом определяет видовые транспирационные числа для своих опытов, крайние результаты которых приведены в таблице № 28. Эти средние значения таковы:

	урожай	тр. коэфф.	Потребление воды в мм.
Оз. рожь	— 6,6 гр.	— 471	— 311
Овес	6,7 "	766	513
Просо	5,3 "	363	192
Гречиха	7,3 "	704	514
Конопля	5,2 "	1040	541

Эти значения являются средними только для данных опытов. Если-бы удобрение, или его доза, или влажность были

иными, то и средние числа получились бы иные. Нельзя отрицать значения видовых особенностей растений на их относительное испарение, однако, это значение подвержено сильным колебаниям—в два и больше раза—для каждого вида в отдельности под влиянием субстрата и обстановки. Колебания трансп. коэфф. каждого вида могут превосходить разницу в зависимости от видовых различий. Напр., средний трансп. коэфф. проса—363, оз. ржи—471, а конопли—1,040. Разница очевидная, но если принять во внимание амплитуду колебания у каждого вида в отдельности—просо 246—684, оз. рожь 300—678 и конопля 520—1,374, то разница эта как бы сглаживается. Сравнение транспирационных коэффициентов, полученных при различной обстановке, невозможно. Подобно принятому в селекционном деле сравнению признаков какого-либо сорта со стандартным, и в данном случае трансп. коэфф., учтенные при самой разнообразной обстановке, желательно сравнивать с, так сказать, стандартным тр. коэфф. Определение такового же, конечно, невозможно в почвенных культурах. Он мог бы быть более устойчивым лишь в песчаных культурах при определенной питательной смеси и оптимальной влажности. Только при таких условиях явилась бы возможность сравнения видовых различий в транспирационных числах. Разработка всего имеющегося материала об испарении растениями и определение „стандартных“ видовых значений транспирационного коэффициента—вот первое, что вытекает из несомненного непостоянства видовых транспирационных чисел под влиянием непостоянства обстановки.

Затем желательно поставить вопрос о возможности практического регулирования испарения в полевых условиях. Этот вопрос имеет одинаково важное значение, как для орошаемых, так и не орошаемых условий. Для неорошаемых условий, при борьбе, как теперь говорится, с засухой большее внимание уделяется засухоустойчивым растениям и меньшее созданию обстановки, при которой все растения оказались бы наиболее продуктивными пользователями почвенной влаги. Как было указано, под влиянием обстановки все растения

могут повышать свою продукцию использования влаги в два и больше раза; это позволяет не ограничиваться при борьбе с засухой только выбором засухоустойчивых видов, но делает возможным и необходимым создание обстановки, при которой все растения—и более и менее засухоустойчивые будут продуктивнее использовать почвенную влагу. Не вдаваясь в подробности описания такой обстановки, достаточно только вспомнить главный вывод из приведенных выше результатов учётов расходования воды при вегетационных опытах. В работе, посвященной засухе, проф. А. Г. Дояренко приводит приблизительный расчет о потребности наших урожаев в воде: она, по этим расчетам, равна около 1200 п. воды на 1 пуд зерна или $\frac{1}{2}$ п. зерна на 1 мм. осадков, полностью используемый растениями;*) транспирационный коэффициент принимается равным 300, а вес зерна— $\frac{1}{4}$ всего урожая с пожнивными и корневыми остатками. Основываясь на таком расчете, проф. А. Г. Дояренко полагает, что средне-русская норма осадков в 500 мм. может обеспечить урожай в 250 пуд. на 1 дес. Такие урожаи, действительно, получались на опытном поле Петровской С.-Х. Академии в благоприятные годы. Однако, такой расчет упускает из виду, что степень продуктивности использования влаги зависит от высоты урожая. На опытном поле при его высоких урожаях и превосходной обработке можно рассчитывать на наименьшее относительное испарение. Но при других условиях урожаи будут ниже, а транспирационный коэффициент выше и тогда 1 мм. осадков уже не даст 20 ф. зерна, хотя бы все осадки и были задержаны почвой. Если представить зависимость относительного и абсолютного расходования влаги от высоты урожая оз. ржи, то, по тем же опытам В. В. Винера, получается такая картина (табл. № 29):

Число пудов зерна определено везде равным $\frac{1}{4}$ всего урожая. Расчеты этой таблицы, несомненно, страдают искусственностью. Нельзя полагать, в самом деле, что растения в

*) Проф. А. Г. Дояренко; „Агрокультурные меры борьбы с засухой“ Вестн. С.-Х.-ва, 1922 г. № 1, стр. 7.

Таблица № 29.

У Р О Ж А Й.			Трансп. коэфф.	Потребле- ние воды в мм.	Фунтов зерна на 1 мм.
В гр. со 100 кв. см. в со- судах.	Всего с 1 дес. пудов.	Зерна пудов с 1 дес.			
2,5	166,5	41,5	678	169	9,6
5,0	333	83	421	211	15,6
7,3	486	121	413	301	16,8
9,2	613	153	342	314	19,6
17,0	1131	283	300	510	26,0

полевых условиях, омываемые дождями, подверженные действию ветров и густостоящие сплошной стеной будут обладать тем же трансп. коэфф., как и растения в тепличной обстановке, возращиваемые в отдельных сосудах. Нам представляется, что вегетационный метод дает повышенный относительный расход влаги сравнительно с полевыми условиями. Вот почему перечет урожаев и расхода воды с вегетационных опытов дает такие цифры испаренной влаги, которые иногда значительно выше выпадающих в данной местности осадков. С другой стороны, невозможно также полагать, чтобы процент использования атмосферных осадков в полевых условиях был равен 100. Самая тщательная обработка уменьшает бесполезные потери влаги почвой, но не уничтожает их совершенно. Не давая сведений, переносимых с точностью в полевые условия, тем не менее вегетационный метод дает нам вполне определенное указание на характер динамики относительного расходования влаги. Как показывает табл. № 29, с повышением урожаев повышался абсолютный расход воды, но понижался транспирационный коэффициент, а соответственно этому увеличивалась продукция каждого мм. воды. При урожае в 41,5 п. зерна с 1 дес. (приблизительно средний крестьянский урожай) каждый мм. воды дает 9,6 ф. зерна; при урожае в 153 п. (ср. урожай опытного поля Петр. Академии)

—19,6 ф., а при максимальном урожае в 283 п. продукция 1 мм. повышается до 26 ф. Таким образом, таблица показывает, что расчеты проф. А. Г. Дояренко правильны только для исключительных по высоте урожаев и общей культурности условий опытного поля Петровской Академии, но неприложимы к условиям крестьянского хозяйства с его низкими урожаями. Получается как-бы заколдованный круг: среднее крестьянское хозяйство получает невысокие урожаи из-за своей малой культурности; повышению урожаев мешает между прочим и засушливость нашего климата; одной из первых задач такого хозяйства является повышение продуктивности использования почвенной влаги, но низкий уровень урожаев в крестьянском хозяйстве является первым препятствием к понижению относительного расходования влаги. Однако, заколдованность этого круга только кажущаяся. Нельзя улучшать один из его секторов, забывая остальные. Соответственно улучшению обработки, введению лучших сортов и регулярности удобрений, будут повышаться и урожаи, а следовательно, и продукция каждого 1 мм. влаги. Таким образом, нам надо перейти от первоначальных забот по ликвидации одного из минимумов к созданию обстановки гармоничного действия факторов роста по Митчерлиху. Россия слишком бедна осадками, чтобы позволять себе роскошь незначительного использования ограниченных запасов влаги малыми урожаями.

В условиях орошаемого хозяйства удобрение приобретает могущественное значение. Происходит это от самого существа мелиорируемых условий:

1. Орошение вызывает быстрое вымывание из почвы растворимых солей, что при старой культуре способствует значительному обеднению почвы питательными веществами: поэтому для постоянства высоких урожаев старопахотные орошаемые поля нуждаются в удобрении в большей степени, нежели неорошаемые.

2. Оросительные мелиорации обычно приурочены к сухим областям, отличающимся длинным жарким летом и вообще

теплым климатом. Орошение дает в таких условиях влагу; тепло и свет находятся в изобилии; следовательно, для создания гармоничных условий развития культур требуется еще высокая питательность почвенной среды. Эту питательность возможно создать и поддерживать только постоянным удобрением.

В орошаемых областях опытов с удобрением—стационарных и коллективных—было произведено не малое количество и почти все они окончились с положительным результатом. Приводить результаты этих опытов, как таковых, излишне: они очень похожи на опыты с удобрением в обычных условиях. В интересующем нас вопросе мы возьмем несколько примеров из тех случаев, когда удобрение было, так или иначе, связано с потреблением воды. Особенно наглядны в этом смысле исследования Р. Р. Шредера на Туркестанской опытной станции о потребности хлопчатника в питательных веществах в условиях различной влажности почвы и с учетом потребления воды. Вегетационные опыты 1903 г. показали, что удобрение не только повышает абсолютный урожай, но и понижает относительное потребление воды (табл. № 30):

Таблица № 30 *).

Влажность Удобрение	Малая.		Средняя.		Высокая.	
	Урожай в гр.	Трансп. коэфф.	Урожай в гр.	Трансп. коэфф.	Урожай в гр.	Трансп. коэфф.
Без удобрения.	7.6	572	13.9	750	31.4	679
Азот.	7.7	604	26.7	628	54.5	587
Азот+фосф. к.	12.4	535	34.5	613	116.0	536

Привходящим обстоятельством в этих опытах был малый (для хлопчатника) размер сосудов, а, следовательно, и небольшое абсолютное содержание воды в каждом из них. Вследствие этого, высокая влажность не оказала угнетающего дей-

*) Известия Турк. оп. ст., вып. V, стр. 36.

ствия, так как благодаря значительной транспирации, содержание влаги в сосудах быстро понижалось после поливок. В остальном же эти опыты как нельзя лучше подтверждают высказанную выше мысль, что влага и удобрение могут быть послушными и согласными орудиями в руках человека в условиях орошаемого хозяйства. Одно повышение влажности увеличило урожай в 4 раза; одно удобрение — в $1\frac{1}{2}$ раза. Но сопряжение высокой влажности с удобрением повысило урожай в 15 раз. Вот убедительное доказательство обязательности удобрения при орошаемом хозяйстве.

В 1904 г. на той же Туркестанской опытной станции исследования того же вопроса о совместном действии удобрения и поливок были перенесены в поле. Оказалось, что в естественных условиях произрастания хлопчатника, усиленное орошение без удобрения, во-первых, лишь до известного предела сопровождалось повышением урожая и, во-вторых, относительное повышение урожая было менее значительным, нежели в вегетационных опытах. Результаты этих полевых исследований таковы (табл. № 31 и черт. № 9):

Таблица № 31 *).

Число поливок. Удобрение.	4	6	9
	Относительный урожай.		
Без удобрения.	100	133	116
Азот.	104	117	141
Азот + фосфорн. кислота . .	127	148	196

Несмотря на относительное уменьшение прироста урожая под влиянием удобрения, его влияние в орошаемых условиях этими опытами подчеркнуто еще сильнее. Контрольная делянка с увеличением числа поливок с 4 до 6 сначала повысила урожай, но при 9 поливках урожай понизился. Не то мы видим

*) Там же, вып. V, стр. 39.

Черт. № 9.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ И ЧИСЛА ПОЛИВОК
НА УРОЖАЙ И ТРАНСПИРАЦИОННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ХЛОПЧАТНИКА
(Р. Р. Шредер, Машинист, 1904 г.)



100	1.00
104	0.94
121	0.81
133	1.00
111	0.94
129	0.81
118	1.00
151	0.94
176	0.81

при удобрении. При удобрении одной селитрой урожай хоть медленно, но неуклонно повышается с числом поливок. Еще сильнее сказалось удобрение при селитре + суперфосфат. В этом случае урожай при наименьшем числе поливок был выше, нежели на контрольной делянке при наибольшем орошении. При 6 поливках и удобрении N + P урожай был выше по сравнению с делянкой, получившей 9 поливок, на одно азотистое удобрение. Наконец, при 9 поливках и удобрении N + P урожай оказался наивысший. Это ли не убедительное доказательство обязательной необходимости сопряжения высокой влажности с полным удобрением в орошаемых условиях?

Однако, может возникнуть опасение, что повышение урожаев не сопровождается экономным использованием оросительной воды. Прямые наблюдения на этот счет того же исследователя Р. Р. Шредера с полной определенностью опровергают подобное опасение^{*)}. Поливки растений по весу при вегетационных опытах в 1912 г. показали, что потребление воды на создание единицы сухого вещества при удобрении меньше, нежели без него (табл. № 32):

Таблица № 32.

Удобрение.	Урожай.	Надземных частей.	Сырца.	Транспир. коэффициент.
Без удобрения		100.0	100	942
Селитра + суперфосф.		198.7	209	849
Бров. мука + суперф.		187.9	151	803
Нахта-нури		193.3	189	889

В этих опытах замечательно, во-первых, значительное — почти двойное — увеличение веса всех надземных частей хлопчатника под влиянием удобрения. Увеличение веса сырого волокна

^{*)} Там же, стр. 60.

было подвержено некоторым колебаниям под влиянием действия различных удобрений; в худшем случае прирост волокна произошел в $1\frac{1}{2}$ раза и в лучшем — свыше двух раз. Во-вторых, в этих опытах замечательно понижение транспирационного коэффициента с увеличением урожая под влиянием удобрений. Такое обстоятельство дает двойную возможность продуктивного использования оросительной воды. Первый выигрыш получается от непосредственного уменьшения затрат оросительной воды на построение единицы сухого вещества в урожае. Второй же более значительный — происходит от увеличения урожая с единицы площади при тех же оросительных нормах. Следовательно, при удобрении на определенный объем воды мы можем ограничиться меньшей площадью, что имеет своим следствием уменьшение общей длины каналов, а следовательно, и потерь. Если же принять во внимание общую величину потерь, равную половине всего водного фонда, то станет ясным, насколько велико может быть увеличение прироста урожая на освободившийся объем воды.

3—Орошаемое хозяйство по своей природе интенсивно.

В русских книгах по орошению весьма часто помещаются снимки неудобных земель до и после орошения. Неорошенная пустыня или степь обыкновенно поражает своей бесплодностью, безлюдием, безводием, отсутствием растительности и вообще крайней безнадежностью. Общая мрачность картины в некоторых случаях довершается множеством черепов и костей, густо расположенных на переднем плане. Надо полагать, что это бранные останки верблюдов, погибших от неутоленной жажды, бескормицы и непосильных трудов при переходах через эти пустыни. Снимки этих же мест после орошения совершенно иного характера. Местность прорезана каналами, каналы густо обсажены буйно растущими деревьями, поля разбиты на карточки, посевы поражают своей высотой и величественным видом, 5-летние сады уже приносят урожай, а недавние поселения имеют множество прекрасных каменных строений. Подобные противопоставления как бы наталкивают на мысль, какие чудеса делает оросительная вода в жарких, но

бездождных странах. Такой способ привлечения внимания к оросительным мелиорациям хорош в качестве агитационного приема. Он не справедлив по отношению ко всей обстановке орошения ее в целом, где на ряду с оросительной водой роль первостепенных факторов играют и богатая природная обстановка и громадное количество мускульного труда, затрачиваемого при орошении и главным образом при последующей культуре орошенных округов. Без последующего упорного труда не создаются те волшебные оазисы, прекрасные изображения которых помещаются рядом с видами пустыни. Земледельческий промысел вообще характерен большим потреблением мускульной силы. Однако, нигде это потребление не доходит в полеводстве до размеров типичных в орошаемом хозяйстве. Причины того кроются в самом существе хозяйствования на орошенной площади и в орошаемых условиях. Не задаваясь целью дать исчерпывающий перечень причин подобного рода, можно указать лишь на некоторые с целью примера, почему именно орошаемое хозяйство по самому существу своему имеет склонность к усиленному потреблению рабочей силы вообще, к обязательному применению всех способов и приемов, характерных для интенсивного хозяйства. Мотивы к подобному интенсифицированию могут быть двоякого рода; агрономическими и экономическими. К первым из них относятся:

1—Необходимость планировки местности и разбитие ее на орошаемые площадки.

