

ВЕСТНИК ИРРИГАЦИИ

Ежемесячный журнал
Управления Водного Хозяйства Средней Азии.

№ 5

Май 1928 г.

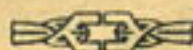
БИБЛИОТЕКА

СРЕДНЕ-АЗ. ОПЫТНО-ИССЛЕД.
ИНСТИТУТА ВОДН. ХОЗЯЙСТВА

№ 2946

г. ТАШКЕНТ.

6-й ГОД ИЗДАНИЯ



Издательский Отдел Оп.-Ис. Инст. Водн. Хоз.

г. ТАШКЕНТ.

Т. А. Старцев.

Пути изучения водного хозяйства, с целью рационализации его организации и управления ^{*}).

(Программа и метод изучения Янги-арыкской ирригационной системы.)

Глава I. Постановка вопроса:

Предисловие. Настоящая работа имеет своей задачей ознакомить широкий круг работников не только водного, но и сельского хозяйства, с выдвигаемыми нами способами изучения водного хозяйства в целях его рационализации и в частности получения ответа на следующие вопросы: 1) могут ли ирригационные системы являться самостоятельными хозпредприятиями, 2) какую рациональную форму они должны иметь и 3) какие возможны пути увеличения рентабельных ирригационных систем.

Разрешение вопроса рационализации водного хозяйства бесспорно основано на изучении экономики последнего, при чем обязательным условием этого изучения является ознакомление с ирригационной техникой как в области эксплуатации, так и строительства, поэтому данная работа есть результат одной из попыток комплексного, технико-экономического изучения водного хозяйства с указанными целями.

К сожалению, в виду незаконченности цифровой разработки материала, мы лишены сейчас возможности ознакомить читателей с конкретными результатами работы.

Для удобства обозрения, предлагаемую вниманию читателя работу мы делим на две главы: первую — общую и на последующую — специальную. Первая глава касается постановки изучения водного хозяйства вообще и в частности тех отдельных вопросов, которые, по нашему мнению, являются сейчас наиболее актуальными. К ним относятся: 1) рационализация эксплуатации ирригационных систем и 2) передача последних в эксплуатацию мелиоративным товариществам.

Во второй главе мы подробно останавливаемся на методе учета и оценки ирригационных сооружений, т. е. на методе инвентаризации ирригационных систем с целью получения материала для ответа на указанные три вопроса.

^{*}) В порядке предварительного сообщения. *Ред.*

В заключение необходимо указать, что в практической нашей работе, а равно и печатаемой, непосредственное участие принимали нижеследующие сотрудники исследовательского отряда: экономист П. А. Ковалев, топограф Н. К. Колосенков и техник, он же статистик-оценщик, С. И. Батурин. Работа ставилась и велась под руководством агронома-экономиста Т. А. Старцева. Проработка большинства вопросов производилась коллективно вышеупомянутыми лицами.

**Основные элементы
изучения ирригаци-
онной системы
Янги-арык.**

Разрешение общего вопроса изучения ирригационного хозяйства, в конечном результате, должно сводиться к выявлению путем исследования:

- 1) Состояния ирригационных систем со всеми их технико-экономическими особенностями;
- 2) состояния условий и форм организации сельско-хозяйственного производства района командования этими системами.

В этих основных разрезах и было нами предпринято обследование Янги-арыкской системы.

Практическое осуществление задачи изучения состояния ирригационного хозяйства той или иной системы должно выражаться:

- 1) В изучении территории ирригационной системы, состоящем в определении: а) границ площади командования и орошения, б) границ земельных дач и обществ, в) расположения сети магистральных, распределительных и оросительных каналов, а также ключей (родников, булаков), с указанием местоположения гидротехнических сооружений, оросительных, вододействующих и промышленных предприятий, г) расположения всех путей сообщения и мостов с указанием правильных местных названий каналов и населенных пунктов и д) в определении рельефа площади командования системы.

Все это достигается корректированием планшетов ВТО, рекогносцировкой местности в натуре. Для работ на больших пространствах, при изучении всей территории ирригационного хозяйства, повидимому, более рациональным явится применение авио-фото-съемки. В этом случае отпадает надобность составления предварительных сборных планов земельных дач с указанием на них по существующему плановому материалу ирригационной сети. Вместо этого мы будем иметь фотоплан, который потребует уточнения и восполнения в натуре показанием: а) непрерывной ирригационной сети той или иной системы, б) границ площади орошения данной системы и в) границ землепользования кишлаков.

Если иметь в виду использовать авио-съемку с целью учета посевных площадей по культурам, необходимо тогда будет к трем перечисленным исполнениям в натуре добавить еще разметку культур и угодий. В этом случае применение авио-съемки представится вполне целесообразным.

Учет площадей культур в последующие годы не требует повторения авио-съемки, а лишь новой разметки культур, по состоянию их на год следующего учета.

- 2) В определении водоземельных ресурсов водного хозяйства, а именно: а) в выявлении состава земельного фонда по основным категориям земель и характера его использования, что достигается статистическим опросом, б) в выявлении режима источника орошения и количества потребленной поливным сельским хозяйством воды (соответствием

кривой потребления с кривой расхода воды). Это достигается постановкой гидрометрических наблюдений и определением норм орошения.

3) В инвентаризации системы, сплошным учетом и определением элементов оценки всех гидросооружений, обслуживающих последнюю, а также оросительных и вододействующих предприятий. Эта работа определяет основной капитал системы.

4) В выявлении всех издержек по системе, заключающихся в учете: а) натурповинности как по очистке, так и по ремонтным работам, б) всех прочих работ, связанных с поддержанием существующего состояния системы, с затратой средств из различных источников кредитования, в) стоимости содержания эксплуатационного персонала и г) стоимости пользования имуществом, на какую стоимость и происходит обесценение этого имущества. Этой работой определится оборотный капитал системы.

Работа, предусмотренная 2-м, 3-м и 4-м пунктами, в результате определит: 1) годовое пользование системой и 2) себестоимость ирригационному хозяйству единицы воды «брутто» и «нетто» *).

5) В получении основных элементов доходности поливного сельского хозяйства, состоящем: 1) в учете конъюнктуры рынка, 2) в определении средней урожайности культур, 3) в выявлении степени влияния агрикультурных мероприятий на развитие сельского хозяйства и 4) в подворном и бюджетном опросе дехканских хозяйств.

Главной задачей данной работы является наиболее точное определение валовой продукции с/х-ва изучаемого района, доходности культур, валовой и чистой доходности отдельных социальных групп производителей, а также доходности отдельных типовых представителей—предприятий, использующих воду, как с целью орошения (чигири, водокачки), так и для промышленных нужд (гидростанции, заводы, мельницы, толчеи).

Этим перечнем отдельных элементов исчерпывается полевое обследование ирригационной системы.

Обзор материала, имеющегося в Водном Округе и полученного обследованием.

Переходя к конкретному примеру обследования Янги-арыкской системы, мы прежде всего попытались проанализировать работу Водного Округа в целях установления наличия в нем материалов, отвечающих хотя бы частично перечисленным выше основным элементам обследования.

В результате анализа пришлось констатировать:

1) Полное отсутствие даже минимальных данных о стоимости гидросооружений.

2) Недостаточно верное представление о числе сооружений на системе, не говоря уже о точном месторасположении каждого из них.

3) Что учет издержек по системе по линии строительных и регулировочных работ при затратах на них средств госбюджета и местного бюджета, а иногда и мельфонда, производится обычно по предварительным сметам, с составлением исполнительных смет в порядке отчетности. В результате—качественный учет этих работ очень несовершенный, недостаточно полный, подробный и правильный. Первичные записи учета материалов, рабсилы и их стоимости, обычно производятся суммарно по всей работе в целом. Эти первичные записи учета издержек

*) Методике определения себестоимости единицы воды ирригационному хозяйству для той или иной системы будет посвящена нами особая статья.

проводятся в отдельных актах о приемке работ и в платежных документах. В дальнейшем, эти документы никакой систематизации по каждому сооружению и роду работ не имеют. Таким образом, из всех этих документов не только приблизительно, но совершенно не представляется возможным выявить основной и оборотный капитал как по отдельным сооружениям, так и по системе в целом.

4) Относительно натурповинности, имеющей место не только при очистке наносов, но и в строительных и регулировочных работах, что учет ее производится полуграмотными мирабами на глаз или по опросу суммарно по всей работе в целом. Как показывает материал и изучение этого вопроса, этот учет далек от действительных данных, являясь в большинстве случаев на много преувеличенным, что искусственно повышает издержки по системе, создавая значительный процент участия натурповинности в общих расходах. Наблюдается, как общее явление, поверхностное отношение гидротехнического персонала к учету натурповинности; представляемые мирабами сведения без всякого контроля и анализа принимаются как фактические и проводятся по отчетности. На самом же деле, представляемые мирабами сведения являются в большинстве случаев их собственными измышлениями или, в лучшем случае, приближенными подсчетами количества людей, вышедших на работу, без указания в отдельности: а) количества фактически вышедших на работу, б) количества работавших и в) количества часов работы. Показания о расходах материалов те же,—приблизительные, в круглых цифрах.

5) Аналогичная картина учета издержек по системе отмечается и в работах мелиоративных товариществ. Здесь по ряду работ имеет место полное отсутствие отчетности. Производимые мелиоративными товариществами работы, за счет своих оборотных средств, в общем учете издержек по системе, в отчетности водных округов не проводятся.

Из всего вышеизложенного можно вывести заключение, что при описанном положении учета издержек по системам, и даже при отсутствии понятия об основном элементе ирригационного хозяйства, каким является инвентарная опись сооружений, *говорить о рациональной организации водного хозяйства, конечно, не приходится*. Кроме того, и что особенно характерно, можно констатировать отсутствие достаточно полного, не говоря уже точного, представления о территории водного хозяйства.

Во-первых, нет более или менее точного и полного схематического плана системы, который позволял бы вести рациональное хозяйство.

Во-вторых, отсутствует точное представление об общей площади командования системы, распределении ее по отдельным магистралям, отводам и распределителям, а также по единицам административного деления с указанием в том и другом случае категорий земель и состава культур и, наконец, в-третьих, имеется недостаточно точное представление о клиентуре ирригационной системы, т. е. об отдельных хозяйствах и предприятиях, использующих воду, главным образом, в отношении требований со стороны последних на воду, что сплошь и рядом препятствует нормальному распределению ее между потребителями.

Обнаружив такую несовершенную постановку учета оборотного и основного капиталов ирригационного хозяйства, отсутствие достаточного и полного плана системы, а также правильных сведений о земельных площадях, нам пришлось развернуть свою работу в следующих направлениях и объеме:

1) В отношении учета работ по очистке была предпринята, во-первых, нивелировка поперечников по типовым участкам арыков, до и после

очистки их. Эта работа дает достаточно точное определение количества (кубатуры) наносов, удаленных очисткой по всему протяжению контрольного участка, на единицу протяжения и на весь арык. Применение этих данных, в виде корректива к опросным сведениям по остальным арыкам, полученным заполнением мирабами особой формы,—даст возможность определить общее количество наносов по системе; во-вторых, регистрация рабсилы по очистке арыков,—точный учет человеко-дней по контрольным участкам, а в применении к данным учета рабсилы,—по формулярам, заполненным мирабами на прочих участках очистки—определяет общую затрату натурповинности на очистку по системе, а отсюда, средние фактические нормы потребности в рабсиле на очистку арыков типовых групп и фактические нормы выработки, и, в-третьих, при ремонтно-регулирующих работах определялись данные для изучения организации и условий работ натурповинностью, ставился точный учет расходуемых материалов, рабсилы и прочих издержек, связанных с ремонтными работами, для выявления средней потребности в рабсиле и материалах по районам и существующей нормы выработки на однородных гидросооружениях.

2) Определение основного капитала системы было произведено путем сплошного учета ирригационных сооружений с выявлением всех элементов оценки, как-то: а) времени постройки, б) затрат на рабсилу и материалы при постройке, в) срока службы, г) стоимости капитального и текущего ремонта и д) ликвидной стоимости сооружений.

3) По отношению оросительных установок и вододействующих предприятий на системе, предпринят был сплошной учет последних и выборочная оценка типовых представителей из них. Изучение последних, с нашей точки зрения, необходимо в целях установления общей доходности и рентабельности ирригационного предприятия, сравнительной их доходности, и, наконец, для определения забираемой и расходуемой ими воды. В таком порядке нами были обследованы 6 типовых чигирных установок из 54, и 7 мельниц из 279.

И, наконец, помимо статистических и бюджетных работ, имеющих место при каждом экономическом обследовании того или иного района, на которых здесь останавливаться не имеет смысла, т. к. они общеизвестны, нами были предприняты необходимые как для общего изучения ирригационных систем, так и в целях выяснения вопроса эффективности водохозяйственных мероприятий, нижеследующие работы:

1) *Рекогносцировка ирригационной сети.* Она дала возможность составить подробное плановое изображение всей ирригационной сети по ее современному состоянию, чего не дают планшеты ВТО и планы поземельно-податных комиссий. По этому плану были точно установлены учетные водные единицы для статистического по ним опроса земельных площадей, установлена протяженность ирригационной сети и пр. В результате, пользование таким планом делает более легким ознакомление гидротехника с системой и упрощает работу по управлению ею.

2) *Мензуральная съемка культур по типовым арыкам.* Эта работа дала общую площадь орошения типового арыка, в пределах землепользования того или иного кишлака, распределение этой площади по угодьям и культурам года съемки, а также определила процент неиспользованных под культуру земель (меж). Эти данные, главным образом, служат для сравнения и выведения поправочного коэффициента к статистическому материалу по учету земли и культур.

Отнесение арыка к той или иной типовой группе производилось по признаку сравнения пропорции культур. При этом выбор типового

арыка в пределах кишлака производился тем же методом, подыскивался арык, пропорция культур по которому была аналогична или близка к пропорции культур кишлачного итога.

В то же время, в последующие годы, по планшетах мензульной с'емки культур, представляется легко и дешево производить маршрутную с'емку тех же типовых участков, с целью проследить изменение состава культур, связанного с влиянием различных факторов на сельское хозяйство.

3) *Мензульная с'емка бюджетных и чигирных хозяйств.* Работа эта дала точную общую площадь по угольям и культурам каждого изучаемого хозяйства, что имеет существенное значение для проверки, дополнений и ясного представления показаний хозяев при составлении бюджетов и, кроме того, дает представление о конфигурации земельных участков, пространственном их расположении (выяснения чересполосицы) и понятие о мелкой оросительной сети в хоз-ве.

4) *Постановка внешней гидрометрии.* В связи с наличием работ по учету издержек на системе и учету продукции района орошения, необходимо было одновременно поставить внешнюю гидрометрию для определения действительной себестоимости единицы воды «брутто».

Кроме того, по данным внешней гидрометрии представляется возможным установить по системе правильный водооборот. Надо сказать, что проведение рационального водооборота по Янги-арыку затруднено особенностями системы, именно большим числом мелких отводов. Последним в значительной степени объясняется неудачная попытка заведывающего системой в 1927 г. провести упорядочение существующего водопользования в критический период.

Предпосылки к организации рациональных форм эксплуатации и управления ирригационными системами.

Кроме того, нами была поставлена работа по изучению существующей организационной формы управления системой.

В практике управления Янги-арыкской системой нами обнаружено явление нездорового порядка, а именно: двойственность управления, двойственность подчиненности низшего административно-

водного персонала—мирабов, мелиоративным т-вам, с одной стороны, откуда они получают жалованье, и гидротехникам Водного Округа, с другой. Наряду с этим пришлось констатировать все увеличивающееся стремление мелиоративных т-в взять на себя все функции по управлению системой. Ряд производимых работ и особый характер деятельности мелиоративных т-в говорит за это (очистка магистрали, производство регулировочных работ в головах систем и пр.).

Таким образом, на системах правого берега реки Нарын имеет место существование мелиоративных товариществ, включающих в программу своих работ, помимо предусмотренных нормальным уставом функций мелиоративных т-в (мелкие работы и мелиорацию) и функции по управлению системой. При этом административные функции по управлению системой между гидротехниками Водного Округа и мелиоративных т-в строго территориально и организационно не разграничены, отсутствуют конкретные указания о правах и обязанностях т-ва и гидротехника. Это создает такие условия, благодаря которым в управлении и эксплуатации системой замечаются ненормальные явления, а именно:

1) отсутствие у гидротехника контрольных функций по отношению к мелиоративным товариществам;

2) отсутствие согласованных действий в организационных вопросах;

3) вмешательство мелиоративных т-в в распоряжения гидротехника, а подчас даже и отмена их, нарушающая нормальную работу по управлению системой;

4) двойная зависимость и подчиненность низшего персонала — института мирабов;

5) принципиальные разногласия по вопросам водораспределения;

6) то же, по вопросам чисто технического порядка при производстве ремонтно-строительных работ и

7) несвоевременное выполнение обязательств мелиоративными т-ми при заготовке материалов.

Устранение этого возможно двумя путями.

Во-первых, передачей в ведение мелиоративных товариществ всей системы одновременно или, во-вторых, постепенной передачи таковой, начиная с групп распределителей. Передача всей системы полностью и одновременно в ведение мелиоративных т-в имеет ту положительную сторону, что устраняет сразу же двойственность управления. С другой стороны, здесь могут иметь и имеют место отрицательные стороны, а именно, возможность наличия полной зависимости правления т-ва от местной власти. Последнее обстоятельство создает такое положение вещей, когда не только в прямую работу т-ва вмешиваются отдельные представители власти, но и распоряжаются средствами т-ва, как это имело место в Наманганском Пригородном т-ве, что было обнаружено ревизией. Кроме того, отрицательным мотивом такого порядка передачи является период переустройства системы. Следовательно, как бы напрашивается второй путь, путь постепенной передачи системы. При существующем положении вещей этот путь не только целесообразен, но и создает реальные формы для роста и укрепления мелиоративной кооперации. Основным залогом этого роста будет являться существование мелких организационных ячеек, заинтересованных непосредственно в самостоятельности, нежели существование крупных товариществ, каким является Янги-арыкское, в котором, как общее правило, делом вершит ничтожная группа людей — правленцев, а рядовые члены-водопользователи не имеют никакого представления о целях и задачах т-в (для выяснения этого специально проводился опрос некоторых групп водопользователей), считая взимаемые с них членские взносы водным налогом, неведомо куда расходуемым. Уполномоченные водопользователей, избираемые для участия на общих собраниях, как общий факт, представляют собой лиц, которые у местных сельсоветов являются сборщиками членских взносов для мелиоративных т-в, и никто, как только они, призваны на общих собраниях критиковать деятельность правления и утверждать расходование общественных сумм. Отсюда представляется широкая возможность произвола членов правлений товариществ, как это и имело место в Янги-арыкском мелиоративном т-ве.

Постепенная передача системы нами мыслится в следующем: вся территория орошения ирригационной системы разбивается на сеть мелких водоземельных хозяйственных единиц, с привязкой каждой из них к распределителю 1-го порядка. На площади орошения водопользователи организуются в мелкие ячейки — земельно-водные общества, представляющие собою первичные ячейки будущего союза мелиоративных т-в.

По мере возникновения таких мелиоративных т-в, в их распоряжение, на известных условиях, передается часть ирригационной сети (без магистрали), находящаяся на земельной площади водопользователей — членов мелиоративных т-в. Государство в этом случае оставляет

за собою лишь контрольные функции, финансирование (кредит), работы по новому орошению крупного значения и управление самой магистралью. Когда же на площади орошения всей системы, в указанном порядке, организуются мелиоративные т-ва и объединяются в союз мелиоративных т-в с представительством от каждого, пропорционально посевной площади орошения, и окрепнут в своей работе, тогда этому союзу, на известных условиях, может быть передано и управление магистралью (право распределения воды между всеми мелиоративными т-вами, производство крупного и мелкого строительства, регулировочных и ремонтных работ).

Передача ирригационной системы по частям (мелиоративным т-вам) и в целом (правлению союза мелиоративных т-в) должна производиться водными округами по инвентарно-оценочной ведомости и схематическому плану с составлением приемо-сдаточного акта, в котором должны быть указаны подробно все обязательства мелиоративного т-ва перед государством в отношении правильного использования ирригационной системы.

4. Практические результаты обследования Янги-арык. ирригационной системы и выводы.

Изучение ирригационных систем по примеру, произведенному исследовательской группой, является дорогим делом. Стоимость одних только полевых работ на 1 гектар орошаемой земли, примерно, выражается в 0,59 руб., а на одно хозяйство в 0,80 рубля. По отдельным видам работ эта стоимость распределяется:

	На 1 гектар.	На 1 хоз-во.	В %/о.
1. Статистико-экономические	0,23	0,31	40
2. Оценочные	0,12	0,16	20
3. Топографические	0,16	0,22	28
4. Гидрометрические	0,08	0,10	12

Стоимость же камеральной разработки, включая текстовое описание, примерно, выразится на один гектар в 0,65 рубля или на одно хозяйство 0,92 рубля, а отсюда стоимость всей полевой и камеральной работы—1,24 на один гектар или 1,72 на одно хозяйство.

Перемножение одного из показателей стоимости на соответствующее количество единиц говорит о необходимости значительных затрат на изучение ирригационных систем.

Отсюда, так или иначе, возникает потребность в изыскании путей для понижения этих затрат. Опыт изучения Янги-арыкской ирригационной системы в этом отношении намечает нижеследующие предварительные мероприятия, касающиеся вопроса учета основного и оборотного капитала систем, составления схематического плана и учета площадей.

1) По линии организационной: а) выполнение учета вышеупомянутых объектов свободно может быть произведено силами местных органов водного хозяйства в лице гидротехников, б) при этом должны быть привлечены в порядке обязательства мелиоративные товарищества, в первую очередь те из них, коим предположена передача ирригационных систем в эксплуатацию, имея в виду, что передаче систем должна предшествовать инвентаризация последних. Помимо этого, на мелиоративные товарищества с таким же успехом представляется возможным возложить учет производственных ресурсов членов—водопользователей; в) обязательное постановление административных органов о производстве работ по натуральной повинности в плановом порядке под непо-

средственным наблюдением агента Водхоза—мираба и при непосредственном участии грамотного представителя сельсовета и уполномоченных водных секций при сельсоветах, так называемых су-вакилей; обязательная, под ответственностью сельсоветов, регистрация и учет работы и материалов, с указанием точного количества часов работы и расходуемого материала по упрощенным формам, г) изучение, путем личного об'езда и ознакомления в зимний период, гидротехником всей ирригационной сети системы с составлением схемы, удовлетворяющей указанным выше требованиям, д) устройство регулярных собраний мирабов, постоянное их инструктирование и повышение культурного уровня, путем развития чувства сознательности и гражданственности.

2) По линии технической: а) учет гидротехнических сооружений, оросительных установок, вододействующих промышленных предприятий и обслуживающих систему сооружений проводится сплошной. Учет основных элементов оценки перечисленных об'ектов инвентаризации проводится выборочно только для однотипных и однородных сооружений, б) обязательна во всех случаях разгруппировка издержек по роду работ, в) на каждое крупное гидротехническое сооружение заводится кадастровая ведомость: на сооружения, уже существующие, тотчас после их оценки, а на вновь строящиеся—в момент передачи их в эксплуатацию, г) учет затрат натурповинности на очистку должен сопровождаться постановкой на выборку контрольных наблюдений, д) все необходимые формы учета должны быть едиными, е) инструктирование участковых и районных гидротехников по учету и определению элементов оценки, а также разработку материала и саму оценку необходимо сосредоточить в нацводхозах под руководством Средазводхоза.

Полагая, что полная стоимость оценочных работ Янги-арыкского отряда, примерно, исчисляется в 0,24 рубля на гектар орошаемой земли, а стоимость рекогносцировки с составлением схематического плана системы—0,12 рубля, вся стоимость означенной работы определится в 0,36 руб. на гектар.

В результате вышеприведенных мероприятий, стоимость изучения ирригационных систем по этой линии (инвентаризации) будет представлять собою уже значительно меньший расход, примерно, на 70—75 % от вышеприведенных норм, что составит от 0,08 до 0,10 руб. на гектар орошаемой земли.

Практическое использование результатов обследования Янги-арыкской системы возможно по линии: а) местного и б) общего назначения. По линии местного назначения необходимость использования результатов работы подтверждается приводимой выдержкой из доклада начальника Водного Округа: «собранный и обработанный отрядом материал будет представлять огромную ценность не только по своему прямому назначению, но и для текущей работы округа. Данные обследований гидрометрических, топографических, статистических и инвентаризационных, не только значительно упростят и уточнят работы по составлению годового отчета, но и, что самое главное, могут лечь в основу всех работ будущего года по этому району как строительных, так и эксплуатационных. Начиная с плана очередного водопользования до плана работ 1927—28 года, все соображения могут быть построены уже не на приблизительных и весьма неточных данных, каким округ располагает, а на данных строго проверенных».

По линии общего назначения, технико-экономическое изучение Янги-арыкской системы, во-первых, кладет начало систематическому изучению водного хозяйства с целью его рационализации; во-вторых,

определяет все элементы, по которым будет представляться возможным судить об Янги-арыкской системе, как хозяйственной единице, со всеми вытекающими отсюда выводами, как-то: а) доходности предприятия, б) возможных путей увеличения его рентабельности и в) организации наиболее рациональной формы управления и эксплуатации (разрешением второго вопроса представится возможным обосновать целесообразность переустройства системы с туземной на инженерную; в-третьих, устанавливает средние нормы, которые могут быть применены при изучении и ведении ирригационного хозяйства на аналогичных системах. Конкретно, эти средние нормы будут представлять собою: а) фактические нормы затрат труда и материала натурповинности, — коэффициенты к затратам труда и количеству наносов, по которым представится возможным прокорректировать данные мирабов, б) средний срок службы, среднюю годовую стоимость ремонта, среднюю ликвидную стоимость различных видов туземных сооружений и среднюю годовую стоимость пользования системой, в) нормальное соотношение различных элементов оборотного и основного капитала на единицу площади, на единицу поступающей и потребленной воды и г) фактические нормы эффекта от вложенного капитала как в различные виды сооружений, так и в мероприятия и, наконец, в-четвертых, дает возможность применения метода для изучения других ирригационных систем. Этим разрешается и последняя задача, вытекающая из характера самого обследования, а именно, — установление общего метода изучения водного хозяйства и путей наиболее дешевого его применения.

Таким образом, рассмотрение основных предпосылок о необходимости обследования ирригационных систем, затем предшествующий сравнительный обзор материалов местных органов и полученных исследовательской группой, в конечном итоге, намечает следующие общие выводы:

1. Изучение ирригационных систем в целях организации рационального водного хозяйства является безусловно необходимым.
2. Это изучение ирригационных систем в первую очередь должно вестись по линии: а) обследования территории системы и проводящего воду механизма (составление полного и точного схематического плана системы); б) выявления основного капитала системы (учет гидросооружений и предприятий на системе с оценкой последних), в) точного учета всех издержек по системе; г) точного определения водоземельных ресурсов и их распределения по системе.
3. Эта работа должна производиться местными органами водного хозяйства в обязательном порядке.
4. Там, где имеются мелиоративные товарищества, последние привлекаются к этой работе.
5. За Управлением Водного Хозяйства остается: а) установление метода работ и составление инструкций; б) выработка единого формуляра учета и оценки, и в) инструктирование работ.
6. Скорейшее осуществление выводов в отношении реорганизации крупных мелиоративных товариществ.
7. Осуществление, в виде опыта, передачи Янги-арыкской системы реорганизованному мелиоративному товариществу, при изучении в первое время этого опыта со стороны исследовательской группы.

Глава II. Учет и оценка ирригационных сооружений.

I. Общие соображения. Рациональное ведение всякого хозяйства, в том числе и ирригационного, прежде всего требует учета и оценки имущества, находящегося в распоряжении данного хозяйства.

Дальнейшие перспективные возможности расширения ирригационного хозяйства Средней Азии и, главным образом, постановка рациональной эксплуатации существующего ирригационного имущества, упираются в тупик незнания стоимости основного капитала ирригационного хозяйства.

Определение стоимости ирригационного имущества будет иметь особенно практическое значение при разрешении вопроса передачи систем в эксплуатацию мелиоративным т-вам.

Все это требует полного учета и оценки существующего ирригационного имущества по его современному состоянию, т. е. инвентаризации.

При этом массовый учет и оценка этого имущества в свою очередь требуют установления общего метода подхода к практическому осуществлению вопроса инвентаризации.

Попытки установления метода в вопросе учета и оценки ирригационных сооружений, в вопросе «инвентаризации систем», имели место в 1925 году на двух системах—Майли-сая и Мазаргана, а затем, несколько позднее, на более крупной системе правого берега р. Нарын—Янгирарыкской.

Однако, прежде, чем излагать метод вопроса инвентаризации, необходимо четко установить себе цель оценочных работ как с теоретической, так и с практической стороны.

Под оценкой ирригационного имущества надо понимать в общем—определение его стоимости; при этом стоимость ирригационного имущества нами рассматривается двояко: во-первых, как инвентарная стоимость и; во-вторых, как себестоимость.

Под инвентарной стоимостью нами понимается стоимость всего ирригационного имущества на любое число, без начисления процентов на первоначально вложенный капитал, амортизацию и ремонт. Инвентарная стоимость в таком определении есть как бы рыночная стоимость имущества, по его современному состоянию,—имущества, которое не является обычно предметом купли-продажи,—рыночным товаром, но в то же время требующего оценки по его современной рыночной, объективной стоимости. Эта рыночная оценка в данном случае производится не по действительным ценам рынка, так как такое имущество на рынке не встречается, а теоретически-калькуляционно, исходя из первоначальной стоимости сооружения при постройке, но по ценам на материал и рабочую силу в момент производства оценки, с учетом потерь от износа и увеличения первоначальной стоимости сооружения от вложения средств на ремонт, покрывающих некоторую часть амортизации.

Под себестоимостью ирригационного имущества понимается стоимость последнего владельцу предприятия с начислением процентов (простых или сложных) как на первоначально вложенный капитал, так и на амортизацию и ремонт за время пользования.

Практически оценка ирригационного имущества нужна в целях определения: а) стоимости инженерных и туземных сооружений, б) стоимости, в пределах этих двух типов, различных видов сооружений по

назначению, в) средних сроков службы сооружений различных видов в целом и в основных их частях, г) средней стоимости затрат на капитальный и текущий ремонт по различным видам сооружений, д) экономической выгоды для данного района типового сооружения того или иного вида (по назначению), е) размера долгосрочной ссуды при передаче систем в пользование какой-либо организации, в частности мелиоративным товариществам, ж) себестоимости ирригационного имущества и действительной стоимости пользования последним, при условии рассмотрения ирригационного хозяйства, как предприятия—владельцу этого имущества.

Ирригационное хозяйство может быть рассматриваемо как государственное (на территории совхоза, сельхоза и комхоза и т. п.—по преимуществу на новых землях), так и находящееся в пользовании мелиоративных товариществ. Во всех указанных случаях потребуются создание фонда восстановительного капитала.

При передаче ирригационных предприятий (систем) от Управления Водного Хозяйства, как государственной организации, во владение мелиоративных товариществ, могут встретиться следующие положения.

Передаваемая ирригационная система в составе своего имущества имеет: 1) все сооружения инженерного типа, или 2) все сооружения туземного типа, или наконец, 3) часть инженерных и часть туземных сооружений; при этом в числе инженерных сооружений может быть некоторое количество сооружений, построенных до Октябрьской революции, а другая часть построенных после нее.

В числе инженерных сооружений, построенных до революции, могут встретиться сооружения: 1) построенные на казенные средства и 2) построенные на частный капитал.

Из числа построенных после революции сооружения могут быть созданы 1) на средства государства и 2) на средства населения.

В отношении туземных сооружений надо сказать, что, хотя все они и построены на средства населения, однако, некоторая часть из них, имеющая наибольшее значение, к каковым относятся водозаборные и водоотбойные шпоры и плотины, ежегодно ремонтируется за счет государственных средств из бюджетных ассигнований на, так называемые, «регулирующие работы».

Помимо этого, по всем без исключения системам расходуются средства из государственного бюджета на содержание технического персонала.

Эти два последние обстоятельства в дальнейшем, при попытке с нашей стороны установить методы оценки ирригационных сооружений в отношении каждого из описанных случаев, найдут свое отражение.

Надо полагать, что в силу необходимости выявления инвентарной стоимости всего ирригационного имущества, для Управления Водного Хозяйства будет являться безразличным—построено ли сооружение до или после революции; в дальнейшем, при передаче ирригационного имущества мелиоративным т-вам, это различие будет иметь место, ибо ирригационные сооружения, построенные до революции кем бы то ни было, являются несомненным завоеванием Октября, считаются достоянием Советского государства и переданы последним населению в пользование.

Переходим теперь к вопросу, с какой оценкой возвратных средств возможна передача ирригационного имущества от государства, в первую очередь хотя бы мелиоративной кооперации. В этом отношении разрешение вопроса, с точки зрения народно-хозяйственной целесообразности, мыслится таким образом:

1) Все ирригационные сооружения (каналы и арматура их) инженерного типа, построенные до революции на государственные или частные средства и ныне национализированные, а также построенные после революции, представляют собою общенародное достояние СССР—государственный фонд имущества, а потому передаются по инвентарной их стоимости. Дополнительные затраты Советского государства на переустройство системы или ее дооборудование, как повышающие мелиоративную ренту, с одной стороны, и оправдываемые экономическим эффектом, с другой,—взыскиваются¹⁾ с данной группы населения также по инвентарной их стоимости, в порядке предоставления ссуды, уменьшенной на сумму взысканного с населения водного налога за этот период.

2) Все сооружения туземного и инженерного типа, построенные до и после революции на собственные средства населения или за его счет, передаются безусловно безвозмездно. Дополнительные затраты Советского государства, вложенные в эти сооружения за время управления эксплуатацией их и т. д., взыскиваются с населения в лице его мелиоративного т-ва в порядке указанного выше.

Во всех случаях на затраченный государством капитал начисляется ссудный банковский процент. Снижение этого процента, против существующего в СССР процента роста государственных капиталов по займам, не будет оправдываться хозяйственными соображениями.

Расходы государства в послереволюционный период по управлению и эксплуатации систем (содержание административно-технического персонала) с населения не взыскиваются.

Возвращение основного капитала²⁾ может рассматриваться двояко: в одном случае, в размере себестоимости данного сооружения государству, а в другом—в размере инвентарной его стоимости на день передачи.

С переходом ирригационного имущества в другие руки, оценка его для нового владельца является необходимой по обоим способам как по инвентарной, так и по себестоимости, так как для определения дохода и издержек хозяйства, необходимо знать действительную стоимость пользования имуществом, как основным капиталом, а также затраты оборотных средств на восстановление основного капитала. Отсюда, очевидно, себестоимость имущества будет выражаться суммой первоначальных затрат, расходами по эксплуатации и доходами, с обязательным начислением процентов. Необходимо помнить, что для владельца в первый момент оценки ирригационного имущества—себестоимость и его инвентарная стоимость будут совпадать.

Мелиоративное товарищество, как организация, получающая в пользование ирригационное имущество и имеющая право, по истечении срока погашения ссуды, полного распоряжения ирригационным имуществом для рационального ведения в дальнейшем своего хозяйства должна предусмотреть износ полученного им имущества, а потому оно обязано принять меры к накоплению капитала на восстановление его после износа³⁾.