2—Поддержание и ремонт оросительной сети.

3—Обязательная культура кормовых трав.

4—Сокращение площади паровых полей или полное их отсутствие в некоторых районах.

5—Большое разнообразие возделываемых растений с преобладанием технических и трудоемких культур.

6—Древоразведение на полевых участках.

7—Обычность усиленного удобрения.

8—Тщательная поверхностная обработка.

9—Обилие сорняков и усиленная борьба с ними.

Скажем несколько слов в пояснение каждого из этих пунктов. Известно, что распределение воды по всей орошаемой площади требует тщательной разделки ее на отдельные орошаемые площадки, которые можно уподобить отдельным клеточкам живого организма. Эта работа не может быть совершена в 2—3—5 и даже 10 лет. В дополнение к первоначальной грубой планировке ежегодно при поливах, пахоте или нарезке гряд уничтожаются малейшие неровности местности. Такую работу мы обычно видим даже на землях, имеющих за собой тысячелетнюю культуру. Легко поэтому вообразить, сколько труда, внимания и неутомимости вкладывается для достижения надлежащей разделанности; идеал такой разделанности, повидимому, недостижим, — ручная скрупулезная планировка продолжается тысячелетиями и мы не видим ее конца.

Не меньшего труда требует ежегодный ремонт и поддержание оросительной сети. Одна только ежегодная чистка магистральных каналов, устройство мостов, акведуков, виадуков, заделка прорывов, подсыпка валов и вообще поддержание оросительной сети общего пользования отнимает в самое горячее время полевого сезона тысячи рабочих дней. Еще большего внимания и ухода требует мелкая и мельчайшая оросительная сеть, расположенная на полях. Нет более ошибочного мнения, что главная масса усилий при создании орошаемой площади тратится первоначально. Первоначальная затрата компактнее, виднее и вообще эффектнее по сравнению с последующим постоянным трудом, распыленным по площади, но грандиозным по своей сумме, трудом, без которого немислимо поддержание оазиса в состоянии водообеспеченности. Издали такие оазисы кажутся райскими уголками, однажды созданными и без дальнейших усилий пребывающими в спокойном благополучии. Близкое знакомство с ценою этого благополучия убеждает в том, что оно покупается постоянным трудом и крайней бдительностью. Стихия не побеждается раз навсегда: побежденная однажды, она требует постоянного укрощения. Малейший недосмотр, малейшая ленность, небольшое отвлечение народа от производительного труда и благополучие, казавшееся прочным, сразу

прекращается. Орошаемые районы, несомненно, обладают более высокой степенью благосостояния, нежели обычные хозяйства в нашем континентальном климате, но благополучие орошенных оазисов не спокойное, а напряженное.

Сухость климата в областях применения оросительных мелиораций повлияла на самое радикальное разрешение кормового вопроса. В окрестностях орошаемых площадей нет покосов и лугов, а потому травосеяние твердо вошло в полевую культуру. В подобных условиях не существует задачи перед агрономической помощью пропаганды введения трав в культуру. Это сделалось без нашей помощи и, притом, в некоторых районах за много веков зарождения на Руси агрономической помощи вообще.

Равным образом в орошаемых районах отпадают еще несколько задач, какие обычно стоят перед общественной агрономией в русских условиях. Например, в орошаемых условиях нет вопроса о сокращении площади паровых полей или о замене пока еще повсеместной на Руси трехпольной системы многопольными. Вопрос этот решен орошаемой практикой довольно своеобразно. Там, где орошаемое хозяйство слагалось под влиянием агрономических идей, там существуют севообороты с занятыми парами. Там же, где орошение возникло в глубине веков, там не существует ни севооборотов, ни паровых полей. Опытные учреждения и в этих условиях заводят у себя севообороты и рекомендуют их населению, но население не приемлет этих рамок и, повидимому, причина этого кроется не в их косности, а в особенностях орошаемого хозяйства. Во всяком случае паровых полей в условиях хорошей водо-обеспеченности нет и из агрономического арсенала обычных советов, с целью интенсифицировать хозяйство должен так же отпасть и совет о сокращении паровой площади.

С вопросом о расширении числа культивируемых растений дело обстоит в орошаемых районах так же довольно своеобразно. В очагах старого орошения мы застали не только крайнее разнообразие культурных растений в пределах какой-либо области, но и в узких пределах одного хозяйства, где одно-

временно возделывались свыше десятка культур. Способствовали этому, прежде всего конечно, благоприятные условия теплого климата и искусственного орошения. Экономическим побуждением же к одновременному разведению множества растений был натуральный характер хозяйства вообще. Однако, эта натуральность развивалась в условиях высокой земледельческой культуры, вообще, и поэтому была чужда, признаков экстенсивности, столь обычных в наших условиях. Специализация хозяйства почти отсутствовала, специализация районов была скорее исключением, чем правилом. Отсутствие хороших и безопасных путей сообщения заставляло хозяйство, по возможности, производить у себя дома все потребное для себя. Вот почему даже в настоящее время в удаленных от железной дороги округах непременно сеют пшеницу, чтобы иметь хлеб для себя, а саман — для быков и построек; ячмень, как концентрированный корм лошадям; джугару — за ее высокие урожаи зерна; люцерну — вследствие отсутствия пастбищ; просо и кунак — как дающие пищу бедных — „гуджу“; рис, доставляющий крупу для национального блюда — „палау“; дыни — не как лакомство, а как продукт питания сельских жителей в летнее полугодие; хлопчатник — из-за волокна для подушек, одеял и для изготовления кустарных материй; грядку конопли — из-за восточного пристрастия к наркотикам; лук, перец и морковь — из-за восточной любви к пряностям; кунжут и лен — из-за растительного масла; маш — бедные едят сами, богатые им кормят скот, но машевая мякина — лучший материал для откорма баранов и у бедных и у богатых; затем идут более мелкие полевые и садовые культуры, продукты которых все же нужны в каждом хозяйстве: несколько деревьев абрикосов и персиков, несколько кустов винограда, три десятка строевых деревьев, столько же тутовника для кормления шелковичных червей, уголок сафлора и марены для окраски ковров, уголок кукурузы и т. д. и т. д. Уж один этот беглый и далеко не полный перечень обычных культурных растений старых орошаемых округов показывает, что задача введения новых культур в подобных условиях в значительной мере отсутствовала. Напр., в

Туркестане было сделано единственное нововведение, — американский хлопчатник вместо местного, средне-азиатского. Попытка введения других культур успеха не имела, напр., шабдара, ворсильной шишки и проч. Этого мало: с вовлечением края в товарный обмен, натуральный характер хозяйств начал пропадать, а с ним обилие культур.

Совершенно другой характер, в смысле состава культур представляют собой новые площади орошения в областях, где оросительная мелиорация пока еще является новшеством и где неорошаемое земледелие не отличалось обилием культур.

В подобных условиях, за немногими исключениями, возделываются обычные культуры района и, таким образом, мелиоративная обстановка используется далеко не в полной степени. Отсталость эта зависела исключительно от малого знакомства с богатыми возможностями орошаемого хозяйства и, конечно, в сильной мере принижала рентабельность мелиорации, позволяя вследствие этого делать поспешные, но неправильные выводы о плохой доходности оросительных мелиораций в засушливых областях.

В вопросах удобрения, орошаемое хозяйство так же идет далеко впереди неорошаемого. Общеизвестно, как недостаточно и нерегулярно производится удобрение полей в коренных русских губерниях. Во многих случаях агрономам-общественникам приходится только еще пропагандировать пользу удобрения. К сожалению, много объективных причин мешали русскому крестьянскому хозяйству применять удобрения вообще, а покупные — в частности и в особенности. В этом смысле полную противоположность представляет сложившееся орошаемое хозяйство: оно издавна применяет удобрение и на удобрение своих полей тратит громадное количество рабочей силы. За последнее время оно начало быстро увеличивать применение покупных туков. Вести пропаганду о пользе удобрения вообще, в подобных условиях — значит ломиться в открытую дверь. Причины обязательного удобрения орошаемых полей двоякого характера — агрономические и экономические. К первым относятся значительное обеднение орошенных почв

питательными веществами при бессменной культуре, иногда при двух урожаях в год в условиях постоянного полива, а, следовательно, и вымывания растворимых солей. Ко вторым, надо отнести высокую ценность орошенных земель, требующих вследствие этого высоких урожаев.

Наконец, две причины требуют в условиях орошения усиленного ухода за поверхностью почвы: борьба с обильными сорняками и образование корки после поливки. Постоянная влажность почвы при длинном теплом лете создает прекрасные условия для развития сорняков, семена которых весьма часто приносятся на поле оросительной водой. При отсутствии паровой культуры единственной мерой борьбы с сорняками является крайне тщательная ручная обработка почвы. Такая же обработка необходима, как средство борьбы с заплыванием почвы после поливок. Вследствие этих причин нигде ручная поверхностная обработка почвы не поглощает столько рабочих дней, как в орошаемых условиях. Но вместе с этим, эта же обработка создает для этих условий культуру значительной высоты.

Таковы в общих чертах причины агрономического характера, коренящиеся в самой природе орошаемого земледелия и обуславливающие значительную степень его интенсивности по сравнению с нашим обычным неорошаемым хозяйством. Агрономическая сторона дела составляет как бы основной фундамент интенсивности орошаемых районов. На этом фундаменте находится надстройка экономических мотивов к интенсификации. Эти причины играют для хозяйства роль кнута, соединенного, впрочем, с некоторой долей корма. Главнейшие из причин экономического порядка таковы:

1—Необходимость возмещения первоначальных затрат на производство оросительной мелиорации.

2—Ограниченность орошаемой площади вообще, незначительная величина орошаемых хозяйств и высокая плотность населения орошаемых областей;

3—Запретительная пошлина на иностранное хлопковое волокно.

Все три причины действуют сопряженно: необходимость получения какого-то излишка дохода, сверх покрытия всех прочих расходов, на покрытие затрат по производству мелиорации требует от орошаемого земледелия повышенной интенсивности; того же требует ограниченность орошенной площади и скученность на ней населения *); к тому же рост орошенной площади не поспевает за приростом населения—естественным и вследствие оседания кочевников на землю; наконец, ввозная пошлина на волокно, повысив цены на хлопок-сырец в районах его разведения, тем самым повысила соответственно цены на все продукты питания; в результате этого районы хлопководства, т.-е., наши коренные области орошения, сделались потребителями ввозного продовольствия; что бы оплатить это продовольствие им необходимо было еще большее напряжение обработки.

Совокупность этих условий предъявила к орошаемому земледелию колоссальное производственное требование, и требование это было выполнено. Какою же ценою и какими средствами орошаемое хозяйство сумело выйти победителем из того трудного положения, в какое оно было поставлено народным хозяйством?

Усиленная обработка, обязательное удобрение и оросительная вода—вот три кита, по выражению М. М. Бушуева, на которых стоит наше южное орошаемое земледелие. Секрет расцвета этих орошаемых оазисов ясен: они таили в себе великую земледельческую силу и сила эта получила возможность мощного развития под влиянием экономических побуждений. Орошение земель в узком техническом значении этого слова было фундаментом для построения богатой сельско-хозяйственной жизни; само же здание народного хозяйства в орошаемых условиях было построено последующим земледельческим использованием орошенных земель.

Трудно определить, какую часть общих усилий требует технический фундамент и какую часть последующая агро-хо-

*) Эти вопросы подробнее рассмотрены в другой работе: „Хлопководство Туркестана и продуктивное использование мобилизованных инородцев“. (Изв. Вс. Союза Городов, № 43 за 1917 г., стр. 125.)

зяйственная надстройка. Абсолютное значение того и другого едва-ли даже возможно учесть для каждого конкретного случая; когда первоначальный технический фундамент строился по заранее разработанным планам и сметам, последующее хозяйство в течение долгого времени не поддается учету в затрате рабочей силы на единицу площади. К тому же большинство орошенной, в настоящее время площади, было орошено во времена седой древности без всяких расчетов и учетов, а следовавшая затем многовековая сельско-хозяйственная деятельность поглотила неопределенно колоссальное количество труда. Тем не менее, относительная характеристика, как орошения в узком смысле, так и последующего длительного усвоения орошенной площади не только возможна, но и необходима. Необходимо совершенно определенно воздать по заслугам сельско-хозяйственным трудам и достижениям. Если же это сделать и сделать по справедливости, то станет ясным, что именно упускается в заглавиях картин привольного житья на орошенных площадях, о которых говорилось выше. В этих заглавиях часть принимается за целое: результат сопряженных достижений искусственного орошения и интенсивной культуры в богатой природной обстановке принимается за результат одного лишь орошения.

В прежнее время был один косвенный, но крайне чуткий реагент на высоту культуры: это—земельные цены. Полевые орошенные земли в старых оазисах, где как на фотографической пластинке, медленно, но неуклонно суммировались все человеческие усилия по приведению орошенных земель в наиболее культурный вид, в этих районах наиболее высокой земледельческой культуры полевые земли доходили до 6.000 руб. за 1 десятину в золотой валюте. Напр., в Ходжентском у., Самаркандск. обл. Между тем стоимость орошения исчислялась по тем временам в 150—200—250 руб. на 1 дес. Разница этих величин, конечно, не могла быть отнесена только на высоту культуры. Некоторое влияние оказывала так же земельная теснота в орошенных районах и другие факторы. Но несомненно, однако, что львиная доля из этой почтенной разницы прихо-

дилось на культуру, на общую интенсивность сельского хозяйства. И несомненно вдвойне, что эта разница не могла быть только чистой прибылью оросительных предприятий, как это иногда упрощенно представляли прежде. В настоящее время, высокие земельные цены и прибыль оросительных мелиораций выпали из числа экономических факторов. Кроме того, затруднена и возможность широких оросительных работ в ближайшее время. Поэтому единственным выходом для народного хозяйства явилось бы не только доведение интенсивности культуры на орошенных землях до прежнего уровня, но и дальнейшее повышение. Отсутствие иностранного волокна предъявляет к старым орошенным землям хлопковой зоны, (а таких земель у нас большинство из орошенных вообще) еще большие требования в суммарном урожае. Урегулирование водопользования в этих районах и повышение культуры—вот единственные пути, по которым можно теперь идти при воссоздании отечественного хлопководства в частности и при повышении общей продуктивности орошаемых земель вообще.

4 — Опытное дело в условиях оросительных мелиораций.

Вопросы сбережения почвенной влаги при орошаемых условиях нашими опытными учреждениями мало затронуты программой их исследований. Вследствие этого, затруднительно подобрать и резюмировать результаты прямых наблюдений над динамикой почвенной влажности в зависимости от поверхностной обработки. Для русских же условий материал по этим вопросам слишком обширен и к тому же слишком известен; было-бы возможно опираясь на этот материал, начиная с давних и довольно безхитростных опытов в культурных хозяйствах, напр., В. А. Кудашева в Полтавской губ., где потеря почвенной влажности определялась высушиванием в печах почвенных образцов объемом по одному куб. аршину каждый *) и до последних тонких исследований над парами

*) В. А. Кудашев: „О сбережении почвенной влаги при обработке озимых полей.“ Доклад Полтавскому с.-х. О-ву II/III—1892 г., М. изд. 3-е, стр. 4.