¹⁾ С точки зрения субъекта прав на это имущество нет разницы, а потому возврат средств должен быть или полным, когда население возвращает все затраты по инвентарной стоимости, или правильное здесь установить арендные отношения государства с населением, что соответствовало бы как раз конституционному признаку национализированного имущества. *Ред.*

²⁾ Если оно будет признано целесообразным. См. ниже замечание. *Ред.*

³⁾ Это необходимо в обоих случаях—и при передаче имущества в общественное владение и при арендных отношениях. *Ред.*

Из изложенного видно, что в порядке оценки ирригационного имущества, будет иметь место оценка как по инвентарной стоимости, так и по себестоимости.

Кроме того, при том или ином способе оценки ирригационного имущества, будет иметь значение доходность дехканских хозяйств и обремененность их различными видами налога. Для этой цели представляется необходимым конкретно представить себе, как и в какой степени отразится возврат этого капитала государству¹⁾ во всех перечисленных способах оценки—на дехканских хозяйствах, а потому анализ этого вопроса нами будет выявлен на примере Янги-арыкской системы во всех возможных вариантах.

2. Метод оценки ирригационных сооружений.

Переходя теперь к выявлению самого метода инвентаризации ирригационных систем, необходимо указать, что объектом нашей оценки в первую очередь являются ирригационные сооружения туземного типа и мосты, не касаясь пока здесь оценки инженерных гидросооружений и искусственных каналов, так как в отношении первых необходимо применять несколько иной метод учета основных элементов оценки, а по отношению вторых—необходима некоторая предварительная установка в вопросе применения самой техники оценки.

Что же касается оценки мостов через арыки и отнесения стоимости их к основному капиталу системы, то мы рассматриваем мосты, хотя и не являющиеся обязательной арматурой последней, как необходимые и обязательные сооружения на системе для обслуживания транспорта, путей сообщения в районе системы, а потому стоимость мостов относим к расходам по самой ирригационной системе.

Непосредственно выявлению стоимости ирригационного имущества должны предшествовать: а) перечень ирригационных сооружений и б) определение основных элементов оценки по каждому ирригационному сооружению или в некоторых случаях по типовым представителям того или иного вида сооружений.

Перечень имеет цель на определенный день учесть все ирригационное имущество и, как правило, должен быть сплошным и состоять в подробном наименовании типа, вида и характера сооружения, а также местоположения его, с нанесением на схематический план. Только этим путем возможно будет получить полную картину о современном состоянии ирригационного имущества Средней Азии и вполне быть гарантированным в учете всего имеющегося количества ирригационных сооружений.

Учет основных элементов оценки заключается в получении на месте нижеследующих данных: 1) полной стоимости постройки аналогичного нового сооружения, 2) полного срока службы в обычных условиях пользования данным сооружением, 3) истекшего срока службы данного сооружения до момента оценки, 4) стоимости текущего и капитального ремонта его, 5) ликвидной стоимости сооружения в конце полного срока службы, 6) источника средств, на которые было построено сооружение.

Эти данные собираются на месте путем опроса сведущих лиц, обмера материалов и в затруднительных случаях производством экспертизы.

¹⁾ Высота арендной платы за пользование имуществом. *Ред.*

Перечнем ирригационных сооружений и определением по каждому из них перечисленных выше элементов оценки исчерпывается полевая часть инвентаризации ирригационного имущества.

Затем следует камеральная обработка материалов учета основных элементов оценки.

Методы оценки, вообще говоря, существуют следующие: 1) по продажной стоимости (по рыночным ценам), 2) по ожидаемой стоимости, 3) по производственному эффекту, 4) по затратам.

Недвижимое имущество, заключающееся в ирригационных сооружениях, должно оцениваться по последнему способу, т. е. по затратам, так как ирригационные сооружения, во первых, не служат предметами купли-продажи на рынке, во вторых, используются, поступая в эксплуатацию только с момента окончания постройки и, в третьих, сама доходность пользования ими не выражается непосредственно в производстве новых материальных ценностей, а именно: забор и пропуск воды через головное сооружение, пропуск воды через желоб, берегоукрепительные дамбы и т. д.

Определение себестоимости сооружения производится по действительным затратам, когда имеются записи этих затрат, или по предположительным, когда затраты устанавливаются калькуляцией по так называемым ценам восстановления.

В отношении оценки туземных сооружений и мостов, мы ведем оценку последним способом. Кроме того, мы полагаем необходимым при установлении себестоимости сооружений по первоначальным затратам начислять проценты на капиталы, завязанные в оборот как по расходам их, так и по реализации капиталов, при чем учет роста капитала необходимо производить к одному определенному моменту времени (к началу или концу года оценки), с момента вложения или реализации этих капиталов. В противном случае, т. е. отвергая необходимость учета роста капиталов, завязанных в предприятие, мы, тем самым, как бы признаем законным бездейтельное участие капитала в хозяйстве. Вместе с тем, простое помещение капитала в банк совершенно достаточно гарантирует его сохранность и, кроме того, дает прирост капитала, исчисляемый в настоящее время в определенных $\%/\%$. Очевидно, что и на капитал, вложенный в то или иное ирригационное имущество, необходимо наращивать проценты.

Очевидно, также, что, сопоставляя для данного момента времени себестоимость данного сооружения с инвентарной его стоимостью, при одних и тех же ценах на материал и рабсилу, мы всегда будем иметь цифру себестоимости, несколько большую, чем цифра инвентарной стоимости имущества.

Останавливаясь на конструкции формулы оценки сооружений по себестоимости для ее математического выражения, введем символы и их обозначения.

О б о з н а ч е н и я.

Символы.

K_0 — первоначальная стоимость сооружения в момент постройки;

K_n — ликвидная стоимость к концу срока службы;

t — истекший срок службы до момента оценки;

n — полный срок службы сооружения;

A — амортизационный капитал, исчисленный к концу срока службы;

- a — среднее нормальное ежегодное отчисление капитала на погашение амортизационного капитала;
 p — процент роста капитала;
 r — средняя стоимость ежегодного ремонта;
 K_t — стоимость сооружения по первоначальным затратам к концу года, с начислением $\%_0/\%_0$ -ов за t лет;
 A_t — амортизационный капитал за t лет, к концу t -го года;
 D_t — действительная стоимость сооружения к концу t -го года;
 D_{t-1} — стоимость сооружения ($t-1$ года или к началу);
 P — стоимость годового пользования сооружением;
 R_t — стоимость ремонта на t лет, к концу t -го года.

Действительная стоимость сооружения (по себестоимости) равняется стоимости сооружения по первоначальным затратам, исчисленной за t лет к концу t -го года, с учетом роста капитала за этот период, без амортизационного капитала за t лет, плюс стоимость ремонта за t лет к концу t -го года, то есть в наших обозначениях: $D_t = K_t - A_t + R_t$.

Найдем теперь D_t в зависимости от основных элементов оценки; K_t — есть первоначальная стоимость сооружения K_0 , отнесенная к концу t -го года с начислением процентов, т.е. $K_t = K_0 \cdot 1,0 p^t$ (1); A_t — есть амортизационный капитал за t лет; его можно представить, как сумму всех средних ежегодных отчислений «а» за t лет с начислением процентов к концу каждого года, т.е.: $A_t = (a + a \cdot 1,0 p + a \cdot 1,0 p^2 + \dots + a \cdot 1,0 p^{t-2} + a \cdot 1,0 p^{t-1})$ или $A_t = \frac{a(1,0 p^t - 1)}{1,0 p - 1}$.

В то же время амортизационный капитал к концу срока службы (n лет), выразится следующим образом:

$$A = (a + a \cdot 1,0 p + a \cdot 1,0 p^2 + \dots + a \cdot 1,0 p^t + \dots + a \cdot 1,0 p^{n-1}) \text{ или } A = \frac{a(1,0 p^n - 1)}{1,0 p - 1}, \text{ откуда } a = \frac{A(1,0 p - 1)}{1,0 p^n - 1}$$

Подставляя значение «а» в выражение для A_t , получим:

$$A_t = \frac{A(1,0 p - 1)}{(1,0 p^n - 1)} \cdot \frac{(1,0 p^t - 1)}{(1,0 p - 1)} = A \cdot \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1} \dots (2)$$

Дальше заметим, что R_t — есть сумма стоимости всех ежегодных ремонтов за t лет, исчисленных к концу истекшего периода срока службы с учетом роста капитала, поэтому

$$R_t = (r + r \cdot 1,0 p + \dots + r \cdot 1,0 p^{t-2} + r \cdot 1,0 p^{t-1})$$

или $R_t = \frac{r(1,0 p^t - 1)}{1,0 p - 1} = \frac{r}{0,0 p} (1,0 p^t - 1) \dots (3)$

Найденные значения K_t , A_t и R_t по формулам (1), (2) и (3) подставляем в выражение для D_t

$$D_t = K_0 \cdot 1,0 p^t - A \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1} + \frac{r}{0,0 p} (1,0 p^t - 1) \dots (4)$$

Вычисляя по этой формуле себестоимость сооружения, мы во всех случаях получаем, что, относя стоимость ремонта на увеличение стоимости сооружения и принимая доход от сооружения равным стоимости пользования им, в размере только стоимости амортизации, как износа, будем

иметь стоимость сооружения к концу t -го года срока службы больше его ликвидной стоимости, т.-е., задаваясь целью оценить сооружение без прибыли и убытка от него, мы, в конечном итоге, получаем как бы убыток, равный стоимости ремонта, затраченного за t лет службы сооружения. Очевидно, это говорит за то, что доход от сооружения, выражаемый стоимостью пользования им, надо принимать в размере амортизации и суммы ремонта; только в этом случае оценка по первоначальным затратам на t -ый год будет равна ликвидной стоимости сооружения на тот же год (оценка по себестоимости без прибыли и убытка).

Принимая во внимание только что изложенное, мы должны к стоимости амортизации к концу t -го года прибавить стоимость ремонта за тот же период, тогда формула 4-я примет вид:

$$D_t = K_0 \cdot 1,0 p^t - \left[A \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1} + \frac{r}{0,0 p} \cdot (1,0 p^t - 1) \right] + \frac{r}{0,0 p} \cdot (1,0 p - 1)$$

$$\text{или } D_t = K_0 \cdot 1,0 p^t - A \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1} \dots \dots \dots (5).$$

Следовательно, практически надобность в учете ремонта для оценки сооружения отпадает.

К последнему заключению приходит и проф. Чаянов¹⁾ при выводе формулы оценки имущества, без учета роста капитала. Весь амортизационный капитал A к концу срока службы, очевидно, представляет из себя разность между стоимостью сооружения по первоначальным затратам, с начисленными к концу срока службы процентами, и ликвидной стоимостью сооружения, что можно выразить следующим равенством:

$$A = K_0 \cdot 1,0 p^n - K_n \dots \dots \dots (6)$$

Подставляя значение A из равенства (6) в формулу (5), получим

$$D_t = K_0 \cdot 1,0 p^t - (K_0 \cdot 1,0 p^n - K_n) \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1} \text{ и упростим}$$

$$\begin{aligned} D_t &= \frac{K_0 \cdot 1,0 p^t (1,0 p^n - 1) - (K_0 \cdot 1,0 p^n - K_n) (1,0 p^t - 1)}{1,0 p^n - 1} = \\ &= \frac{K_0 \cdot 1,0 p^{n+t} - K_0 \cdot 1,0 p^t - K_0 \cdot 1,0 p^{n+t} + K_0 \cdot 1,0 p^n + K_n \cdot 1,0 p^t - K_n}{1,0 p^n - 1} = \\ &= \frac{K_0 \cdot 1,0 p^n - K_0 \cdot 1,0 p^t + K_n (1,0 p^t - 1)}{1,0 p^n - 1} = \frac{K_0 \cdot 1,0 p^n - K_0 + K_0 - K_0}{1,0 p^n - 1} \times \\ &\times \frac{1,0 p^t + K_n (1,0 p^t - 1)}{1,0 p^n - 1} = \frac{K_0 (1,0 p^n - 1)}{1,0 p^n - 1} - \frac{K_0 (1,0 p^t - 1)}{1,0 p^n - 1} + \frac{K_n (1,0 p^t - 1)}{1,0 p^n - 1} = \\ &= K_0 - (K_0 - K_n) \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1} \\ \text{Итак, } D_t &= K_0 - (K_0 - K_n) \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1}. \end{aligned}$$

Такова окончательная формула оценки сооружений для определения себестоимости их на момент производства оценки.

¹⁾ Сельско-хозяйств. таксация. А. Чаянов, стр. 55, 56, Изд. 1925 г.

Величины K_0 , K_n , t , n и P заданы как основные элементы оценки; величину $1,0 p^t$ найдем по таблице конечной ценности единицы капитала при нарастании процентов за t лет; величину $\frac{1}{1,0 p^n - 1}$, найдем по таблице ценности единицы периодического дохода или расхода, учитываемого процентами». Таким образом, пользование данной формулой для практических целей не представляет затруднений.

Помимо определения себестоимости сооружения к данному моменту времени, представляется необходимым установление стоимости годового пользования имуществом по себестоимости. Эта годовая стоимость пользования понимается нами как разность между стоимостями сооружения к началу и концу данного года и выразится так

$$P = D_{t-1} - D_t = \left[K_0 - (K_0 - K_n) \frac{1,0 p^{t-1} - 1}{1,0 p^n - 1} \right] - \left[K_0 - (K_0 - K_n) \times \frac{1,0 p^t - 1}{1,0 p^n - 1} \right] \text{ или}$$

после алгебраических преобразований

$$P = (K_0 - K_n) \frac{1,0 p^t - 1,0 p^{t-1}}{1,0 p^n - 1} = 0,0 p (K_0 - K_n) \frac{1,0 p^{t-1}}{1,0 p^n - 1}.$$

Себестоимость годового пользования — величина переменная на каждый год, в зависимости от t .

Оценка имущества по инвентарной его стоимости определяется нами из тех же предпосылок, из которых мы исходили при определении себестоимости, исключая учет роста капиталов, навязанных в хозяйство. Пользуясь аналогичными символами, что и при определении формулы себестоимости, инвентарная стоимость к концу t -го года выразится ра-

венством $D'_t = K_0 - A \frac{t}{n}$, где D'_t — инвентарная стоимость сооружения к концу t -го года, A — амортизационный капитал, как стоимость пользования (износа) за весь срок службы, t — истекший срок службы и n — полный срок службы сооружения.

Эта формула совершенно достаточно и ясно представляет оценку сооружения по инвентарной его стоимости к концу t -го года пользования им, для того случая, когда за истекший период ремонта не производилось.

В том же случае, когда за этот период имел место ремонт, как затрата на улучшение существующего состояния данного сооружения, то можно думать, что эти затраты увеличили инвентарную стоимость имущества на ту же сумму, но в то же время, представляя себе эти затраты произведенными ежегодно разными суммами, — мы должны, конечно, отнести эти суммы к стоимости пользования сооружением за то же время, то-есть к амортизационным суммам по первоначальным затратам.

Иначе говоря, и в данном случае формула инвентарной стоимости сооружения остается без изменения, так как одна и та же сумма стоимости ремонта одновременно прибавляется к первоначальной стоимости, увеличивая ее, и к амортизации, увеличивая последнюю, но уменьшая первоначальную на ту же сумму, т. е.

$$D'_t = K_0 - \left(A \frac{t}{n} + R \right) + R = K_0 - A \frac{t}{n}.$$

Заменяя амортизационный капитал A за весь срок службы через разность между первоначальной стоимостью сооружения и его ликвидной стоимостью, т. е. через $K_0 - K_n$ — формула для D'_t представится в виде $D'_t = K_0 - \frac{K_0 - K_n}{n} \cdot t$ (1).

Данная формула, как было уже указано выше, дает инвентарную стоимость сооружения, исходя из истекшего срока службы сооружения.

Проф. Чаянов в своей «Сельско-хозяйственной таксации» при определении стоимости имущества исходит из оставшегося срока службы. Приводимая им формула стоимости имущества по прошествии t лет службы, при тех же обозначениях, представляет следующий вид:

$$D_t^* = \frac{K_0 - K_n}{n} (n - t) + K_n \quad (2).$$

Можно показать, что формулы (1) и (2) представляют из себя тождества и дают один и тот же результат. На самом деле, из формулы (2)

находим: $D_t^* = K_0 - K_n \cdot \frac{t}{n} - K_n + K_n \cdot \frac{t}{n} + K_n$ или $D_t^* = K_0 - \frac{K_0 - K_n}{n} \cdot t$,

т. е. $D_t' = D_t^*$.

Стоимость годового пользования сооружением при определении его инвентарной стоимости выразится, как

$$D'_{t-1} - D'_t = P \left[K_0 - \frac{K_0 - K_n}{n} \cdot (t - 1) - \left(K_0 - \frac{K_0 - K_n}{n} \cdot t \right) \right]$$

или $P' = \frac{K_0 - K_n}{n}$

Следовательно, стоимость пользования является величиной постоянной на каждый год.

Выше нами упоминалось, что в основных элементах оценки необходимо учитывать ремонт, надобность в котором для оценки сооружений по себестоимости и инвентарной стоимости отпадает. Однако, значение стоимости ремонта, нам представляется важным не для определения стоимости самого сооружения и годового пользования им, а исключительно в целях учета затрат на поддержание условий нормального пользования сооружениями, с одной стороны, и для определения одной из составных частей оборотного капитала по системе, — с другой.

Сопоставление стоимостей сооружения и стоимостей годового пользования им по формулам оценки, по себестоимости и по инвентарной стоимости — нагляднее всего изображается на прилагаемом графике для конкретного примера (См. приложение № 1).

Заканчивая рассмотрение вопроса о конструкциях формул оценок сооружений по инвентарной стоимости и по себестоимости, укажем, что первоначальная стоимость сооружения определяется нами, как сумма стоимости материала и рабочей силы по месту сооружения. Имея в виду применение указанных формул к оценке сооружений по всему району Янги-арыкской системы, мы должны упомянуть об источниках цен и способах их камеральной обработки.

Во всех случаях определения стоимости материалов и рабочей силы, затрачиваемых на устройство или ремонт сооружения, цены устанавливались на месте сооружения опросом сведущих лиц; последними в боль-

шинстве случаев являлись строители этих сооружений, т. е. лица, знакомые с условиями приобретения материалов и рабочей силы, доставки их на место постройки и использования. Цены устанавливались на новые материалы и рабочую силу по состоянию их для лета 1926 г., — (момент обследования) хотя бы сама постройка и производилась несколько лет тому назад.

Во всех ирригационных сооружениях туземного типа преобладающим или единственным строительным материалом являлся лесной разных сортиментов.

Стоимость лесного материала в этих сооружениях выражается в 95% от стоимости всех материалов и около 60% от общей первоначальной стоимости этих сооружений.

В виду такого существенного значения стоимости лесоматериалов и в виду относительной пестроты, разнородности полученных на месте сооружений опросом сведующих лиц цен на одни и те же сортименты, представляется необходимым прежде, чем приступить к самой оценке сооружений, эти первоначальные цены выравнить.

Нормирование цен на лесоматериалы устанавливается не по ценам ближайшего крупного рынка, как средние за несколько лет (как это обычно принято делать), потому что, во первых, встречающиеся в ирригационных сооружениях некоторые сортименты на лесном рынке не имеются или бывают только случайно (например, сутунки карагачевые, коротыши тутовые и пр.); во вторых, статистический материал о ценах на лес недоброкачествен не только за ряд лет, но и за текущее время, а именно, данные цены не привязаны к сортиментам, с учетом породы и размеров этих сортиментов и, в третьих, лесоматериалы, идущие на ирригационные сооружения, приобретаются обычно не на рынке, а на корню, у владельцев их, то есть в самых разнообразных условиях их местонахождения, приобретения и расстояний доставки до места сооружения. Эти соображения, а также простота и наглядность установления цен на лесоматериалы опросом сведующих лиц на месте постройки, и послужили поводом остановиться на указанном способе определения цен.

Все лесоматериалы при их оценке на месте измерялись рулеткой, с указанием породы (тополь, карагач и пр.). В дальнейшем, цены на одноименный материал (круглый, тесаный и пиленный) в сооружениях, разгруппированных по районам, выравнены построением особых кривых средних цен и на мягкие породы (тополь, тал, являющиеся в преобладающем большинстве в постройках). (См. приложение № 2).

Кривые средних цен на лесной материал построены на прямоугольных осях координат; на горизонтальной оси откладывается объем сортимента, а на вертикальной — цена, установленная опросом. В створе осей абсцисс и ординат, таким образом, оказались размещенными точки, разбросанные, на первый взгляд, без особого порядка, но сгущенные в полосу, выражаясь фигурально, «млечного пути на звездном небе». Однако, эти точки — цены с различными удельными весами поднимаются по вертикалям от горизонтальной оси, по мере увеличения объемов сортиментов, стоимость которых они выражают; в пределах одного и того же объема сортимента цены имеют отклонения от средних цен. Значение точек — цен считается не одинаковым, в зависимости от числа показаний цен на один и тот же сортимент. Все эти одинаковые показания или, иначе говоря, удельные веса точек, ставятся на графике для последующего сведения всех точек определенного интервала объемов сортиментов, то есть графически на каждой вертикальной полосе — в одну точку. Затем и эти точки с полученными для них удельными весами,

располагаясь в вершинах углов ломаной линии, их соединяющей, также заменяются некоторыми промежуточными точками, после чего представляется уже возможным срезать углы ломаной линии, заменив последнюю кривой линией. Эта кривая получается не плавной, а волнообразной, отражая собою всю особенность субъективности первичных показаний цен и особенность чисто местного приобретения, условий заготовки и доставки материалов на место сооружения. Счевидно, что эту волнообразную кривую необходимо вытянуть в плавную, проводя последнюю на всем протяжении первой кривой с таким расчетом, чтобы она отрезала равные площади «бугров и ям» первой кривой.

Полученная таким образом плавная кривая служит для графического получения средних цен и составления таблицы цен на круглый или пиленный материал всех объемов для данной породы данного района.

Эта кривая не выражает средних цен на сортаменты разных размеров одного и того же объема, но это обстоятельство практически не имеет существенного значения, так как сортиментов разных размеров в пределах одного объема встречается очень мало, а вместе с тем проработка этого вопроса представляется довольно сложной.

Изучение цен на лесоматериалы по ирригационным сооружениям и на лесном рынке гор. Намангана и Старого города Ташкента установило, между прочим, интересную особенность средне-азиатского лесного рынка, а именно: за единицу объема местный лесной материал расценивается дороже на тонкомерные сортаменты круглого леса, т. е. совершенно противоположно существующей на европейских рынках расценке лесоматериалов. Объясняется это, очевидно, тем, что в виду особенностей строительства Ср. Азии, на тонкомерный лес предъявляется большой спрос при одинаковом относительно предложении.

Цены на рабочую силу, при определении стоимости сооружения, устанавливались путем статистического опроса и в процессе камеральных работ по оценке корректировались данными Статбюро, бюджетных записей и базарных цен.

Вопросы оценки туземных сооружений являются наиболее простыми и достаточно выясненными как в отношении методологии, так и в отношении определения элементов оценки.

Туземные сооружения характеризуются простотой конструкции, материалами, заготавливаемыми на месте сооружения (лес, земля, камень и пр.) и относительно небольшим сроком службы (1—20 лет). Оценка этих сооружений после сплошного их учета и разгруппировки этих сооружений по назначению, конструкции и размерам может быть выборочной, фактически оценивая из большого числа несколько сооружений.

Инженерные сооружения встречаются на ирригационных системах Ср. Азии не в большом количестве, в то же время величина первоначального капитала, вложенного в эти сооружения, велика, срок службы этих сооружений продолжителен, свыше 20 лет, с большим трудом, за отсутствием каких-либо придержек, и с малой, конечно, точностью определяемый. Конструкция инженерных сооружений, в некоторых случаях, сложная. Материалы: железо, бетон, цемент и пр. В некоторых случаях строительства крупных инженерных сооружений требуются предварительные изыскания, проектировка и экономическое обоснование. Вследствие всего этого, определение отдельных элементов оценки в инженерных сооружениях является затруднительным, требующим специальных технических знаний, составления технических смет и чертежей, в особенности при отсутствии исполнительных смет, что имеет место по многим инже-

нерным ирригационным сооружениям. Отсюда и стоимость оценочных работ по инженерным сооружениям является (на одно сооружение) довольно высокой, исчисляемой по нормам оплаты труда за составление технических смет на строительные работы (включая, где надо, изыскания, проектировку и экономическое обоснование).

За всем этим, если говорить о необходимости вообще оценочных работ,—оценки туземных ирригационных сооружений с целью инвентаризации ирригационных систем, тем более приходится решить в положительном смысле вопрос о срочной необходимости оценки инженерных сооружений и об упорядочении ведения по ним отчетности.

Метод же оценки инженерных сооружений нет никаких оснований считать другим, чем метод, установленный для оценки туземных ирригационных сооружений.

Ирригационные каналы, как искусственные сооружения, являющиеся основным элементом ирригационного строительства, для проведения их требуют предварительных изысканий, проектировку и экономические обоснования. Все эти предварительные расходы должны быть отнесены к стоимости первоначальных затрат на строительство каналов и тех крупных ирригационных сооружений, которые также требуют предварительного проекта и экономического обоснования.

Непосредственно строительные работы по сооружению каналов сводятся обычно к тому или другому количеству земляных работ людской силой или механизированным трудом (с применением экскаваторов и пр.). В некоторых случаях по отдельным участкам протяжения каналов применяется бетонирование русла.

Как известно, со стороны некоторых работников ирригации встречаются «принципиальные» возражения по вопросу о необходимости оценки существующих каналов ирригационных систем. Они заявляют: 1) о нецелесообразности, ненужности оценки каналов, построенных до Октябрьской революции и доставшихся нам, современному поколению, как даровое благо,—без денежных и материальных затрат, в результате революционных завоеваний, 2) туземные системы (а таких в Средней Азии более 99%) построены самим населением в порядке натурповинности, т.е. в порядке использования своей рабочей силы, без денежной ее оплаты, 3) если и оценить в денежном выражении натурповинность по прорытию каналов, то капитал первоначальных затрат по сооружению этих каналов ко времени Октябрьской революции является (предположительно) давно погашенным, как и % на него, а потому современная себестоимость этих каналов владельцу их равна 0, 4) о невозможности точного установления времени постройки существующих магистральных каналов и отдельных отводов и 5) о затруднительности точного определения кубатуры земляных работ, произведенных при прорытии этих каналов, по их современному состоянию.

Отсюда видно, что все эти возражения не имеют принципиального характера, т.е. что нет никаких возражений против необходимости оценки существующих ирригационных каналов, построенных после революции.

Общая принципиальная точка зрения на необходимость оценки каналов такова: при инвентаризации ирригационных систем, оценке их инвентарной стоимости следует подвергнуть все искусственные ирригационные сооружения, т.е. каналы и арматуру их, по их современному (ко времени оценки) состоянию, по современным ценам на материал и рабочую силу. Только в этом случае можно экономически правильно определить эффективность системы, ее рентабельность, хозяйственную ценность, рациональность переустройства и пр.

(1) Это относится одинаково ¹⁾ ко всем системам, когда бы они не были построены; (2) в том числе и к туземным, построенным силами населения; (3) системы, которые давно уже находятся в эксплуатации и в отношении которых можно предполагать, что доходами хозяйства, эксплуатирующего систему, стоимость ее и $\frac{0}{100}\%$ на капитал уже погашены, одинаково необходимо оценить, желая знать их инвентарную стоимость, исходя из общих соображений, цели и использования результатов инвентаризации, хотя бы в данном случае себестоимость этого имущества владельцу его и была равна нулю; (4) при условии ежегодного текущего ремонта и очистки от наносов каналов, что имеет место при эксплуатации ирригационных систем, срок службы каналов неопределенно большой, а ликвидная стоимость ежегодно после очистки равняется первоначальной.

$$K_t = K_0 - \frac{K_0 - K_n}{n} \cdot t; \quad \text{при } K_n = K_0 \quad K_t = K_0$$

В этом случае точное установление времени постройки каналов и отдельных его отводов, для инвентарной оценки их значения не имеет. Здесь имеет значение установление стоимости работ по прорытию каналов, которое и (5) устанавливается с большей или меньшей точностью соответствующими техническими работами (нивелировка, ватерпасовка или просто промеры рулеткой с рейкой), выявляющими кубатуру земли, выброшенной при устройстве каналов.

Таков метод инвентаризации систем, установленный на примере технико-экономического обследования и изучения ирригационных систем правого берега р. Нарын.

¹⁾ В скобках поставлены порядковые номера ответов, в соответствии с таким порядком нумерации вопросов, перечисленных выше и являющихся предметом разногласий.

ФОРМУЛЫ

Себестоимость сооружения $D_t = K_0 \cdot 1,0r^t - A \frac{1,0r^t - 1}{1,0r^n - 1}$, где $A = K_0 - K_n$,
или после преобразования $D_t = K_0 - (K_0 - K_n) \frac{1,0r^t - 1}{1,0r^n - 1}$

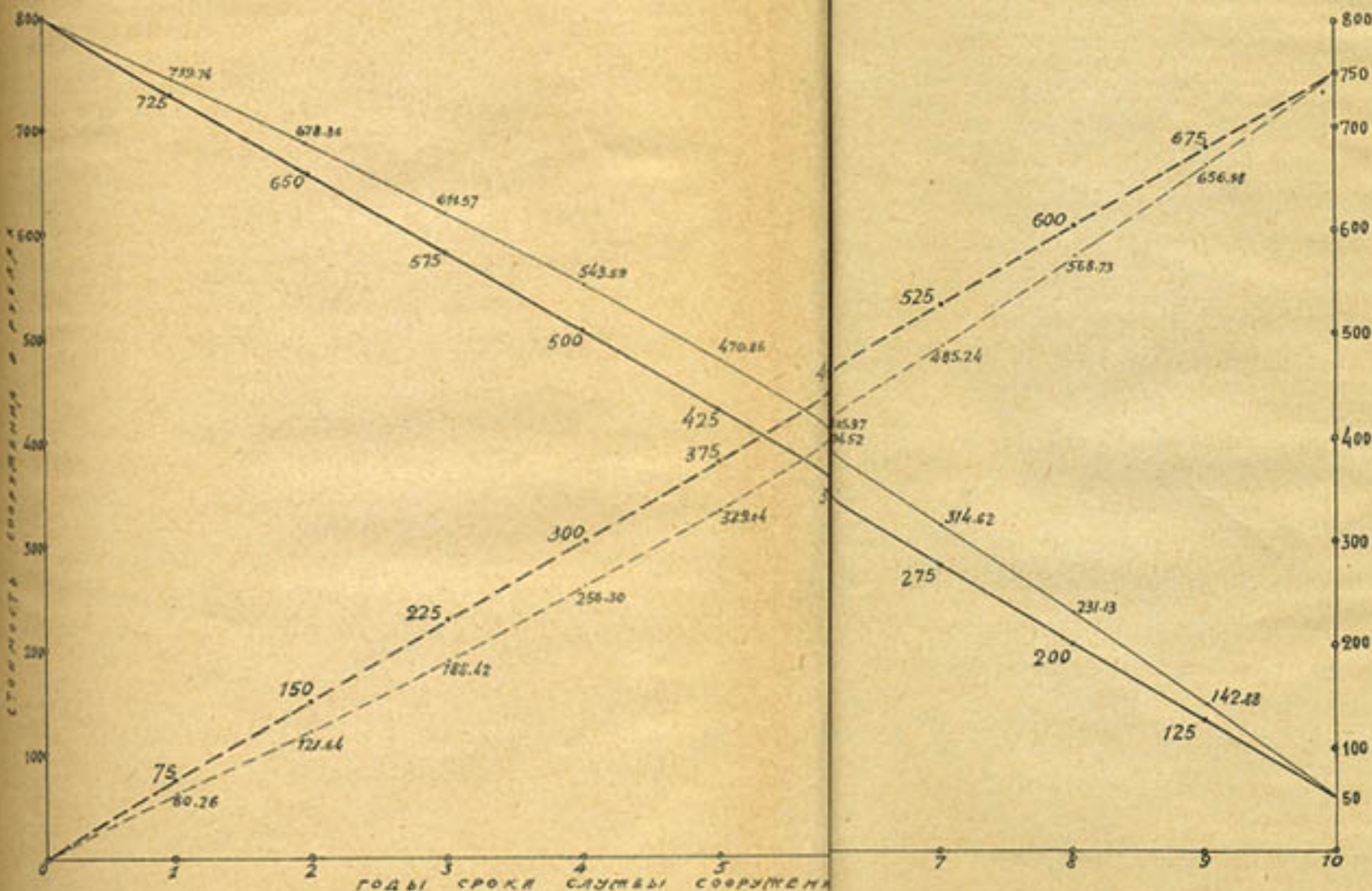
Инвентарная стоимость сооружения $D_t' = K_0 - (K_0 - K_n) \frac{t}{n}$

Годовое пользование $\begin{cases} \text{по себестоимости } P = (K_0 - K_n) \frac{1,0r^n - 1}{1,0r^n - 1} \\ \text{по инвентарной } P' = \frac{K_0 - K_n}{n} \end{cases}$

ПРИЛОЖЕНИЕ №1.

ПРИМЕР:

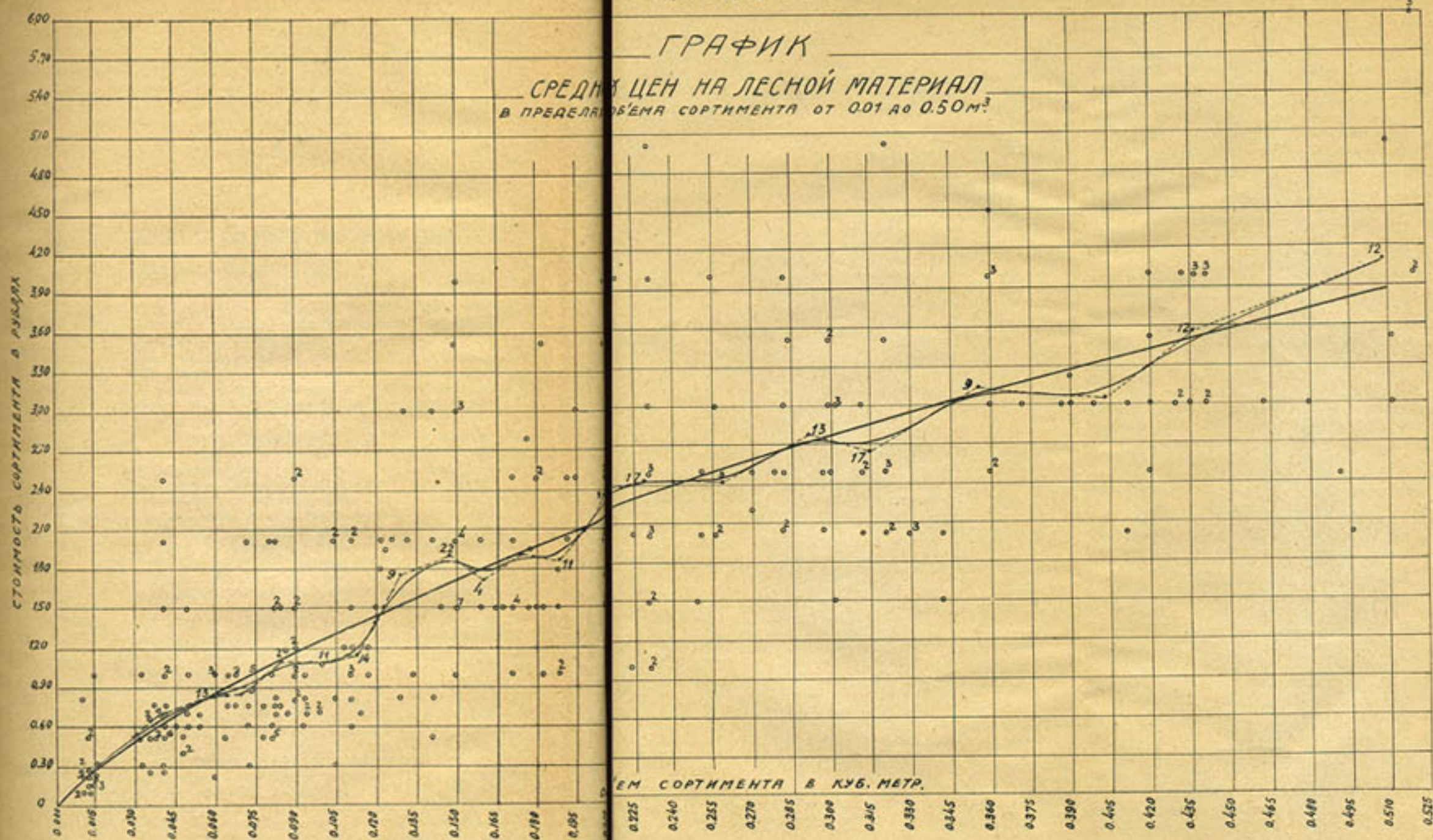
Первоначальная стоимость сооружения $K_0 = 800$
Ликвидная его стоимость $K_n = 50$
Полный срок службы $n = 10$
Истекий срок службы $t = 1$
Процент роста капитала $r = 10\%$



К концу t года	Себестоим. сооружен. D _t	Инвентарн. стоимость D _t '	Годовое пользование им сооружен.	
			по себестоим.	по инвентарной
1 ^я	739.74	75	60.26	75
2 ^я	678.36	150	61.38	75
3 ^я	616.97	225	66.78	75
4 ^я	555.59	300	67.88	75
5 ^я	494.21	375	72.74	75
6 ^я	432.82	450	76.33	75
7 ^я	371.44	525	79.87	75
8 ^я	310.06	600	83.49	75
9 ^я	248.68	675	88.25	75
10 ^я	187.29	750	93.02	75

ПРИМЕЧАНИЕ

Из графика и сопоставления данных таблицы
во 1^ю в начале и конце полного срока службы сооруже-
ния и стоимость пользования им, по формулам
и инвентарной — равны;
во 2^ю оценка сооружения по формуле себестоимости
в период срока службы больше (выше) оценки по инве-
нтарной (жирная сплошная) для одних и тех же пром-
ентов.
в 3^ю в период срока службы сооружения себесто-
имость им (тонкий пунктир) меньше инвентарной
(жирный пунктир) пользования для одного и того же
жизненного срока.



Инж. Б. А. Мацман.

Гидравлический расчет многоступенчатых перепадов.

§ 1. Введение. Настоящая статья является продолжением моей статьи «Гидравлический расчет нижнего бьефа сооружений», напечатанной во втором номере журнала «Вестник Ирригации» за 1928 год.

Во многоступенчатом перепаде каждая ступень является нижним бьефом для предыдущей и верхним бьефом для последующей.

В зависимости от формы колодца в плане затопленная струя может дать типы бьефов № 1, 8, 9, а незатопленная—все остальные шесть типов бьефа—№ 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Многоступенчатые перепады возможно конструктивно выполнять а) постоянной ширины, б) расширяющиеся и в) суживающиеся в плане.

В первом случае каждая ступень одной и той же ширины b ; во втором—ширина первой ступени постепенно увеличивается от b_1 до b_2 , второй ступени—от b_2 до b_3 и т. д.; в третьем—ширина первой ступени суживается от b_1 до b_2 , второй ступени—от b_2 до b_3 и т. д.

Расчет нижнего бьефа одноступенчатого перепада или быстротока является по существу расчетом последней ступени многоступенчатого перепада, а потому излагаемое ниже для последнего относится целиком и к первым. Вообще деление перепадов на одноступенчатые и многоступенчатые—деление по конструктивному признаку (по числу ступеней), но не по гидравлическому.

Работу падающей воды в нижний бьеф сооружения (перепада, быстротока, подпорного сооружения и проч.) возможно обосновать на общепринятых положениях гидравлики и на трех положениях, предложенных автором в вышепоименованной статье.

§ 2. Движение воды в колодце ступени. Протекание воды в колодцах перепадов с внешней стороны сводится к следующему:

Струя воды при своем падении на дно колодца (черт. № 1) получает от сечения С — С поступательное движение по дну последнего, и постепенно увеличивает свою глубину от h_c до $(H + d)$. При этом образуются три водоворота (вихря) А, В и С. Вращение этих водоворотов сопровождается образованием вихревых поверхностей. Часть кинетической энергии струи затрачивается на это, а в результате при достаточности этого—струя из колодца входит на порог его в значительной степени успокоенной.

Затопление струи дает условие для образования вихря А. Вихрь В образуется вследствие наличия стенки падения, а вихрь С — порога колодца.

Порог колодца в зависимости от гидравлических условий нижнего бьефа перепада является незатопленным или затопленным водосливом.

§ 3. Гидравлические элементы ступени. Для выяснения гидравлических элементов ступени рассматриваем ее работу с точки зрения изменения кинетической энергии струи. Из уравнения Бернулли с добавочным членом вообще следует, что изменение кинетической энергии находится в зависимости от потенциальной энергии и от потерь ее на вихревое движение. Потенциальная энергия характеризуется высотным направлением явления, а потери энергии на вихревое движение высотным и горизонтальным направлениями его. Соответственно этому гидравлические элементы ступени должны иметь размеры и по высоте и по длине. Действительно, струя воды, падая с высоты (S) на дно колодца с дальностью боя l_1 , превращает значительную часть своей потенциальной энергии в кинетическую, которая достигает при этом наибольшей величины в месте падения струи в сечении $C-C$ (черт. № 1). Затем, струя, двигаясь по дну колодца, затрачивает часть кинетической энергии на движение водоворотов A, B, C и вследствие этого кинетическая энергия струи уменьшается и глубина струи возрастает, достигая величины равной $(H + d)$. При подходе к порогу колодца, вследствие спада воды, кинетическая энергия струи вновь возрастает, достигая наибольшей величины на пороге. Следовательно, в своем движении в пределах ступени струя имеет два различных по величине максимума кинетической энергии: первый наибольший—в сечении $C-C$, второй меньший—на пороге колодца.

Между двумя сечениями с максимумами кинетической энергии находится сечение с минимумом ее, который делит участок, занятый струей на два: первый—длиной l_3 —с уменьшающейся по длине его, второй длиной l_4 —с увеличивающейся по длине его величиной кинетической энергии (черт. № 1).

На основании изложенного возможно наметить следующие основные элементы ступени для данного расхода воды Q кб. мт./сек.

Ширина ступени— b , высота ступени— p , глубина колодца— d , глубина воды на пороге колодца— h_p , глубина воды на стенке падения— h , глубина воды в колодце над порогом его— H , дальность боя струи— l_1 , длина среднего участка— l_3 , длина выходного участка— l_4 .

К определению перечисленных элементов и сводится гидравлический расчет перепадов.

Длина ступени (или колодца при принятых обозначениях) равна

$$L_{\text{кол.}} = l_1 + l_3 + l_4, \dots \dots \dots (1)$$

а высота падения струи по средней струйке ее

$$S = \frac{h}{2} + p + d \dots \dots \dots (2)$$

При дальнейшем изложении принимаем, что высота ступени p и их число n заданы, и потому рассматриваем только остальные элементы.

Следует иметь в виду, что элемент ширины ступени может быть заменен величиной погонного расхода q , так как $q = \frac{Q}{b}$, что, в смысле характеристики ступени, равносильно.

§ 4. **Определение основных гидравлических элементов ступени высотного направления.** В третьем параграфе настоящей статьи к этого рода элементам ступени причислены: глубина колодца d , глубина воды в колодце над порогом его H и глубина воды на пороге h_p . Для упрощения изложения принимаем сечение колодца прямоугольным. Струя воды при своем падении на дно колодца имеет наибольший расчетный максимум (обычно принимаемый в расчетах) кинетической энергии в сечении $C-C$ с глубиной воды h_c . Глубина воды, сопряженная с h_c , определится тогда из уравнения для прямоугольного русла

$$h'_c = \frac{h_c}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \alpha q_c^2}{g h_c^3}} - 1 \right] = f'_c(q_c) \dots (3)$$

Для затопления струи необходимо иметь условие $H + d > h'_c$ (4)

Следует иметь в виду, что при условии $H + d = h'_c$ (5)

прыжок воды будет иметь начало свое $p-p$ в сечении $C-C$. Для определения величины $(H + d)$ имеем следующие уравнения.

Порог водобойного колодца представляет из себя водослив того или другого профиля (смотри Гидравлический справочник проф. Н. Н. Павловского). Расход незатопленного водослива и, следовательно, ступени выражается через уравнение

$$Q = \varepsilon b m \sqrt{2g} H_0^{3/2} \dots \dots \dots (6)$$

Из этого уравнения получаем

$$H_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{\varepsilon b m \sqrt{2g}}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{q_c}{m \sqrt{2g}}\right)^2} \dots (7)$$

Значения величин в правой части уравнения всегда известны, и потому значение H_0 легко определяется

Обозначим подходную скорость воды к водосливу через $V_{\text{пых.}}$, и тогда глубина воды в колодце над порогом его равна

$$H = H_0 - \frac{V_{\text{пых.}}^2}{2g} \dots \dots \dots (8)$$

А. Далее, допустим, что глубина воды в колодце $(H + d)$ в начале выходного участка полностью заполнена «живой» струей (черт. № 2). При этом условии имеем право величину подходной скорости определить из уравнения:

$$V_{\text{пых.}} = \frac{Q}{b(H + d)} = \frac{q_c}{H + d} \dots \dots \dots (9)$$

Решая уравнения (8) и (9) получаем по приведении членов уравнения

$$V_{\text{пых.}}^3 - 2g(H_0 + d)V_{\text{пых.}} + \frac{2gQ}{b} = 0 \dots \dots \dots (10)$$

Задаваясь глубиной колодца d , из полученного уравнения определяем величину $V_{\text{пых.}}$. Подставляя найденное значение $V_{\text{пых.}}$ в уравнение (8), получим числовое значение глубины H . Затем, из уравнения (по приему проф. Бахметьева)

$$\frac{q}{h_c} = \varphi \sqrt{2g(H_0 + p + d - h_c)} \dots \dots \dots (11)$$

вычисляем глубину h_c , а из уравнения (3) сопряженную с ней глубину h'_c .

Если при этом окажется, что условие $H + d > h'_c$ (12) выполнено, то струя затоплена. В противном случае надлежит задаться большей глубиной колодца d и повторить подсчет до соблюдения условия (12).

При изложении предыдущего нами было сделано допущение, что «живая» струя заполняет полностью глубину $(H + d)$.

В этом случае струя достигает минимума кинетической энергии, так как глубины, большей чем $(H + d)$ она иметь не может, и глубина «живой» струи $(H + d)$ наибольшая. Следовательно, сечение «живой» струи с глубиной $H + d$ является границей среднего и выходного участков струи.

Выше и ниже по течению от этого пограничного сечения «живая» струя воды уменьшается по глубине, соответственно чему скорости ее возрастают. В отличие от других это сечение называем — сечением minimum'a кинетической энергии. Соответственно этому сечение $C - C$ — maximum maximum, сечение на водосливе — maximum minimum кинетической энергии.

Чтобы глубина $(H + d)$ была в действительности выполнена, т. е. полностью затоплена живой струей, необходимо длину среднего участка l_3 и длину выходного участка l_4 определить из этого условия, которое выражается через уравнение расхода

$$V_{\text{вых.}} = \frac{Q}{b(H + d)} = \frac{q_c}{H + d} \dots \dots \dots (3)$$

Определение длины участков l_3 и l_4 при этом условии дается в следующем параграфе настоящей статьи.

Б. Рассмотрим решение вопроса об определении глубин H и d при другом условии, а именно, что «живая» струя в сечении минимума не заполняет полностью глубину H и d (черт. № 3).

В этом случае расчет значительно упрощается. Так же, как в предыдущем случае, по формуле водослива определяем величину H_0 . Скорость выхода $V_{\text{вых.}}$ в этом случае из уравнения (13) мы уже не можем определять, так как «живая» струя по нашему условию не заполняет полностью всей глубины $(H + d)$, но с другой стороны, это условие аналитически мы имеем право выразить, приняв определенное числовое значение a для скорости $V_{\text{вых.}}$, уравнением $V_{\text{вых.}} = a$ (14)

Согласно условия (14), находим глубину H из уравнения

$$H = H_0 - \frac{a^2}{2g} \dots \dots \dots (15)$$

Задаваясь глубиной колодца d , находим глубину $(H + d)$. Зная глубину колодца d из уравнения (11), определяем глубину h_c и из уравнения (3) глубину h'_c . Если при этом условие $H + d > h'_c$. . . (16) выполнено, то струя затоплена. В противном случае следует увеличить глубину колодца d для соблюдения условия затопляемости струи.

Для того, чтобы принятое нами условие $V_{\text{вых.}} = a$ (17) было в действительности соблюдено, необходимо длину среднего участка l_3 и длину выходного участка l_4 определить в зависимости от этого условия. Это делается в следующем параграфе настоящей статьи.

Глубина воды на пороге колодца h_p зависит от конструктивных особенностей порога колодца. Если порог колодца является в гидравлическом отношении действительно широким порогом, то на нем установится критическая глубина, равная, по проф. Бахметьеву, для прямоугольного сечения

$$h_p = h_{кр.} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} \dots \dots \dots (18)$$

Если же порог колодца является по своему профилю тонкой стенкой, то при подсчете дальности боя струи возможно принять глубину на пороге равной $h_p = k \cdot H$. Значения коэффициента k в зависимости от профиля порога можно найти в литературе.

Остальные профили порога, повидимому, займут промежуточное значение по значению глубина h_p на пороге, т. е. от $h_{кр.}$ до $k \cdot H$.

Нетрудно видеть, что при наличии сечения колодца непрямоугольного сечения глубина $h'_c = f'_c(g)$ должна определяться из общего уравнения взаимных глубин (проф. Б. А. Бахметьев)

$$\frac{\alpha Q^2}{g \omega_2} + \omega_2 z''_c = \frac{\alpha Q^2}{g \omega_1} + \omega_1 z'_c \dots \dots \dots (19)$$

При вырезе (стенки) непрямоугольной формы глубина на «широком» пороге должна определяться из уравнения (проф. Б. А. Бахметьев)

$$\frac{\omega^3}{B} = \frac{\alpha Q^1}{g} \dots \dots \dots (20)$$

Соответственно форме выреза расход водослива должен находиться по соответствующим вырезу формулам. Чаще всего употребляются щелевые по форме вырезы. Расход через них может быть определен по данным статьи инженера В. Д. Журина «Погашение энергии в перепадах и быстротоках» в № 9 «Вестника Ирригации» за 1926 год.

§ 5. Определение основных гидравлических элементов ступени горизонтального направления. Первый участок представляет из себя по длине расстояние l_1 , считая его от места схода струи со стенки падения до сечения $\max. \max.$ Автор лишь для полноты изложения вкратце касается определения величины l_1 . Обычно величина определяется из уравнений падения тела в пустоте, брошенного с начальной горизонтальной скоростью $V_{гор.}$. Для горизонтальной плоскости порога скорость $V_{гор.}$ находится из уравнения

$$V_{гор.} = \frac{Q}{b \cdot h} \dots \dots \dots (21)$$

$$\text{а время падения из уравнения } t = \sqrt{\frac{2S}{g}} \dots \dots \dots (22)$$

$$\text{и тогда } l_1 = V_{гор.} \cdot t \dots \dots \dots (23)$$

Для предварительных подсчетов могут служить формулы, если выходная скорость мала:

$$\text{Проф. Дейша (чер. № 4-а) } \dots \dots \dots (24)$$

$$l_1 = 1,5 \sqrt{H \cdot h} \dots \dots \dots (25)$$

$$\text{Проф. А. Я. Миловича (чер. № 4-6): } l_1 = 1,33 \sqrt{h \cdot H} \dots \dots (26)$$

Эти формулы приведены в обозначениях их авторов.

При определении величины l_1 следует иметь в виду обстоятельство, отмеченное проф. А. Я. Миловичем в лекциях курса гидравлики на Инженерном факультете Петровской Академии, а именно:

Горизонтальные скорости струи в момент схода ее с порога стенки в различных точках по глубине ее неодинаковы: наибольшая горизонтальная скорость будет в нижней точке, наименьшая — на поверхности струи. Вследствие этого дальность боя нижней струйки будет более, чем верхней струйки струи.

Происходит «выворачивание» струи, аналогичное таковому же при обходе струей закругления в лотке (чер. № 4-6). Подсчет дальности боя струи по верхней струйке и по скорости (при обычном способе подсчета)

$$V_{гор.} = \frac{Q}{b \cdot h} \dots \dots \dots (27)$$

дает преувеличенное значение. Более верный результат при $V_{гор.} = \frac{Q}{b \cdot h}$ получится при подсчете для средней струйки.

Правильнее, конечно, делать, как то делает проф. А. Я. Милович, подсчитывая скорости $V_{гор.}$ для точек соответственно их расположению по глубине.

Определение длины среднего участка l_3 рассмотрим для двух случаев:

А. Живая струя в сечении минимума заполняет полностью глубину $(H + d)$.

Б. Живая струя в сечении минимума не полностью заполняет глубину $(H + d)$.

В первом случае А необходимо, чтобы водовороты В и С не перекрывали друг друга по горизонтальному направлению, т. е. чтобы между низовым концом водоворота В и верховым концом водоворота С был участок струи, заполненный живою струей на глубину $(H + d)$ (черт. № 2).

Водоворот В у сечения С — С имеет скорость вращения, близкую к скорости V_c , а у сечения минимума — близкую к скорости $V_{вых.}$ Длина его в этом случае может быть определена, согласно 2-го положения, приведенного в моей статье «Гидравлический расчет нижнего бьефа» по формуле

$$l_3 = \frac{(V_c + V_{вых.}) (H + d - h_c)}{2 V_{вых.}} \dots \dots \dots (28)$$

обозначения в которой взяты соответствующие обозначения настоящей статьи.

Во втором случае Б водоворот В своим низовым концом перекрывает водоворот С, и глубина $(H + d)$ потому неполностью заполнена живою струей.

H_m — верхняя часть глубины $(H + d)$ заполнена струей, нижняя — водоворотом С (черт. № 3.).

Длина водоворота В определяется из условия, отмеченного в случае А и по той же формуле

$$l_3 = \frac{(V_c + V_{вых.}) (H + d - h_c)}{2 V_{вых.}} \dots \dots \dots (29)$$

Разница случая Б от случая А при определении длины лежит лишь в определении скорости $V_{вых.}$, что отмечено в § 4.

Формула автора по определению длины водоворота В, а по нему длины участка струи l_3 может быть представлена в форме

$$l_3 = \psi_1 (H + d - h_c), \quad (30)$$

где
$$\psi_1 = \frac{V_c + V_{\text{вых.}}}{2 V_{\text{вых.}}} \quad (31)$$

Насколько известно автору, проектировщиками Средней Азии длина колодца определяется по формуле проф. Н. Н. Павловского следующего строения:

$$l_{\text{кол.}} = l_1 + 3 (H + d - h_c), \quad (32)$$

где l_1 — дальность боя струи.

Следовательно, до некоторой степени величина $3 (H + d - h_c)$ соответствует длине l_3 и может быть для сравнения с формулой автора выписана в форме $l_3 = \psi_2 (H + d - h_c)$, где $\psi_2 = 3$.

Очевидно, что одинаковые результаты по обоим формулам получаются, если не принимать во внимание длины выходного участка l_4 , при условии

$$\psi_1 = \psi_2 \quad (34)$$

или при
$$\frac{V_c + V_{\text{вых.}}}{2 V_{\text{вых.}}} = 3 \quad (35)$$

$$V_c = 5 V_{\text{вых.}} \quad (36)$$

В перепадах ступенчатого типа обычно скорость V_c около 8 мтр./сек. — 9,0 мтр./сек., скорость выхода $V_{\text{вых.}}$ около 1,5—2,0 мтр./сек. Это дает соотношение

$$\frac{V_c}{V_{\text{вых.}}} = \text{от } 5,35 \text{ до } 4,5, \quad (37)$$

т.е. результаты по определению длины l_3 в перепадах ступенчатого типа по обоим формулам не будут резко отличаться.

Переходим к определению длины выходного участка l_4 для случаев А и Б заполнения глубины $H + d$. Не лишне вначале привести соображения общего характера. Длина выходного участка l_4 представляет сумму двух величин: δ — ширины порога и $l_{\text{вых.}}$ — длины водоворота по горизонтальному направлению. Первая величина — конструктивного характера и влияет на гидравлический расчет постолько, поскольку она принята, т.е. величина ее для расчета дается.

Вторая величина — неизвестна в расчете и подлежит определению им. Обозначим длину водоворота через l_c (черт. № 5).

Для случая А имеем, что скорость вращения водоворота С у сечения минимума должна быть близка к скорости $V_{\text{вых.}}$, а у порога колодца — к скорости воды в сечении тах. min. равной

$$V_p = \frac{Q}{bh_p} \quad (38)$$

Допуская, что вращение воды на периферии водоворота происходит по закону площадей, находим (черт. № 4)

$$l_c = r_1 + r_2 \quad (39)$$

$$V_p \cdot r_1 = V_{\text{вых.}} \cdot r_2 \quad (40)$$

$$l_c = \frac{r_1 (V_p + V_{\text{вых.}})}{V_{\text{вых.}}} = \frac{(V_p + V_{\text{вых.}}) \cdot d}{V_{\text{вых.}}} \quad (41)$$

В первом приближении принимаем значение коэффициента

$$\xi = 1/2, \dots \dots \dots (42)$$

и тогда

$$l_c = \frac{(V_p + V_{\text{вых.}}) d}{2 V_{\text{вых.}}} \dots \dots \dots (43)$$

По своей структуре эта формула ничем не отличается от принятых нами ранее для подсчета длины вихря В.

Для ступенчатых перепадов при средней высоте ступени $p = 2,3 - 2,0$ и при соответствующих этому средних значений $d = 1,5 - 1,2$ мтр., $V_{\text{вых.}} = 1,5 - 2$ мтр., $V_p = 3,5 - 2,5$ мтр. получим средние значения

$$\text{от } l_c = \frac{(3,5 + 1,5) \cdot 1,5}{2 \cdot 1,5} = 2,5 \text{ мтр.}$$

$$\text{до } l_c = \frac{(2,5 + 2,0) \cdot 1,2}{2 \cdot 2} = 1,35 \text{ мтр.}$$

По глубине колодца d и по длине вихря l_c легко найти приближенно длину $l_{\text{вых.}}$ из

$$l_{\text{вых.}} = \sqrt{l_c^2 - d^2} \dots \dots \dots (44)$$

Для цифрового примера имеем $l_{\text{вых.}} =$ от 2 до 0,62 мтр.

Если перед порогом колодца сделать понур, то этим путем мы можем устранить возможность образования вихря С или, в крайнем случае, ослабить ее. Для этой цели необходимо понур сделать с откосом по наклону оси вихря С.

Для разбираемого примера откосы понура равны тогда

$$1 : \frac{l_{\text{вых.}}}{d} = \text{от } (1 : 1,34) \text{ до } (1 : 0,32). \dots \dots \dots (45)$$

Конечно, в каждом отдельном случае величины откосов понура для случая А могут разниться от найденных ориентировочных цифровых величин. Устраивая порог колодца с понурой частью, мы тем самым уменьшаем при плоской, или может быть и совершенно уничтожаем при криволинейной, величину вихря С, что, уменьшая потери кинетической энергии струи, выходящей из колодца, не благоприятствует работе последнего.

Несмотря на последнее, по конструктивным соображениям (для уменьшения динамического давления воды на порог колодца, для придания массивности ему и т. д.) иногда приходится все же делать пороги с понуром. Чтобы в этом случае избежать чрезмерного сжатия понура струи в сечении минимума и изменения через это величины расчетной скорости $V_{\text{вых.}}$, необходимо длину понура $l_{\text{вых.}}$ определять указанным выше способом и не делать его по длине более найденной величины. Если же приходится все же делать понур развитой большей длины, чем $l_{\text{вых.}}$, то следует сделать пересчет на другую меньшую скорость $V_{\text{вых.}}$, что удлинит вихрь В и вихрь С. Удлинение последнего таким образом возможно довести до длины понура. Конечно, подобного рода операция должна оправдываться не только гидравлически, но и экономически.

Из изложенного вытекает, что чрезмерно длинные понуры порога, устроенные без проверки их длины расчетом, могут сильно ухудшить работу водобойного колодца и, наоборот, пороги без понура улучшают ее.

Величина δ представляет ширину верхней плоскости бетонной стенки падения и для ступенчатых перепадов с обычной высотой ступеней значение ее колеблется от 0,5 мтр. до 0,8 мтр. и более.

Для железобетонных стенок падения величина ее, конечно, может быть меньше.

Общая длина выходного участка равна

$$l_4 = \delta + l_{\text{вых.}} \dots \dots \dots (46)$$

Переходим к определению длины l_4 для случая Б. Скорость выхода, как то указано выше, дается для него условием

$$V_{\text{вых.}} = a \dots \dots \dots (47)$$

В случае А определение длины вихря С носило вполне определенный характер, так как из условия заполнения живой струей всего сечения минимума вихрь С мог распространяться только от этого сечения до сечения тах. min. , что давало на конечных точках вихря скорости $V_{\text{вых.}}$ и V_p и делало задачу определенной. В случае же Б мы имеем только одно постоянное сечение тах. min. , а сечение min. может передвигаться в пределах между сечениями тах. тах. и тах. min. (черт. № 3). Очевидно, что перемещение сечения min. в указанных пределах целиком зависит от задаваемой скорости $V_{\text{вых.}}$ и скрыто в условии

$$V_{\text{вых.}} = a \dots \dots \dots (48)$$

Возьмем крайний случай с максимально возможной скоростью

$$V_{\text{вых.}}; V_{\text{вых.}} = V_p \dots \dots \dots (49)$$

Это значит, что низовой конец вихря В лежит у порога (черт. № 6) и сечения min. и тах. min. совпадают. Энергия струи уменьшается от сечения тах. тах. до сечения min. у порога.

Для определения длины вихря С имеем только одну точку на пороге со скоростью $V_{\text{вых.}} = V_p$. Положение верхового конца вихря С нам неизвестно.

Обозначим скорость струи у верхового конца вихря С через V_x . По аналогии с предыдущим имели бы

$$l_c = \frac{(V_x + V_p) d}{2 V_p} \dots \dots \dots (50)$$

Нетрудно видеть, что

$$V_c \cong V_x \cong V_{\text{вых.}} = V_p \dots \dots \dots (51)$$

Как частный случай этого неравенства может быть (черт. № 7)

$$V_c = V_x > V_{\text{вых.}} = V_p \dots \dots \dots (52)$$

и тогда

$$l_c = \frac{(V_c + V_p) d}{2 V_p}, \dots \dots \dots (53)$$

т.е. вихрь С при этом получает свое наибольшее распространение от сечения С — С до порога колодца. Длина вихря В в это время равна

$$l = \frac{(V_c + V_p) (h_p + d - h_c)}{2 V_p}, \dots \dots (54)$$

т.е. остается больше величины вихря С на

$$l_w - l_c = \frac{V_c + V_p}{2 V_p} \cdot (h_p - h_c) \dots \dots (55)$$

Приближенно оси вихрей В и С можно считать параллельными и, до известной степени, выражение (55) приближающимся к истине

Возьмем другой крайний случай с минимальной скоростью выхода равной

$$V_{\text{вых}} = \frac{Q}{b(H+d)}, \dots \dots \dots (56)$$

когда сечение минимума полностью заполнено живой струей. Это случай А, разобранный выше (черт. № 2).

Очевидно, промежуточные значения выходной скорости

$$\text{от } V_{\text{вых}} = \frac{Q}{b(H+d)} \dots \dots \text{до } V_{\text{вых}} = V_p$$

явятся скоростями разрыва вихря С на два вихря с различными центрами вращения O_1 и O_2 (черт. № 8). Длина первого вихря C_1 определится из

$$l_{c_1} = \frac{(V_p + V_{\text{вых}}) d}{2 V_{\text{вых}}}, \dots \dots \dots (57)$$

второго— C_2 из

$$l_{c_2} = \frac{(V_{\text{вых}} + V_x)(H+d-H_m)}{2V_{\text{вых}}}, \dots \dots \dots (58)$$

где $H_m = \frac{q}{V_{\text{вых}}}$ — глубина сечения минимума.

Сечение минимума в этом случае является плоскостью соприкасания обоих вихрей. В точке соприкосновения D вихри имеют равные и противоположные скорости — $V_{\text{вых}}$.

Длина вихря C_1 может быть определена, так как скорости $V_{\text{вых}}$ и V_p известны нам. Длину же вихря C_2 за неизвестностью скорости V_x нельзя определить.

Определив длину l_{c_1} и проекцию ее $l_{\text{вых}}$, получаем возможность при устройстве понура порога сделать его надлежащей длины, не более $l_{\text{вых}}$. При устройстве понура длиной $l_{\text{вых}}$ в значительной степени ослабляется вихрь C_1 (черт. № 9), вследствие чего действие вихря C_2 на струю воды должно усилиться. В этом случае устройство понура порога колодца может быть полезным для работы последнего.

В качестве заключения к настоящему параграфу я нахожу возможным с точки зрения изложенного водобойный колодец Шоклича не выделять в особый вид бьефа, а рассматривать его как случай Б работы колодца, доведенный во взаимном перекрытии водоворотов В и С до крайних пределов этого.

§ 6. Выбор основных величин — задания в гидравлическом расчете
Гидравлический расчет перепада делается таким образом, что часть величин приходится задаваться, а другие величины в зависимости от первых уже определять расчетом.

Величины задания это:

p — высота ступеней по порядку номеров их; при равенстве высот всех ступеней

$$p = \frac{P}{n} \dots \dots \dots (59)$$

q — погонный расход ступеней; при равной ширине всех ступеней,

$$q = \frac{Q}{b} \dots \dots \dots (60)$$

Изменяя в ту или другую сторону величины задания p и q , мы тем самым предопределяем конечный результат в виде остальных величин основных элементов ступени. Так как в основе всякого сооружения лежит при прочих равных условиях экономика, то величины задания должны быть приняты такими, чтобы значения гидравлических основных элементов ступени получились наивыгоднейшими в экономическом отношении при удовлетворении поставленных технических условий сооружению.

В каждом индивидуальном случае вопрос о p и q приходится решать тоже индивидуально, но все же некоторые правила общего характера в значительной степени могут сузить пределы выбора.

Из уравнения (11) вытекает, что при постоянных значениях величин H_0 , q_c увеличение высоты ступени p связано с уменьшением глубины h_c и, следовательно, согласно уравнения (3) с увеличением глубины h_c , что для сохранения условия (12) потребует увеличения глубины колодца d . Вообще же пределом увеличения высоты ступени является допустимая по техническим условиям скорость V_c для материала дна колодца.

При изменениях величины q_c , но при постоянных значениях величин H_0 , p , d , согласно уравнения (3) величина $h_c = f'_c(q_c)$ возрастает с расходом, соответственно чему глубина колодца для сохранения условия (12) потребует в общем при больших расходах более значительной, чем при меньших. В этом можно убедиться и непосредственным подсчетом, составив графики:

$$h_c = f_c(q_c); H = f_n(q_c);$$

$$h'_c = f'_c(q_c); d = h'_c - H = f_d(q_c).$$

Следовательно, увеличения p или q_c при прочих равных условиях потребуют увеличения глубины колодца d .

Отсюда возможно прийти к выводу, что при увеличении p , но при $d = \text{Const}$, необходимо уменьшать расход q_c и, наоборот, при увеличении q_c , при том же условии, необходимо уменьшать высоту ступени p .

§ 7. Цифровой пример расчета многоступенчатых перепадов в случае заполнения живой струей полностью сечения минимума. Вода под напором $H_0 = 2,5$ мтр. вырывается из-под щитов в лоток и, затем, сбрасывается перепадом. Расход перепада $Q = 36,37$ куб. мтр./сек., высота ступени $p = 2,37$ мтр., ширина ступени $b = 8,0$ мтр., ширина щитового отверстия $b_0 = 8,0$ мтр.

Для лотка имеем:

$$q_c = \frac{Q}{b_c} = 4,55 \text{ куб. мтр./сек.}$$

$$\frac{q_c}{h_c} = \varphi \sqrt{2g(H_0 - h_c)},$$

откуда подбором при $\varphi = 0,95$ находим

$$h_c = 0,84 \text{ мтр.}$$

$$V_c = \frac{q_c}{h_c} = 5,42 \text{ мтр.}$$

В виду короткой длины лотка и малой величины шероховатости его ($\gamma = 0,16$), потерями энергии в нем пренебрегаем и глубину в начале 1-ой ступени принимаем равной $h = 0,84$ мтр.

Удельная энергия лотка

$$H_0 = h_c + \frac{V_c^2}{2g} = 2,34 \text{ мтр.}$$

Эту же величину можем найти проще и точнее

$$H_0 = \varphi H_0 = 0,95 \times 2,5 = 2,37 \text{ мтр.}$$

Разница $2,37 - 2,34 = 0,03$ точность подбора глубины h_c для лотка
Для 1-ой ступени имеем:

$$\frac{q_c}{h_c} = \sqrt{2g(H_0 + p + d - h_c)}.$$

Принимаем пока $d = 1,5$ мтр. и тогда при $\varphi = 0,95$, $h_c = 0,45$ мтр.,

$$V_c = \frac{q_c}{h_c} = \text{около } 10 \text{ мтр./сек.}$$

$$h'_c = \frac{h_c}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \alpha q_c^2}{g h_c^3}} - 1 \right] = \text{около } 3,0 \text{ мтр.}$$

Нижний порог колодца представляет из себя водослив практического профиля типа «IIb» с полуторным откосом понурой части. По Гидравлическому справочнику проф. Н. Н. Павловского возможно принять $m = 0,40$, и тогда

$$H_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{q}{\varepsilon b m \sqrt{2g}} \right)^2} = 1,87 \text{ мтр. при } \varepsilon = 1,0$$

Из $V_{\text{вых.}}^3 - 2g(H_0 + d)V_{\text{вых.}} + 2gq = 0$

$$V_{\text{вых.}}^3 - 66,0 V_{\text{вых.}} + 89,0 = 0$$

$$V_{\text{вых.}} = 1,385 \text{ около } 1,39 \text{ мтр./сек.}$$

Глубина воды над порогом колодца

$$H = H_0 - \frac{V_{\text{вых.}}^2}{2g} = 1,87 - \frac{1,39^2}{19,62} = 1,73 \text{ мтр.}$$

Нетрудно проверить правильность подсчета $V_{\text{вых.}}$

$$V_{\text{вых.}} = \frac{q}{H + d} = \frac{4,55}{1,73 + 1,5} = 1,41 \text{ мтр./сек.}$$

Разница $1,41 - 1,39 = 0,02$ точность решения уравнения (10) и округлений.