и термо-воздушно-водным режимом почвы проф. А. Г. Дояренко на опытном поле Петровской С.-Х. Академии,—было бы возможно, опираясь на весь этот материал для неорошаемых условий, экстерполировать его выводы и для условий неорошаемых. Этот материал и эти выводы широко известны, а за последнее время, в связи с засухой, начинают использоваться и для популярной литературы. Взамен этого, приведем результаты американских исследований над испарением влаги почвой при орошении из работы S. Fortier'a и S. H. Beckett'a: „Evaporation from irrigated Soils“ *). Свою работу авторы начинают с указания об истощении свободных запасов воды на безводном западе С. Америки и о необходимости прекращения расточительного потребления воды. Потери оросительной воды, как представляется авторам, могут происходить трояким образом: испарение со свободной водной поверхности, потери в каналах и потери почвенной влаги путем испарения. Потери со свободной водной поверхности по своей природе, по мысли авторов, „таковы, что никакое человеческое знание и никакая энергия не могут их предотвратить“, но могут, добавили бы мы, их уменьшить. Потерь в каналах, говорится далее, вполне можно избежать; кроме того, как эти потери ни тягостны для отдельных групп, они все же незначительны с точки зрения общего запаса воды: просочившись из одного канала, вода находит себе дорогу в другой или в реку и, таким образом, не теряется совершенно. С первым из этих соображений нельзя не согласиться, поскольку дело идет о достижениях гидротехники и американских условиях, но для нас такая задача прямо непосильна. Поэтому потери в каналах отнимают пока значительную часть водного фонда. Что же касается второго соображения авторов о возвратности потерь, то эта возвратность, во-первых, если и бывает, то далеко не полная и, во-вторых, бывает далеко не всегда. Наконец, мнение авторов о потерях из почвы путем испарения, как о

*) Постановка и некоторые результаты исследований в областях орошения в Сев. Америке. Сборник переводных статей под ред. А. Н. Костякова, стр. 133. Из этой книги заимствованы чертежи №№ 10-13.

потерях окончательных, будет справедливо, если не принимать во внимание внутреннего влагооборота страны. Целью своей работы авторы поставили не только освещение вопроса о размерах потерь через испарение почвой в орошаемых условиях, но и выгоду тщательной поверхностной обработки, как средства экономного использования водных запасов.

Для выяснения этих вопросов были в 1908—1910 г.г. организованы однотипные опыты на большом пространстве безводных штатов Запада Сев. Америки. Первоначально опыты были поставлены на 1) — опытной ферме Калифорнийского ун-та в Дэвесе, 2) — опытной станции Н. Мексики при с.-хоз. школе, 3) — опытной станции в Bozeman (Монтана), 4) — опытной станции в Рено (Невада), 5) — в частном плодовом саду вблизи Wenatchee (Вашингтон) и 6) — Сэнисайдской подстанции последнего штата. Кроме того, опыты были организованы год спустя на подстанции в Williston (Сев. Дакота) и на подстанции вблизи Caldwell (Айдахо). Как видно из этого перечня, опыты были раскинуты далеко друг от друга в местностях с неодинаковым климатом, почвами и высотой над уровнем моря. Тем более делается убедительной однородность полученных результатов.

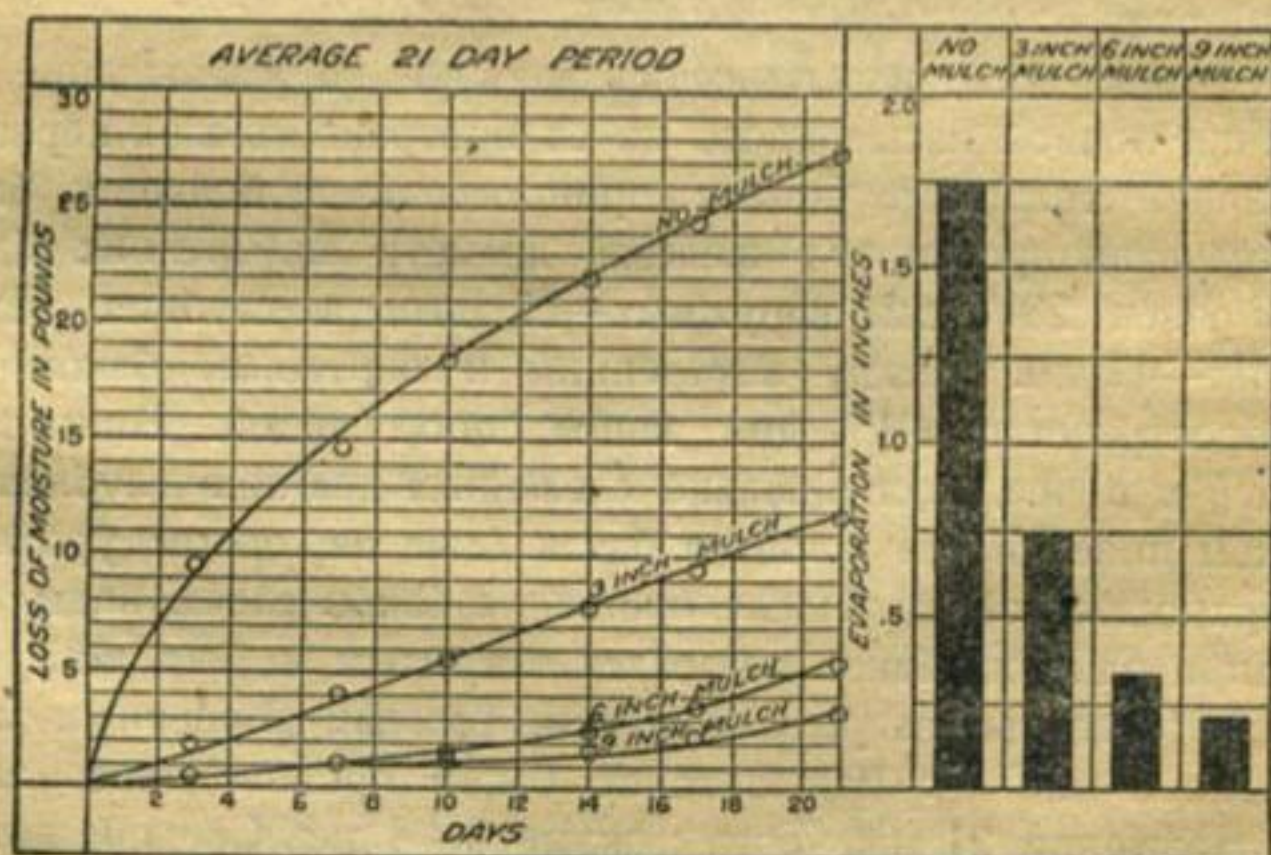
Прежде всего испытывалось влияние на уменьшение испарения почвой насыпанного на ее поверхность слоя перегноя различной толщины. Опыты происходили в больших баках из гальванизированного железа; диаметр внутренних баков был равен $23\frac{1}{2}$ дм. наружных — 27 дм., а глубина тех и других — 47 дм. Между внутренним и наружным баком было пространство в $1\frac{3}{4}$ дм., наполненное водой. Баки находились в почве, в специально сделанных для них углублениях, причем поверхность почвы в баках была на одном уровне с поверхностью земли. После орошения баков слоем воды в 6 дюймов, один из баков оставался открытым и был контрольным, а остальные закрывались сухим рыхлым почвенным слоем перегноем (mulch). Взвешивание баков производилось затем в продолжении 21 дня, через каждые 3—4 дня. Средние потери для всех 5-ти станций по периодам в зависимости от толщины

предохранительно слоя представляются в следующем виде (табл. № 33 и черт. № 10).

Таблица № 33.

Периоды.	Количество дней.	Потеря водной поверхности.	Потеря из почвы.			
			При отсутствии рыхлого слоя.	При 3-дм. слое.	При 6-дм. слое.	При 9-дм. слое.
		В дм.	В фунт.	В фунт.	В фунт.	В фунт.
Первый пер. .	3	0,86	9,6	1,9	0,48	0,48
Второй " .	4	0,95	5,1	2,1	0,56	0,56
Третий " .	3	0,87	3,7	1,6	0,63	0,25
Четвертый " .	4	0,95	3,6	2,3	0,89	0,43
Пятый " .	3	0,97	2,3	1,5	1,08	0,53
Шестой " .	4	0,99	3,1	2,4	1,73	1,07
Итого . . .	21	5,59	27,4	11,8	5,37	3,32
Эквивалентная потеря в дюймах.	—	—	1,75	0,75	0,34	0,22

Черт. № 10.



Влияние рыхлого слоя перегноя (mulch) различной толщины на испарение почвой.

Такие результаты позволяют авторам сделать следующие выводы:

1. При орошении почв западных штатов слоем воды в 6 дюймов, в случае отсутствия дальнейшей обработки, $1\frac{1}{2}$ —2 дм. из 6 будут потеряны на испарение в течение первого за орошением месяца.

2. С повышением почвенной влажности % потерь на испарение увеличивается. В исключительных случаях большой почвенной влажности и высокой температуры воздуха могут быть потеряны на испарение 3—4 дм.

3. Сухой, рыхлый слой (mulch) толщиной в 3 дм. уменьшает потери через испарение наполовину.

4. Такой же слой в 6 дм. уменьшает потери на 75% по сравнению с непокрытой поверхностью.

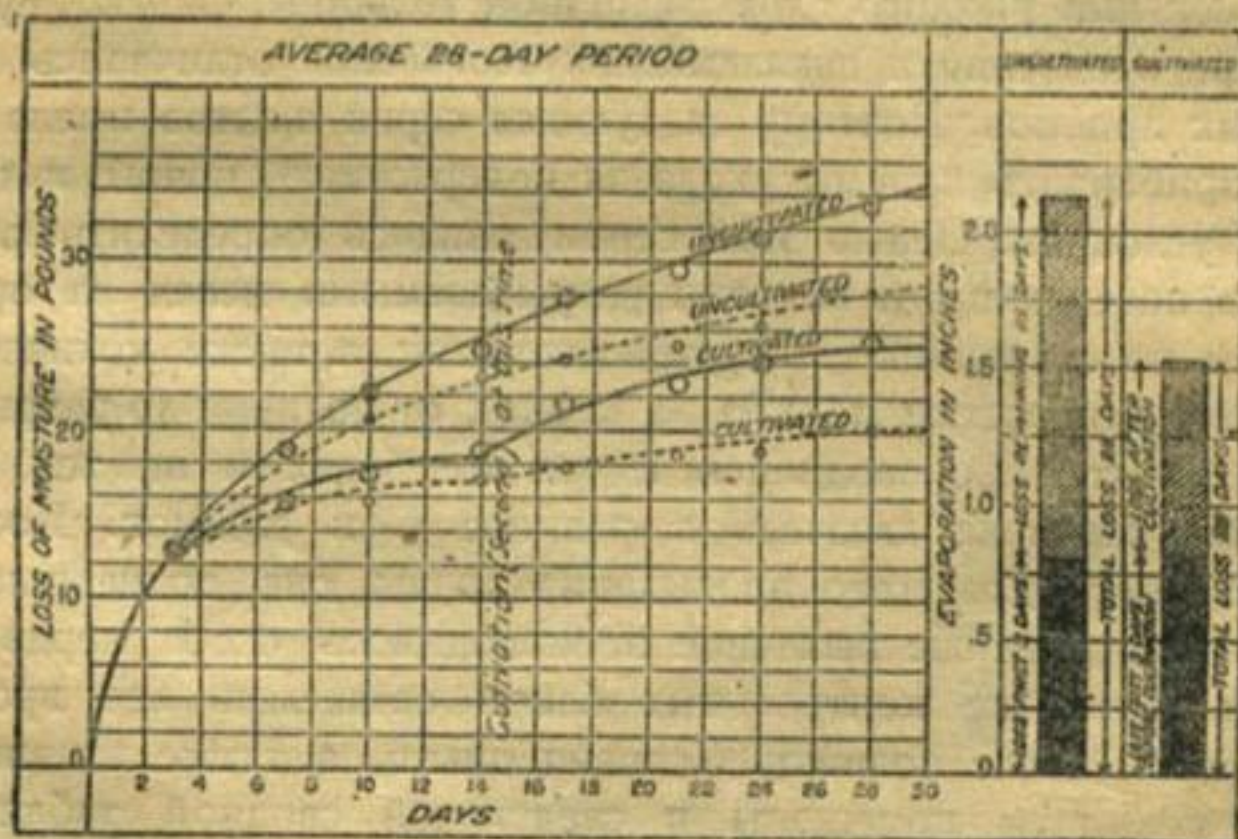
5. Слой в 9 дм. сберегает воды еще больше, но стоимость обработки заставляет ограничиваться толщиной рыхлого слоя в 6 и даже менее дм.

Описанные опыты позволяли допускать большую точность в применении рыхлого слоя различной толщины. Однако, приемы приготовления и накладывания этого слоя отличались от полевых приемов. Поэтому следующая серия опытов имела в виду приблизить приемы ухода за поверхностью почвы к полевым условиям. Целью этой серии явилось определить разницу в потерях влаги почвами разрыхляемыми вслед за орошением по сравнению с неразрыхляемыми, а также количество влаги испаряемое почвой за период от поливки до разрыхления. Опыты производились в тех же баках и на тех же станциях. Поливка давалась в размере 6-ти дюймов. После необходимого для этого просыхания почвы, она подвергалась рыхлению; такое же рыхление производилось снова через 2 недели. Почва же контрольных баков оставалась все время нетронутой после поливки. Условия опыта, а также главные результаты помещены в следующей сводной таблице: (таблица № 34 и черт. № 11).

Таблица № 34.

Станция.	Число опытов.	Температура.				Влажность.	Ср. скорость ветра в 1 ч.	Осадки.	Свобод. вода в почве.	Испар. с водн. пов.	Потери с водн. почв.	Потери с неводн. почв.	Сбереж. влаги.
		Воздух.	Почва водн.	Почва неводн.	Вода.								
		По Фаренгейту.											
Сеннисайд (Вашингтон)	1	65,2	71,3	74,3	70,9	—	—	0,00	6,00	7,25	1,47	2,47	40,3
Дэвис (Калифорния)	2	64,5	—	75,7	73,2	49,8	9,3	0,00	12,85	9,41	1,36	1,91	28,2
Рено (Невада)	2	56,6	—	67,9	—	58,9	6,4	0,39	8,88	8,49	1,09	1,51	27,8
Колдуэлл (Айдахо).	2	72,2	69,2	69,4	68,4	—	—	0,14	6,21	9,81	1,91	2,42	21,0
Сельско-хозяйст. школа (Н. Мексика).	2	74,5	—	—	—	22,7	8,3	0,57	—	11,13	1,37	1,59	13,8
Бозмен (Монтана)	1	64,4	73,9	74,6	75,0	—	9,4	0,99	17,80	4,38	2,30	2,92	21,2
Средний вывод.	—	66,2	71,5	72,4	72,9	43,8	8,4	0,35	10,35	8,41	1,58	2,13	26,4

Черт. № 11.



Влияние обработки на испарение влаги почвой.