Проверяем достаточность величины $d = 1,5$ мтр., принятой в начале подсчета $H + d = 3,23$ мтр. $> h'_c = 3,0$ мтр.

Коэфф. затопления (по инж. В. Д. Журину)

$$\tau = \frac{H + d}{h'_c} = 1,08.$$

Переходим теперь из условия найденных величин высотных элементов к определению элементов горизонтального направления.

Дальность боя струи по верхней струйке равна

$$S = h + p + d = 0,84 + 2,37 + 1,5 = 4,71 \text{ мтр.}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \text{ок. } 0,98 \text{ сек.,}$$

$$V_{\text{гор.}} = 5,42 \text{ м./сек.,}$$

$$l_1 = V_{\text{гор.}} \cdot t = 5,30 \text{ мтр.}$$

Длину среднего участка определяем из условия заполнения глубины $(H + d)$ «живой» струей полностью, и из (28) имеем

$$l_3 = \frac{(V_c + V_{\text{вых.}})(H + d - h_c)}{2 V_{\text{вых.}}} = 11,39 \approx 11,40 \text{ мтр.}$$

Находим длину выходного участка. Из конструктивных условий пусть $\delta = 1,5$ мтр.

С некоторым приближением возможно считать порог приближающимся к широкому. Глубина воды на пороге тогда без большой погрешности может быть принята равной

$$h_p = h_{kp} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = 1,32 \text{ мтр.},$$

$$V_p = \frac{q}{h_p} = 3,45 \text{ мтр. сек.}$$

$$l_c = \frac{(V_p + V_{\text{вых.}}) d}{2 V_{\text{вых.}}} = \frac{(3,45 + 1,39) \times 1,5}{2 \times 1,39} = 2,61 \text{ мтр.}$$

Горизонтальная проекция оси вихря С равна

$$l_{\text{вих.}} = \sqrt{l_c^2 - d^2} = 2,13 \text{ мтр.}$$

Вихрь С отбрасываем по конструктивным соображениям и заменяем понуром с откосом

$$1 : \frac{l_{\text{вих.}}}{d} = 1 : 1,42.$$

Округляя, получаем полуторный откос. Следовательно, коэффициент m выбран правильно.

Общая длина выходного участка равна

$$l_4 = \delta + l_{\text{вих.}} = 1,50 + 2,25 = 3,75 \text{ мтр.}$$

Длина колодца $L_{\text{кол.}} = l_1 + l_3 + l_4 = 20,45$ мтр.

Проверим длину колодца по формуле проф. Н. Н. Павловского:

$$l_1 = 5,30 \text{ мтр.}; l_3 = 3(H + d - h_c) = 8,34 \text{ мтр.}$$

Выходную часть оставляем ту же $l_4 = 3,75$ мтр., и тогда $L_{\text{кол.}} =$ около 17,40 мтр.

Для второй ступени подсчет в целях краткости изложения выписываем в сокращенной форме и без приведения формул, обращение с которыми показано при подсчетах 1-ой ступени.

$$H_0 = 1,87 \text{ мтр.}$$

$$V_{\text{гор.}} = 3,45 \text{ мтр./сек.}$$

$$d = 1,50 \text{ мтр. (задаем)}$$

$$S = h + p + d = 5,19 \text{ мтр.}$$

$$h_c = \text{около } 0,47 \text{ мтр.}$$

$$t = 1,03 \text{ сек.}$$

$$V_c = 9,70 \text{ мтр.}$$

$$l_1 = 3,55 \text{ мтр.}$$

$$h'_c = 2,92 \text{ мтр.}$$

$$l_3 = 11,0 \text{ мтр.}$$

$$H_0 = 1,87 \text{ мтр.}$$

$$l_4 = 3,75 \text{ мтр.}$$

$$V_{\text{вых.}} = 1,39 \text{ мтр./сек.}$$

$$L_{\text{кол.}} = 18,30 \text{ мтр.}$$

$$H = 1,73 \text{ мтр.}$$

Длина колодца, по проф. Н. Н. Павловскому, $L_{\text{кол.}} = 15,58$ мтр.

Для 3-ей ступени имеем те же результаты.

4-ая ступень отличается от предыдущих тем, что струя в ней получает сопряжение с нижним бьефом перепада, глубина и скорость воды которого при $Q = 36,37$ куб. мтр. равны

$$h_2 = 1,70 \text{ мтр. и } V_2 = 1,3 \text{ мтр./сек.}$$

Из предыдущих подсчетов для 4-ой ступени имеем:

$$h_e = 0,47 \text{ мтр.}$$

$$V_e = 9,70 \text{ мтр./сек.}$$

$$h'_e = 2,92 \text{ мтр.}$$

$$l_1 = 3,55 \text{ мтр.}$$

Порог колодца представляет из себя в гидравлическом отношении затопленный водослив с широким порогом, так как $h_{кр.} = 1,32$ мтр. менее $h_2 = 1,7$ мтр. Определение величины H_0 поэтому делаем по формуле

$$Q = q b = \varepsilon b h_p \varphi \sqrt{2 g Z_0}, \quad \dots \dots \dots (61)$$

где $h_p = h_2 = 1,7$ мтр.

При $\varepsilon = 1$ и при $\varphi = 0,95$ имеем

$$Z_0 = \left[\frac{q}{h_p \varphi \sqrt{2 g}} \right]^2 = \left[\frac{4,55}{1,70 \times 0,95 \times 19,62} \right]^2 = \text{ок. } 0,40 \text{ мтр.} \quad \dots (62)$$

$$H_0 = h_2 + Z_0 = 2,10 \text{ мтр.};$$

$$V_{\text{вых.}}^3 - 70,5 V_{\text{вых.}} + 89,0 = 0;$$

$$V_{\text{вых.}} = 1,30 \text{ мтр.};$$

$$H = 1,99 \text{ мтр.};$$

$$h'_e = 2,92 < (H + d) = 3,49;$$

$$\tau = \frac{3,49}{2,92} = 1,20;$$

$$l_3 = 12,8 \text{ мтр.};$$

$$V_p = \frac{4,55}{1,70} = 2,68 \text{ мтр.};$$

$$l_{e1} = \frac{(V_p + V_{\text{вых.}}) d}{2 V_{\text{вых.}}} = \frac{(2,68 + 1,30) \times 1,5}{2 \times 1,30} = 2,29 \text{ мтр.}$$

$$l_{\text{вых.}} = 1,73 \text{ мтр.};$$

$$1 : \frac{l_{\text{вых.}}}{d} = 1 : 1,15;$$

$$L_{\text{кол.}} = 20,15 \text{ мтр.}$$

§ 8. Цифровой пример расчета многоступенчатого перепада в случае незаполнения живой струей сечения минимума. По сравнению с предыдущим примером примем,

$$V_{\text{вых.}} = 2,0 \text{ мтр. ск.}; \delta = 1,30 \text{ мтр.}$$

1-ая ступень. Задаемся глубиной колодца $d = 1,5$ мтр. и вычисляем по предыдущему $l_1 = 5,30$ мтр. $h_e = 0,45$ мтр., $h'_e = 3,0$ мтр. и $V_e = 10$ мтр./сек.

Примем $m = 0,415$ с последующей проверкой этого, и получаем

$$H_0 = \sqrt{\left(\frac{q}{m \sqrt{2g}} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4,55}{0,415 \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^2} = 1,83 \text{ мтр.}$$

$$H = H_0 - \frac{V_{\text{вых.}}^2}{2g} = 1,83 - \frac{2^2}{19,62} = 1,626, \text{—около } 1,63 \text{ мтр.}$$

Условие затопления струи выполнено, так как $H + d = 3,13 > h'_e = 3,0$;

$$\tau = \frac{3,13}{3} = 1,04.$$

Далее имеем $l_3 = \frac{(10+2)(3,13-0,45)}{2 \times 2} = 8,04$ мтр.

Глубину на пороге h , примем средней между $h_{кр.}$ и H , что дает

$$h_p = \frac{h_{кр.} + H}{2} = \frac{1,32 + 1,63}{2} = \text{около } 1,48 \text{ мтр.}, \text{ или } \frac{1,48}{1,63} \times 100 = 91\%$$

от глубины, т. е. $h_p = k \cdot H = 0,91 H$.

Тогда находим:

$$V_p = \frac{q}{0,91 H} = \frac{4,55}{0,91 \times 1,63} = 3,08 \text{ мтр./сек.}$$

$$l_{c1} = \frac{(V_{вых.} + V_p) d}{2 V_{вых.}} = \frac{(2 + 3,08) \times 1,5}{2 \times 2} = 1,93 \text{ мтр.}$$

$$l_{вых.} = \sqrt{1,93^2 - 1,5^2} = 1,21 \text{ мтр.}$$

Откос понура порога колодца равен: $1 : \frac{1,21}{1,5} = 1 : 0,81$.

Принята длина понура $l_{вых.} = 1,50$ мтр. с откосом $1 : 1$, и тогда $l_4 = \delta + l_{вых.} = 2,80$ мтр.

Проверяем правильность принятого ранее коэффициента $m = 0,415$. По гидравлическому справочнику проф. Н. Н. Павловского находим:

Тип профилей	Тип напора		
	> 2	$2-1$	$1-1/2$
При $1:1$	0,44	0,42	0,40
» $1:2$	0,43	0,41	0,39

В нашем примере $\frac{H}{\delta} = \frac{1,63}{1,30} = 1,25$ и откос понура ($1:1$), т. е. значение коэффициента m лежит между значениями 0,41 и 0,42; взято среднее — $m = 0,415$ с учетом 2-й строки приведенной таблицы.

Длина вихря B найдется из

$$l_3 = \frac{(10+2)(3,13-0,45)}{2 \cdot 2} = 8,04 \text{ мтр.},$$

и длина колодца тогда равна

$$L_{кол.} = l_1 + l_3 + l_4 = 5,30 + 8,04 + 2,80 = 16,14 \text{ мтр.},$$

или с округлением $L_{кол.} = 16,25$ мтр.

По проф. Н. Н. Павловскому, имеем:

$$l_3 = 3(3,13 - 0,45) = 8,04 \text{ мтр.}, L_{кол.} = 5,30 + 8,04 + 2,80 = 16,14 \text{ мтр.},$$

—около 16,25 мтр.

Для 2-ой и для 3-й ступеней имеем:

$$h_e = 0,47 \text{ мтр.}$$

$$h'_e = 2,92 \text{ мтр.}$$

$$H = 1,63 \text{ мтр.}$$

$$H + d = 3,13 > h'_e = 2,92$$

$$l_1 = 3,55 \text{ мтр.}$$

$$V_e = 9,7 \text{ мтр./сек.}$$

$$l_3 = \frac{(9,7 + 2) \times (3,13 - 0,47)}{2 \times 2} = 7,8 \text{ мтр.}$$

$$l_4 = 2,80 \text{ мтр.}$$

Длина колодца согласно приведенного равна

$$L_{\text{кол.}} = 3,55 + 7,80 + 2,80 = 14,15 \text{ мтр.}, \text{ — около } 14,25 \text{ мтр.}$$

По проф. Павловскому:

$$l_3 = 3(3,13 - 0,47) = 7,98 \text{ мтр.};$$

$$L_{\text{кол.}} = 3,55 + 7,98 + 2,80 = 14,33 \text{ мтр.}, \text{ — около } 14,40 \text{ мтр.}$$

Для 4-ой ступени используем подсчеты § 8, и получаем:

$$H = 1,99 - 0,20 = 1,79 \text{ мтр.};$$

$$H + d = 3,29 > h'_e = 2,92;$$

$$\tau = \frac{3,29}{2,92} = 1,13,$$

$$l_3 = \frac{(9,7 + 2) \cdot (3,29 - 0,47)}{2 \times 2} = 8,25 \text{ мтр.}$$

$$L_{\text{кол.}} = 3,55 + 8,25 + 2,80 = 14,60 \text{ мтр.}$$

По проф. Н. Н. Павловскому:

$$l_3 = 3(3,29 - 0,47) = 8,46 \text{ мтр.};$$

$$L_{\text{кол.}} = 3,55 + 8,46 + 2,80 = 14,81 \text{ мтр.}$$

На чертеже № 10 приведен схематический чертеж перепада и головного регулятора его, а на чертеже № 11 отдельная ступень его. Сооружение запроектировано автором, и вышеприведенные подсчеты составляют часть гидравлического расчета его.

Сооружение, по рассмотрении проекта его в Техсовете УВХ Средней Азии, подлежит постройке в 1928 году на пик. № 64+75 канала Янги.

§ 9. Гидравлический расчет многоступенчатых перепадов с полужатопленным колодцем. Нетрудно видеть из ранее приведенных формул, а особенно наглядно из цифровых примеров, что увеличение выходной скорости $V_{\text{вых.}}$ в целях уменьшения длины ступени за счет уменьшения длины вихря C , приведет сначала от неравенства

$$H + d > h'_e \dots \dots \dots (64)$$

к равенству

$$H + d = h'_e \dots \dots \dots (65)$$

т. е. к тому, что начало прыжка (или вихря B) будет в сечении тах. тах. Дальнейшее увеличение скорости $V_{\text{вых.}}$ дает условие (чер. № 12)

$$H + d < h'_e \dots \dots \dots (66)$$

отогнанного прыжка в колодце с длиной отгона его от сечения тах. тах. равной l_2 . Струю с наличием величины l_2 и прыжка в пределах колодца возможно назвать полужатопленной. Дальнейшее увеличение скорости $V_{\text{вых.}}$ приведет к большему значению неравенства

$$H + d < h'_e \dots \dots \dots (67)$$

и струя, не образуя прыжка (вихря B), может выпрыгнуть из колодца. Такого рода струя может быть названа незатопленной.

При полужатопленной струе длина колодца равна

$$L_{\text{кол.}} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 \dots \dots \dots (68)$$

Величины l_1 , l_3 и l_4 определяются по изложенному выше. Определение величины l_2 , представляющей длину кривой от глубины h_e к глубине h_1 , делается по правилам неравномерного движения (проф. Бахметьев. «Неравномерное движение»): h_1 — глубина, сопряженная с глубиной $(H + d)$.

В моей статье «Гидравлический расчет нижнего бьефа сооружений»¹⁾ отмечено, что максимальная длина отгона прыжка от сечения тах. тах. при постоянном напоре получается для расхода $Q_{\text{ср.}}$ равного половине расхода воды, при котором прыжок находится в сечении тах. тах.

В ступенчатых перепадах при равной высоте ступеней разница горизонтов воды для всех расходов воды остается для данной ступени постоянной и, без значительной погрешности, возможно считать, что напор для сечения тах. тах. постоянен. В силу этого и приведенного положения, легко определить расход $Q_{\text{ср.}}$ для подсчета максимальной длины l_2 . Детали этого подсчета приведены мною в упомянутой выше статье.

Если ступень перепада работает с величиной $l_2 = F_2(q_c)$, имеющей полный цикл изменения от 0 до 0 с переходом через максимум, то в колодце возможно будет наблюдать, в зависимости от расхода воды, переход затопленной струи в полузатопленную и обратно. При колебаниях от разных причин расхода воды в перепаде будет наблюдаться движение прыжка (вихря В) взад и вперед, и с внешней стороны получится явление «ритмичности» или «продольной качки» струи.

По существу явления оно должно быть и при затопленной струе, но в этом случае оно мало заметно для глаза.

При значительной высоте падения струи в быстрой токе Р и при глубине воды верхнего бьефа его h относительно малой по сравнению с высотой падения, возможно с некоторой долей погрешности принять его напор за постоянную величину для всех расходов воды, и полученные выводы распространить на этот случай.

Отсюда возможно объяснение форм струи в колодце Шоклича, отличающегося от обычных колодцев уступом в нижней части водоската, что позволяет развить вихрь А до слияния его с вихрем С.

Ход расчета по определению длины полузатопленного колодца следующий.

Задаваясь глубиной колодца d , находим величины h_c и h'_c . Приняв допустимую в данном случае по техническим условиям выходную скорость $V_{\text{вых.}} = a$, определяем глубину воды над порогом колодца. При этом необходимо обратить внимание на соответствующий выбор коэффициента m или φ для порога данного профиля.

Для глубины $(H + d)$ вычисляем сопряженную с ней глубину h_1 при данном расходе Q и находим V_1 равную $\frac{q}{h_1}$, затем по формуле

$$l_3 = \frac{(V_1 + V_{\text{вых.}})(H + d - h_1)}{2 V_{\text{вых.}}}$$

определяем длину прыжка (вихря В). Зная глубины h_c , h_1 и уклон дна колодца, вычисляем длину $l_2 = F_2(Q)$, не забывая при этом цикла изменения ее величины от расхода Q .

При применении в нижнем бьефе подпорного сооружения стенки из шандор для разбивки струи не всегда может быть выгодно затопление щитового отверстия и, во избежание последнего, стенку из шандор возможно подобрать такой высоты, чтобы образовавшийся через нее колодец был полузатопленным, и отверстие тогда не будет затопленным. Это позволит при регулировке верхнего бьефа несколько уменьшить его напор.

¹⁾ См. «Вестник Ирригации» № 2 за 1928 г.

§ 9. Заключение. Определение длины ступени перепада с незатопленной струей сделано инженером В. Д. Журиным в статье его «Определение длины ступени многоступенчатого перепада», помещенной в № 7—8 «Вестника Ирригации» за 1923 год.

Причиной, побудившей меня написать настоящую статью, является крайне большая неопределенность в литературных источниках по расчету многоступенчатых перепадов, заключающаяся в определении глубины воды в колодце над порогом его Н и в определении длины его¹⁾.

Выполненная мною работа в силу некоторых причин раздроблена была мною на четыре взаимосвязанные между собою статьи, а именно:

а) Гидравлический расчет нижнего бьефа сооружений («Вестник Ирригации» № 2 за 1923 г.).

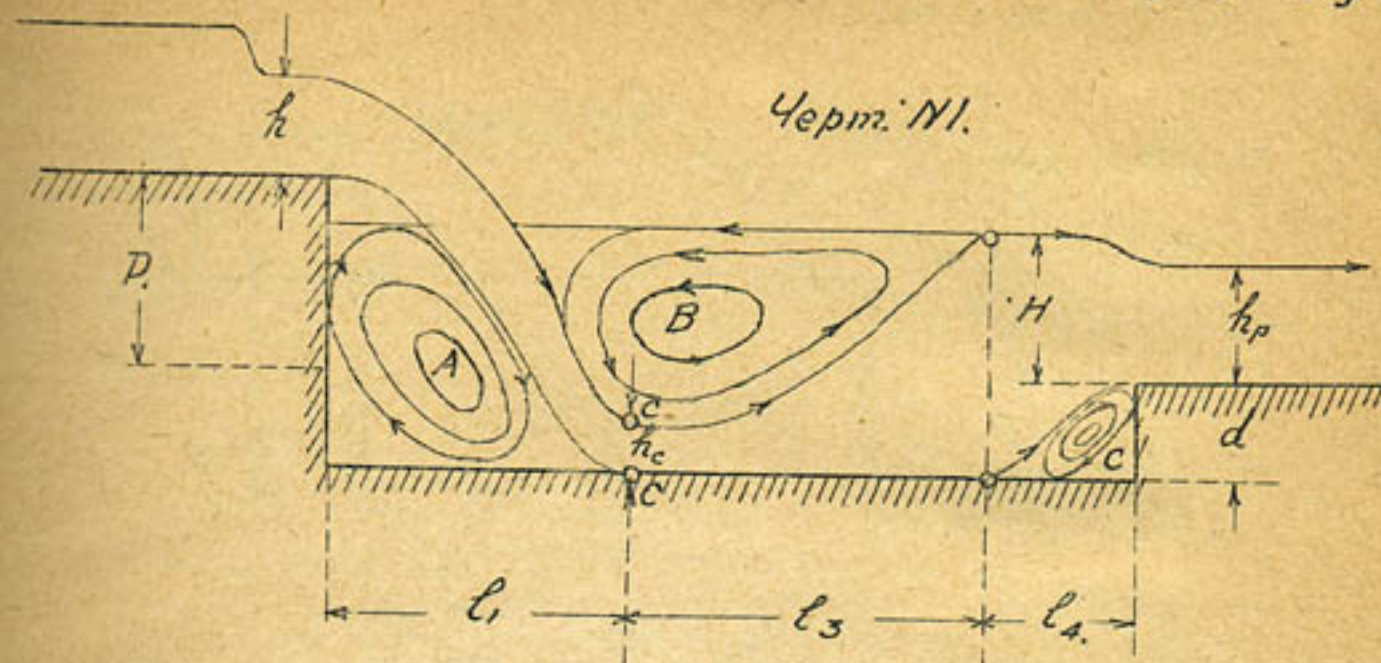
б) Приближенный подсчет ширины и глубины струи в зависимости от длины ее на коротком участке открытого русла («Вестник Ирригации» № 3 за 1928 г.).

в) Регулирование работы подпорных сооружений и учет этого при проектировании их («Вестник Ирригации» № 4 за 1928 г.).

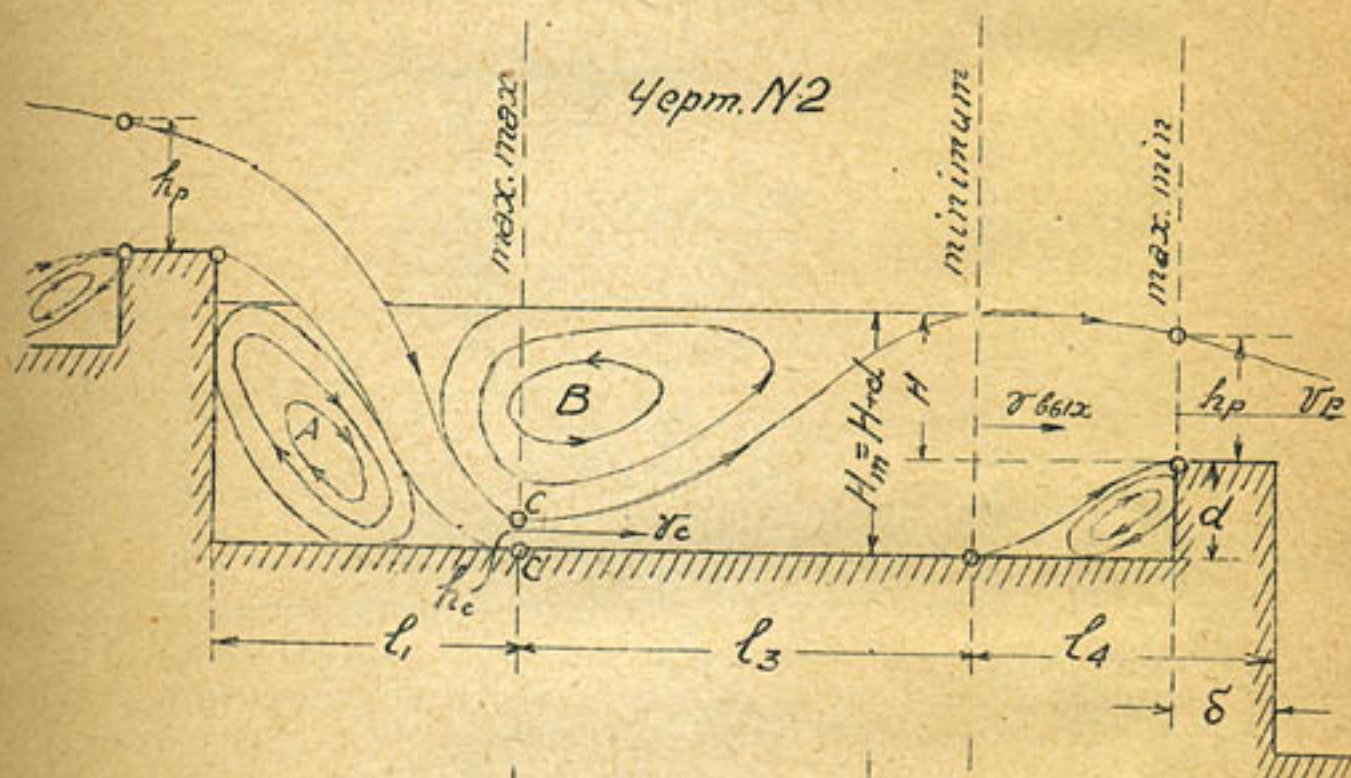
г) Гидравлический расчет многоступенчатых перепадов.

¹⁾ Смотр., напр., статью инженера В. Д. Журина «Погашение энергии в перепадах и быстротоках» в № 5 «Вестник Ирригации» за 1927 год и книгу проф. Б. А. Бахметьева «К вопросу расчета перепадов».

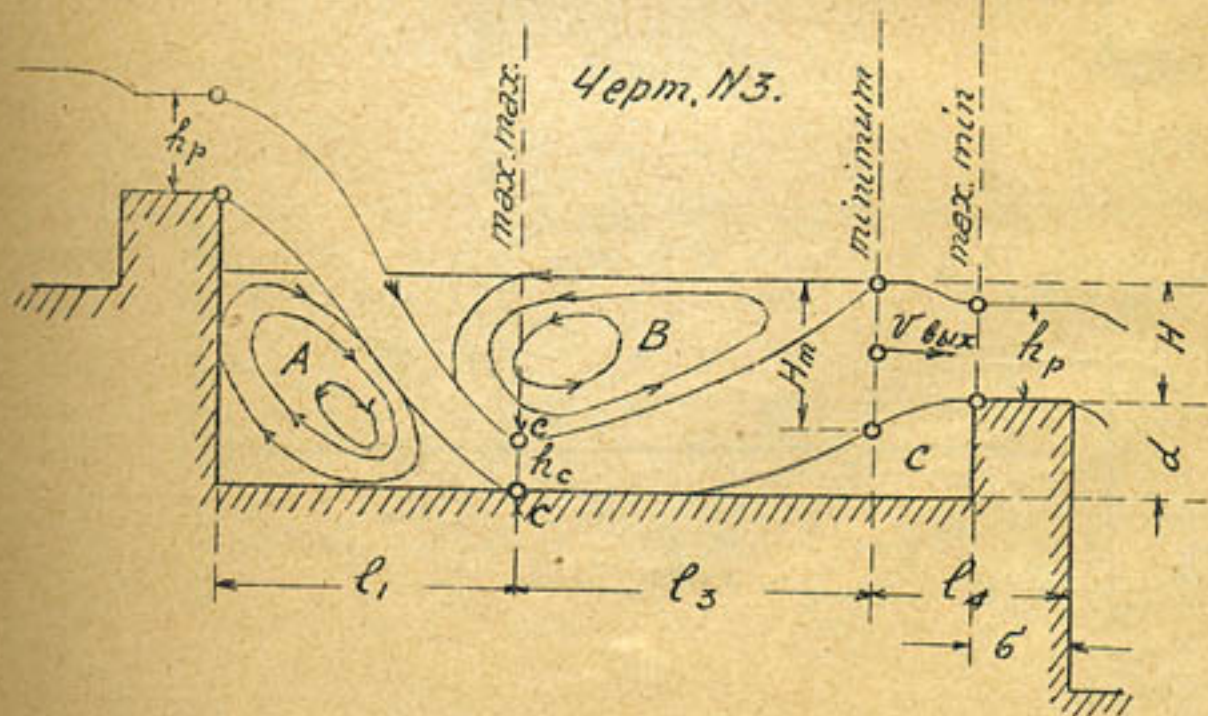
Черт. №1.

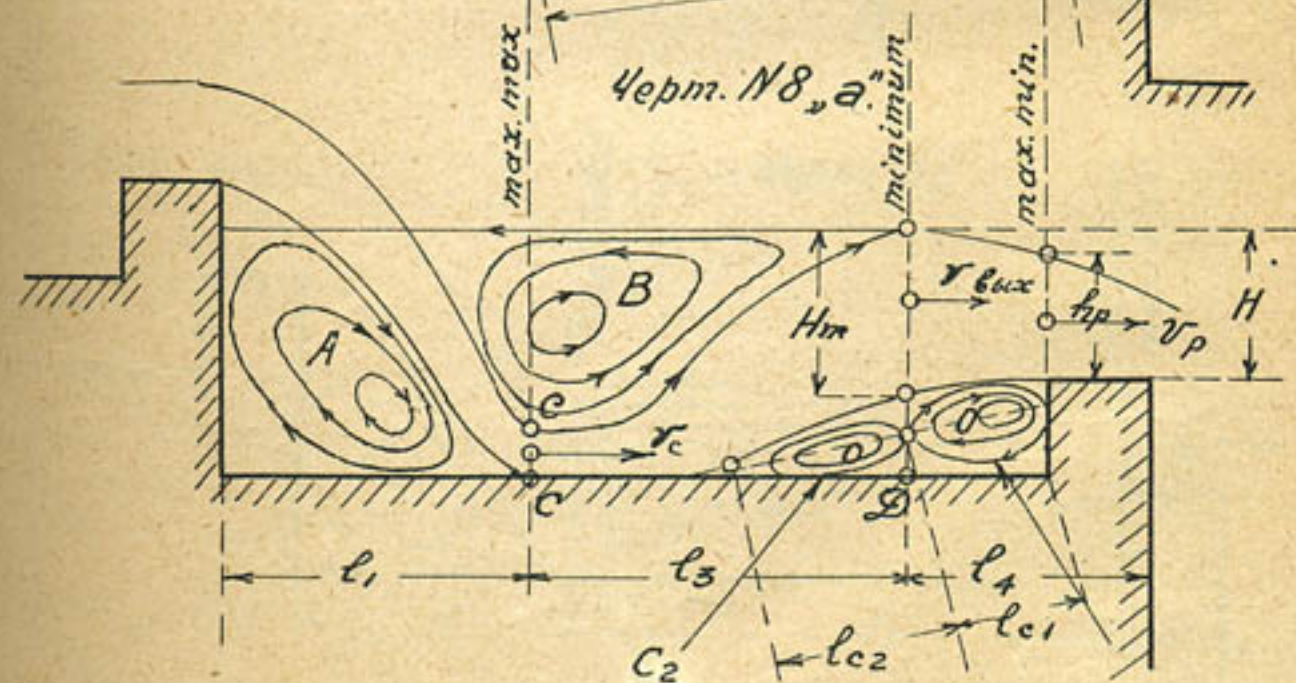
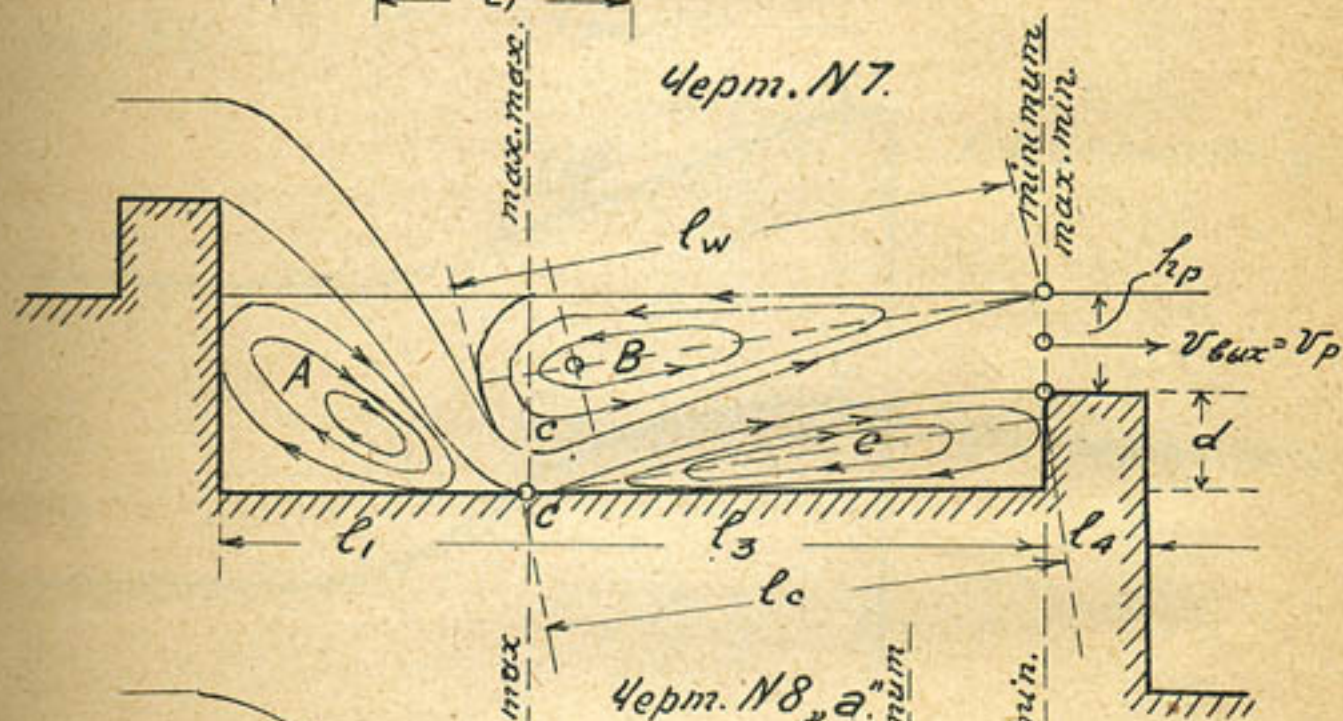
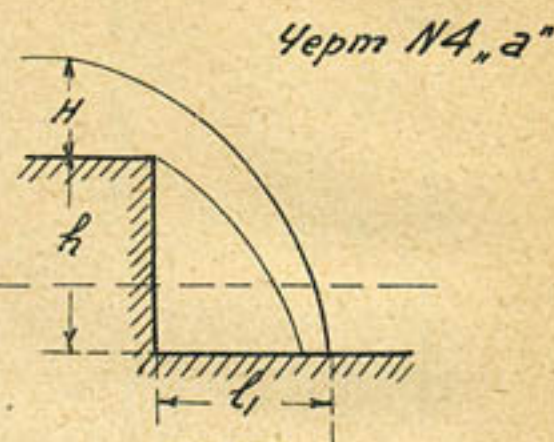
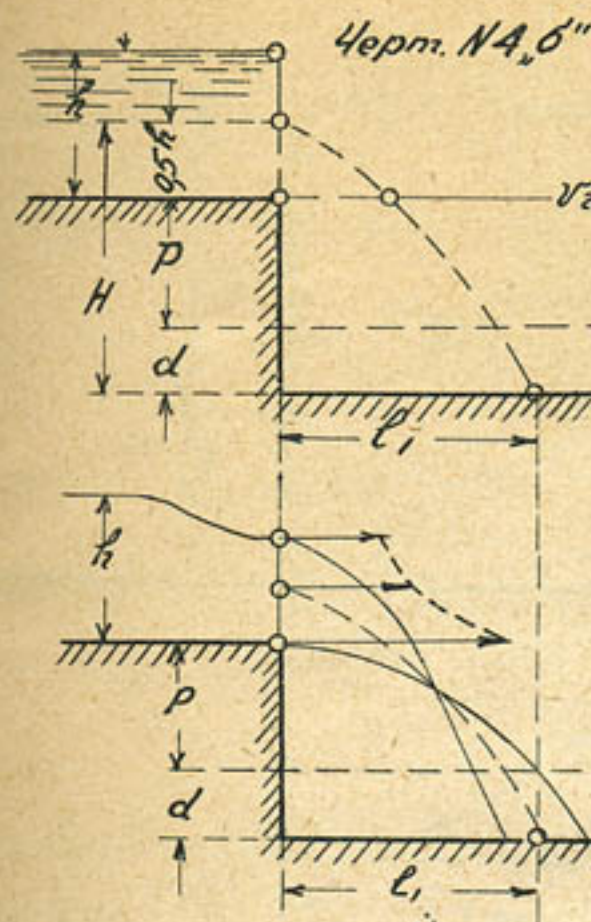