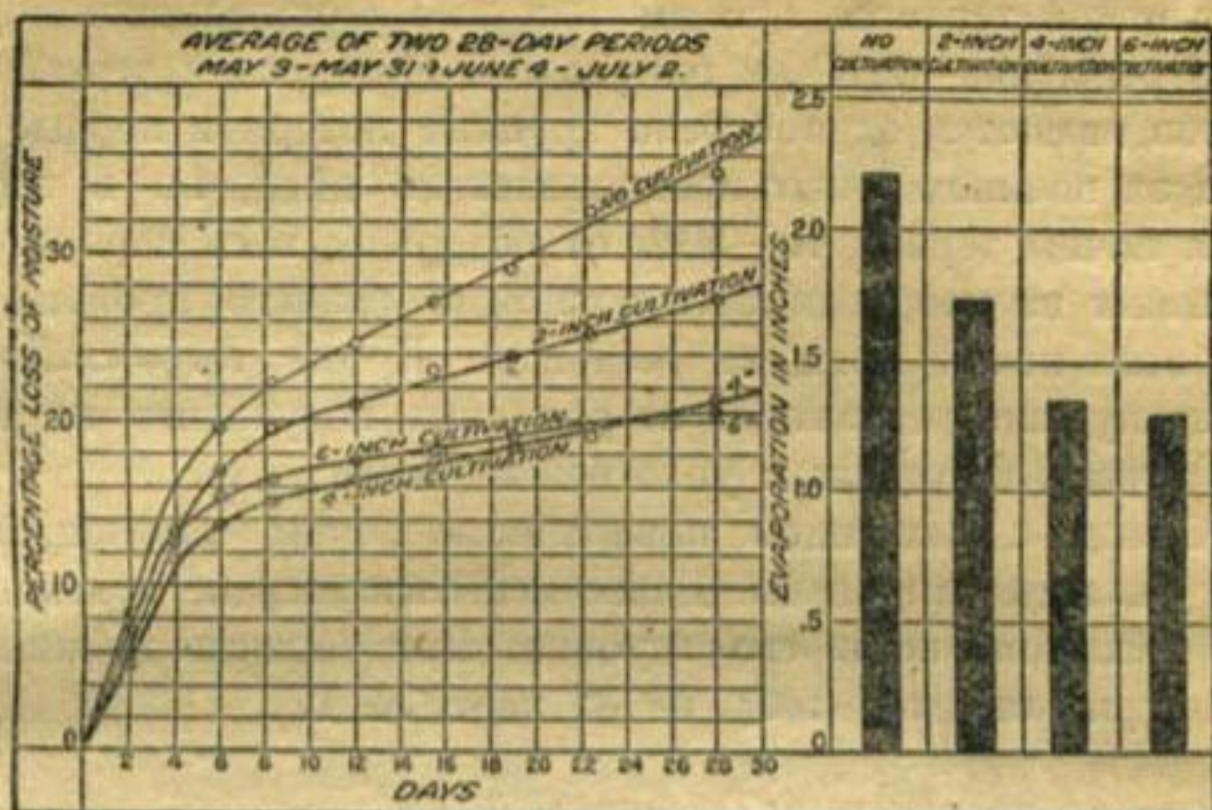
Из этих цифр видно, что при возделывании почв вслед за поливкой теряется 1,58 дм. или 26.3% от поливной нормы, а без рыхления—2.13 дм или 35.5%. Интересной чертой этих опытов являются однообразно крупные потери в первые дни вслед за поливом; опыт продолжался 28 дней, но в первые 3 дня почвы теряли 40—50% от потерь за весь период. Это указывает на необходимость возможно раннего производства обработки почвы вслед за поливкой. Кроме того, замечено, что наилучшие результаты от рыхления получались на тяжелых почвах, склонных к уплотнению после полива.

Опыты с рыхлением поверхности почвы следующей серией были детализированы. Далее испытывалось не только влияние рыхления, но и его глубина. Вот сводная таблица по этой серии опытов: (табл. № 35 черт. № 12).

Таблица № 35.

Состояние поверхности.	Потеря от испарения.	Количество сбереженное по сравнению со своб. водн. пов.		Колич. сбер. по сравнению с не- возд. почвой		Колич. сбер. по сравнению с 2-х дм. обработкой		Колич. сбер. по сравнению с 4-х дм. обработкой	
		в дм.	в %	в дм.	в %	в дм.	в %	в дм.	в %
Свободная водная поверхность. . .	7,78	—	—	—	—	—	—	—	—
Невозделанная поч- ва	2,22	5,56	71,5	—	—	—	—	—	—
2-х дюйм. обработ.	1,75	6,03	77,5	0,47	21,3	—	—	—	—
4-х дюйм. "	1,35	6,43	82,5	0,87	39,2	0,40	22,8	—	—
6-ти дюйм. "	1,31	6,47	83,1	0,91	40,9	0,44	25,1	0,04	3,0

Опыт повторялся два раза и продолжался каждый раз 28 дней. В первый период—майский—почва без возделывания испарила 2.39 дм., при рыхлении на 2 дм.—2.05 дм., при рыхлении на 4 дм.—1.65 дм., и при рыхлении на 6 дм.—1.56 дм. Во время второго периода соответственные потери были рав-



Влияние глубины обработки на испарение почвой.

ны: 2,05 дм., 1,46 дм., 1,06 дм., 1,06 дм. Эти цифры, а также средние, показанные в таблице, говорят за полезность рыхления лишь до 4-х дм.; рыхление до 6-ти дм. дает малый эффект. Испарение при рыхлении в 9 дм. сохранило $\frac{1}{2}$ влаги по сравнению с невозделанной поверхностью, а на 4 дм.—около $\frac{2}{3}$. Подобно предыдущему опыту и этот также показывает, что первые дни вслед за поливкой происходят значительные потери, почему рыхление надо производить как можно скорее после орошения.

Уменьшение потерь в первые дни вслед за орошением возможно достичь уменьшением смоченной поверхности орошаемой площади, т.-е. применением бороздчатых способов полива. Поэтому описанные выше опыты логически должны были включить в свою программу также исследования над бороздчатым поливом в смысле уменьшения потерь по испарению почвой. Подобные опыты были произведены на тех же станциях и при той же обстановке. Два бака поливались затоплением, два—по бороздам глубиной в 3 дм., два—по-

бороздам в 6 дм. и два—по бороздам в 9 дм. Поливка всех баков производилась одновременно, причем количество воды (поливная норма) была везде одинаковой—6 дм. Во время орошения по бороздам наблюдалось, чтобы вода в бороздах не стояла глубже 2 дм. После полива, как только почва достаточно просыхала, все баки подвергались поверхностному рыхлению на одинаковую глубину в 6 дм. Время, протекшее от полива до обработки было неодинаковым при различных глубинах борозд, но всего длиннее этот промежуток при поливе затоплением. Число часов, протекшее от полива до обработки было на опытах в Девисе (Калифорния) следующее:

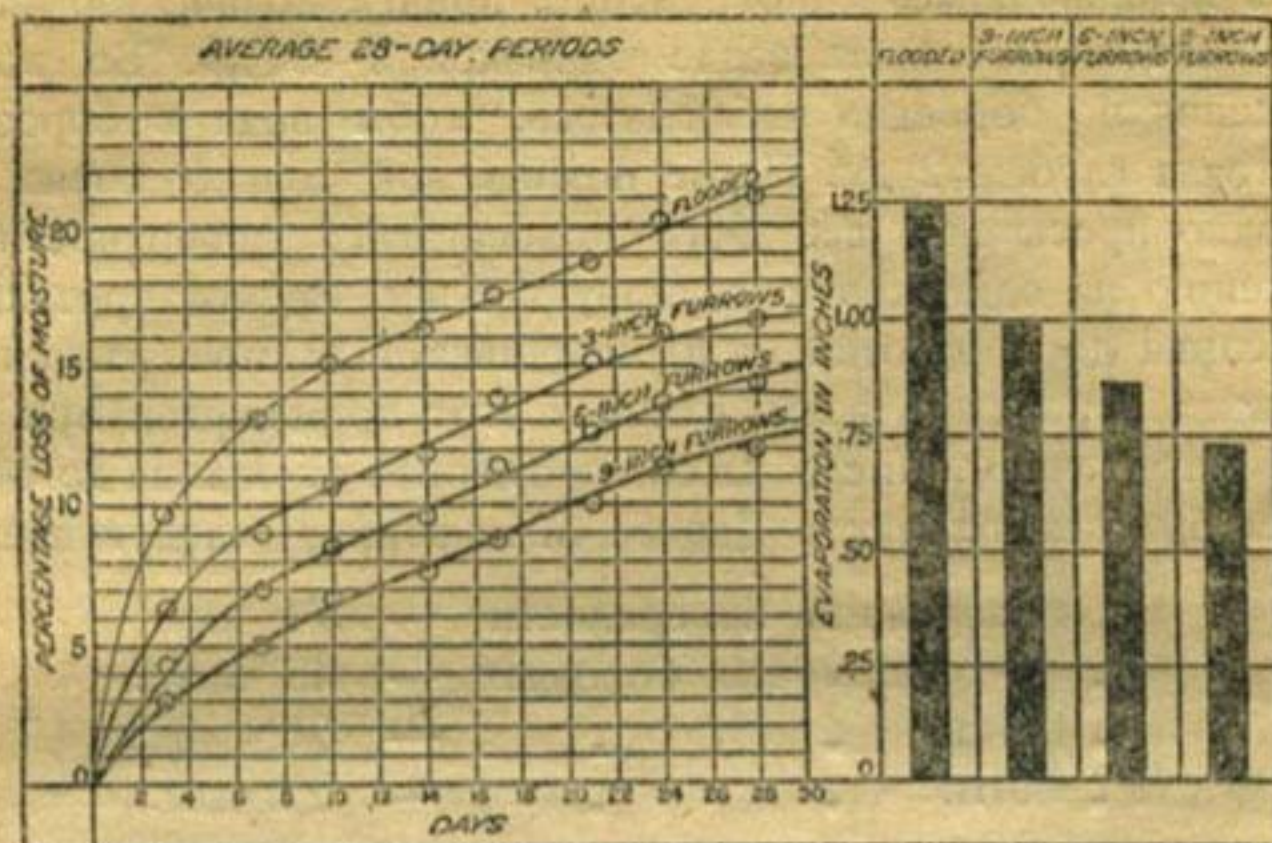
при заливании поверхности	—	74 часа.
„ 3-х дюймовых бороздах	—	45 часов.
„ 6-ти „ „	—	26½ час.
„ 9-ти „ „	—	22 часа.

Как видим, с углублением борозд уменьшалось время до обработки. Уже это одно заставляет предполагать, что при бороздчатых способах полива испарение будет меньше. И, действительно, средние данные по всем станциям показывают, что за период в 28 дней было испарено: (черт. № 13).

водной поверхностью	—	10.46 дм.
при затоплении	—	1.25 „
при 3-х дюймов. бороздах	—	0.99 „
„ 6-ти „ „	—	0.86 „
„ 9-ти „ „	—	0.72 „

Таким образом, не только самый способ поливки по бороздам, но и характер этих борозд имеет влияние на сохранение влаги почвой.

Приведенные выше результаты исследований о влиянии поверхностной обработки и ее характера на степень уменьшения испарения влаги почвой взяты из работ американских опытных станций. Как сказано выше, эти вопросы пока оставались в тени на наших орошаемых опытных учреждениях. Мотивом постановки в Америке именно таких опытов была



Испарение влаги почвой при орошении затоплением и по бороздам различных глубин.

недостаточность водных ресурсов по сравнению с пригодными под орошение площадями земель. Нельзя сказать, чтобы этот мотив отсутствовал в условиях русской жизни. Не только в Туркестане и Закавказье, но и на юге и юго-востоке Европейской России площади земель возможных к орошению во много раз превосходят оросительные возможности наших рек. Но помимо этих соображений, в добавление к американским, у нас есть еще свои русские причины заботиться о продуктивном использовании оросительной воды. Эти причины кроются в слабости нашей русской техники. Мы не можем относиться к потерям в каналах, как к вполне устранимому злу,—для наших условий эти потери—зло пока неустранимое коренным образом. Мы не можем также надеяться на скорое использование всех ныне свободных водных запасов. Наше внимание в ближайшее время мы поневоле должны ограничить урегулированием водопользования на Кавказе и в Туркестане и наше силы обратить на создание оазисного орошения на юге и юго-востоке Евр. России. Обе задачи

требуют наиболее полного использования водных ресурсов и обе вместе ставят опытному делу совершенно определенные требования немедленной разработки вопросов, связанных с рационализацией орошаемого хозяйства. Вопросы о поверхностной обработке и ее влиянии на сохранение влаги займут в общей сумме задач, предъявленных необходимостью урегулирования водопользования, не последнее место. Если с этой стороны просмотреть сравнительно еще скромные результаты обследований орошаемого хозяйства, то невольно обращаешь внимание на связь между уходом за поверхностью почвы, с одной стороны, размером и временем орошения—с другой. Можно сказать с определенностью, что длина межполивного периода, а в конечном результате, следовательно, и число орошений находятся в прямой зависимости от ухода за поверхностью почвы. Но нигде эта зависимость не проявляется так сильно, как при определении размера предпосевного орошения в низовьях Аму-Дарьи. По нашим исследованиям 1914 г. в низовьях Аму-Дарьи оказалось, что предпосевных поливов было несколько: от 3 до 5; число вегетационных поливов было таковым же или даже несколько меньшим для некоторых культур. Предпосевные поливы шли непрерывно один за другим и происходили весной, когда температура воздуха и его относительная влажность были более благоприятны в смысле понижения испарения; вегетационные поливы были разъединены между собой межполивными промежутками и происходили при этом в период большей интенсивности испарения почвой и транспирации растениями. Сопоставление элементов водопользования до и после посева рисует на первый взгляд необъяснимую картину (табл. № 36).

В этих сведениях, в самом деле, есть много непонятного. Какой смысл туземному хозяйству в короткий предпосевный период в 15—18 дней давать несколько, непрерывно следующих один за другим поливов, на которые уходит почти столько же воды, сколько требуют вегетационные поливки за весь вегетационный период в 87—101 день? Что заставляет местных земледельцев лихорадочно качать воду чигирями день и

Таблица № 36.

Элемент водопользования.	До посева.	После посева.
Средняя оросительная норма для всех культур и всех районов	3795 м. ³	3461 м. ³
Оросительная норма для хлопчатника амер. в Шурахане	4726 "	4433 "
То же в Ходжейли	4232 "	4290 "
Оросит. норма для пшеницы в Шурахане	3212 "	3749 "
То же в Ходжейли	3371 "	3328 "
Средний оросительный период для всех культур и всех районов	15 дней.	87 дней.
Тоже для 3-х главных культур (хлопчатник, пшеница, джугара и люцерны).	18 "	101 "

ночь в короткий срок перед посевами, меняя животных в чигире по несколько раз в сутки, когда этими же усилиями, за это же время и этой же водой было бы возможно оросить площадь в 3—5 раз большую? К сожалению, эти вопросы и поныне остаются без ответов, основанных на работах местных опытных учреждений. Однако, описанный прием весьма тягостен для местного хозяйства по затрате труда; он кроме того исключает всякую мысль о создании рационального графика орошения при его сохранении в будущем и непонятен сравнительно с размером предпосевного орошения в других орошаемых районах Туркестана. В этих районах предпосевная поливка дается перед пахотой для увлажнения почвы. В этом смысле многократная поливка на Аму-Дарье, повидимому, преследует не только цели увлажнения, так как для такового вполне достаточно однократного орошения. Помимо орошения она может быть только промывкой. Оросительный сезон в этих местах по нашим наблюдениям длится в лучшем случае около полугода. Во время другой половины года поливов не

происходит и процессы испарения почвой влаги восстанавливают непрерывное отложение солей в верхних слоях. После уборки урожая поле остается уплотненным и ничто не сдерживает этих процессов. Безполивные сроки на конкретных участках еще длиннее; напр., когда после хлопчатника идет хлопчатник, джугара или дыни (наблюденная последовательность), то срок этот растягивается от 232 до 253 дней; зная точные сроки последней осенней поливки и первой весенней и определяя по Мушкетову *) месячное испарение для условий Петроалександровска, находим, что испарение за безполивный сезон будет равно от 841 м.м. до 1.125 м.м. Осадки же за весь год в тех условиях равны 57.7 м.м. В подобной обстановке почвенное испарение будет, несомненно, достигать размеров, невиданных хотя-бы для нашего засушливого юго-востока. Испарение же будет в свою очередь способствовать засолонению верхних слоев почвы. Поэтому трудно объяснить чем либо другим многократные предпосевные поливки, нежели необходимостью рассолонения осолонившихся за безполивный период верхних слоев почвы. Для этих условий, к сожалению, нам неизвестны ни действительная величина почвенного испарения, ни степень засолонения верхних слоев почвы к началу весенних поливов. Для условий Голодной Степи агр. В. С. Малыгин определяет величину почвенного испарения в 400 мм. и, вычитая отсюда годовые осадки в 224 мм., находит, что ежегодное засолонение голодностепских почв будет не менее 0.05%, от веса всей почвы в $\frac{1}{2}$ метра, если даже примем min. плотного остатка в грунтовых водах, а именно 5 гр. на литр. **) Для условий же низовьев Аму-Дарьи испарение почвы и ее засолонение несравненно значительнее. Бороться с этим возможно двумя путями—понижением уровня грунтовых вод (путь искусственного дренирования почвы, путь технический, путь трудный, дорогой и медленный) и рыхлением поверхности почвы во время безполивного периода (путь агрономический, путь сравнительно легкий и дешевый). Но и тот и другой

*) Мушкетов, Туркестан, т. I, стр. 7 и 8.

**) Отчеты оп. хлоп. учр. в Турк., вып. VII, стр. 47.

пути требуют для своего обоснования сведений об испарении влаги почвой в зависимости от разных условий.

Не меньший интерес представляет правильное объяснение другого приема туркестанского полеводства, а именно затягивание первого вегетационного полива в связи с производящимися в это время мотыжениями почвы. Выше, на стр. 79 говорилось, что такой прием стимулирует развитие корневой системы, благодаря чему ко времени вегетационных поливов растение получает способность в полной мере использовать для себя оптимальную влажность в условиях хорошей питательности почвы. Однако, такое объяснение не учитывает еще одного фактора—влияния подсушивания на микроорганическую жизнь почвы. Стерилизация почвы летучими антисептиками, а также подсушивание увеличивают ее плодородие. Целый ряд работ, особенно последнего времени, определенно связывает действие стерилизации и подсушивания с повышением усвояемости органических соединений и таким изменением микробиологического населения почвы, которое способствует лучшему использованию новых запасов питательных веществ. Для интересующего нас случая наибольшее значение имеют результаты подобных работ А. Н. Лебедянцева на Шатиловской опытной станции *). Подсушивание почвы увеличивало урожай как при вегетационных, так и при полевых опытах. В смысле возможности определения расходования влаги, нам интереснее данные вегетационных опытов. При постановке таких опытов в 1915 г. почва для них—деградированный чернозем—была взята с неудобренного хозяйственного участка. Вся почва после перелопачивания и пропуска через грохот была разделена на равные части, одну из которых закрыли брезентом, а другую рассыпали на деревянном щите и выставили на солнце для просушивания в течении 7 дней. Перед набивкой сосудов влажность сырой почвы была 33.38%, а сухой—4.89%. При набивке влажность сухой почвы увеличивалась до влажности сырой дистиллированной водой. В осталь-

*) А. Н. Лебедянец. Изв. Шатиловской оп. ст., т. I, № 1, за 1919 г., стр. 1.

ном все сосуды имели один и тот-же уход. Опыты были поставлены с гречихой и овсом, кроме того обе серии удобрялись. Получившиеся результаты определенно говорят в пользу высушенной почвы: (табл. № 37).

Таблица № 37.

Растение.	Удобрение.	П о ч в а.	Надз. урожай в гр. абс. сух.	Абсолютн. испар. в гр.	Транспир. коэффициент.
Гречиха.	О	Сырая	6.20	6.265	1.010
		Высушенная . .	11.57	9.400	812
	NPK	Сырая	34.90	1.408	404
		Высушенная . .	36.02	1.565	435
О в с.	О	Сырая	1.02	1.400	1.372
		Высушенная . .	1.01	1.635	1.618
	KP	Сырая	1.82	1.780	979
		Высушенная . .	3.05	3.220	1.054
	NK	Сырая	2.12	2.205	1.046
		Высушенная . .	3.27	3.060	936
	PN	Сырая	5.18	3.865	747
		Высушенная . .	8.93	5.860	658
	NPK	Сырая	6.08	4.065	668
		Высушенная . .	10.85	7.010	647

Неудобренная гречиха на высушенной почве почти удвоила урожай. При удобрении же разница в пользу высушивания была незначительна. Овес, наоборот реагировал сильнее при полном удобрении. Под влиянием высушивания его урожай повысился на 78,5%. Действие же высушивания на понижение транспирационного коэффициента сказалось только в случаях повышения урожая. Это же явление произошло и у сырой почвы. Поэтому справедливее связать высоту транспирационного коэффициента не со способом приготовления почвы, а с урожаем. Подобные же опыты продолжались и в 1916 г. и также дали благоприятные результаты в пользу высушивания, особенно просо. В упомянутой работе А. Н. Лебе-

дянцева приводится довольно обстоятельная литературная сводка работ по влиянию нагревания почвы паром, действия антисептиков и подсушивания на плодородие и сбраживающую способность. Начиная с работ Франка (1888 г.), впервые нашего, что при стерилизации почвы паром повышается содержание растворимых веществ и кончая опытами самого автора в последние годы, с полной определенностью устанавливается, что оба приема во многом аналогичны по результатам и что высушивание благоприятно отражается на химических, физических и биологических свойствах почвы и вообще способно поднимать ее плодородие. Сведения, полученные в последнее время из-за границы, говорят, что стерилизация почвы сделалась почти обычным приемом при парниковой культуре под стеклом и всегда сопровождается благоприятными результатами. На фоне этих научных достижений искусственное подсушивание почвы и затягивание первых поливов в Туркестане приобретает новый смысл и новое освещение. Это тоже достижение, но достижение длинного земледельческого опыта, в течение веков вырабатывавшегося в условиях жаркого климата и поливного хозяйства и пока еще не дождавшегося изучения, истолкования и оценки. Равным образом, на фоне этих новых сведений советы о полезности скорейшего затенения почвы растениями, во избежание больших потерь от испарения, должны подвергнуться переоценке.

Интересно теперь подвести итоги всем возможностям увеличения продуктивности оросительной воды. Подведем же их не просто, а на фоне агрономических возможностей вообще.

Ограниченность орошаемой площади, наличие неиспользованных водных запасов и колоссальных пространств годных для мелиорации земель, а так же высокая продуктивность орошаемого земледелия были мотивами к возникновению оросительной деятельности в России. Большинство оросительных начинаний приурочены к наиболее теплым южным окраинам, где долинное земледелие без орошения невозможно, и где единственно возможна культура хлопчатника. Целый ряд причин экономического порядка связывал орошение новых земель

с расширением хлопководства. Независимо от этого, желание увеличить продуктивность орошаемых земель понималось, главным образом, как расширение их площади. На улучшение же условий орошения и водопользования старых оазисов обращалось мало внимания. Эта задача не то, что была непопулярна,—она просто отсутствовала в числе основных государственных мероприятий в областях искусственного орошения. За самое последнее время возродился интерес к урегулированию водопользования на старых системах и к улучшению на них орошения. Этот интерес пока еще не вылился в широкие организационные формы. Есть много оснований полагать, что он все-таки не умрет и с приходом возможности приступа к переустройству старых систем и улучшению на них водопользования, он выльется в широкие творческие работы. Область этих работ будет иметь несколько иной характер по сравнению с оросительными работами в пустыне. Здесь придется оперировать с живым хозяйственным организмом оазисов и перенести центр внимания от техники к агрономии. Поэтому вполне своевременно не только поставить ряд предстоящих задач, но и наметить приблизительные возможности при достижении каждой из них. Это тем более необходимо, что при орошении новых земель все поκειται на твердых расчетах и определенных цифрах. Иногда там можно делать возражения о правильности оснований этих расчетов, но нельзя жаловаться на отсутствие определенных сведений по каждому из вопросов. В области же урегулирования водопользования и рационализации орошаемого земледелия таких определенных ответов пока нет. Сделаем же попытку их нахождения на основании указанных выше возможностей. При этом ограничимся в этой сложной задаче только вопросами о воде, оставляя в стороне вопросы о земле и о труде, как не затронутые в настоящей работе.

Чтобы оценить все возможности опытной агрономии и опытной мелиорации на орошаемых условиях, надо принять во внимание особый уклад этих условий не только земледельческий, но и хозяйственно-экономический. Он совершенно не похож

на уклад наших коренных русских губерний. В наших обычных русских условиях,—с трех-польной системой, поздними и засоренными парами, недостаточным и нерегулярным удобрением, слабыми начатками полевого травосеяния, безпримерно низкой затратой труда на единицу площади и соответственно этому низким урожаем,—в этих условиях опытные учреждения являются как бы оазисами среди пустыни. Их многочисленные достижения в различных областях сельского хозяйства и соприкасающихся с ним научных дисциплин, их тройные против крестьянских средние урожаи, отодвинули опытное дело на сто вперед по сравнению с настоящей русской земледельческой жизнью. Опытное дело, несомненно, трактор русского земледелия, но русское сельское хозяйство по своей бедности, малоурожайности, малокультурности и неустойчивости не в 12-лемешный плуг, оно только старая мало-мощная крестьянская соха. Его трудно приладить к трактору и сила этой могущественной машины пропадает во многом напрасно.

Как можно надеяться на широкое применение покупных искусственных туков, когда удобрение, имеющееся в хозяйстве, используется не всегда и не в полной мере; как можно думать об уплотнении севооборотов, о массовом переходе в короткое время к многопольным системам и к травосеянию, когда обработка трехполя в массе немногим отличается от обработки в крепостное время; как можно полагать возможным немедленное развитие обширных мелиоративных работ, когда и удобная земля распахивается далеко не вся; словом целый ряд причин и условий мешал опытному делу оказать русскому сельскому хозяйству быструю и действительную помощь. Сокровищница достижений опытного дела полна, но полнота эта мало изливается на русскую сельско-хозяйственную действительность. В результате опытное дело—трактор, идущий впереди, почти оторвался от своего груза и поэтому работает не с полной нагрузкой.

Совсем иначе дело обстоит в орошаемом сельском хозяйстве. В Туркестане, например, где расположена наибольшая, по своему пространству и государственному значению площадь

орошаемых земель, опытное дело стоит, бесспорно, высоко; его работы сыграли значительную роль в изучении края, местного климата, почв, растений и часто имеют не только местное, но и общее значение. Однако, обстановка, среди которой работают опытные учреждения настолько отлична от нашей русской, и местное земледелие обладает настолько старой, высокой и своеобразной культурой, что опытное дело в Туркестане не то, чтобы не сделалось трактором местного сельского хозяйства, но оно как-то не смогло встать в одну колею с местной жизнью и шло по некоторым вопросам впереди ее, по некоторым—позади, но, главное, оно шло немного в стороне. Туркестанское опытное дело не смогло развиваться до такой степени могущества, чтобы своротить местную земледельческую жизнь с его старого русла на свое собственное, и есть опасение, что такого сворачивания не произойдет и в будущем, так как дело здесь не только в агро-технике. С другой стороны опытное дело, придя извне, обладало достаточной константностью, чтобы сразу не стать в колею местной жизни. Местная же обстановка была не только не похожей на русскую, но она предъявляла и большие требования.

В Европейской России легче всего было проводить в жизнь всевозможные агрономические усовершенствования в наиболее культурных хозяйствах (теперь совхозах); в Туркестане же хозяйства не трудового типа—исключения их почти нет, к тому же они стоят и по урожаям, и по общему уровню всегда ниже средних трудовых туземных. В Евр. России урожай опытных учреждений всегда значительно выше (иногда в 2—3 раза) средних крестьянских урожаев; в Туркестане такого явного превосходства опытных урожаев над туземными не заметно. В Евр. России опытным учреждениям приходится в своей помощи населению начинать с агрономических азов: доказывать пользу удобрения, выгодность тщательной обработки и вообще предпочтение лучшего ухода за посевами, по сравнению с площадью этих посевов; в Туркестане все эти мероприятия нет надобности пропагандировать: навыки хорошей культуры живут в орошенных оазисах уже тысячелетия. Вся агрономи-

ческая работа в русской деревне проходит под флагом борьбы с экстенсивностью, под лозунгами улучшения культуры, т.-е. увеличения затраты рабочей силы на единицу площади. В Туркестане же применение живой мускульной силы достигает неслыханных по русскому масштабу размеров и там опытные учреждения призывают к уменьшению расхода рабочей силы посредством применения машинной обработки. Словом, условия работы опытных учреждений в орошаемом Туркестане во многом коренным образом отличаются от русских. Это отличие и было, повидимому, одной из главных причин, почему туркестанское опытное дело и местная земледельческая жизнь не всегда шли по одной колее, почему опытное дело не всегда шло впереди местного орошаемого хозяйства и почему оно опять-таки оказалось двигателем с малой нагрузкой.

Значит ли это, что опытному делу мало работы в условиях интенсивного орошаемого хозяйства. Совсем напротив, в этих условиях орошаемое земледелие нуждается в громадной творческой работе опытного дела, и, благодаря высоте своей культуры, результаты этой работы оно в состоянии воспринять немедленно и плодотворно. Но, чтобы это произошло, необходимо быть ближе к местному орошаемому земледелию, необходимо в основу своих исканий и работ принимать уклад и возможности местного хозяйства и твердо помнить, что оно прежде всего и главным образом орошаемое.