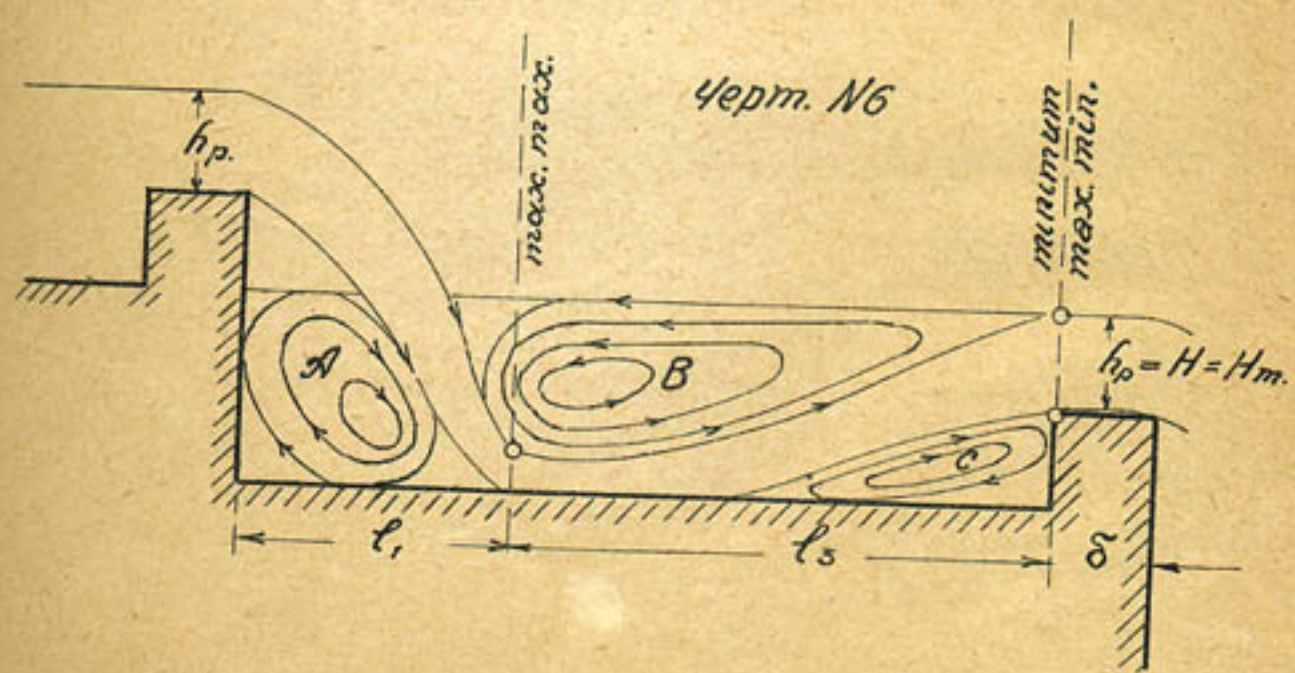
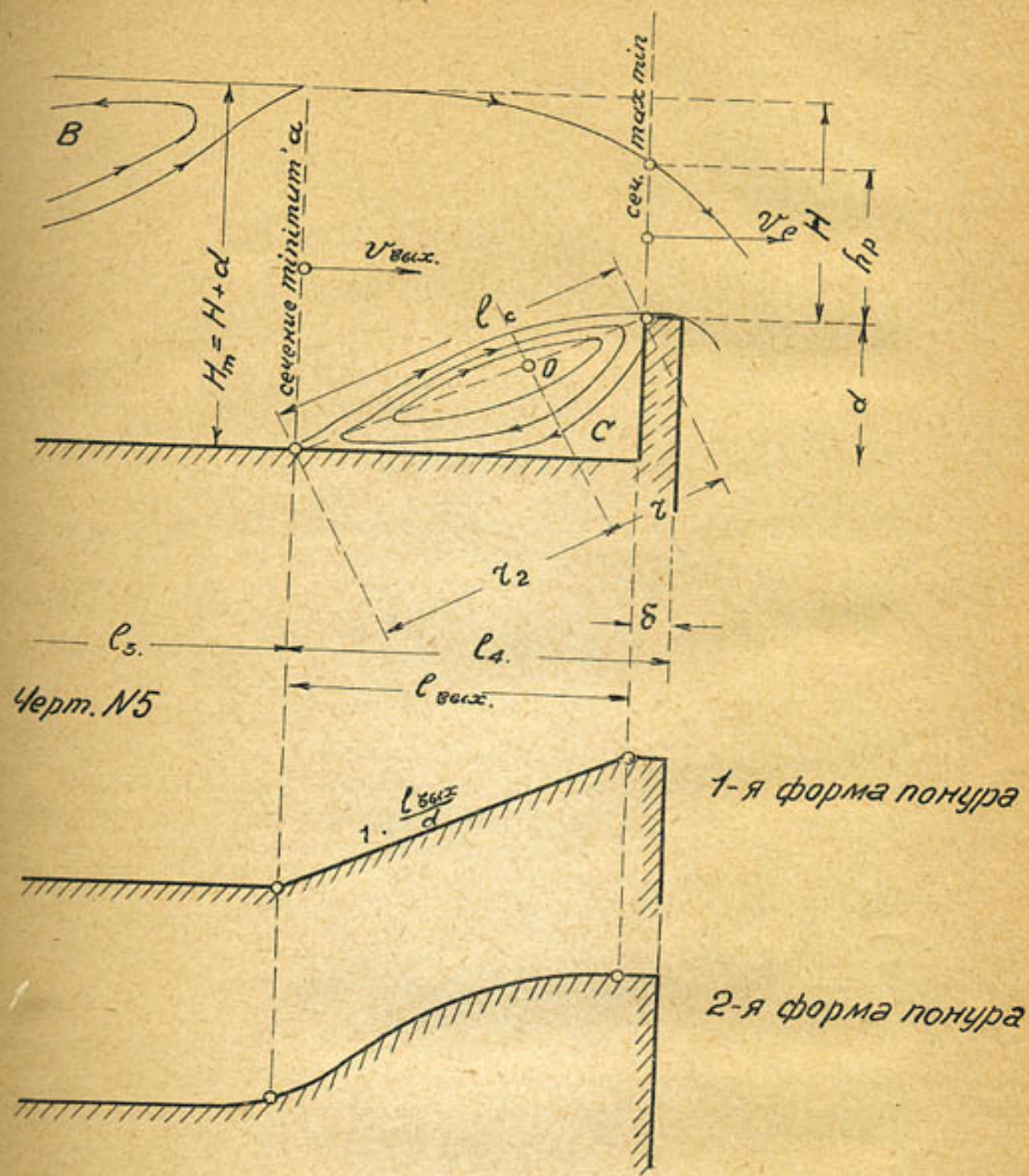
Черт. №2



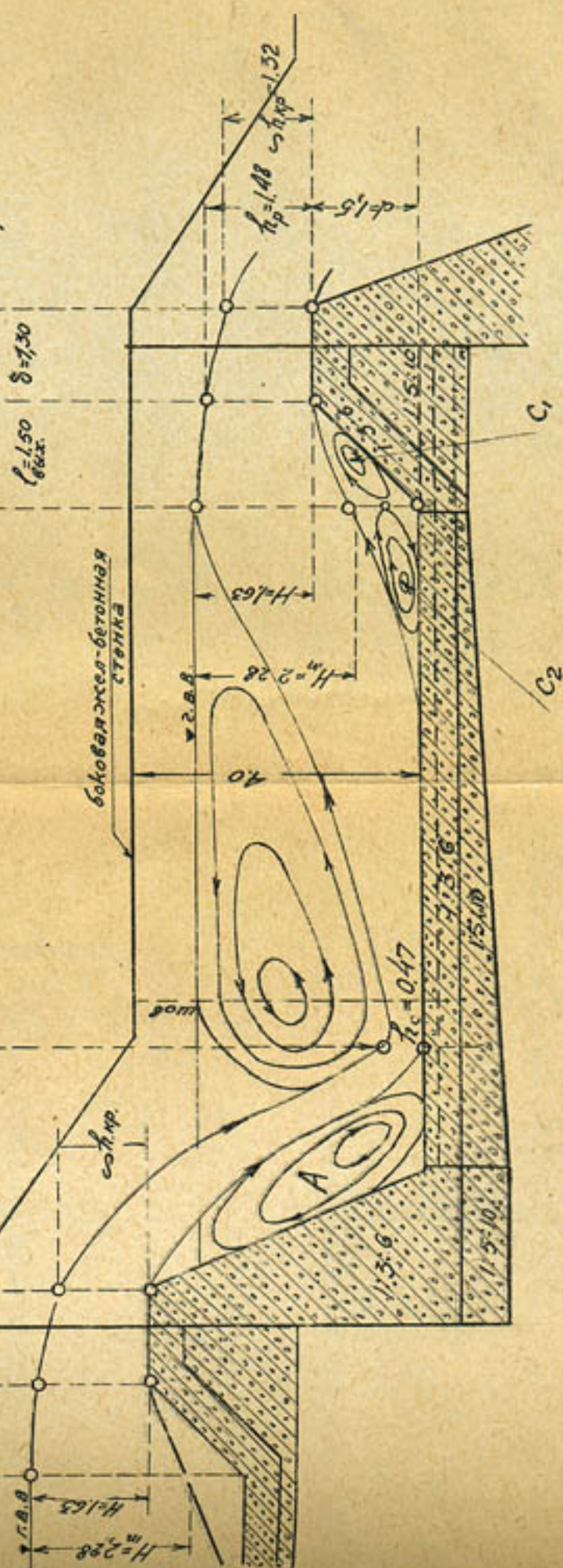
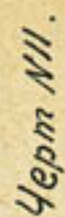
Черт. №3.



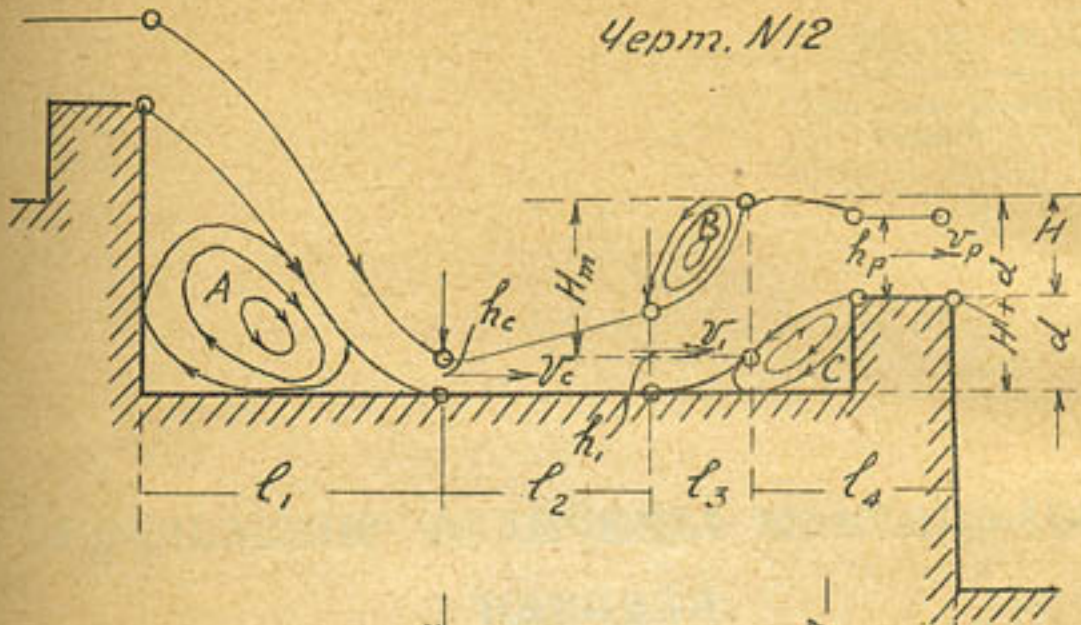




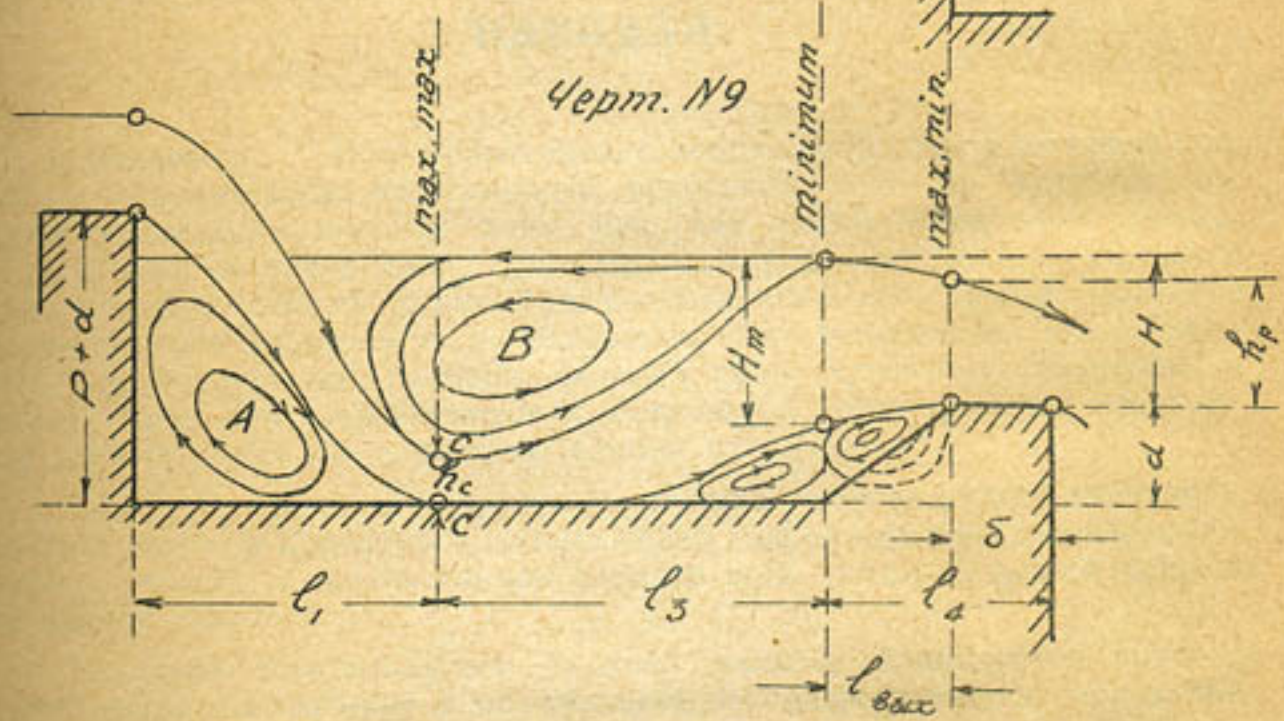
Черн. № 0.



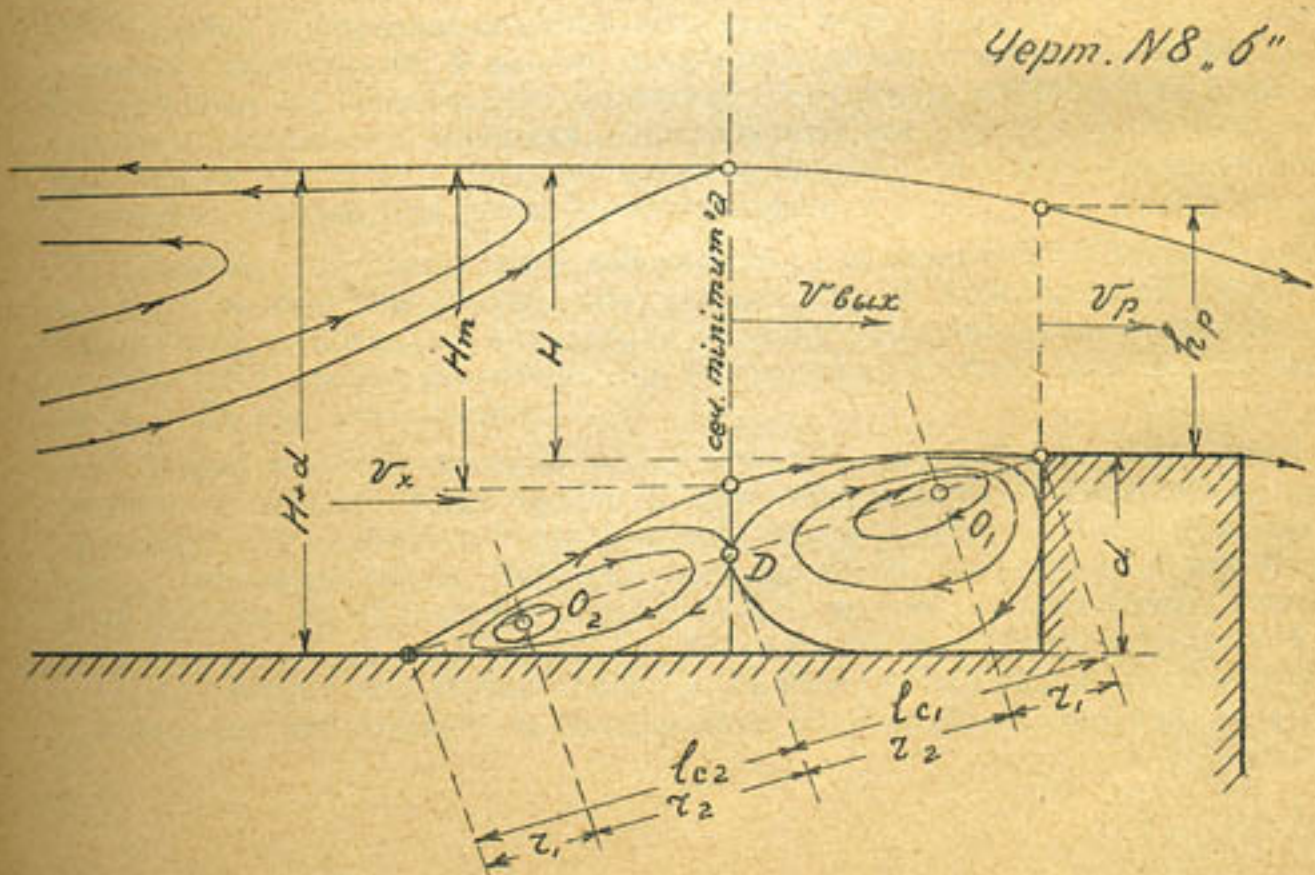
Черт. N12



Черт. N9



Черт. N8, б"



В. Я. Рискин.

*Сотрудник Оп-Исслед. Ин-та
Водного Хозяйства.*

Определение величины максимального паводка.

1. Введение. При проектировке сооружений, так или иначе связанных с каким-либо естественным водотоком, будь то плотины для целей утилизации энергии воды или для целей ирригации, дамбы, защищающие от наводнений, судоходные шлюзы, мосты и т. д., перед составителями проекта стоит задача—выявить с достаточной полнотой режим данного водотока и, на основании этого выявления, так определить и рассчитать тип, размеры, формы и пропускную способность сооружения, чтобы при всех возможных изменениях этого режима сооружения удовлетворяло бы полностью своему назначению.

Одним из основных вопросов режима естественных водотоков, которые ставятся проектировщиками перед гидрологами-исследователями, является вопрос о максимальном расходе воды, который можно ожидать на данном водотоке.

Величина максимального расхода воды в большинстве случаев имеет решающее значение в определении основных размеров сооружения (а тем самым и его стоимости).

Ошибки в определении этой величины ведут нередко, особенно на крупных сооружениях, к весьма печальным последствиям. Сооружения, рассчитанные на недостаточно большую пропускную способность, разрушаются при больших паводках,—построенные же с чересчур большими запасами (и тем самым слишком дорого) ложатся тяжелым бременем на хозяйство, которое они должны обслуживать.

Поэтому для составления действительно рационального проекта, как в смысле надежности службы сооружения, так и экономической его рентабельности, необходимо определить величину максимально-возможного расхода воды достаточно точно, без значительных отклонений в сторону увеличения или уменьшения.

Задача эта—определение максимального расхода, который можно ожидать в течение ряда будущих лет, представляет исключительные трудности как в области теоретической, так и в практическом применении к отдельным рекам, так как ряд факторов, влияющих в той или иной степени на количество воды в реках, изучен весьма слабо; относительное значение этих факторов далеко еще не выявлено; период, за который имеются достаточно проверенные метеорологические, гидрометрические и др. наблюдения, в большинстве случаев очень невелик.

Но, ведь, невозможно остановить строительство в ожидании, когда будут накоплены многолетние наблюдения, или разработаны точные методы прогноза. Жизнь требует ответа теперь же, хотя бы не вполне точного. И исследовательские организации должны пытаться оказать проектировщикам и строителям максимум помощи, насколько позволяет современное состояние науки и наличие исследовательских материалов. Как бы это ни было трудно—нужно искать пути для рационального решения вопроса, а не идти «вслепую», строить «на глазок».

В частности, развивающееся ирригационное строительство в Средней Азии также требует решения вопроса о максимальном расходе, который можно ожидать на ряде основных источников орошения, где начато или намечено крупное строительство (например, р.р. Зеравшан, Чирчик, Сыр-Дарья, Нарын, Кара-Дарья и др.).

Эта непосредственная потребность ирригационного строительства и привела нас к необходимости заняться вопросом определения максимальных возможных расходов, в первую очередь применительно к условиям рек Средней Азии.

Правда, нередко приходится слышать мнение, что, при достаточно большом количестве наблюдений можно брать в качестве расчетного—максимальный из действительно наблюденных на данном источнике паводков. Однако, в таких случаях и у проектировщиков и у рассматривающих проект организаций обычно, и вполне естественно, возникает вопрос: достаточно ли этих наблюдений, не приходится ли имеющиеся наблюдения на какой-либо период сравнительно низких паводков, за которыми может последовать ряд высоких паводков и т. д.

И, действительно, как в русской, так и в заграничной практике, имеется ряд гидротехнических сооружений, рассчитанных по максимальному наблюденному паводку и разрушенных паводком, превзошедшим все, до тех пор наблюдавшиеся.

Следовательно, строить сооружения, принимая за максимальный расчетный максимальный наблюденный расход,—явно рискованно. Приходится, значит, давать некоторый запас пропускной способности сооружения.

Но установление размеров этого запаса в достаточной степени произвольно, а стоит такой запас зачастую сотни тысяч, а то и миллионы рублей, и все же не гарантирует сооружение от разрушения его паводком. Эти соображения приводят к заключению, что таким примитивным способом вопрос решать совершенно недопустимо и следует искать других путей в этой области.

II. Анализ существующих формул. Попыток в этом направлении, как известно, было сделано довольно много.

Различными авторами был предложен целый ряд формул для определения максимальных расходов рек. Приведем некоторые наиболее распространенные и типичные по своему виду формулы и рассмотрим вопрос о применимости этих формул в наших целях.¹⁾

¹⁾ Приводимые в табл. 1 формулы можно найти у ряда авторов, в том числе отдельные из них в следующих трудах:

Daniel W. Mead. Hydrology. N. Y.—London 1919.

W. E. Fuller. Flood Flows. Transactions of the American Society of Civil Engineers. 1914. Vol. 77.

W. P. Creager and I. D. Justin. Hydro-Electric Handbook N. Y. 1927.

Формула № 8 приведена в журн. Wochenschrift des Osterr. Ingenieuren und Architect. Vereins. 1884. T. 9.

Наиболее распространенные и типичные формулы для определения максимальных расходов рек. ²⁾

Таблица 1.

№ по порядку.	А в т о р	Ф о р м у л а	Примечания
1	Fanning	$Q = 200 \cdot A^{\frac{5}{6}}$	Для рек Новой Англии
2	Dickens	$Q = 500 \cdot A^{\frac{3}{4}}$	Для Центральн. Пров. Индии
3	Ganguillet	$Q = \frac{1421 A}{3,11 + \sqrt{A}}$	Для Швейцарии
4	Итальянск. Гидром. служба	$Q = \frac{1819 A}{0,311 + \sqrt{A}}$	Для Сев. Италии
5	Итальянск. Гидром. служба	$Q = \frac{2600 A}{0,311 + \sqrt{A}}$	Для мелких рек и ручьев Сев. Италии
6	O'Connel	$Q = \sqrt[4]{458 (640 A \cdot 4,58) - 45,8}$	
7	Dredge и Burge .	$Q = 1300 \frac{A}{L^{\frac{2}{3}}}$	Район Мадраасской ж. д.
8	Iszkowski	$Q_m = (0,022 C_1 + m C_2) RM,$ где $m = \frac{0,59 (1105 + M)}{818 + M}$	Для рек Срединной Европы
9	Kuichling	$Q = \left(\frac{44,000}{A + 170} + 20 \right) A$	Для реки Mohawk (обычные паводки)
10	Kuichling	$Q = \left(\frac{127,000}{A + 370} + 7,4 \right) A$	Редкие паводки для той же реки
11	Murphy и др. . . .	$Q = \left(\frac{46,790}{A + 320} + 15 \right) A$	Общая
12	Fuller	$Q_{cp} = CA^{0,8}$	} Общая
13	»	$Q = Q_{cp} (1 + 0,81 \log T)$	
14	»	$Q_{max} = Q (1 + 2 A^{-0,3})$	

О б о з н а ч е н и я.

- Q — максимальный из средне-суточных расходов в кубических футах в секунду.
 Q_{max} — максимальный секундный расход в кубических футах в секунду.
 Q_m — то же в кубических метрах в секунду.
 Q_{cp} — средний за многолетний период максимальный расход в кубических футах в секунду.
 A — площадь бассейна в кв. милях.
 M — то же в квадратных километрах.
 L — длина бассейна в милях.
 T — период времени, на который рассчитывается сооружение.
 C, C_1 и C_2 — коэффициенты, меняющиеся для каждой реки.
 R — среднее количество осадков в год в метрах.

Формулы, помеченные в таблице 1 номерами 1—11, дают зависимость Q от A . Первая формула Fuller'a (№ 12 в табл. 1) дает зависи-

²⁾ В этой таблице приведены только важнейшие формулы. Ряд формул, аналогичных по своему построению, а также формулы, предложенные для специальных целей (напр., для определения стока в населенных местностях — формулы Bürceli-Ziegler'a, Adams'a, Mc Math'a, Gregory, Elliot'a и др.) нами здесь не приводятся.

мость от A не Q (максимального расхода), а Q_{cp} (среднего из годовых максимумов). Но в данном случае различие между Q и Q_{cp} , пока, не имеет существенного значения (в смысле анализа метода определения зависимости этих величин от A). Поэтому мы будем рассматривать, пока, формулы № 1—12 все вместе.

О второй и третьей формулах Fuller'a (№ 13 и 14 в таблице 1) мы будем говорить ниже особо.

Некоторые авторы предлагают свои формулы как всеобщие, больше шинство же формул было выработано применительно к определенным районам или бассейнам, при чем для отдельных подрайонов или рек предлагаются различные коэффициенты в формулах. Так, показанный в таблице 1 коэффициент 500, в формуле Dickens'a является средним из ряда коэффициентов, предложенных этим автором для различных бассейнов Центральной Индии. При этом интересно отметить, что отдельные предложенные Dickens'ом коэффициенты отличаются в 4—5, а то и больше раз друг от друга. Fuller также дает целый ряд значений коэффициента C для различных рек и подчеркивает, что предлагаемые им формулы нужно понимать только как основную схему, в которую нужно вставлять реальное содержание путем применения соответствующих коэффициентов, тщательно выбранных для каждой отдельной реки.

Между прочим, он сам отмечает, что по ряду рек ему не удалось уложить данные фактических наблюдений в рамки предложенных им формул. Поэтому он отказывается дать графики, например, для рек, впадающих в Гудзонов залив. Также относительно рек засушливых и полузасушливых районов, он в дискуссии по этому вопросу в американо-британском обществе гражданских инженеров заявляет, что к этому рода рекам его формулы не относятся, в виду совершенно своеобразных условий в этих районах.³⁾

Значения коэффициента C , даваемые Fuller'ом, еще больше отличаются от одной реки к другой, чем коэффициенты в формуле Dickens'a. Так, для рек бассейна реки Св. Лаврентия и верхней части Миссисипи коэффициент C принимает значения в отдельных случаях 55, 20, опускаясь до 7,5; для бассейна реки Огайо—150, 75, 45; для рек, впадающих в Тихий океан, от 210 до 6; для рек бассейна Великих озер—от 30 до 0,6, с целым рядом промежуточных значений для отдельных рек каждого бассейна.

Iszkowski дает значения коэффициентов C_1 от 0,20 для равнинных рек до 0,65 для горных, а коэффициенту C_2 —от 0,035 для сильно пропитываемых почв, покрытых густой растительностью, до 0,70 для районов скалистых, покрытых льдом или снегом, но лишенных растительности.⁴⁾

При пользовании этими формулами вполне естественно возникает вопрос: какие коэффициенты нужно выбрать, чтобы произвести расчет максимального расхода для данной конкретной реки. Точных критериев для такого выбора мы не находим по существу ни у одного из авторов.⁵⁾

³⁾ Discussion on Flood Flows. Trans. Amer. Soc. Civ. Eng., Vol. 77.

⁴⁾ Wochenschrift der Osterr. Ingen. u. Archit. Ver. Vol. 9, 1884.

⁵⁾ Предложение Fuller'a определять коэффициент C , исходя из вычисленного по гидрометрическим наблюдениям на данной реке (не менее чем за 5—6 лет) среднего

него максимального расхода Q_{cp} , по формуле $C = \frac{A^{0.8}}{Q_{cp}}$, совершенно не подходит по формуле $Q_{cp} = C A^{0.8}$, которая в свою очередь предназначена для определения Q_{cp} по данным A и C . Раз Q_{cp} нужно раньше получить путем многолетних наблюдений, то формула № 12 вообще теряет всякий смысл.

Иногда пытаются из числа рек, для которых тем или иным автором дана зависимость Q от A , выбрать реку, находящуюся в более и менее аналогичных условиях с той рекой, для которой нужно произвести расчет, и затем применяют для этой, специально не исследованной реки, коэффициенты, приведенные для реки аналогичной.

Но этот путь кажется нам весьма рискованным, так как, во-первых, подобие условий не поддается обычно точному цифровому выражению, а поэтому такая оценка неизбежно бывает субъективной; во-вторых же, применение к отдельным конкретным рекам коэффициентов, даваемых для целых крупных районов, может привести к ряду недоразумений.

Кроме того, и, во всяком случае, в средне-азиатских условиях, не лишен основания другой вопрос:—что считать площадью бассейна? Ведь, в бассейнах наших рек встречаются пустынные, песчаные и степные пространства, о которых можно предполагать, что они, если и влияют на размеры паводков, то не в сторону их увеличения, а, скорее, в сторону уменьшения. При прохождении через такие пространства река во многих случаях не только не получает нового, добавочного питания, но и в значительной степени теряет путем фильтрации и испарения накопленную в верховьях воду.

Таким образом, не лишено оснований предложение — исключать при вычислении паводков из площади бассейна те части его, где испарение превышает осадки.

Можно бы и дальше детализировать это предложение, сравнивая, например, осадки с испарением не за весь год, а за период с начала гидрологического года до паводка.

Можно, наконец, для рек с преимущественно ледниковым питанием принимать в расчет только площадь оледенения данного бассейна и т. д.

Для иллюстрации того, сколь недопустимо в наших условиях применять один коэффициент даже для рек одного и того же района, а также как осторожно нужно подходить к вопросу о том, что понимать под водосборной площадью, достаточно напомнить, что хотя-бы в Фергане, на расстоянии немногих десятков километров друг от друга, мы имеем реки с совершенно различным распределением факторов, влияющих на образование и размеры паводков, вследствие чего и характер прохождения и время наступления паводков коренным образом разнятся на этих реках. Так, по реке Сох мы имеем паводок в июле-августе, обусловливаемый главным образом таянием ледников в верховьях этой реки; в то же время по другим рекам той же долины, как, например, Паша-Ата-сай, Гава-сай, Кассан-сай и другим имеет место паводок гораздо более ранний, обусловливаемый главным образом накоплением осадков в бассейне этих рек за предыдущую зиму.

При сравнении размеров паводков на реках с различными метеорологическими факторами совершенно ясно выявляется зависимость паводка на реке Сох главным образом от температуры летних месяцев, а паводков на р.р. Паша-Ата-сай и др. от накопления осадков за зимние месяцы.

Очевидно, что влияние площади водосборного бассейна, а также часть общей площади бассейна, которая участвует в образовании паводка на этих двух типах рек, хотя и находящихся в одном и том же районе,—будут совершенно различны, и поэтому коэффициенты для них нужно брать разные.

Таким образом, практическое применение упомянутых формул в высшей степени затрудняется отсутствием достаточных оснований для выбора соответствующих коэффициентов применительно к той или иной конкретной реке и, в некоторых случаях, для установления части водосборной площади, участвующей в образовании паводка.

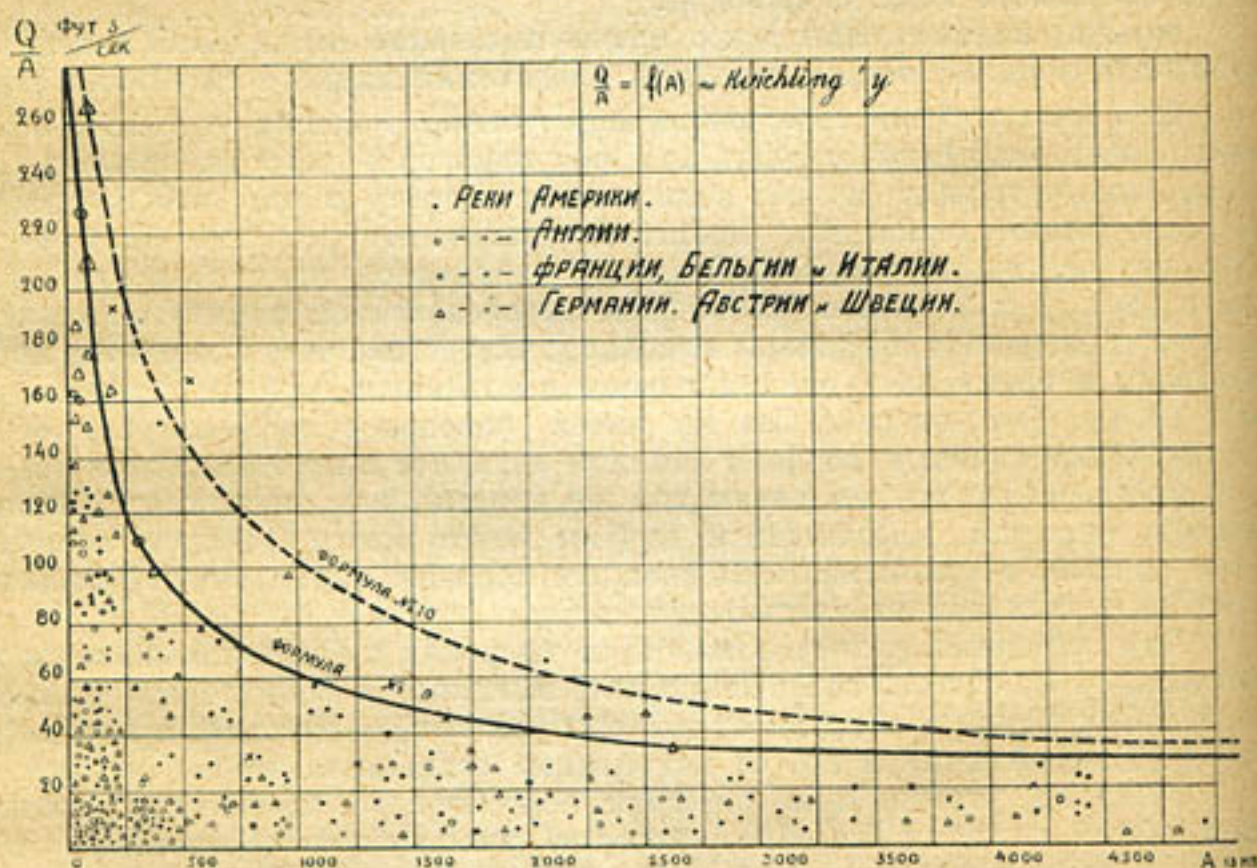
Но вне зависимости от затруднений с выбором коэффициента и площади—эти формулы вызывают сомнение и по существу своего построения. В самом деле, формулы эти чисто эмпирические и поэтому, казалось бы, что раз они выражают некоторую взаимозависимость двух переменных величин, то они должны быть получены в результате сопоставления достаточного числа соответственных значений этих переменных.