Прямые наблюдения над орошением, о чем подробно говорилось выше, показали, как велико влияние и на урожай и на уменьшение затрат воды способов полива, расположения поливов во времени в связи с развитием растений, а также выбора орошаемых культур и поверхностной обработки почвы. О влиянии самих оросительных норм как-будто и не приходится говорить—до того это влияние кажется очевидным и без прямых наблюдений. И тем не менее орошение на туркестанских опытных учреждениях осталось не только без достаточного изучения, но часто даже и вовсе без учета. Все опыты и все посевы там орошаются; однако, замер воды производится только при опытах с поливками. Остальные опыты—с

удобрением, обработкой, селекцией, приемами культуры и пр., и пр., т.-е. почти вся работа станций проходит без учета воды. Трудно сказать, какова причина такой методики. Вероятнее всего, что причина кроется в затруднительности организации учета воды. Так или иначе, но вода не учитывается и условия орошения, помимо специальных опытов с поливками, не всегда даже описываются. Получается обидное до чрезвычайности положение. Труда и энергии положено на организацию опытного дела множество, но при отсутствии учета воды невозможно приписать получающимся результатам работ ожидаемого значения. На все опыты накладывается несомненное влияние разности условий орошения отдельных делянок; неопределенность положения увеличивается из-за неизвестности тех пределов, в которых происходит колебание оросительных норм различных делянок одной и той же темы опытов. Орошение всех опытов, исключая, как уже сказано, немногочисленных опытов с поливками, производится рабочим без учета. Совершенно ясно, что при такой методике нет уверенности не только в том, что все делянки какой-либо темы получают совершенно одинаковое количество воды, но даже и в том, что одинаково будет полита каждая сопряженная пара делянок. Несомненно, что разница размеров орошения будет, но какова эта разница—неизвестно и это обстоятельство не позволяет судить хотя бы приблизительно, чему именно надо приписывать неодинаковость урожаев—влиянию ли испытуемого фактора или влиянию неодинаковости оросительных норм. Если разница в оросительных нормах невелика—не больше 5—8%,—то можно ожидать незначительного влияния неодинаковости в размере орошения. Однако, нет никакой уверенности, что эта разница не может доходить до 50%, и тогда, очевидно, влияние неодинаковости оросительных норм будет значительным и результат опыта может зависеть в некоторых случаях в большей мере от разности почвенной влажности, нежели от испытуемого фактора. Наилучшим способом выяснения вопроса о налегании на все опыты, в которых вода не учитывалась, т.-е. на их громадное большинство, была бы организация фактического водопользования

на всех орошаемых опытных учреждениях. Наряду с этим, в условиях каждого из них необходимо поставить опыты над влиянием норм, способов и времени орошения. После разработки всех данных на результат каждого опыта было бы крайне желательно посмотреть с двух точек зрения: со стороны влияния испытываемого фактора и со стороны влияния неодинаковости условий орошения, если таковая окажется. В настоящее время, когда большинство опытов проходит без учета воды, можно только предполагать, что количество воды, полученное всеми деланками какой-либо темы, было неодинаково, и что под влиянием различного увлажнения этих деланок их урожай образовался под налегающим влиянием двух факторов. Когда же будет возможно располагать материалами по фактическому водопользованию опытных учреждений, то будет возможно распределить результаты опытов на три группы: 1-ю, где количество полученной воды случайно оказалось одинаковым и где поэтому на урожай сказался в чистоте только один испытывавшийся фактор, 2-ю, в которой неодинаковость оросительных норм заметно изменила первоначальное влияние испытывавшегося фактора и, наконец, 3-ю, куда надо отнести опыты с весьма различными нормами, влияние которых превалировало над основной темой опыта. Подобный анализ всех опытных данных послужит убедительным доказательством невозможности ведения опытов в орошаемых условиях без постоянного и точно поставленного учета воды. Теперь такого анализа по имеющимся отчетам произвести невозможно. Тем не менее сведения этих же отчетов позволяют сделать некоторые выводы о влиянии на урожай различных условий орошения и пределах колебания поливных норм.

На Андижанской опытной станции в 1911 г. были поставлены опыты с поливками, при чем не нормы были фиксированы заранее, а только число поливов. Результаты этих интересных опытов показали для данного случая, что, во-1, процентное увеличение урожаев, под влиянием повышения оросительных норм, было больше по сравнению с соответствующим $\%$ увеличением норм и, во-2, что колебания не фикси-

рованных заранее поливных норм достигают значительных размеров *) (см. табл. № 38):

Таблица № 38.

№ дежн.	№ полива.	3		4		5		6		Оросит.		Урожай	
	Дата.	15/VI		11/VII		24/VII		2/VIII		норма.		хлопка	
	Норма.	Кб. саж.	%	Кб. саж.	%	Кб. саж.	%	Кб. саж.	%	Кб. саж.	%	Пд.	%
1-й.		164	105	—	—	236	151	—	—	1000	100	59	100
2-й.		156	100	200	116	—	—	226	115	1182	118	96	163
3-й.		294	188	173	100	156	100	197	100	1420	142	111	188

Опыт показывает, что с повышением нормы на 42%, урожай увеличился на 88%, т.-е., что в данном случае увеличение урожая было весьма значительным под влиянием повышения нормы. С другой стороны поливные нормы иногда разнились друг от друга на 51% и даже на 88%.

Этот пример не единственный в тех же отчетах. На Голодноостепской опытной станции в 1911 г. при опытах с числом поливов были произведены учеты воды. Результат этих учетов таков **) (табл. № 39):

И эти учеты показывают, как велика может быть амплитуда колебания полевых норм. При рядовом посеве она достигала 293%, а при грядковом—343%. Другими словами не фиксированные поливные нормы могут колебаться в столь широких границах, какие, несомненно, должны повлечь за собой и колебание урожаев. Что же касается этих последних, то при увеличении оросительной нормы они также увеличились, хотя и не в таких размерах, как в первом случае.

В смысле иллюстрации неодинаковости условий орошения по данным прямых наблюдений интересные результаты

*) Отчеты опытных хлопковых учреждений за 1911 г., вып. VI, стр. 172 и след.

**) Отчеты опытных хлопковых учреждений, вып. VI, стр. 97.

Таблица № 39.

Поливки.	Рядовой посев.				Грядковый посев.			
	4 поливки.		5 поливок.		4 поливки.		8 поливок.	
	кб. см.	‰	кб. см.	‰	кб. см.	‰	кб. см.	‰
1-я	71	113	71	169	75	100	75	170
2-я	123	195	123	293	93	124	93	212
3-я	99	157	63	150	86	115	151	343
4-я	63	100	42	100	75	100	70	159
5-я	—	—	63	150	—	—	86	195
6-я	—	—	—	—	—	—	44	100
7-я	—	—	—	—	—	—	63	143
8-я	—	—	—	—	—	—	74	168
ИТОГО . . .	256	100	362	143	329	100	656	195
Урожай пд. . .	121	100	135	112	109	100	148	136

учета воды, произведенные Гидро модульной Частью в 1914 г. на Андижанской и Туркестанской опытных станциях. Этот своеобразный фактический модуль показывает насколько неодинаковы могут быть условия орошения, и во времени, и в размерах, и в своих других элементах (поливном расходе. времени поливки 1 дес. и проч.). Относящиеся сюда сведения, опубликованные в статье Б. С. Арканова, *) к сожалению, не имеют наиболее интересующих нас данных о связи элементов водопользования (гл. обр. оросительных норм) с урожаями, а также данных о тех темах опытов, на которых были произведены учёт воды. Подобная неполнота указанных материалов суживает их значение до характера фактического

*) Вып. 9 трудов Гидро модульной Части, стр. 140.

модуля на опытных учреждениях, как, впрочем, на эти исследования смотрели и их организаторы. Упомянутая работа Б. С. Арканова заканчивается таблицей, где сравниваются поливные нормы на опытных учреждениях с поливными нормами 4-х районов, обследованных в том же году. Из таблицы видно, что нормы на опытных станциях были меньше, нежели в туземных хозяйствах. Напр., поливная норма для хлопчатника на Андижанской опытн. ст. была равна 55.0 кб. сж., на Туркестанской—76.6 кб. сж., на Исфаре—76 куб. саж., в Иски-Ташкенте—102.0, в Самарканде—179.0 и в В. Алексеевском поселке (Голодная Степь)—209.0. Такая разница, несомненно, свидетельствует, что в среднем водопотребление опытных станций было урегулированное, чем в туземном хозяйстве. Однако, сведения об учете воды на станциях представляли бы несравненно больший интерес, если-бы они были увязаны и с темой опытов и с урожаями. Анализ только данных по учету орошения сильно затруднен отсутствием сведений, о принадлежности к той или иной теме учетных делянок по каждой из культур. Благодаря отсутствию этих сведений, трудно определить была ли замеченная разница в орошении в пределах одной темы или нескольких. Само собой разумеется, что в последнем случае разница в орошении может не повлиять на затемнение влияния испытываемого фактора, тогда как в первом это случится непременно. Однако, по косвенным указаниям можно выбрать один—два примера принадлежности нескольких делянок к одной теме. Вот, напр., сведения о предпосевном поливе под хлопчатник на дел. № 1, 2, 5, 6 на уч. № 6 на Андижанск. оп. ст. (табл. № 40):

Это сопоставление показывает, как не одинаковы были условия предпосевного орошения. Подобная невыровненность продолжается и с дальнейшими поливами. Не имея сведений о теме этих опытов и об урожае каждой делянки, оставим без анализа сведения о последующих поливках, число которых и время производства неодинаковы. Однако, никакой темой нельзя объяснить указанной разницы в предпосевном орошении.

Таблица № 40.

№ де- лян.	Площадь в дес.	Дата предпо- севного полива.	Поливные нормы.		Поливной расход.		Продолжит. полив. деления.	
			кб. сж.	‰	сек./лтр.	‰	сек.	‰
1	0.042	12—IV	85	54.8	15.6	55.0	2.280	63.3
2	0.042	12—IV	86	55.5	25.2	88.8	1.440	40.0
5	0.042	12—IV	77	49.7	28.4	100.0	1.140	31.8
6	0.042	12—IV	155	100.0	18.0	63.5	3.600	100.0

Такой пример возможно найти в материалах указанной статьи и по Туркестанской оп. станции. Орошение кукурузы по бороздам на восточном и западном концах 2-х поля дало следующие колебания при одинаковом числе поливок и приблизительной одновременности их производства: табл. № 41.

Таблица № 41.

	Восточный конец.		Западный конец.	
	Куб саж.	‰	Куб. саж.	‰
Оросительная норма	475	46.4	1.025	100.0
Предпосевная норма кб. сж. . .	10	8.4	119	100.0
Наименьшая поливная норма кб. сж.	23 (2-й п.)	25.6	90 (2-й п.)	100.0
Наибольшая " " " "	92 (5-й п.)	60.1	153 (7-й п.)	100.0
Наименьшая неодинаковость одно- именных поливов (5-й полив) . .	92	85.9	107	100.0
Наибольшая абсолютная неодина- ковость одноименных поливов (7-й полив)	68	41.5	153	100.0
Амплитуда колебаний поливных норм	10	6.5	153	100.0

Как видно из таблицы, западный конец орошался обильнее; оросительная норма и еще более поливные западного конца значительно превосходят таковые же восточного; однако, этим неодинаковость условий орошения не оканчивается: неодинаковость норм отдельных поливов, как в пределах восточного, как и западного, без сравнения их друг с другом, также значительна. Трудно полагать, что подобная пестрота осталась без влияния на почвенную влажность, а, следовательно, и на конечный результат опыта.

Конечно, эти сведения невозможно обобщать, но все же они показывают, насколько основательны высказанные выше опасения о возможности налегания на влияние испытуемого фактора влияния разности норм, разности, неизбежной при вольном орошении делянок. Совместное влияние этих двух факторов иногда может быть сопряженное, напр., когда контрольная делянка получила меньше воды и тогда их действие, приписываемое только одному из них—испытываемому, будет увеличенным; в других случаях влияние этих моментов может быть антагонистичным и тогда получаются неопределенные результаты. Несмотря на малое количество указаний в отчетах орошаемых опытных учреждений о размерах и вообще условиях орошения, в них все же можно найти примеры, как первого, так и второго случая.

Примером сопряженного действия испытуемого фактора (в данном случае удобрения) и привходящего (увеличенной влажности) могут служить интересные опыты с удобрением на Андиганской опытной станции, когда помимо общих учетов урожая, были произведены отдельно учеты верхних половин делянок, менее увлажненных в силу уклона, и отдельно—нижних *) (табл. № 42):

Как видно из таблицы, усиленно увлажненная нижняя часть делянок дала повышенный урожай, как при удобрениях, так и без них. Следовательно, в данном случае действие удобрения и усиленной влажности сочеталось. При этом интересны

*) Отчеты и т. д., вып. VI, 158 стр.

Таблица № 42.

Удобрение.	Урожай хлопка—сырца на 1 дес.						Прибавка урожая, вызванная увеличением влажности в пудах.
	Верхняя часть делянки.		Нижняя часть делянки.		Вся делянка.		
	пуд.	%	пуд.	%	пуд.	%	
Навоз 2400 п.	153	174	162	135	157	149	9
Мисокостная мука пред вснашкой	132	150	142	117	137	130	10
" " " посевом.	128	146	143	118	136	129	15
Контрольная.	88	100	121	100	105	100	33

два обстоятельства: 1—относительно меньшее влияние удобрений при увеличенном увлажнении почвы и 2—наибольший прирост урожая в 33 пуда под влиянием только одной разницы в увлажнении на контрольной делянке. Абсолютная высота этой прибавки достаточно почтенна и во много раз превосходит прибавку в урожаях от различных приемов ухода за культурами в 2—5—7 и даже 10 пудов на десятину. Можно найти в отчетах множество примеров, когда опыты кончались менее заметной прибавкой урожая и тем не менее их результаты убеждали исследователей в пользе того или иного приема. Напр., при испытании способов посева в 1908 г. в Голодной Степи.

Рядовой посев хлопчатника дал 33 п. сырца на 1 дес.,

Ручной „ „ „ 30¹/₂ „ „ „ „ „

При машинных грядах „ 29 „ „ *)

В следующем—1909 году это испытание так же не дало резкого преимущества ни одному из рядовых способов культуры:

Рядовой посев сеялкой дал 71¹/₂ п.

Окучниковые гряды „ 70 „

Широкие гряды (ручные джояки) „ 70 „ и 60 п. **).

*) Отчеты за 1908 г., вып. III, стр. 57.

**) Отчеты за 1909 г., вып. IV, стр. 31.

Там же и в том же году были поставлены опыты с пересадкой хлопчатника, при чем пересаженная делянка дала 53¹/₄ п. сырца, а не пересаженная—51 п. *).

Еще пример: в 1912 году в Голодной Степи при испытании различных способов ухода и обработки кукурузы урожай так-же мало разнился:

По вспашке весной	176 п. зерна
без вспашки	177 " "
с обрезкой султанов	186 " "
без обрезки	175 " "*)

Подобных примеров не слишком яркого влияния испытуемого фактора можно найти в отчетах множество. Если бы при постановке всех этих опытов были соблюдены условия одинаковости размеров орошения, то можно было бы с уверенностью заключить, что испытуемые факторы не оказывают заметного влияния на урожай. Однако, такой уверенности нет, принимая во внимание очевидную разницу в размерах орошения отдельных делянок и несомненное влияние этой разницы на урожай. Можно сказать заранее, что все приемы культуры, дающие небольшой эффект при испытании их без учета воды дадут пестрые результаты, т. к. на их влияние будет накладываться влияние разности орошения, при чем вполне мыслимы случаи, когда последнее будет преобладать в суммарном результате. С этой стороны интересно сопоставить результаты опытов с чеканкой хлопчатника, т.-е., с пинцеровкой его верхушечных побегов. Подобная мера применяется с целью увеличить плодоношение, а, следовательно, и урожай. Результаты этого приема получаются довольно пестрые; иногда он дает заметную прибавку, иногда действует угнетающе. В некоторых случаях он оказывается полезен в раннем возрасте хлопчатника, а в других — наоборот. Наконец, одни исследователи полагают полезным применять чеканку при негустом посеве (М. М. Бушуев), другие же (Р. Р. Шредер) определенно по-

*) Отчеты за 1909 г., вып. IV, стр. 29.

**) Отчеты, вып. VII, стр. 76.

казывают, что наименьший вред чеканка производит именно при частых междугнездиях. Помимо всего этого, было достаточно случаев с явно отрицательным влиянием чеканки на урожай. Подобная неустойчивость результатов такого приема заставляла исследователей искать объяснений отрицательного действия чеканки в климатических и почвенных условиях, а также в различном отношении к этому приему отдельных сортов хлопчатника. Однако, главное внимание исследователи уделяли времени чеканки, стараясь приписать случаи отрицательного влияния неудачно выбранным для чеканки моментам. Но так как результаты приема не всегда находились в соответствии со временем чеканки, то объяснения исследователей страдали некоторой противоречивостью. Напр., в 1906 г. в Голодной Степи хлопчатник чеканный 15/VII дал 44 пуда сырца, а контрольная делянка—41 п.; эффект приема был незначителен, это объяснялось запозданием чеканки: „вообще же эта операция является полезной в случае применения ее в самом раннем периоде цветения и даже раньше“ *). Но в следующем году наибольший прирост урожая дала поздняя чеканка—1/VIII. Без чеканки урожай был в 22 п. сырца на десятину, при ранней чеканке 20-го июня—24 пуд., при средней 15-го июля—28 пуд. и при поздней 1-го августа—32 пуд. Если принимать во внимание только эти цифры, то, действительно: во-первых, чеканка действует более или менее благоприятно и, во-вторых, по мере отодвигания времени ее производства, ее действие усиливается. Это обстоятельство послужило причиной объяснения несогласного с предыдущим: „следовательно, применение чеканки хлопчатника имеет смысл в тот период, когда куст более или менее сформировался“ **).

Также неустойчивы результаты со временем чеканки на Андижанской опытной станции. Опыты 1907 и 1908 гг. дали такие результаты:

*) Отчеты, вып. I, стр. 90.

**) Отчеты, вып. II, стр. 59.

1907 г.	{	чеканка до цветения, 16/VI.	61 п. 16 ф.
		" перед созревaniem, 1/VIII	58 п. 32 ф.
		контрольная	55 п. 14 ф.
1908 г.	{	чеканка до цветения в июне	103 п. —
		контрольная.	77 п. —

И хотя в 1907 г. повышение урожая под влиянием чеканки было невелико, в отчете говорится:*) „Опыты с чеканкой в 1907 г. и 1908 г. подтвердили результаты прежних лет: *чеканка до цветения всегда дает увеличение урожая*“ (курсив подлинника). В противовес этому в 1911 г. поздняя чеканка 27/VII дала на участке № 8 абсолютно самый большой прирост урожая когда-либо наблюдавшийся под влиянием чеканки: контрольная делянка дала 97 п. 5 ф., а очеканенная—192 п. 34 ф.; прирост урожая от чеканки был равен почти 96 пуд. сырца, т.-е., среднему урожаю хлопчатника в Фергане**) Но в том же году на той же станции, но на другом участке (№ 15) чеканка дала отрицательные результаты***):

чеканенная	81 п.
контрольная.	91 п.
чеканенная	94 п.
контрольная.	104 п.

Подобная неопределенность замечается в работах Асхабадского опытного поля. В отчете за 1907 год сказано: „июньская и июльская чеканки дали большой урожай, при чем более поздняя чеканка оказалась благоприятнее“ ****). Но в следующем году, когда из 7 опытов со временем чеканки от 1/VI до 1/VIII только один 15/VI дал положительный результат, а остальные — отрицательный, то это объяснялось тем, что: „только ранняя, не позже половины июня, чеканка дает удовлетворительные результаты“ *****).

*) Отчеты, вып. III, стр. 89

**) Отчеты, вып. VI, стр. 214.

***) Отчеты, вып. VI, стр. 216.

****) Отчеты, вып. II, стр. 77.

*****) Отчеты, вып. III, стр. 99.

щих на чеканенное растение помимо времени этой чеканки и осенней погоды. Нельзя отрицать, что на эффект операции влияют еще также влажность и питательность почвы. Пока эти факторы остаются без учета, всегда будут случаи с неясными и даже противоположными результатами. Напр., с приведенным объяснением не согласны несколько примеров, указанных выше, когда благоприятно действовала именно поздняя чеканка. Мало того, случай благоприятного влияния чеканки 1/VIII, в Голодной Степи в 1907 г. (см. сноску**) на стр. 148) произошел в год с ранней и холодной осенью. Об этой осени мы читаем в том же отчете следующее: „Осень 1907 г. отличалось необыкновенно низкой t° воздуха ($+8,9^{\circ}$) — почти на $3,5^{\circ}\text{C}$ ниже нормальной, при чем минимум t° достигал в первых числах октября— $5,0^{\circ}\text{C}$, а в средних ноября опускался ниже— $7,5^{\circ}\text{C}$. Еще больше осень настоящего года отличалась от нормальной по количеству осадков, которых выпало (103,2) почти в $2\frac{1}{2}$ раза больше обычного; особенно обильные дожди были в октябре и ноябре месяцах, когда надо было убирать хлопок, а потому большая часть его, подмоченного и подмороженного, оказалась плохого качества“ *)

Как видно из этого описания, погода осенью отнюдь не благоприятствовала повышению урожая чеканенного и притом поздно хлопчатника. Это обстоятельство заставляет предположить, что на увеличение урожая чеканенного хлопчатника действовали еще и другие факторы, не учтенные обстановкой опыта. Вполне понятны поэтому слова автора отчета М. М. Бушуева, помещенные в цитированном уже отчете: „впрочем окончательное решение этого „старого“ и очень спорного вопроса (о чеканке) нуждается еще в дальнейших опытах.“

Неодинаковость влияния чеканки происходила также и при опытах с различными сортами хлопчатника. Одни из сортов на соседних делянках давали положительные результаты, а другие—отрицательные (таб. № 43).

*) Отчеты, вып. II, стр 15.

Таблица № 43.

Место опыта.	Год опыта.	Сорт хлопчатника.	Урожай сырца в пудах на 1 дес.	
			Конт-рольн.	Чеканени.
Асхабад. опытн. поле . .	1909	Кинг	94	134
" " " . .	"	Кок-чигит	101	65*)
Зеравшанск. оп. поле . .	1914	Кинг, ранняя чек.	—	86,1
" " " . .	"	" среди. "	117,6	169,4
" " " . .	"	" поздн. "	—	94,6
" " " . .	"	Кок-чигит, ранняя чек.	—	119,4
" " " . .	"	" среди. "	140,5	106,9
" " " . .	"	" поздн. "	—	77,5**)

На Асхабадском опытном поле чеканенный Кинг дал превышение урожая в 40 п. сырца на 1 дес., а чеканенный Кок-чигит—уменьшение на 36 п. На Зеравшанском оп. поле Кинг при чеканке дал прирост урожая в 52 п., а чеканенный Кок-чигит—уменьшение в 63 п. Приводя эти сведения автор отчета—В. С. Малыгин—считает, что: „для сорта Кинг получились вполне ясные и логические результаты“. Относительно же Кок-чигита автор пишет: „Общий урожай сырца, однако, здесь имеет обратную тенденцию, что, вероятно, зависит от почвенных условий и микрорельефа“. Весьма возможно, что приведенное объяснение справедливо, но остается не ясным, почему оно применяется только к одному сорту. Если к обоим сортам относиться одинаково, то поведение Кок-чигита, пожалуй еще более логично: у него урожаи чеканенных кустов правильно понижаются по мере отодвигания времени чеканки. В этом смысле Кинг себя ведет непонятнее и нет оснований

*) Отчеты, вып. IV, стр. 90.

**) Труды Краевого Совета по опытному делу при Турк. Упр. Земл., первая сессия, стр. 323.

предполагать, что значительное повышение—на 75 п.—средне чеканенной деланки по сравнению с поздно-чеканенной также не зависит от почвенных условий и микрорельефа, а, следовательно, и от разности в почвенной влажности.

Условия орошаемого хозяйства осложняют также и сортоиспытание. Выбор наилучшего сорта хлопчатника, по мнению агр. Е. Л. Навроцкого (†), на поливных землях весьма затруднителен; вода скатывается по уклону и одни растения страдают от недостатка влаги, а другие—от избытка. Поэтому идеалам для таких условий могло бы явиться не чередование деланок, а кустов*). Если проследить результаты сортоиспытания хлопчатника на Андижанской опытной станции за 13 лет, с 1900 по 1912 г., то нередко первые места по урожайности занимают малоизвестные сорта, которые вспыхивают в каком-нибудь году и потом уносятся, подобно метеору, в глубину безвестности. В 1900 г. на 2-м по урожайности месте оказался сорт Чудо. В 1901 г. пальма первенства досталась местной *гуза*. В 1900 и 1901 г.г. не последнее место занимал сорт Африканский (?), с вопросительным знаком в самом отчете. В 1902 г. на первом месте был сорт Чимкентский. В 1908 г. на первом месте был Малля-желтый, а на 5-м Бухарская *гуза*. В 1911 г. сортоиспытание происходило на двух участках (9-м и 4-м), при чем 11 сортов оказались общими для обоих участков. Из этих 11 сортов один,—Афифи, дал одинаковый урожай на обоих участках, 4 сорта дали незначительную разницу, не свыше 5 пуд. на десятину, и 6 сортов дали значительную разницу (Бендерес—31 пуд., Гольд-Стандарт и Триумф по 21 п. Тиндаль-Селект-Пролифик—22 п., Труит—30 п. и Ашмунн—29 п.); указанную разницу нельзя объяснить явным превосходством урожаев одного участка над другим, т.-к. из 11 один не дал разницы, 6 дали больший урожай на участке № 4, а 4—на уч. № 9. Площади деланок везде были неодинаковы; на уч. № 9 они колебались от 3 кв. саж. до 185, а на уч. № 4—от 18 до 468 кв. саж. Не вда-

* Труды Краевого Совета по оп. делу, 1-я сессия, стр. 291.—Метод определения наилучшего сорта по совокупности признаков.*

ваясь в объяснение замеченной разницы, можно только заметить, что она произошла, повидимому, от неодинаковости обстановки для каждого сорта в отдельности на каждом из участков, т. к. порядок урожайности был неодинаков. Пример подобной разницы, конечно, не единственный. Он указывает на трудности создания при сортоиспытании вполне одинаковых условий при орошаемом хозяйстве. Однако, до учета оросительной воды и строгого регулирования орошения сортоиспытание всегда будет изобиловать неожиданными и неровными результатами.

В данном случае чеканка интересна нам не как таковая, а в смысле методики изучения ее влияния на урожай. Все опыты с ней ставились без учета воды, что позволяет предполагать неодинаковость увлажнения отдельных делянок. Для объяснения причин пестроты результатов было высказано множество тонких соображений, но самая простая и самая ближайшая причина возможного колебания результатов, т.-е. неодинаковость орошения, была как-то упущена из виду. В этом смысле весьма интересен комбинированный опыт на Асхабадском поле с чеканкой, способом посева и усиленным поливом: в результате наибольший урожай получился при усиленной поливке *) (табл. № 44):

Таблица № 44.

Тема опытов.	Урожай сырца.	
	Пудов на 1 дес.	‰‰
Контрольный	93	100
Гнездовой посев	99	106
Чеканка	102	110
Усиленный полив.	119	128

*) Отчеты, вып. I, стр. 124.

Делянки с чеканкой, гнездовым посевом и контрольная получили по 6 поливок, а делянка с усиленной поливкой — один полив лишний, т.-е. 7. Эта незначительная прибавка к оросительной норме дала наилучшие результаты. К сожалению, учета воды произведено не было. Но если предположить, что все поливы были равнообъемны, то увеличение оросительной нормы на 15% оказало значительно большее влияние, нежели гнездовой посев и чеканка.

Указание подобного рода не одиноко. В интересующих нас отчетах весьма часто встречаются сведения о том, что те или иные опыты закончились отрицательными или неопределенными результатами, при чем подобная неопределенность самими исследователями ставилась в связь с привходящим влиянием условий орошения. На том же Асхабадском опытном поле в 1905 г. разбросной посев маша дал меньший урожай по сравнению с рядовым, но в 1906 г. рядовой оказался менее продуктивным. Это обстоятельство заставило автора отчета, А. К. Башмакова, сделать замечание, что в 1905 г. маш поливался 3 раза, а в 1906 г. — 2^{*)}. На том же поле в 1907 г. опыты с удобрением дали противоречивые результаты, что автор отчета И. Г. Ермаков, ставит в зависимость от недостатка орошения^{**)}. Однако, избыток орошения также затемняет влияние удобрений. Напр., на Андижанской опытной станции в 1908 г. опыты с удобрением хлопчатника дали неопределенные результаты, что заведующий станцией А. Я. Мухин (†) объясняет „слишком обильной поливкой“^{***)}.

В 1910 году опыты с удобрением также дали не очень рельефные результаты, при чем контрольная делянка отличалась довольно высоким урожаем в 121 пуд; „объясняется это тем (сказано в отчете), что делянка эта находилась на западной самой нижней части участка; поливка протоком производилась с востока на запад; возможно, что удобрения вымывались водою с делянок выше лежащих и переносились на контроль-

*) Отчеты, вып. I, стр. 128.

**) Отчеты, вып. II, стр. 84.

***) Отчеты, вып. III, стр. 85.

ную—ниже лежащую; делянка эта и поливалась более обильно, вода тут застаивалась" *). На той же станции в 1908 г. сортоиспытание хлопчатника дало слишком низкую урожайность, что объясняется автором отчета также хорошим удобрением и обильной поливкой. Подобное же сортоиспытание и в 1909 г. дало небольшие урожаи, которые на этот раз мотивировались наравне с другими причинами опять-таки усиленным орошением **). Такое понижение урожая хлопчатника при чрезмерном орошении зависит от усиленного развития вегетативных частей в ущерб плодоношению.

Опыты с густотой посадки хлопчатника в 1914 г. на Туркестанской опытной станции на нескольких делянках были неудачны. Причины неудач автором объясняются таким образом: „делянки северо-западного угла, несколько раз подвергавшиеся заливу с соседнего участка (который поливался часто и притом днем и ночью, так что трудно было принять своевременные меры для защиты этих делянок); эти избыточно поливавшиеся делянки дали очень рослые растения, сильно запоздавшие в созревании и давшие поэтому очень слабый урожай сырца" ***). И этот пример указывает на слабое место методики опытного дела в орошаемых условиях. Было бы, однако, несправедливостью утверждать, что подобное обстоятельство не учитывалось самими исследователями.

В последних напечатанных работах есть целый ряд указаний на необходимость уточнения именно этой стороны опытного дела. Так Р. Р. Шредер в положениях к докладу о методике полевого опыта пишет: ****) „1—Поливка, неизбежно связанная с усилением невыравненности почвы, особенно на склонах, сильно усложняет разработку методики полевого опыта в туркестанских условиях: 2—чтобы быть в курсе состояния невыравненности поля, желательно производить периодически ревизию назначаемых под опыты полей... Где возможно, желательно производить эту ревизию без полива... 4—В поливной

*) Отчеты Анд. оп. ст. за 1910 г., стр. 150.