Но в то время, как можно ясно себе представить ряд действительно измеренных значений величины A (площадь бассейна), мы не можем этого сказать о ряде соответствующих им значений Q (максимально возможного паводка).

Ряд значений Q , необходимый для выяснения зависимости Q от A , не может быть получен путем непосредственных наблюдений и измерений, поскольку нельзя гарантировать, что какой-либо из реально наблюдаемых максимальных паводковых расходов есть действительно наибольший возможный расход на данном источнике.

Поэтому, для дальнейших суждений о применимости этих формул следует обратиться к вопросу о том, каким же образом и на основе каких данных эти формулы составлялись.

Указанное сомнение по существу этих формул в равной степени относится ко всем формулам, поэтому ниже, для характеристики методов составления формул (№№ 1—12 по табл. 1), мы не будем останавливаться на приемах всех авторов, тем более, что в основном эти приемы, в общем весьма схожи, а приведем лишь графики 1 и 2, иллюстрирующие методы, применявшиеся Kuichling'ом ⁶⁾ и Fuller'ом ⁷⁾.



Черт. 1.

На графике 1 в обыкновенных Декартовых координатах отложены по оси абсцисс площади в кв. милях, а по оси ординат—величины максимальных паводковых расходов рек, отнесенные к единице водосборной площади.

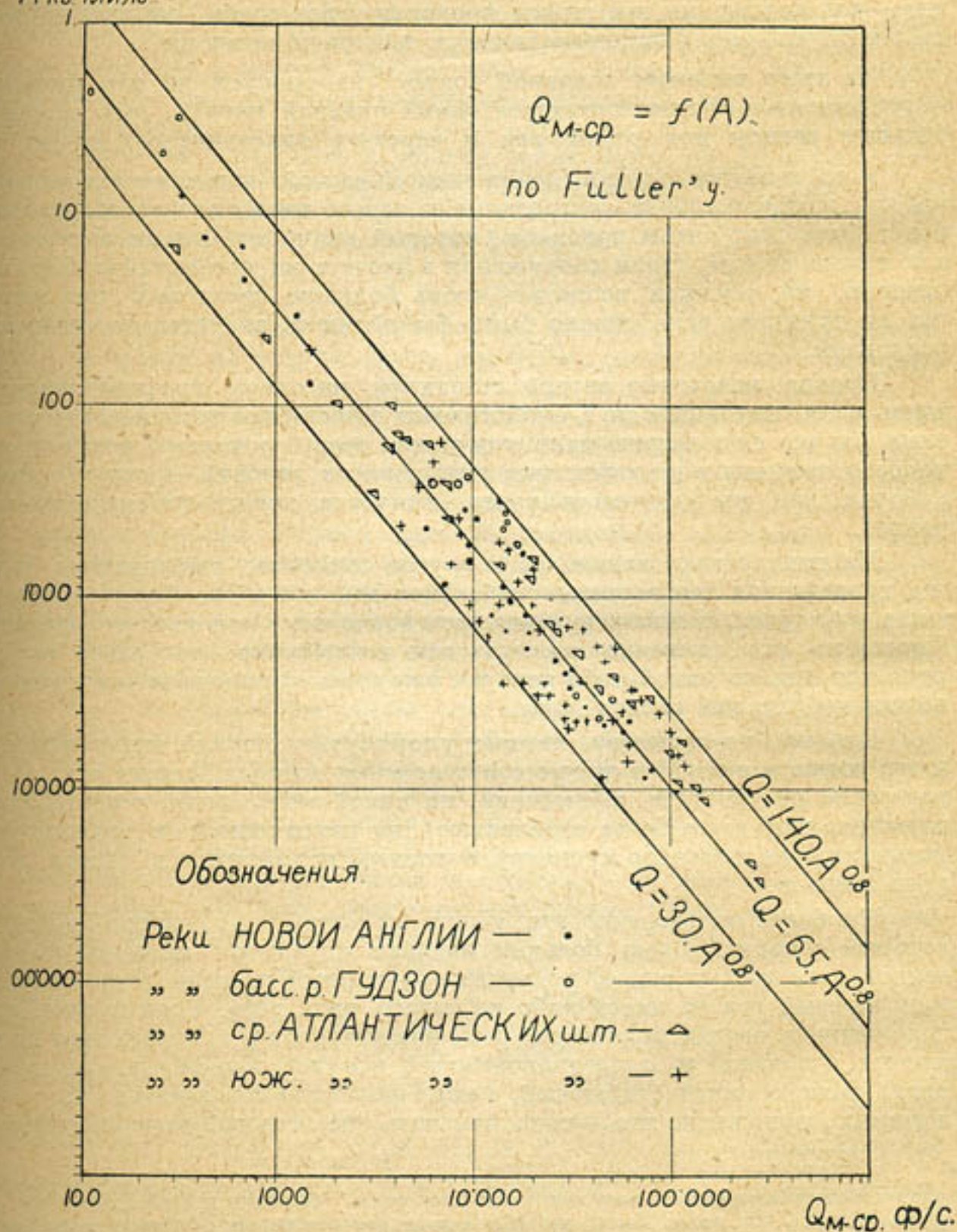
⁶⁾ Report on New-York Barge Canal, 1931.

⁷⁾ Flood Flows, Trans. Amer. Soc. Civ. Eng., 1914

Кружками, треугольниками и крестиками отмечены реально наблюдаемые величины по разным рекам.

Полагая, что в районах с более или менее однообразными естественно-историческими условиями, зависимость между Q и A должна быть, примерно, одинаковой, Kuichling пытается определить те паводковые расходы, которые приходится на единицу площади водосборного бассейна и, выбирая максимальные величины такого, как бы «удельного расхода», переносит эти величины с тех конкретных рек, на которых они были наблюдаемы, на другие реки, которые принимаются за находящиеся в аналогичных условиях.

A кв. миль



Черт. 2.

Поэтому, кривые, уравнения которых входят в формулы Kuichling'a, представляют собой верхнюю огибающую нанесенных на график точек.

Fuller (граф. 2) делает по существу такое же построение, с той лишь разницей, что, вместо Декартовых координат, применяет логарифмическую клетчатку и строит прямо зависимость $Q_{\text{ср.}}$ от A , а не $\frac{Q}{A}$ от A , как это сделано на графике 1-м.

При рассмотрении этих графиков бросается в глаза, что в то время как для одних рек кривая (на графике 1) или прямая (на графике 2) дает значения, иногда в несколько раз превышающие действительно наблюдаемые,—для других рек эти линии проходят через точки, соответствующие действительно наблюдаемым величинам или даже ниже их.

Из этого вытекает основной вопрос: не рискуем ли мы, соединяя на графике данные для разных рек одной плавной линией, дать черезчур большие запасы для одних рек и черезчур маленькие для других ⁸⁾?

И то, и другое, с точки зрения экономической, весьма нерационально, так как, в первом случае, построенные на основе такого расчета сооружения могут быть разрушены паводком, который окажется больше расчетного, а во втором случае, строя сооружения в расчете на чрезвычайно большой паводок, мы рискуем потратить очень большие средства в том месте, где по существу дела можно было бы обойтись значительно меньшими расходами.

Правда, некоторые авторы стараются на одном графике представлять реки, находящиеся в аналогичных естественно-исторических условиях, но это еще весьма мало улучшает дело, поскольку решение вопроса о наличии или отсутствии аналогичных условий в тех или иных районах, как мы указывали выше, поневоле носит субъективный характер.

На ряду с этим возникает и другое сомнение: где гарантия того, что проведенная так верхняя огибающая действительно будет проходить выше всех точек, соответствующих всем возможным паводковым расходам? Проверить это сомнение теоретически невозможно, поскольку нельзя ручаться, что по какой-либо реке мы уже зарегистрировали максимально-возможный по ней расход воды.

Однако, по существу, авторы упомянутых формул видят решение этого вопроса именно в таком сопоставлении данных о ряде рек, и перенесение результатов наблюдений на какой-либо одной реке на реки соседние, или даже более отдаленные, но находящиеся в аналогичных условиях,—является по существу основным положением в методе всех этих авторов.

Наиболее определенно эта мысль, пожалуй, выражается Fuller'ом, который говорит: «очень большие паводки случаются на одной определенной реке весьма редко, но экстраординарный паводок можно наблюдать каждый год на какой-либо из целого ряда рек». Если принять это положение и рассматривать ряд рек, находящихся в действительно идентичных условиях, то с предположением, что все возможные максимумы лягут ниже верхней огибающей, можно как-будто согласиться. Но, к сожалению, положение это нужно признать, по меньшей мере, недоказан-

⁸⁾ Fuller, между прочим, сравнивая свои формулы с другими отмечает, что они дают черезчур преувеличенные значения для очень больших и очень малых рек, и оговаривается, что, может быть, это объясняется недостаточным количеством наблюдений для таких, вообще говоря, редко встречающихся рек.

ным и страдающим той же интуитивностью и суб'ективизмом, который отмечен нами в вопросе о подборе рек, находящихся в аналогичных условиях.

Сомнение в правильности приведенного выше основного тезиса Fuller'a было высказано еще в дискуссии по его докладу о паводках в Американском О-ве Гражданских Инженеров А. Morgan'ом, который привел ряд конкретных данных, показывающих, что, несмотря на большое разнообразие климатических и др. условий на территории Сев.-Америк. Соединенных Штатов, исключительно большие паводки наблюдались на ряде рек в самых отдаленных друг от друга районах в один и тот же год⁹⁾. Из этого следует, что один год, отличающийся такими большими паводками, может сразу довольно резко изменить картину и заставить перестроить составленные на основании прежних данных формулы.

Между прочим, и Kuichling и Fuller сами вынуждены были согласиться с тем, что в первый же год после того, как ими были предложены их формулы, некоторые паводки превысили намеченные этими авторами пределы.

Раньше чем переходить к общему заключению по всем формулам, обратимся к рассмотрению двух последних формул в таблице 1. Они представляют по существу одно целое с формулой № 12 и можно бы их все три представить в виде одной формулы:

$$Q_{\max} = CA^{0,8} \cdot (1 + 0,8 \log T) \cdot (1 + 2 A^{-0,3}).$$

Но, так как каждая из трех формул выражает совершенно отдельную, в трактовке их автора, идею, мы будем, удобства ради, следовать его разбивке.

Формула № 12 выражает зависимость Q от числа лет наблюдений или от числа лет, на которое рассчитывается сооружение. Особое внимание, которое обращает Fuller на значение элемента времени, является безусловным шагом вперед в изучаемом вопросе¹⁰⁾.

Однако, попытка Fuller'a дать математическое выражение зависимости Q от T представляется нам далеко недостаточно обоснованной. Обратив внимание на то, что при увеличении числа лет наблюдений размеры максимальных расходов, которые удается зарегистрировать, вообще говоря, увеличиваются, он, не подвергая вопрос о размерах, частоте и повторяемости паводков глубокому анализу, просто наносит свои данные на логарифмическую клетчатку и затем пытается провести на этой клетчатке прямую линию, наиболее близко проходящую около нанесенных на клетчатку точек. Так как наблюдений за достаточно продолжительные периоды по одной и той же реке не имеется, он располагает в один ряд наблюдения по всем рекам, о которых у него есть сведения, и рассматривает этот ряд, как наблюдения по одной реке за 1672 года. В результате таких построений он получает несколько прямых линий, которым соответствуют разные уравнения, связывающие Q , $Q_{\text{ср}}$ и T , следующего вида:

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\text{ср}} (0,7 + 0,76 \log T) \\ Q &= Q_{\text{ср}} (0,9 + 0,76 \log T) \\ Q &= Q_{\text{ср}} (1,0 + 0,75 \log T) \\ Q &= Q_{\text{ср}} (0,67 + 0,83 \log T) \text{ и т. п.} \end{aligned}$$

⁹⁾ А. Е. Morgan. Discussion on Flood Flows. Trans. Am. Soc. Civ. Eng.

¹⁰⁾ Попытка введения T в формулы для определения Q была сделана, насколько нам известно, впервые еще в 1896 году R. E. Horton'ом, предложившим следующую формулу $Q = \frac{4021,5 T^{1/4}}{A}$, не получившую, правда, распространения.

Затем Allen Hazen'ом в 1910 г. также было обращено внимание на значение элемента времени.

В формулу же Fuller вводит, повидимому, ради упрощения, только один коэффициент при T для всех рек и районов и выражает зависимость Q от $Q_{\text{ср}}$ и T в следующей форме:

$$Q = Q_{\text{ср}} (1 + 0,8 \log T).$$

Такая форма зависимости кажется нам весьма мало пригодной для практического применения, не говоря уж о том, что с принципиальной точки зрения она, по нашему мнению, совершенно не соответствует природе вещей, хотя бы потому, что при увеличении T , Q возрастает беспредельно.

Рассмотрим раньше вопрос о практическом применении этой формулы. Величина среднего многолетнего максимума $Q_{\text{ср}}$ получается из формулы № 12:

$$Q_{\text{ср}} = CA^{0,8}.$$

Чтобы получить возможный максимальный расход Q по формуле № 12, нужно задаться некоторым значением величины T .

Эта величина при составлении формулы представляла собой число лет, за которое имеются наблюдения. При пользовании же формулой T должно выражать число лет, на которое рассчитывается сооружение. Другими словами, можно бы выразить это так: если паводок с максимальным расходом Q случается раз в T лет, то сооружение, срок службы которого предполагается те же T лет, должно рассчитываться на пропуск максимального расхода Q .

Fuller оговаривается, что он исходит из предположения о равномерности распределения паводков по периодам, и полагает, что такое предположение не должно давать больших ошибок. Но даже если согласиться с этим предположением, то остается другое, весьма существенное, на наш взгляд, сомнение: не окажется ли намеченный срок службы или период T частью другого, большего периода T' , притом такой частью, на которую придется паводок, соответствующий не периоду T , а периоду $T' > T$, и не окажется ли поэтому наш расчетный паводок Q_T меньше действительного $Q_{T'}$.

Для пояснения мы позволили бы себе повторить эту мысль еще в такой форме: разве можно ручаться, что счет лет и периодов в природе начнется как раз с момента постройки нашего сооружения? Наоборот, не окажется ли второй год его службы, скажем, 1002-м, с точки зрения счета периодов повторяемости паводков на данной реке, и тем самым не будет ли наше сооружение, рассчитанное, предположим, на 50-летнюю службу (и на случающийся раз в 50 лет паводок), разрушено в первый же год паводком, случающимся раз в 1000 с лишним лет?

Таким образом, с точки зрения постройки одного сооружения даже выбор величины T , значительно превосходящей намечаемый срок службы сооружения, не гарантирует нас от неожиданно больших и разрушительных паводков, конечно, при условии, если мы согласимся, что зависимость между Q и T имеет указываемую Fuller'ом форму.

Сам автор формулы № 12 по существу, хотя и не в явной форме, признает высказанное сомнение. Этим можно объяснить его указание, что для сооружений крупных, дорогих, особо-важных, разрушение которых может принести большие убытки, а также для сооружений, которые по конструкции своей не допускают превышения расчетных количеств воды (напр., для земляных плотин)—следует выбирать возможные большие значения T ; что же касается сооружений более мелких,

временных и не столь важных, разрушение которых не может принести столь больших убытков, а также по конструкции своей допускающих некоторые перегрузки без особого ущерба, то он рекомендует ограничиваться сравнительно небольшими значениями T . Вполне естественно, что сам автор не решается указать конкретно рекомендуемые им значения T для разного рода сооружений.

Вытекающая из сказанного неопределенность в выборе величины T , по существу, сильно понижает практическую ценность формул Fuller'a и вносит тот элемент субъективной интуиции и произвола, который вряд ли можно признать допустимым при рациональном проектировании.

Некоторый реальный смысл указанная формула приобретает, если говорить не о постройке одного сооружения, а о достаточно большом количестве их на разных реках и в разных районах.

В таком случае, если, например, зададимся для всех сооружений величиной $T = 100$ лет, то можно сказать: каждое из этих сооружений рассчитано на паводок, случающийся раз в 100 лет. Если невозможно абсолютно гарантировать для каждого сооружения в отдельности, что в первые же годы его службы оно не будет разрушено паводком, превысившим расчетный, то относительно всех сооружений вместе (при достаточном их числе) с известной долей вероятности можно утверждать, что в среднем в год будет разрушаться не более одного из каждой сотни сооружений.

При такой постановке вопроса можно уже даже производить расчет, выгоднее ли строить все сооружения с большим запасом, тем самым несколько дороже, или открыто идти на ежегодную потерю некоторой части дешевле стоящих сооружений.

Такую, так сказать, «страховую» точку зрения, требующую для своего оправдания громадного развития массового строительства, мы пока не выдвигаем для решения стоящих перед нами в настоящий момент задач.

Если обратиться к рассмотрению формулы № 13 не только с точки зрения способов ее практического применения, но и по существу выражаемой ею зависимости, нельзя не согласиться с тем, что соответствие такого рода формулы природе вещей более чем сомнительно.

Как уже отмечено, при возрастании T значения Q по этой формуле возрастают беспредельно, между тем, нетрудно показать, что совокупность максимальных паводков во времени должна быть совокупностью, ограниченной сверху.

В самом деле, разобравшись в факторах, влияющих на образование и размер паводка, можно эти факторы раньше всего разбить на две группы. К первой группе мы отнесем факторы, являющиеся величинами постоянными для данной реки. К такого рода факторам следует отнести ряд основных физических характеристик бассейна, его форму, размеры, уклоны, характер русла, емкость естественных водохранилищ—озер, болот, площадь оледенения и т. д. В пределах одного геологического периода эти факторы можно считать неизменными, а за пределы геологических периодов мы не можем экстраполировать наблюдаемые нами эмпирические закономерности в рассматриваемой области и, тем более, назначать сроки службы сооружений. Поскольку влияние этих факторов на ход и размеры паводка из года в год остается постоянным, они не могут быть причиной паводка бесконечно больших размеров. Факторы другой группы, хотя и меняющиеся во времени (количество осадков, температура, влажность почвы и т. д.) не могут, однако, принимать сами бесконечно больших значений и тем самым не могут образовать бесконечно большого паводка на реке.

Сомнение в достаточной обоснованности этой формулы (№ 13) высказывали, между прочим, М. Knowles и G. B. Pillsbury в своих письмах Американскому О-ву гражданских инженеров в 1913-1914 году¹¹⁾. Помещаемый ниже график черт. 3, составленный по материалам этих авторов, показывает, как прямая (в логарифмической анаморфозе) соответствующая формуле Fuller'a, расходится с кривой, соответствующей нормальному закону ошибок и с рядом точек, отвечающим действительно наблюдаемым паводкам на реке Allegheny.

По этому графику видно, что формула Fuller'a дает преуменьшенные значения для Q при малых T и преувеличенные при больших.

Формула № 14 выражает зависимость между действительно максимальным расходом (по существу своему мгновенным) и средним расходом за те сутки, в течение которых этот максимум наблюдался.

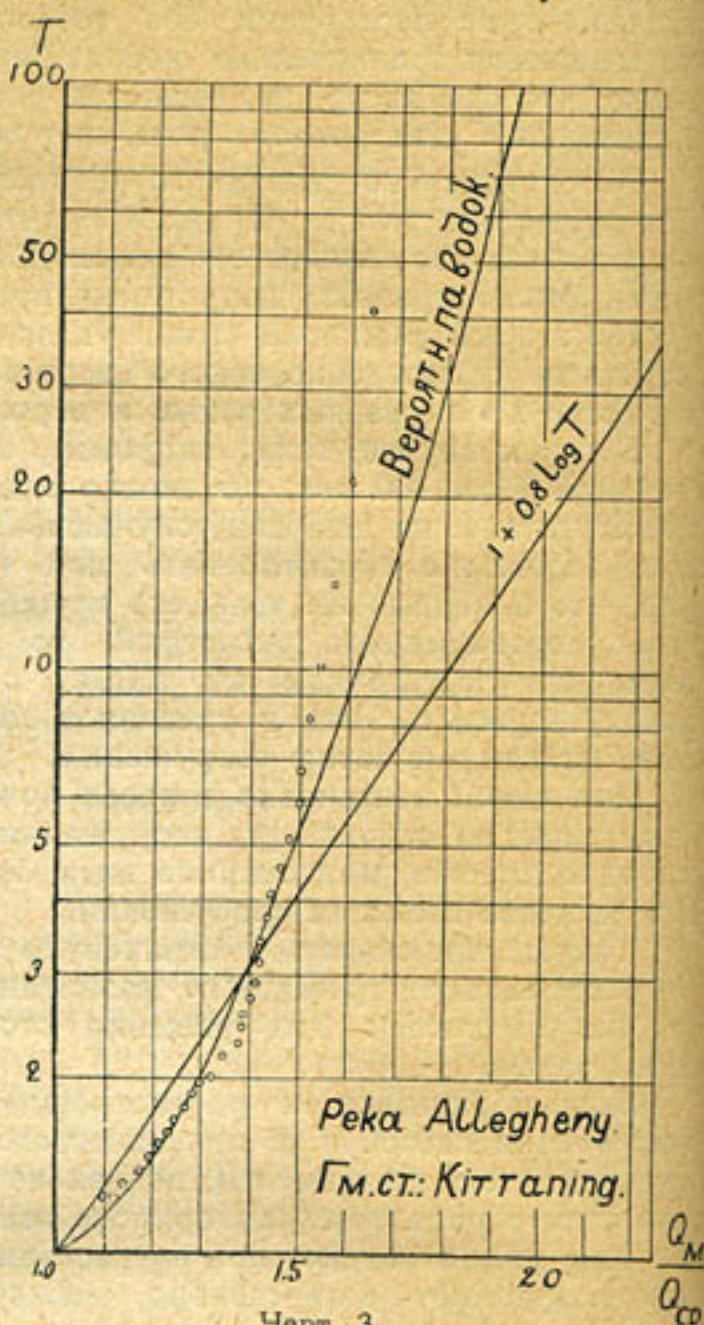
Поскольку зачастую при рассмотрении гидрометрических данных приходится иметь дело именно с последними, т. е. средне-суточными расходами, постольку вопрос о зависимости $Q_{\max}$ от $Q_{\text{пав. 24}}$ (или просто Q в обозначении табл. 1) приобретает серьезное значение.

Хотя в приводимых ниже разработках гидрометрических материалов мы пользовались всегда действительно максимальными наблюдаемыми, а не средними за сутки расходами, мы считаем все же целесообразным немного остановиться на этой формуле (см. черт. 4 на след. стр.).

Для составления ее Fuller'ом применен уже упомянутый выше характерный для него и вообще для американских инженеров метод построений на логарифмической клетчатке. График черт. 4 воспроизводит применение этого метода в данном случае и особых пояснений не требует.

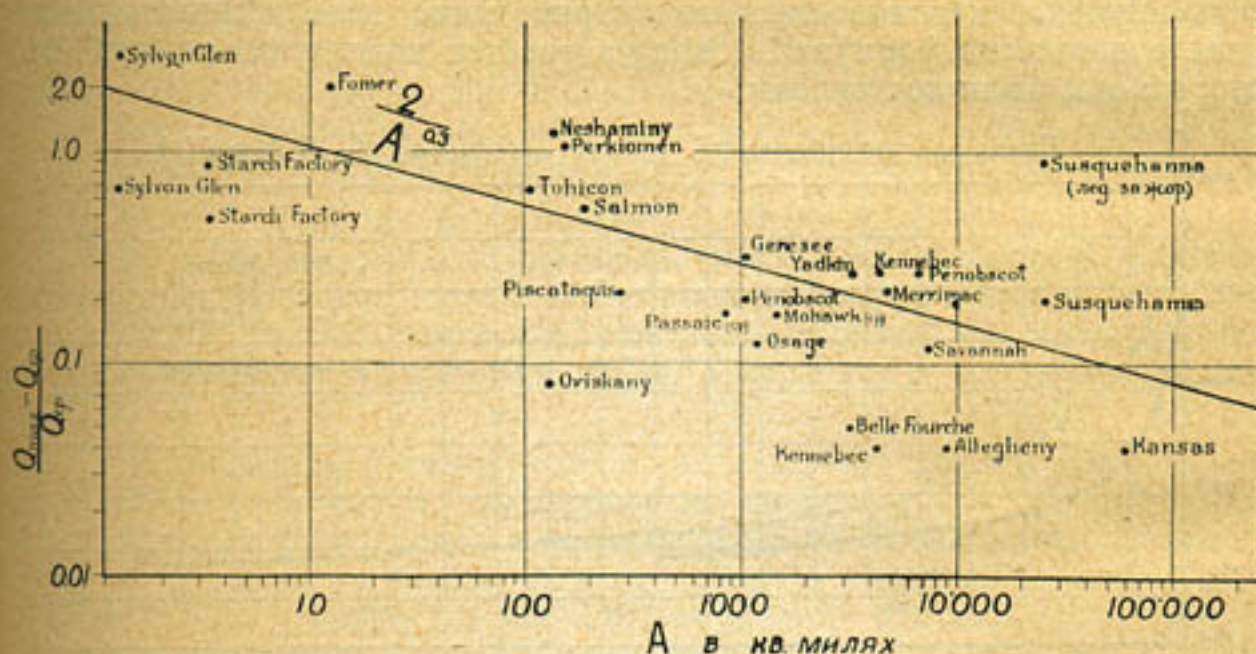
Самим автором формулы, не говоря уже о его оппонентах, высказывается сомнение, что зависимость, выявленная на наблюдениях при сравнительно невысоких паводках, сохранится в том же виде и при максимально возможном паводке.

Не предлагая принять формулу № 14 за действительно верное изображение существующей в природе картины, мы хотели бы подчеркнуть целесообразность дальнейшей разработки этого вопроса. Может быть,



¹¹⁾ Proceedings Am. Soc. Civ. Eng. 1913 и 1914.

в наших условиях удастся обнаружить более тесную связь превышения $Q_{\text{нах.}}$ над Q , предположим, не с площадью бассейна, а с длиной реки, уклонами и т. д. От этого важность и интересность выдвинутого Fuller'ом вопроса не умаляется. Однако, разработка этого вопроса выходит из рамок настоящей работы, и поэтому мы в данном случае ограничимся сделанными замечаниями.



Черт. 4.

Сам Fuller подчеркивает, что он предлагает свои формулы, как основную схему для систематизации и разработки данных исследований по тому или иному отдельному району или конкретному водотоку. Отдавая должное работе Fuller'a, отличающейся исключительным обилием тщательно обработанного материала и ценной по ряду новых мыслей, мы должны все же отметить, что он несколько грешит против этой своей же оговорки и увлекается упрощенными построениями, которые могут трактоваться как всеобъемлющие. В самом деле, нетрудно себе представить, что инженер, перед которым стоит какая-либо конкретная задача, вынужден будет, за отсутствием других данных, применять предложенные Fuller'ом формулы в таком общем виде, не взирая на упомянутую оговорку, которая, кстати сказать, обычно совсем не приводится теми справочниками, в которых формулы Fuller'a можно встретить в качестве рекомендуемых.

Итак, подробное рассмотрение формул, предложенных разными авторами и применявшихся при составлении различных проектов, приводит к заключению, что эти формулы (и подобные им) применять непосредственно в наших условиях в высшей степени рискованно и даже совершенно недопустимо без специальных исследований этого вопроса другими методами.

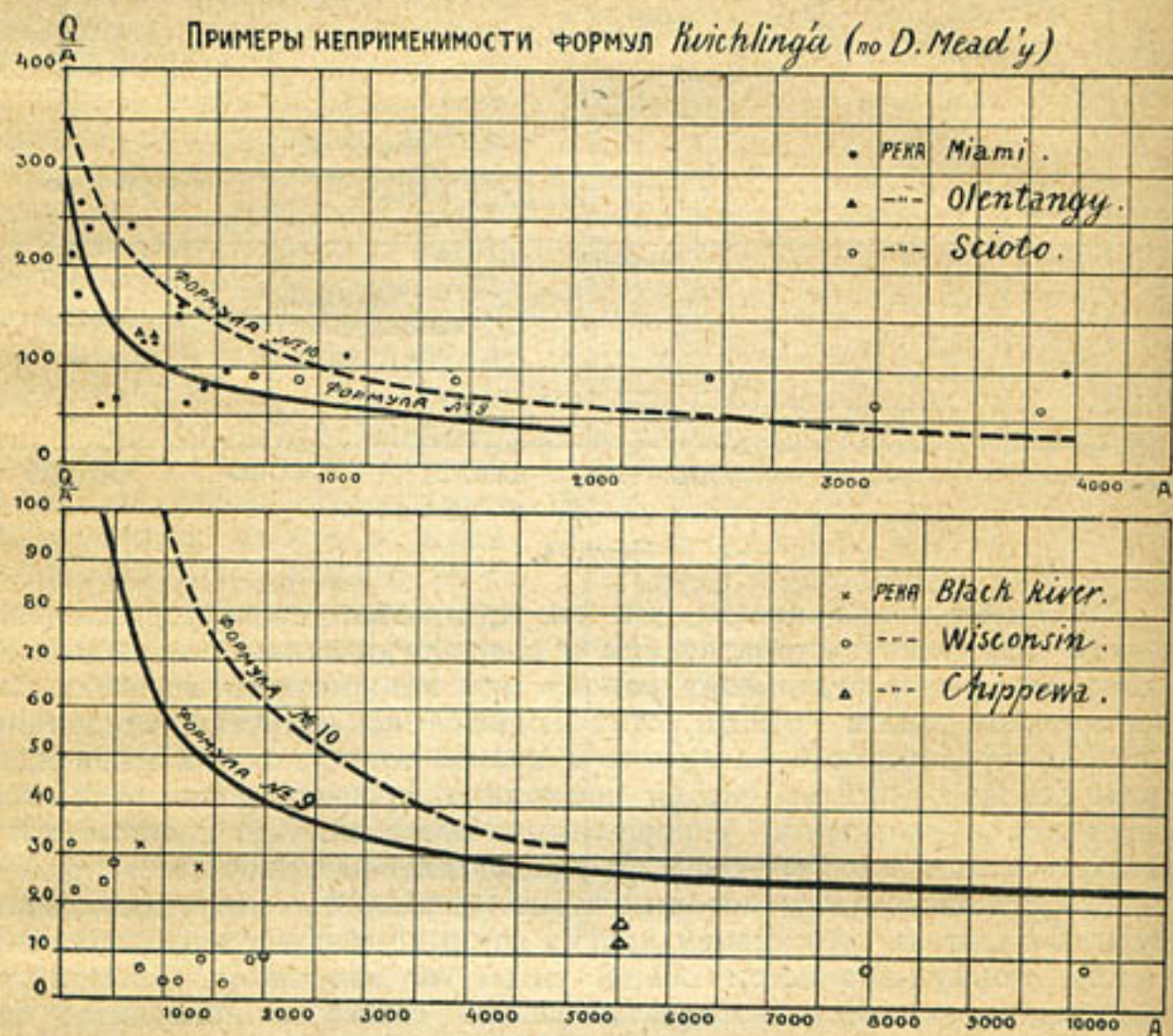
Основательность такой точки зрения подтверждается также мнениями ряда крупнейших гидрологов и гидротехников по этому вопросу. Так, например, у D. W. Mead'a находим следующие замечания:

«Применение удельного расхода, выведенного на основании наблюдений в других местностях или из формул, базирующихся на неизвестных или чуждых рассматриваемой местности условиях, совершенно непростительно, хотя эти формулы и могут служить грубой ориентировкой при исследованиях. Нужно всегда помнить, что каждая проблема по

существо самостоятельна и должна быть подвергнута специальному исследованию, а не решаться на основе данных общего характера»¹²⁾.

«К сожалению, ограниченная применимость такого рода формул не всегда учитывается. Ими пользуются без надлежащей осторожности, благодаря чему нередко получаются вредные результаты»¹³⁾.

Тот же автор приводит помещаемые ниже графики (черт. 5 и 6), с исключительной наглядностью иллюстрирующие недопустимость применения в частности формул Kuichling'a вне тех конкретных условий, для которых они были составлены.



Черт. 5 и 6.

Kuichling составлял свою формулу главным образом для условий долины реки Mohawk. Для этого он сравнивал, как показано на графике № 1, реки разных стран, находящиеся в условиях аналогичных, по его мнению, с указанной рекой. D. Mead считает, что условия долины рек Miami, Scioto и Olentangy, а также Black River, Wisconsin и Chippewa можно считать аналогичными реке Mohawk с не меньшим основанием, чем реки Франции, Англии и др., которые были введены Kuichling'ом в его графики.

Однако, как видно из графика № 5, формула Kuichling'a дает уменьшенные результаты для первой группы рек. Из этого Mead заключает, что если бы на этих реках были построены сооружения, рассчитанные по Kuichling'у, то они оказались бы не соответствующими своему назначению.

¹²⁾ Daniel W. Mead. Hydrology p. 579.

¹³⁾ Ibidem p. 581.

График № 6 показывает, что для второй группы рек формула Kuichling'a дает, наоборот, сильно преувеличенные значения удельных расходов, неизбежно ведущие, при пользовании этой формулой в данном случае, к чрезмерной стоимости сооружений.

Рассмотрение гидрометрических материалов по рекам Сев. Америки ¹⁴⁾ приводит к заключению, что, например, даже в пределах одного штата различные реки систематически дают различные величины «удельного паводкового расхода». Так, в штате Wisconsin река того же названия дает величины удельного паводкового расхода, примерно, вдвое превышающие эти величины по рекам Rock и Fox, в то время, как Black River превышает в этом отношении реку Wisconsin процентов на пятьдесят ¹⁵⁾.

Если теперь принять во внимание, что в средне-азиатских условиях характер рек меняется в пределах отдельных районов во всяком случае не в меньшей степени, чем в Сев. Америке, то замечания наши и сомнения о допустимости применения у нас этих формул должны быть еще усилены.

Д. И. Кочерин, в своей работе о среднем стоке в Европейской части СССР ¹⁶⁾ приходит, в результате произведенной им обработки весьма обширного материала, к заключению, что даже в пределах одного и того же бассейна «в чистом виде зависимость стока от площади чрезвычайно трудно проследить, так как, увеличивая площадь стока, мы неизменно сталкиваемся с уменьшением единообразия физических условий бассейна, при чем неоднородность условий оказывает сильное влияние на сток, затушевывая влияние собственно размеров бассейна». Это заключение вполне применимо и к изучаемому вопросу о максимальных расходах.

III. Расчет максимального паводка. Придя к таким заключениям, мы вынуждены были для решения стоящей перед нами задачи заняться специальной, самостоятельной разработкой вопроса о максимальных расходах, на основе конкретного материала по нашим рекам, используя в отдельных случаях для проверки методов материал по рекам других стран.

Излагая ниже основной ход мыслей в этой работе и те результаты, к которым мы пришли, считаем необходимым оговориться, что работа даже в области методологической, не говоря уже о конкретном применении к отдельным рекам во всем своем объеме еще далеко не закончена и потребует еще весьма длительной и всесторонней разработки. Тем не менее мы считаем необходимым ознакомить с имеющимися результатами широкие круги, в первую очередь работников средне-азиатской ирригации, чтобы, с одной стороны, оказать посильную помощь в решении вопросов, которые жизнь ставит перед ними уже теперь весьма настойчиво; с другой стороны, чтобы открыть широкую возможность критики, обмена мнениями и инициативой, без чего немыслима никакая исследовательская деятельность.

Выявленное выше отсутствие удовлетворительных критериев для подбора аналогичных рек, заставило нас в основу работы положить изучение каждой реки отдельно.

¹⁴⁾ Reports of Floods, U. S. Geological Survey, Water Supply Papers.

¹⁵⁾ D. Mead Op. cit. p. 584.

¹⁶⁾ Д. И. Кочерин. Средний многолетний, годовой и месячный сток в Европейской части Союза. Труды Моск. Ин-та Инженеров Транспорта, вып. VI, 1927.

Делать какие-либо сравнения и сопоставления, а тем более поиски общих для целых районов коэффициентов и закономерностей, мы считаем возможным только после того, как будут всесторонне и совершенно индивидуально проработаны материалы по отдельным рекам. От всяких решений по аналогии мы должны во всяком случае в теперешней стадии безусловно отказаться и предостеречь всех, кто бы попытался стать на такой путь.

На задаваемый иногда вопрос: «а как же быть с реками, где нет или недостаточно гидрометрических наблюдений» мы должны категорически ответить: «ставить на них наблюдения и не начинать строительства, пока не выясните, с каким количеством воды нам придется иметь дело. Ирригационное строительство без точных гидрометрических исследований совершенно немыслимо, и подменять действительные наблюдения какими-либо общими формулами совершенно недопустимо».

Разрабатывать стоящий перед нами в данном случае вопрос о максимальных расходах можно только на основе достаточного количества наблюдений.

Сколько же лет наблюдений достаточно?

С этого вопроса мы и начали разработку нашей темы. В отношении гидрометрических исследований Средняя Азия находится до некоторой степени в лучшем положении, чем другие части СССР. При всей недостаточности этих исследований, все же здесь у нас имеются данные по основным источникам за сравнительно продолжительные сроки, а, главное, довольно точные с большим количеством реально измеренных однообразными методами расходов.

РЕКИ	Число годовых работ	Число измерен. расходов воды
р. Нарын, ст. Уч-Курганская	29 (1900 - 1928)	600
р. Кара-Дарья, ст. Кампыр-Раватск. .	11 (1910—1928)	265
р. Сыр-Дарья, ст. Запорожская	31 (1898 - 1928)	1000
р. Чирчик, ст. Чимбайлыкская	29 (1900 - 1928)	570
р. « ст. Чиназская	17 (1910 - 1928)	631
р. Зеравшан, ст. Дупулинская	18 » »	417
р. Магиан-Дарья, п. Суджинский	18 » »	400
р. Ак-Дарья, п. Пейшамбинский	14 » »	349
р. Кара-Дарья, п. Кош-Тегерменский .	14 » »	345
р. Аму-Дарья, ст. Керкинская	15 » »	309
р. Чу, ст. Константиновская	18 » »	659
р. Или, ст. Илийская	17 » »	521

Поэтому, хотя ряд рек еще совершенно недостаточно освещен в гидрологическом отношении, по ряду рек уже можно пытаться делать некоторые выводы на основе многолетних наблюдений.

Нам представляется, что в данном случае следует базироваться, в первую очередь и, главным образом, на гидрометрических наблюдениях, отодвигая разработку метеорологических и др. данных (для настоящего случая) на второй план.

К такому выводу мы приходим не потому, что мы располагаем в Ср. Азии гидрометрическим материалом, более полным и надежным, чем метеорологическим, но потому, что мы видим некоторые принципиального свойства преимущества выводов, сделанных из самостоятельной разработки гидрометрических данных.

В самом деле, речной паводок, представляющий собой, вообще говоря, весьма сложное явление, зависящее от целого ряда различных факторов, отражает в себе как абсолютные размеры тех или иных факторов (например, осадков, температур, площади оледенения и т. д.), так и взаимоотношения этих факторов и, так сказать, роль или «долю участия» каждого фактора в образовании паводка. Если абсолютные величины этих факторов мы так или иначе можем получить путем непосредственных наблюдений, то роль каждого фактора в образовании паводка учесть для каждого случая весьма трудно. Поэтому изучение самих гидрометрических данных, как отражающих общее влияние всех факторов вместе взятых, представляет особый принципиальный интерес.

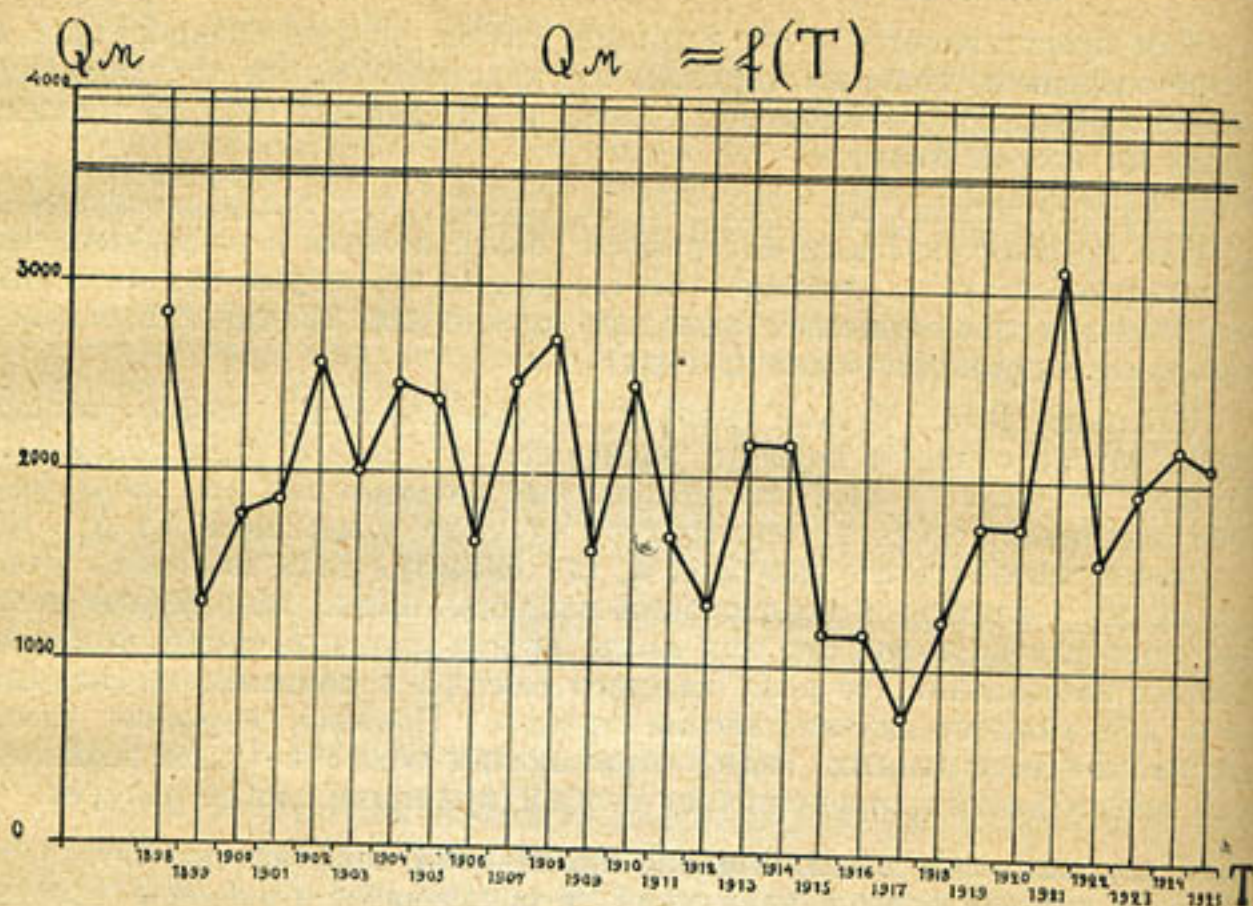
Представляется исключительно заманчивой попытка изучить в отдельности каждый фактор, влияющий на образование и размеры паводка на данном источнике (температуры, осадки, влажность почвы, паводки на притоках), вычислить эмпирические вероятности значений каждого фактора, благоприятствующих наибольшему паводку и, перемножив эти вероятности, получить вероятность случиться этим значениям всем вместе, т. е. вероятность максимального паводка.

Но, к сожалению, достаточными данными для такой попытки мы еще не располагаем и поэтому вынуждены обращаться к рассмотрению рядов гидрометрических наблюдений, в которых самой природой учтено суммарное влияние всех наших факторов, вместе взятых.

Итак, обратимся к рассмотрению гидрометрических данных. Предположим, что мы ведем наблюдения на какой-либо определенной реке и следим за тем, какие максимальные паводковые расходы на ней случаются. Так как нам нужно не ошибиться, в первую очередь, в сторону преуменьшения максимально-возможного паводка, предположим, что мы попали на самый неблагоприятный год, т. е. на год с наименьшим паводком. Но так как вероятность, что все факторы будут иметь значения, благоприятствующие минимальному паводку, должна быть, повидимому, очень мала, то тем более трудно допустить, что при наблюдениях 2 года подряд мы опять попадем на такой же минимальный паводок.

Развивая эту мысль дальше, мы должны предположить, что по мере увеличения периода наблюдений, даже при самых неблагоприятных условиях, в сферу наших наблюдений должны попадать паводки все больше и больше и, при достаточно большом числе лет наблюдений, с какого неблагоприятного года мы бы ни начали свои наблюдения, мы должны будем, в конечном счете, стать свидетелями сколь угодно большого из возможных на данном водотоке паводка.

Для проверки того, насколько это предположение, в пределах имеющегося материала, соответствует действительному положению вещей, сделаем следующую выборку из наблюдений, например, по реке Сыр-Дарье, у Запорожской гидрометрической станции.



Черт. 7.

На графике черт. 7 даны значения Q_m за период 1898—1925 г.

Предположим, что мы имеем всего 1 год, и притом самый неблагоприятный из этого периода. Таким годом является 1917 с $Q_m = 737 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Предположим дальше, что мы ведем наблюдения два года подряд.

Эти 2 года могут быть первым и вторым (в хронологическом порядке из имеющихся у нас 30 лет наблюдений), 2-м и 3-м, 3-м и 4-м и т. д.

Выпишем максимумы за каждое из этих двухлетий и выберем из полученного таким образом ряда Q_m — наименьший, т. е. соответствующий наименее благоприятной комбинации.

Этот «наименьший максимум» мы обозначим Q_{m2} , где индекс обозначает число лет в группе.

В данном случае $Q_{m2} \approx 1100 \text{ м}^3/\text{сек.}$

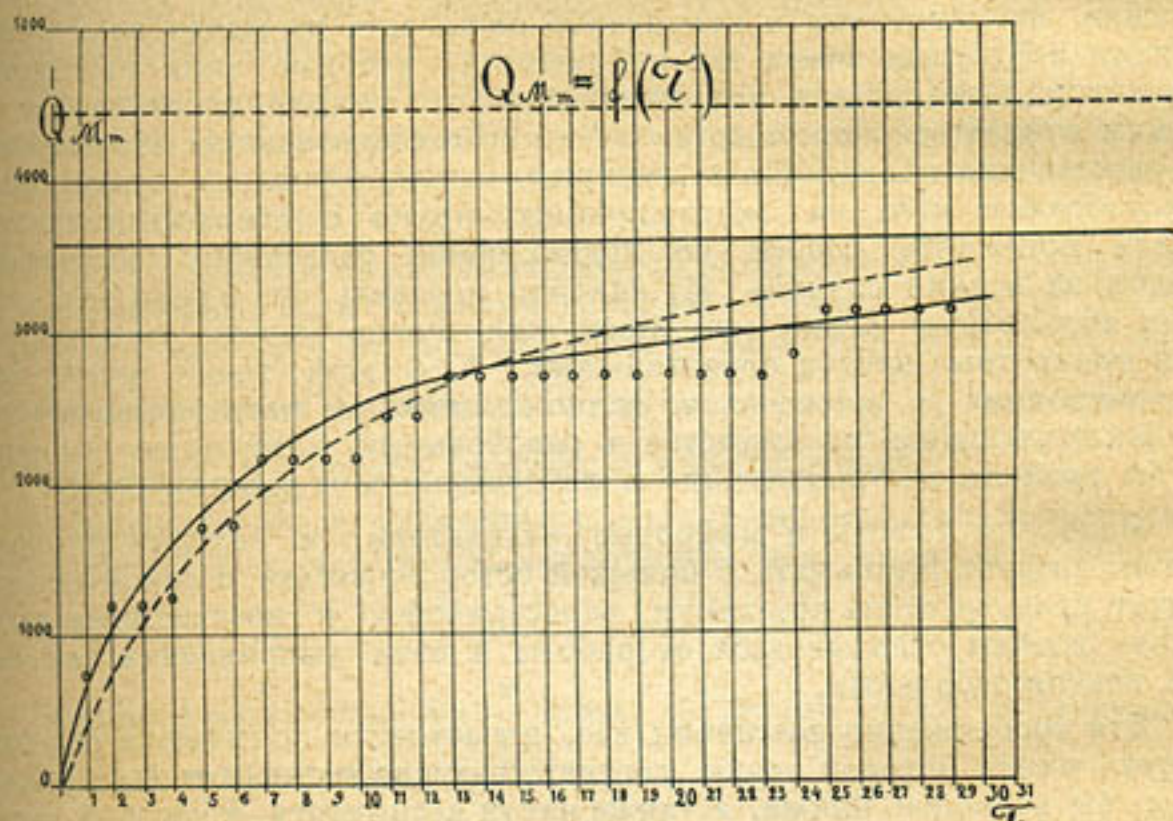
Совершенно таким же способом мы можем найти Q_{m3} , Q_{m4} ...

Такую же выборку мы можем сделать и по графику черт. 7. Возьмем прямолинейный отрезок, равный в принятом масштабе числу лет в группе и будем стараться как-бы опереть его на нашу зубчатую линию, выражающую зависимость $Q_m = f(\tau)$, стараясь опустить его возможно ниже, оставляя его при этом параллельным оси абсцисс.

Ясно, что только отрезок, соответствующий 2 годам, сможет опуститься до ординаты 1100 $\text{м}^3/\text{сек.}$ Всякий больший отрезок нельзя опустить так низко. И чем больше мы возьмем отрезок, тем на более высокой ординате он будет «подпираться» нашей кривой.

Другими словами, существующее в природе чередование паводков не допускало в течение исследуемого периода комбинации из, например, 2-х лет подряд, в течение которых не был наблюден паводок более 1100 мет. в сек.

Составивши любым из указанных способов ряд значений $Q_{\text{мм}}$, мы наносим их на график фиг. 8, выражающих зависимость $Q_{\text{мм}}$ от τ ; τ мы будем обозначать число лет наблюдений в отличие от T , представляющего собой расположенные в хронологическом порядке года на графиках типа гр. черт. 7.



Черт. 8.

Этот график показывает, как по мере увеличения числа лет наблюдений возрастают размеры того максимального расхода, который мы должны зарегистрировать, если даже попадем в самый неблагоприятный в смысле многоводности период.

При рассмотрении этого графика, так же как и приводимых ниже построенных по тому же способу графиков для других рек, бросается в глаза, что сначала ряд точек, соответствующих значениям $Q_{\text{мм}}$ идет круто вверх, а затем становится все более и более пологим. Другими словами, при переходе от одного года наблюдений к двум, от 2-х к 3-м, 4-м, 5-ти и т. д. мы имеем резкие увеличения наблюденных максимумов, но при переходе, скажем от 20 к 22 превышение становится весьма незначительным.

Такой характер нашего ряда можно бы выразить следующим образом: чем дольше мы ведем наблюдения на данной реке, тем все меньше и меньше мы можем наблюдать отклонений от уже зарегистрированных нами явлений в области режима этой реки.

Это приводит нас естественно к предположению о возможности существования предела, к которому стремится величина $Q_{\text{мм}}$ при увеличении τ , что вполне согласуется с высказанным нами выше предположением, что совокупность максимальных паводков должна быть ограниченной сверху. Нужно, конечно, заранее оговориться, что говоря о возможности существования в данном случае предела $Q_{\text{мм}}$, а, тем более, пытаясь найти этот предел, мы становимся на путь экстраполяции, весьма опасный, если не сказать недопустимый с чисто теоретической точки зрения.

Отдавая себе совершенно ясный отчет в этом вопросе, мы все же должны прийти к заключению, что это совершенно правильное по существу замечание не должно ни в коем случае привести к отказу от каких-либо попыток в отыскании пределов возможных паводков.

Ведь, не только во всякой проектировке, но и во всяком нашем действии, направленном к какой-либо цели, есть не малая доля экстраполяции в будущее время тех наблюдений, которые нами произведены в прошлом. Отказываясь принципиально от экстраполяции вообще, мы должны отказаться по существу от всякого строительства. Но поскольку это невозможно и даже бессмысленно, постольку гораздо правильнее и целесообразнее идти на экстраполяцию прямо с открытыми глазами, нежели применять совсем не поддающиеся серьезному обоснованию «запасы на всякий случай». И, наконец, мы ведь не задавались целью найти абсолютную истину, мы ищем, как лучше решить стоящие перед нами конкретные задачи строительства. А с этой точки зрения наша «экстраполяция во времени», во всяком случае, не менее позволительна, чем заключающаяся по существу в разобранных нами выше формулах, как бы двойная экстраполяция—и во времени и в пространстве.

Ясно, что выводы и цифровые результаты, к которым мы можем прийти, следует принимать с большой осторожностью, в самой методике следует предусмотреть максимум перестраховок и независимых проверок, но вообще отказываться от работы в этом направлении нам казалось нецелесообразным.

Эти соображения заставили нас, в частности, попытаться подобрать кривую, около которой точки, соответствующие значениям $Q_{\text{мн}}$, укладывались бы возможно ближе, а также найти асимптоту, к которой должна приближаться наша кривая при возрастании τ .

Нужно, между прочим, отметить, что наш ряд точек, как это видно на всех графиках, имеет, в особенности при небольших значениях τ , как бы ступенчатую форму. Эти «ступеньки» выражают собой периодичность, имеющуюся в режиме данной реки. Графики $Q_{\text{мн}} = f(\tau)$ весьма удобны для изучения этой периодичности. Но поскольку вопрос этот выходит из рамок настоящей работы, мы не будем на нем здесь останавливаться.

Можно представить себе несколько кривых, которые можно провести по нашим точкам—среднюю, проходящую возможно ближе ко всем точкам, и огибающие верхнюю и нижнюю.

Все они должны сходиться на одной асимптоте при $\tau = \infty$. При этом $\lim_{\tau \rightarrow \infty} (Q_{\text{мн}})_{\tau \rightarrow \infty} = Q_{\text{max}}$, т. е. максимально возможному паводковому расходу.

При подборе эмпирических формул для выражения связи между $Q_{\text{мн}}$ и τ можно воспользоваться несколькими кривыми, удовлетворяющими нашим условиям, т. е. имеющими асимптоту, параллельную оси абсцисс.

Отметим, что в данном случае мы излагаем лишь попытку выразить чисто эмпирические зависимости.

Путь искания формул, базирующихся, например, на теоретических предположениях и вероятностях различных факторов, влияющих на размеры паводка, нами не исключается. Но в данный момент мы еще не можем идти в практической работе по этому пути, весьма мало разработанному. Кроме того, делая попытки в этом направлении, мы вынуждены делать ряд допущений, далеко не бесспорных (равно-вероятность различных значений отдельных факторов или нормальные распределения частот этих факторов и т. д.), в противном же случае мы

до сих пор приходили к формам столь сложным, что обработка материалов по ним становилась исключительно затруднительной.

Поэтому, исходя из вполне понятных практических соображений облегчения как обработки материалов, так и пользования формулами, мы старались применить для данного случая простейшие формы кривых, имеющих асимптоту, параллельную оси абсцисс, и на конечном от этой оси расстоянии.

При этом мы старались, так сказать, для перестраховки, выбрать такую кривую, которая давала бы возможно большую ординату этой асимптоты, т. е. наибольшие значения для максимально возможных паводковых расходов.

Применительно к обрабатывавшемуся нами материалу лучше остальных удовлетворила этим условиям гипербола второго порядка, поэтому мы пока и остановили на ней свой выбор. Для того, чтобы убедиться, насколько уравнение выбранного нами вида $y = \frac{x}{a+bx}$ подходит к нашему материалу, мы делаем следующие преобразования.

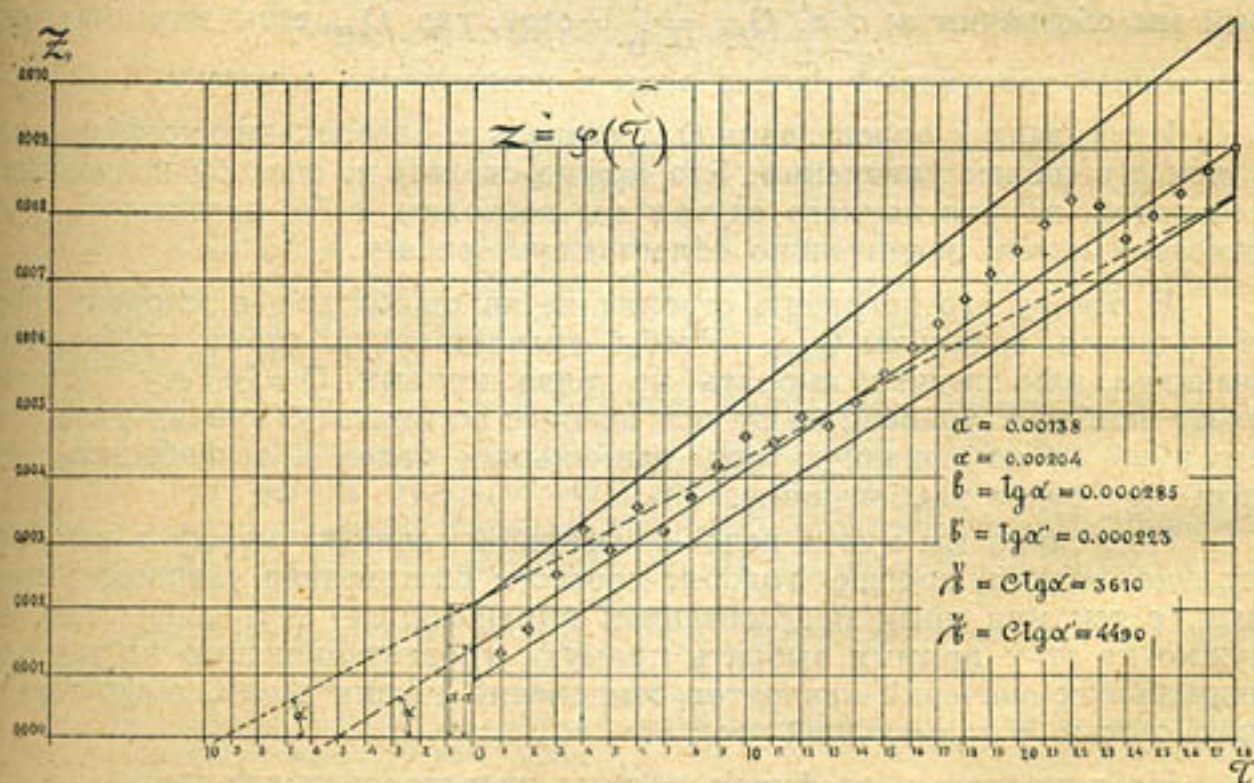
Приводя обе части уравнения к одному знаменателю и деля их на $(a+bx)$, получаем $y(a+bx) = x$; деля теперь обе части на y , получаем $\frac{x}{y} = a+bx$.

Если мы теперь обозначим $\frac{x}{y}$ через z , то это новое переменное z будет связано с x линейно.

В наших прежних обозначениях наши уравнения переписутся так:

$$Q_{\text{мм}} = \frac{\tau}{a + b\tau} \quad \text{и} \quad z = \frac{\tau}{Q_{\text{мм}}} = a + b\tau$$

Построим теперь график функции $z = \varphi(\tau)$ по нашим конкретным данным (см. график черт. 9).



Черт. 9.

Мы видим, что в начале точки довольно плохо ложатся на одну прямую, «сыпятся», но по мере увеличения τ , т. е. числа наблюдений, линейный характер функции $z = \varphi(\tau)$, вернее регрессии z на τ выявляется все яснее и яснее. На помещенных ниже графиках, относящихся к другим рекам, по которым число лет наблюдений больше, чем по Сыр-Дарье, этот линейный характер становится еще более определенным, что позволяет считать, что выбранный тип уравнения соответствует нашему материалу.

Допустив, таким образом, (для первого приближения) в качестве эмпирической формулы выражение $Q = \frac{\tau}{a + b\tau}$, обратимся теперь к решению вопроса о пределе значения Q при бесконечном возрастании τ , т. е. об асимптоте, к которой приближается выражаемая этим уравнением кривая.

Правую часть этого уравнения мы можем преобразовать, разделив числитель и знаменатель на τ . При этом она примет вид: $\frac{1}{\frac{a}{\tau} + b}$; при τ

стремящемся к бесконечности величина $\frac{a}{\tau}$ в знаменателе должна стремиться к 0, т. к. a есть постоянная конечная величина. Отсюда очевидно,

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} Q = \frac{1}{b}.$$

Если теперь вспомнить, что в нашем втором уравнении

$$z = \frac{\tau}{Q} = a + b\tau$$

b есть угловой коэффициент, т. е. тангенс угла наклона нашей прямой к оси абсцисс, то, следовательно, $\frac{1}{b}$ есть котангенс этого угла, который мы обозначим α ; т. е. $Q_{\max} = \frac{1}{b} = \text{ctg} \alpha$, где $Q_{\max}$ есть максимальный возможный паводковый расход воды в исследуемом водотоке.

Итак, задача определения $Q_{\max}$ свелась к определению коэффициента b при τ в нашем уравнении. Это можно сделать по способу наименьших квадратов, но для данного случая мы позволим себе предложить графический метод, значительно облегчающий работу.

В основу его положено стремление не ошибиться в сторону уменьшения величины $Q_{\max}$. Чтобы удовлетворить этому требованию, очевидно, нам следует выбрать из ряда кривых $Q = f(\tau)$ ту, которая имеет наиболее удаленную от оси абсцисс асимптоту, или из ряда прямых $z = \varphi(\tau)$ наклоненную под наименьшим углом к оси абсцисс (при этом $\text{ctg} \alpha$ будет наибольшим).

Поскольку мы имеем дело с неточной связью между z и τ , постольку можно, вообще говоря, провести бесконечное количество прямых, с тем или иным приближением выражающих эту связь. Нам же нужно из этих прямых выбрать прямую, удовлетворяющую не условию наименьших значений квадратов отклонений наших точек, а составляющую с осью τ наименьший угол α .

На приводимых графиках прямые, удовлетворяющие первому условию, показаны для иллюстрации. Им соответствуют значения α , a и b .

Прямые же, удовлетворяющим второму условию, соответствуют значения z' , a' и b' . Для проведения этих прямых сначала отложим вверх и вниз от наших точек некоторые величины, выражающие возможные, по нашему мнению, колебания наблюдаемых нами величин, т. е. средние пределы точности наблюдений. Таким образом, мы получаем ту зону, в которой могли бы лежать наши точки. В схеме эта зона ограничена показанной на графиках трапецией. Теперь остается провести через нашу зону прямую с наименьшим углом α ; это будет одна из диагоналей трапеции. Ей соответствует наименьшее b , т. е. наибольшее значение $\text{ctg} \alpha$ и тем самым $Q_{\max}$. При этом мы имеем достаточную «перестраховку», т. к., определяя нашу зону и проводя прямую, мы допустили, что ошибки измерений всюду складывались в сторону преуменьшения $Q_{\max}$.

Величина $\text{ctg} \alpha'$ и дает нам значение искомое $Q_{\max}$, но, для наглядности, мы можем, конечно, провести и соответствующую кривую на первом графике $Q_{\max} = f(\tau)$, что мы и сделали пунктиром.

Этот метод, как видно из графиков, дал, в частности для р. Сыр-Дарьи у ст. Запорожской $Q_{\max} = 3610$ для b и 4490 для b' , а для р. Чирчик у Чимбайлыка $Q_{\max} = 1670$ для b и 2020 для b' .

Интересно отметить, что значения эти весьма близки (принимая во внимание точность измерений) к данным, полученным сотрудником Оп.-Иссл. Ин-та В. Х.—Л. К. Коревицким, которым одновременно с нами, но совершенно независимо и по совершенно особому методу, велась разработка этих же гидрометрических данных ¹⁷⁾.

Изложенный выше метод дает ответ и на поставленный нами в начале вопрос о числе лет наблюдений, необходимых для достаточного ознакомления с режимом реки.

В самом деле, из уравнения $Q = \frac{\tau}{a + b\tau}$ можно, при известных a и b и заданном Q , легко определить τ ; для этого приводим обе части уравнения к общему знаменателю $Q(a + b\tau) = \tau$.

Переносим $Qb\tau$ направо:

$$Qa = \tau - Qb\tau = \tau(1 - Qb);$$

откуда

$$\tau = \frac{Qa}{1 - Qb}.$$

Задавшись величиной $Q = Q_{\max} \cdot 0,85$, мы тем самым ставим вопрос об определении τ следующим образом: в течение скольких лет нужно вести наблюдения, чтобы приблизиться к максимально возможному паводку с точностью до 15%.

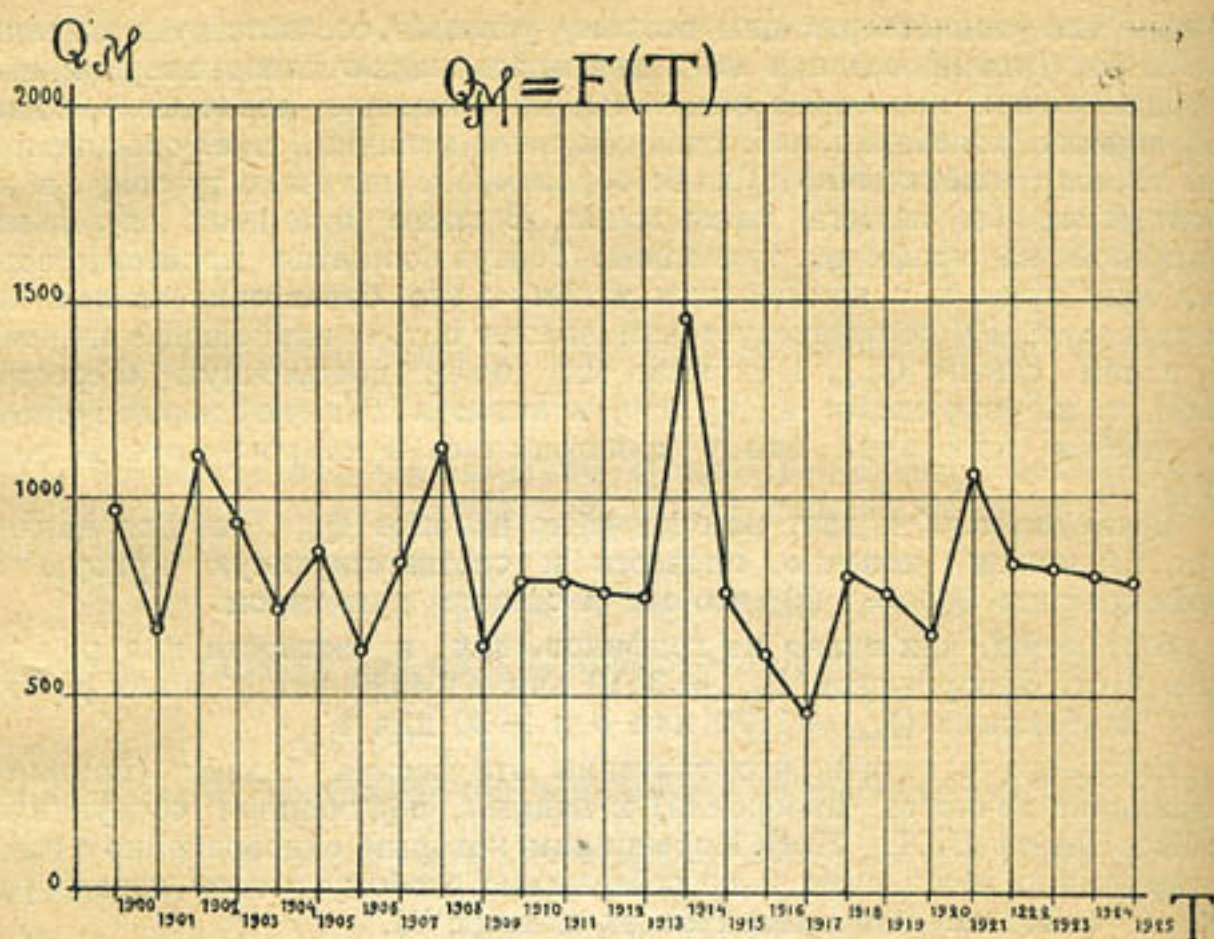
Для Сыр-Дарьи при таком условии получаем τ около 50 лет ¹⁸⁾.

Для новой проверки вычисленных нами максимальных расходов применим еще метод графического построения на «клетчатке вероятностей». Так мы условимся называть «probability papers», предположенные впервые, правда, не совсем для интересующей нас цели, Allen Hazen'ом ¹⁹⁾.