**) Отчеты, вып. IV, стр. 63.

***) Труды Краевого Совета по оп. делу при Турк. Упр. 3., сессия первая, стр. 152.

****) Там-же, стр. 135.

культуре, особенно на склонах, хотя-бы и на слабых, нельзя достигнуть той выровненности полей и делянок, какая принимается, как необходимая, в опытных учреждениях Евр. России^{*}. Голос Р. Р. Шредера не был одиноким в смысле призыва к пересмотру принятой методики в орошаемых условиях. На той же сессии по опытному делу, 3—6 января 1915 г. в Ташкенте, этому вопросу был посвящен и доклад М. М. Бушуева: „К методике полевых опытов в условиях Туркестана и, в частности, на солонцеватых почвах“^{*)}. Этот доклад начинается такими словами: „Все данные по методике опытного дела, выработанные по преимуществу опытными учреждениями России в условиях безполивного хозяйства... к Туркестану с его поливным хозяйством... не могут быть применимы без существенных изменений“. Самым выдающимся фактором, влияющим на точность опыта, М. М. Бушуев считает микро-рельеф. „С ним связано (пишет М. М. Бушуев) не только различие в количестве поливной воды для разных точек, но еще более важное обстоятельство—засолоненность всех мельчайших бугорков. Вполне понятно, что плодородие этих, сильно засолоненных возвышений, равное иногда нулю, совершенно не может быть сравниваемо с рядом же лежащим—в одной двух саженьях от него—участком“. Несколько далее автор приходит к мысли о крайней затруднительности, почти невозможности вести опытную работу в подобных условиях. „Выражаясь строго, постановка опытов на таких хотя-бы слабо осолоненных почвах невозможна. Все невероятные усилия, направленные к устранению влияния рельефа... все это не дает возможности сравнивать разные делянки не только более далеких расстояний, но и рядом лежащих. Учеты не дают полного удовлетворения экспериментатору, не дают убеждения в полной точности данных“. Эти выдержки из докладов ценны не только тем, что принадлежат перу компетентнейших опытников, работы которых уже давно цитируются в учебниках, но и потому, что авторы указанных докладов были пионерами и руководителями опытного дела в Туркестане в

^{*)} Труды съезда, стр. 201 и след.

течение длинного ряда лет. На своей заре опытное дело пришло в Туркестан с обычной для русских условий методикой: оно учитывало атмосферные осадки, температуру почвы, способы посева, марки применяемых орудий, барометрическое давление и т. д., но оросительную воду, этого слона местного хозяйства, оно оставило почти без учета. И если через полтора десятка лет, опытное дело пришло к выводу о необходимости особой методики для орошаемых условий, то в заключениях по этому поводу все-же нет ясных указаний на необходимость одинакового увлажнения всех делянок каждой схемы, т.-е. строго учета воды и почвенной влажности. Нет сомнения, что и склоны, и засоленность почвы, и также микрорельеф сильно осложняют обстановку опытной работы. Однако, орошение осложняет ее еще более; в зависимости от числа и размера орошений, может появиться не только пестрота в химическом составе почвенных растворов, но также пестрота и в физических свойствах отдельных делянок, неодинаково орошаемых. После наших вегетационных опытов с дозировкой и удобрений при различной влажности, мы определили скважность почвы (по способу проф. А. Г. Дояренко) в каждом из сосудов. Оказалось, что в среднем скважность уменьшалась с увеличением почвенной влажности:

Среднее для 22-х сосудов при 20% поч-	
венной влажности скважность почвы . .	58.94%
То же для 22-х сосудов при 40% влаж-	
ности	56.39%
То же для 32-х сосудов при 60% „ .	56.19%
„ „ „ „ „ „ 80% „ .	52.40%

Этот пример показывает, как уменьшается скважность почвы, а, следовательно, и ее аэрация под влиянием повышения влажности. К сожалению, мы не имеем подобных наблюдений для полевых условий в орошаемом хозяйстве. В этом смысле дробная ревизия поля для установления его пестроты несомненно даст ясную картину для времени наблюдения, но картина эта через 1—2 оросительных сезона может совершен-

но измениться. Кроме того, и крутые склоны, и невыравненность поливных площадок и засоленность полей, и возможность производства ревизионных посевов без полива нехарактерны для старых оазисов орошения, а именно для них работа опытных учреждений и была бы наиболее плодотворна.

Вопрос о создании одинаковых условий оптимальной влажности в полевых условиях сложен не только отсутствием для этого надлежаще оборудованной сети и тщательно спланированных полей на существующих орошаемых опытных учреждениях. При организации существующих опытных учреждений задачи такого рода не представлялись обязательными и потому орошаемые районы еще ожидают создания специальных опытных станций по всестороннему изучению вопросов орошения. Возвращаясь к вопросу о создании оптимальных условий увлажнения при полевых опытах, необходимо сказать, что сложность такого создания зависит еще и оттого, что степень оптимального увлажнения будет неодинаковой для разных почв, различных растений, отдельных стадий развития этих растений, а также характера и дозировки применяемых удобрений. Всю сложность этих взаимно переплетающихся условий прекрасно осветили опыты К. Гедройца.^{*)} Опыты в простой, но стройной и компактной теме охватывали главные моменты влияния на результат вегетационного метода. Испытывались два растения: овес и горчица, три почвы—суглинистый чернозем (влагоемкость 60.5, наибольшая гигроскопичность 11.0), песчаный чернозем (влагоемк. 41.9, наиб. гигроск. 6.4) и подзол. (влагоемк 47.8, гигроск. 4.1), три степени влажности—низкая, средняя и высокая, влияние различия во влажности в отдельные периоды жизни растений и различная обеспеченность почвы питательными веществами. Влажность почвы поддерживалась для суглинистого чернозема при высокой влажности в 51% от веса сухой почвы, при средней—в 41% и при низкой—в 27%. Для песчанистого чернозема и для подзола высокая влажность была определена в 41%, средняя

^{*)} К. Гедройц: „Влияние различных условий увлажнения на результат вегетационного метода“. Труды с.-х. химич. лабор., 1908 г. вып. VI, стр. 55.

в 27% и низкая в 17%. Средняя влажность для всех почв была определена по формуле проф. Богданова как оптимальная. Результаты этой части опытов таковы (таблица № 45).

Таблица № 45.

Влажность.	Урожай по полному удобрению											
	О В Е С.						Г О Р Ч И Ц А.					
	Суглин. чернозем.		Песчан. черноз.		Подзол.		Суглин. чернозем.		Песчан. черноз.		Подзол.	
	гр.	%	гр.	%	гр.	%	гр.	%	гр.	%	гр.	%
Высокая . . .	51.1	84.7	64.8	167.0	76.4	128.0	39.7	72.5	38.8	127.2	56.4	139.0
Средняя . . .	60.9	100.0	38.8	100.0	59.7	100.0	54.8	100.0	36.0	100.0	40.6	100.0
Низкая . . .	30.9	51.2	30.2	77.8	44.1	75.0	27.5	50.2	27.1	88.8	36.7	90.4

Эти результаты позволяют автору сделать прежде всего вывод о невозможности определения оптимальной влажности одной и той же функцией для всех почв в зависимости от главных водных свойств почвы—влагоемкости и наибольшей гигроскопичности. Тем более не обеспечивает условий оптимального увлажнения для всех почв часто применяющийся способ полива вегетационных сосудов до одинакового % влажности во всех случаях и для всех растений. Как видно из приведенных цифр только на суглинистом черноземе средняя влажность, выведенная как оптимальная по формуле проф. Богданова, была оптимальна; для более же песчанистых почв эта влажность была ниже оптимальной и большая продукция получена при высокой влажности. С другой стороны, опыт показывает, что не все растения относятся одинаково к известной степени увлажнения: овес лучше переносит высокую влажность, нежели горчица. Следовательно, не только не возможно достигнуть одинаковым увлажнением оптимальных условий на разных почвах, но и для одной почвы оптимальные условия увлажнения будут неодинаковы для различных растений.

Другая часть этих опытов затрагивала вопросы влияния различной обеспеченности питательными веществами почвы в

условиях различного увлажнения. Эта часть опытов была поставлена только с суглинистым черноземом. Результаты были таковы: (табл. № 46).

Таблица № 46.

Влажность.	О В Е С.				ГОРЧИЦА.			
	О.	НРК.	РК.	НК.	О.	НРК.	РК.	НК.
Высокая	23.8	51.1	22.7	28.4	12.5	39.7	15.0	18.1
Средняя	29.5	60.3	27.2	34.2	16.6	54.8	16.3	28.7
Низкая	17.9	30.9	15.7	16.1	10.4	27.5	11.5	17.5

Эти результаты говорят о том, что абсолютная потребность испытывавшихся растений в азоте и фосф. кисл. находится под влиянием степени влажности. Относительная же потребность в удобрениях также находится в зависимости от условий увлажнения.

На основании этих опытов автор высказывает мысль, крайне важную в смысле нового подхода к методике вегетационного опыта. Он говорит, что все сосуды каждой темы должны быть в одинаково оптимальных условиях увлажнения. Это относится не только к сосудам с разной почвой или с одинаковой почвой, но разными растениями, а также и к сосудам с одной и той же почвой и одним и тем же растением, но неодинаково удобряемым. Эта мысль станет вполне ясной, если принять во внимание указанные результаты. Напр., при неоптимальном увлажнении всех сосудов данной схемы, сосуды с полным удобрением будут иначе реагировать на эту неоптимальность, нежели сосуды с азотистым или фосфорнокислым удобрением, так как степень неоптимальности во всех трех случаях будет неодинакова. Для полной одинаковости условий, по мысли автора, необходимо в каждой паре сосудов создавать условия оптимальной влажности именно для них. Само собой разумеется, что для всей схемы степень этого увлажнения будет неодинакова. Вследствие ясно выяснив-

шейся по этим опытам зависимости о потребности почвы в характере удобрений от степени ее увлажнения а также вследствие полной неясности для нас степени увлажнения, в полевых условиях,—эти опыты приводят автора к мысли о полной непригодности вегетационного метода в любом его изменении выяснить вопрос, какого именно удобрения требует почва в полевых условиях. Если эти выводы приложить к условиям орошаемого опытного хозяйства при исследованиях без учета воды и точной регулировки орошения, то невольно возникает вопрос: возможно ли строго судить об эффекте того или иного испытываемого прием или удобрения, заведомо зная, что отдельные делянки каждой схемы не только не находятся в условиях оптимального именно для них увлажнения, но вообще не находятся в условиях одинакового увлажнения ни ко времени, ни в пространстве.

Если, как только что сказано, степень влажности влияет на абсолютное и относительное потребление растениями различных удобрительных веществ, то и внесение удобрений влияет не только на повышение урожая, но и на физические свойства почвы. В этом смысле для орошаемого хозяйства наиболее важно обеспечение хорошей проницаемостью. Как показывают опыты Edwin'a, над суглинистой песчаной почвой с небольшим содержанием карбонатов кальция и магния энергия просачивания повышается при наполнении цилиндров влажной почвой и понижается при смешивании удобрений с сухой почвой *). При влажной почве (10.6—11.3%) количество просочившейся воды в случае удобрения каннитом, суперфосфатом, негашеной известью, углекислой известью, серно-кислым аммонием и смесью удобрений повысилось по сравнению с почвой неудобренной; при удобрении же селитрой проницаемость влажной почвы несколько уменьшилась. Общих выводов автор из этой работы не делает; для условий орошаемого хозяйства вопросы проницаемости почвы имеют сугубое значение, а потому желательно, чтобы исследования подобного характера

*) Landw. Jahrbücher, Bd. 38, стр. 863.

были произведены и в лабораторной, и в полевой обстановке на наших орошаемых опытных учреждениях.

Многолетние наблюдения проф. Н. С. Нестерова над движением воды в почве приводят его к заключению, что почвенная влага, не капиллярная, а подчиненная только силе тяжести находится в зависимости от давления почвенного воздуха *). Как показывает эти исследования давление почвенного воздуха превосходит атмосферное давление. Вследствие этого, интенсивность просачивания осадков в почву всецело зависит от давления почвенного воздуха. Малое просачивание в почву атмосферных осадков в неорошаемых условиях приносит народному хозяйству значительный вред и мерой увеличения такой просачиваемости намечается воздушный дренаж почвы и ее пробуравливание. Вследствие важности вопросов просачивания в орошаемых условиях, особенно на тяжелых мало проницаемых почвах, при частых поливках, делающих почву еще менее проницаемой, крайне желательны исследования этих вопросов в районах применения оросительных мелиораций.

Все приведенные опыты подтверждают, насколько были основательны высказанные выше опасения о возможном преобладании влияния орошения над влиянием испытуемого фактора в условиях орошаемого опытного дела. К сожалению, вопросы оросительного характера оставались в тени в опытном деле. Такое положение, во-первых, вуалирует все результаты работ орошаемых опытных учреждений легкой дымкой неопределенности, а, во-вторых, оставляет в малодейственном состоянии основной могучий фактор орошаемого хозяйства — оросительную воду. Выше было указано, какие богатые возможности таит в себе умелое обращение с оросительной водой; однако, ни одна из этих возможностей не была реализована в полной мере. В этом отчетливо сказалась наша разобщенность с местным орошаемым земледелием. Местное хозяйство высоко ценит и хорошо использует значе-

*) Проф. Н. С. Нестеров: „Движение воды в почве и почвенный воздух,“ *Дневник XII съезда ест.-исп. и врачей*, № 8, стр. 337.

ние оросительной воды, как основного фактора земледелия в условиях сухого климата. Но местное земледелие, повинувшись своим частно-хозяйственным интересам, было мало озабочено вопросами наиболее продуктивного использования водных богатств. Нельзя сказать, чтобы опытные учреждения определенно взглянули на оросительную воду с народно-хозяйственной точки зрения. Здесь оправдалась мудрая туземная пословица о том, что текущую в арыках воду не ценят, так как она приходит сама *). Опытное дело в орошаемых условиях интересовалось в большей степени общими приемами культуры. Было бы планомернее первоначально изучить и вполне овладеть тайной орошения и только на этом фундаменте вести остальную опытную работу.

Прежде чем перейти к окончательной сводке всего того, что может дать в смысле увеличения продукции оросительной воды каждый из указанных выше технических приемов, необходимо сказать несколько слов об одном, интерес к которому за последнее время снова оживился, но который не вызывает к себе единодушного отношения. Здесь мы говорим о выведении засухоустойчивых рас и сортов. Выше говорилось о невозможности игнорирования приемов сухого земледелия в орошаемом хозяйстве, так как приемы поверхностного рыхления почвы дают весьма заметную экономию в воде. В то же время выше не упоминалось о другом приеме сухого земледелия — выборе засухоустойчивых сортов, и это умолчание не было случайным. Упоминания о выведении засухоустойчивых сортов культурных растений, как одной из очередных проблем борьбы с засухой, встречаются в работах недавно опубликованных. Мы видели, однако, как изменчив бывает транспирационный коэффициент под влиянием влажности и питательности субстрата, причем колебания относительного испарения от этих факторов значительно превосходят колебания под влиянием видовых особенностей. Поэтому сдержанное отношение Н. М. Тулайкова к попыткам путем селекции вывести расу,

*) Н. А. Остроумов. Сарты, этнографические материалы, вып. III, стр. 56, посл. 792.

нить известное количество воды. Освободившейся водой можно оросить новые пустынные площади. Если же суммировать хотя бы главные возможности по увеличению продуктивности водного фонда, то получается такая картина (табл. № 47):

Этот подсчет показывает, как могут быть велики результаты полной мобилизации всех приемов по увеличению продуктивности использования оросительной воды. Если из осторожности придерживаться нижнего предела влияния каждого из приемов, то получается удвоение орошаемой площади. Вот заманчивая область работы орошаемых опытных учреждений. Вот благодарная задача для общественной агрономии.

Увеличение продуктивности орошения		в % к исходному значению	
приемы	поверхности	поверхности	поверхности
1. Улучшение качества воды	10	10	10
2. Улучшение качества почвы	10	10	10
3. Улучшение качества воздуха	10	10	10
4. Улучшение качества света	10	10	10
5. Улучшение качества тепла	10	10	10
6. Улучшение качества влаги	10	10	10
7. Улучшение качества питательных веществ	10	10	10
8. Улучшение качества биоты	10	10	10
9. Улучшение качества микроклимата	10	10	10
10. Улучшение качества орошения	10	10	10
Итого	100	100	100