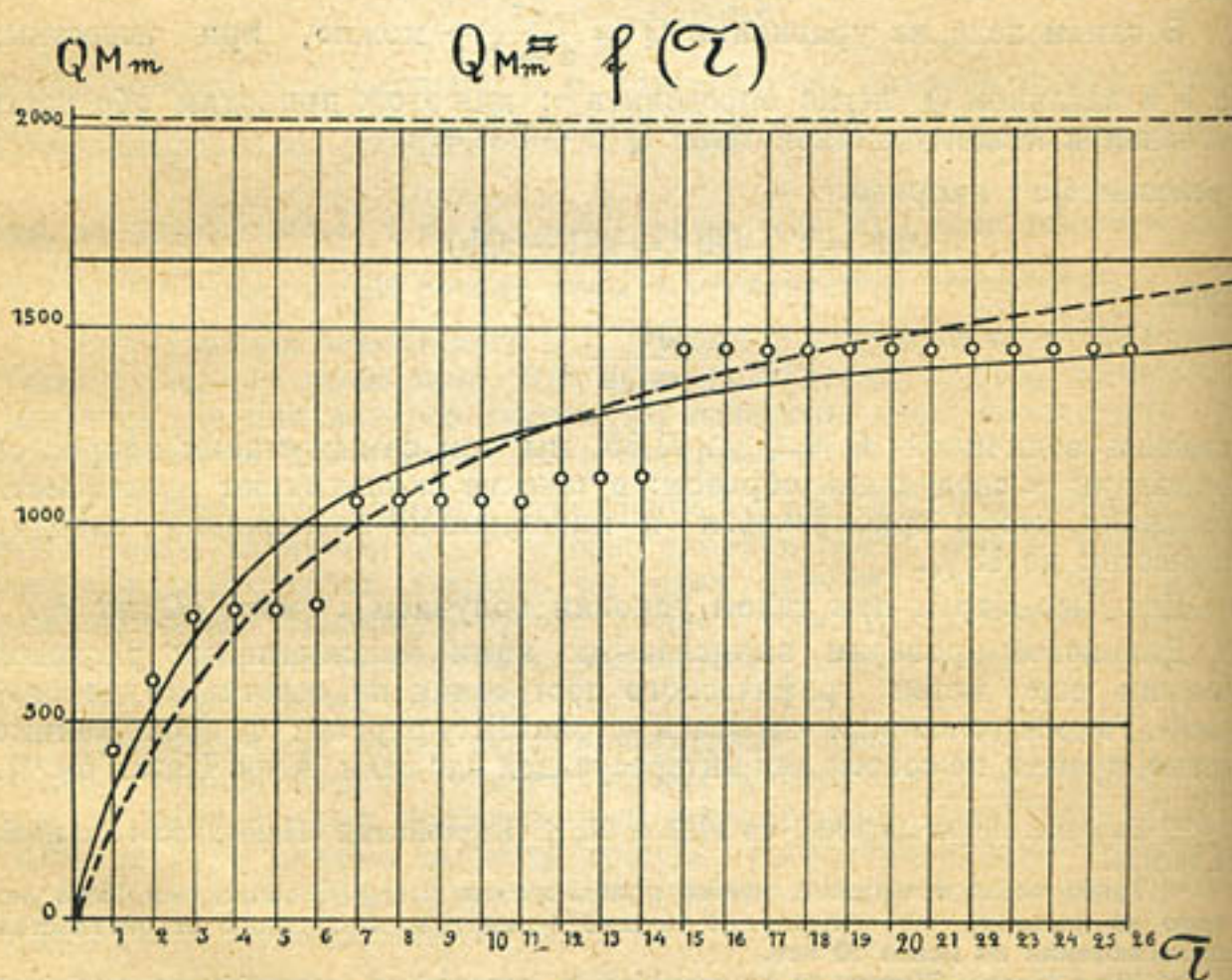
¹⁷⁾ Вестник Ирригации № 1 за 1928 г. Л. К. Коревицкий «Применения правила трех сигма».

¹⁸⁾ Такое число лет нужно, чтобы приблизиться к $Q_{\max}$ с точностью 15%, но из этого не следует, что непременно нужно в практических целях строительства вести наблюдения не менее 50 лет.

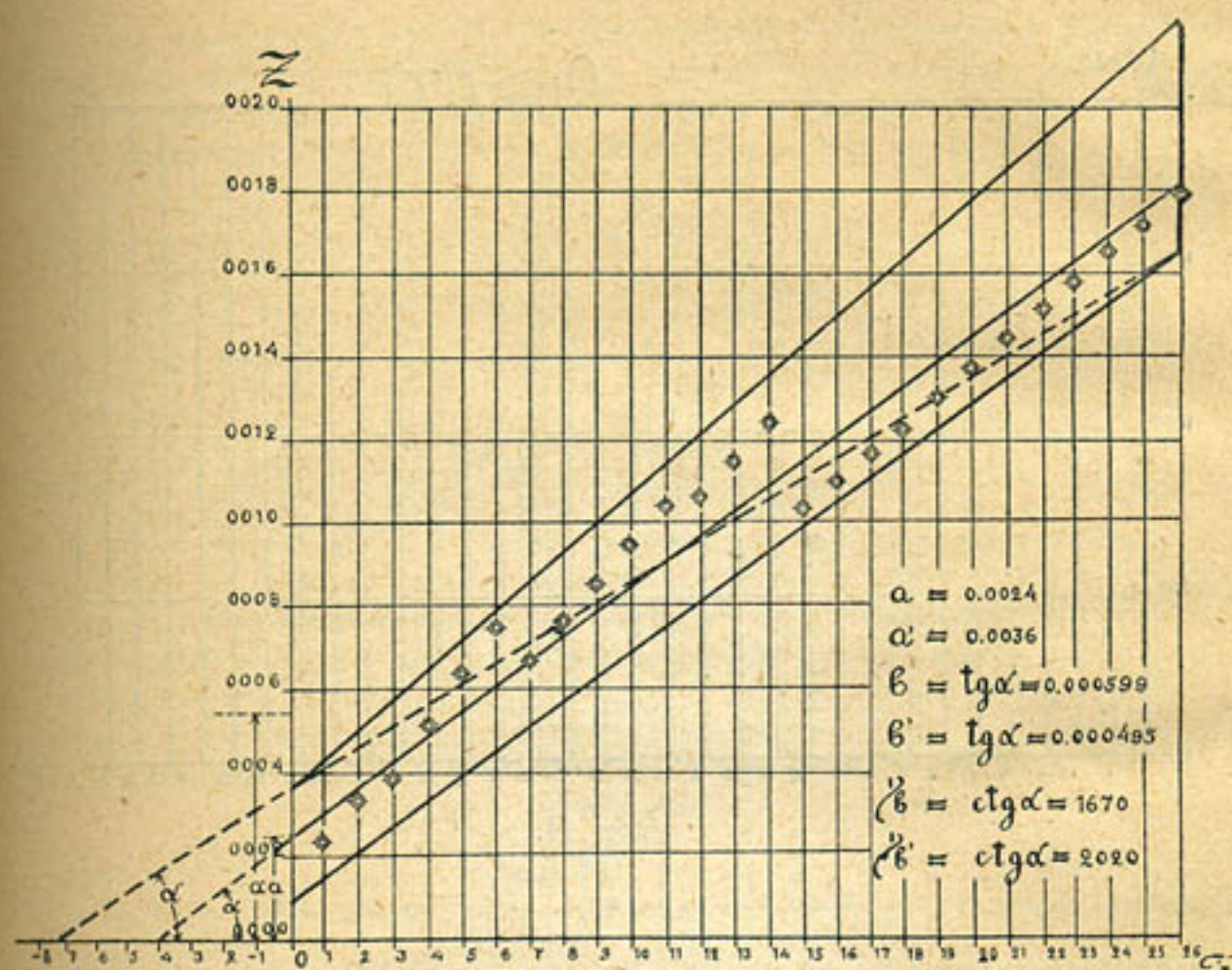
¹⁹⁾ Allen Hazen. Storage to be provided in impounding reservoirs for municipal water supply. Trans. Am. Soc. Civ. Eng. 1914, p. 1539.



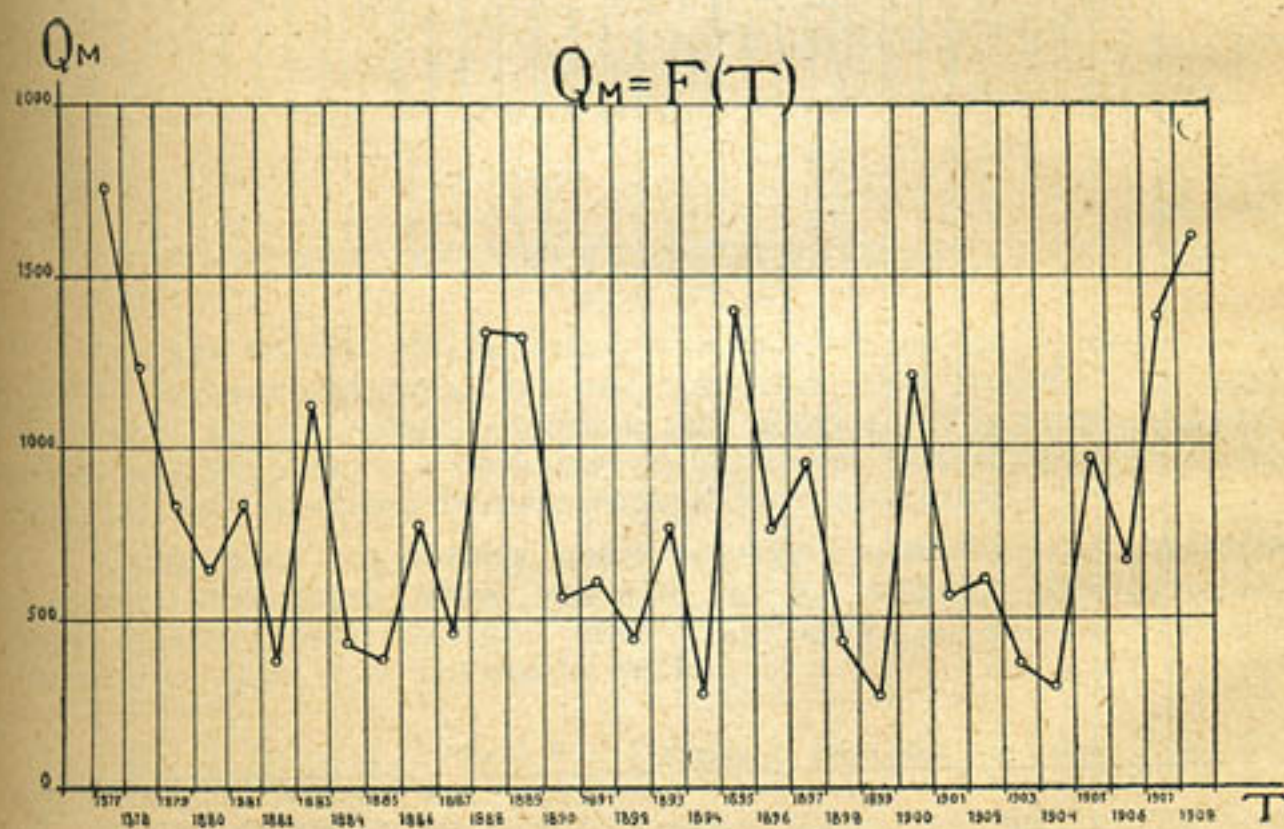
Черт. 10.



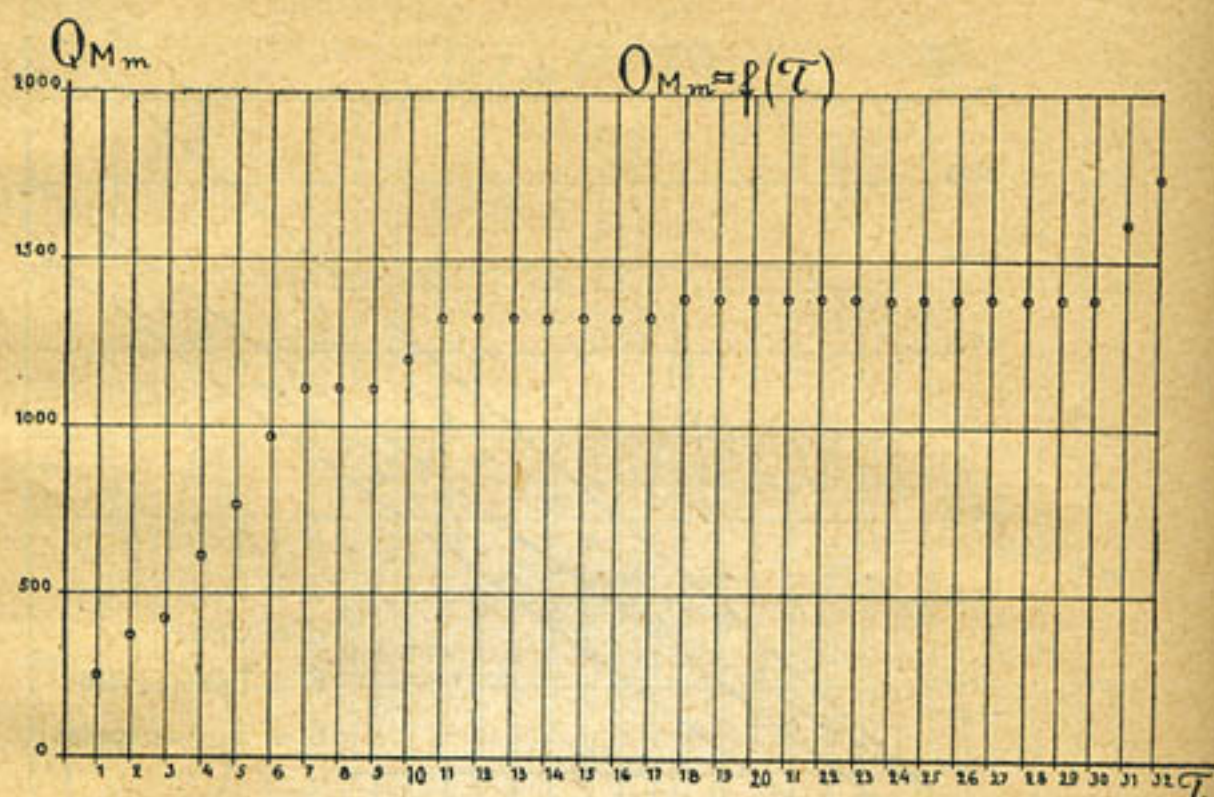
Черт. 11.



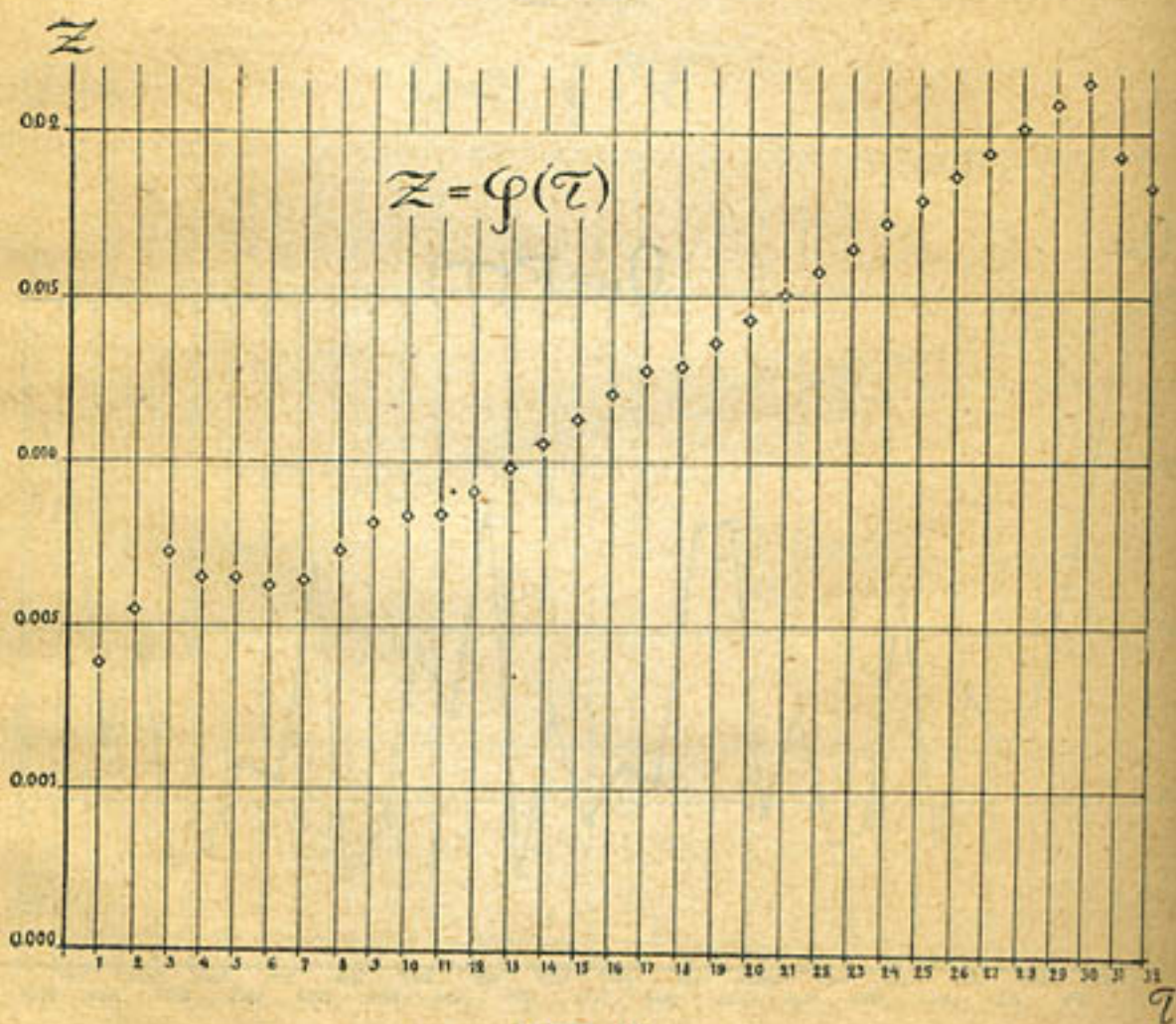
Черт. 12.



Черт. 13.

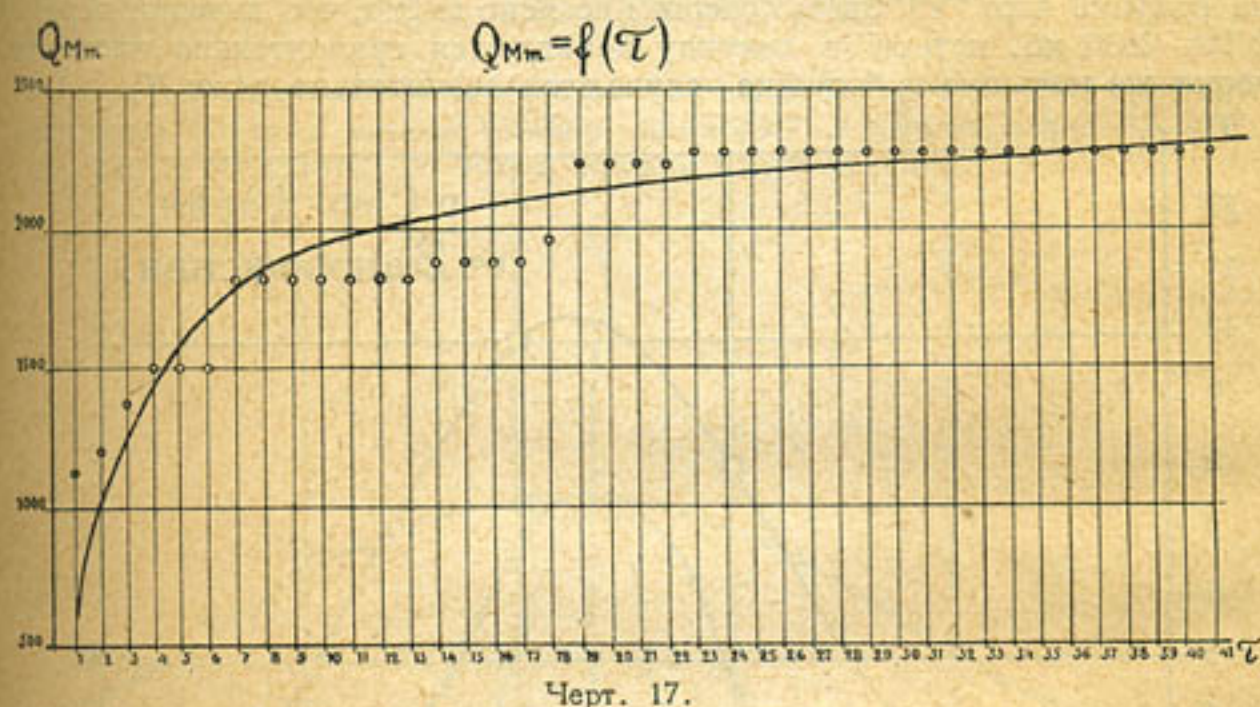
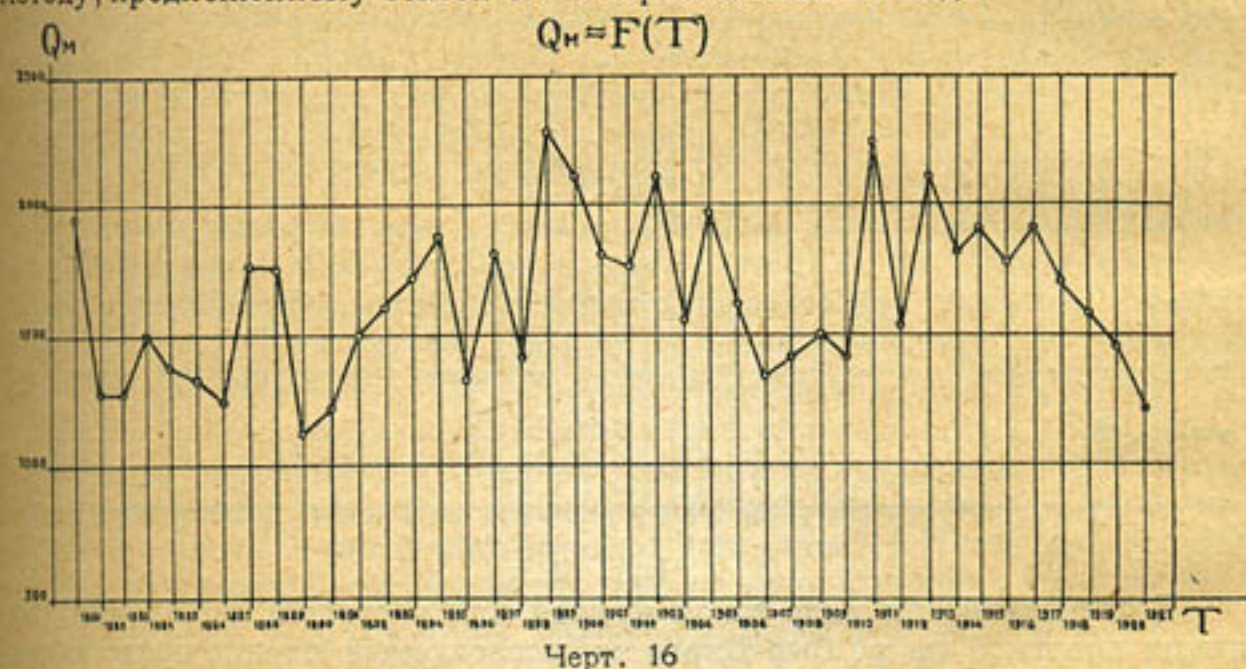


Черт. 14.



Черт. 15.

Метод этот был подвергнут К. D. Goodrich'ом²⁰⁾ дальнейшей разработке и несколько видоизменен. В этом же направлении работал и Н. Alden Foster²¹⁾. Мы строили для данного случая клетчатку вероятностей по методу, предложенному Hazen'ом в первоначальном виде.

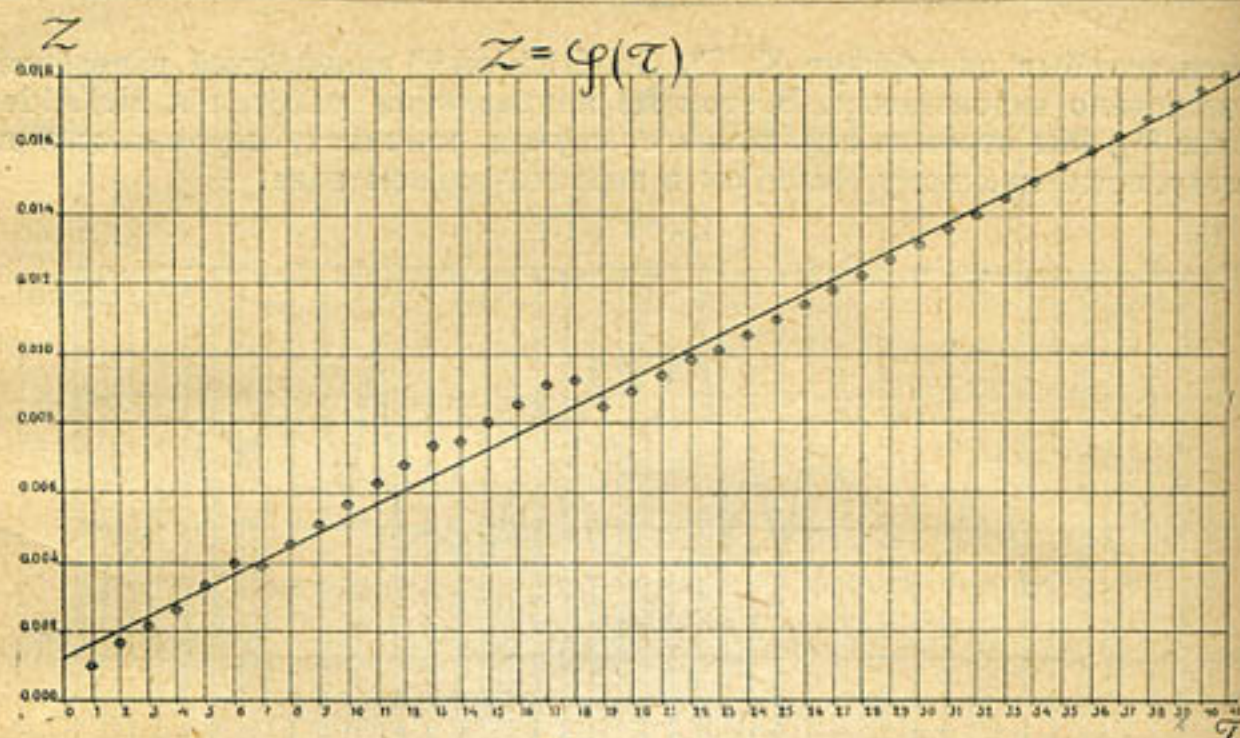


Так как методы эти, насколько нам известно, не получили еще совершенно распространения у нас, мы позволим себе изложить сущность «клетчаток вероятностей», отступая от методов изложения авторов и введя, для упрощения и большей наглядности, может быть, несколько вольную схематическую геометрическую интерпретацию.

Представим себе прежде всего кривую распределения частот значений изучаемого нами явления. По оси абсцисс, следовательно, будут откладываться значения нашего аргумента, а по оси ординат — соответствующие этим значениям частоты.

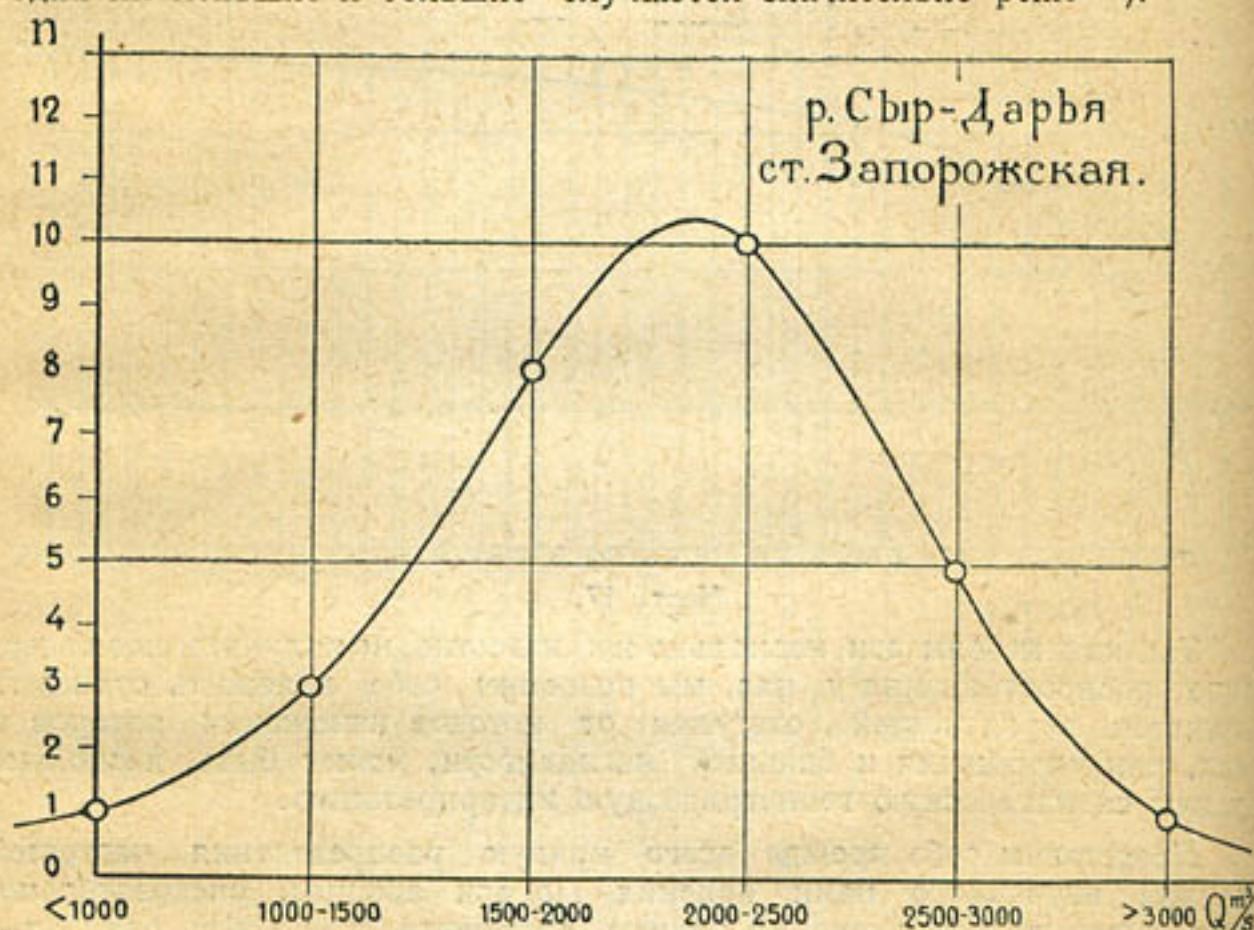
²⁰⁾ R. D. Goodrich. Straight Line Plotting of skew frequency data. Proceedings Am. Soc. C. E. 1926.

²¹⁾ H. Alden Foster. Theoretical Frequency Curves and their Application to Engineering Problems. Trans. Am. Soc. C. E. 1924. p. 142.



Черт. 18.

В схематическом виде такая кривая для частот появления различных паводков на р. Сыр-Дарье за исследуемый период представлена на графике черт. 19. Здесь совершенно ясно видно, что паводки порядка 2000—2500 куб. метров в секунду появляются сравнительно часто, паводки же меньшие и большие случаются значительно реже ²²⁾.



Черт. 19.

²²⁾ Нужно оговориться, что это только схема. Здесь мы просто соединили плавной кривой отдельные точки. Кривая распределения есть, строго говоря, предел, к которому стремится гистограмма частот (ломаная линия) при бесконечном возрастании числа наблюдений и уменьшении интервалов. Ясно, что имеющееся в нашем распоряжении количество материалов не позволяет нам более или менее точно строить кривую распределения. Но в данном случае мы можем ограничиться приводимой схемой.

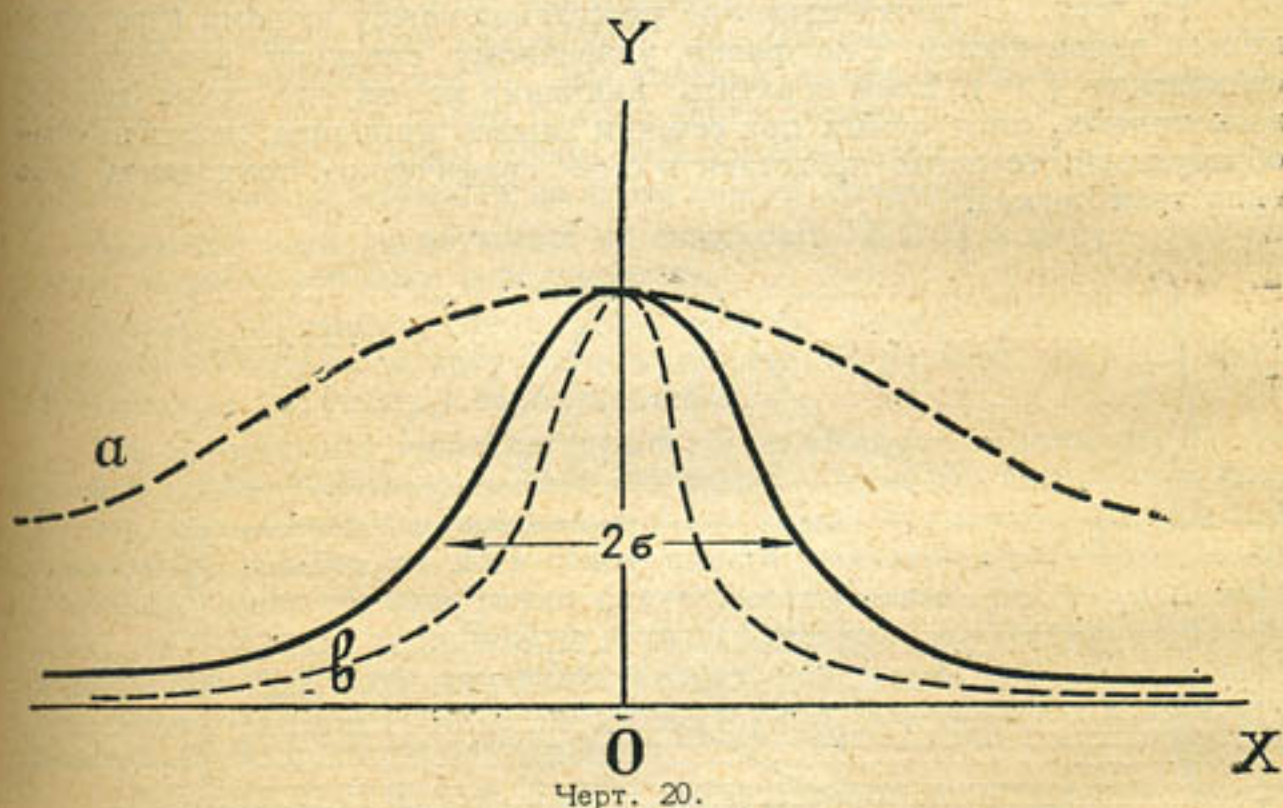
Построение кривых линий и дальнейшие с ними операции, представляющие значительные затруднения и неудобства с практической точки зрения (раньше всего из-за сложности вычислений), в данном случае усугубляется разнообразием и сложностью форм кривых распределения. Если даже совершенно исключить из рассмотрения редкие и весьма сложные типы кривых, резко ассиметричных и с несколькими вершинами, то и остающиеся виды представляют собой бесконечное разнообразие форм с уравнениями нередко очень сложного и неудобного для быстрых практических вычислений вида.

Поэтому попытка дать графический метод исследования интересующих нас вопросов, при котором сложные и трудные для построения кривые превращаются в прямые линии, представляет большой практический интерес. И некоторые неточности, обусловливаемые допущенными упрощениями, зачастую с лихвой окупаются простотой и быстротой вычислений.

Став на такой путь упрощений, мы можем представить себе основные интересующие нас типы кривых распределения в виде сечения цилиндра, имеющего в основании кривую вероятностей Hauss'a—Laplace'a или, так называемую «нормальную кривую вероятностей»²³⁾.

Эта кривая, как известно, имеет максимум при $x=0$ и две симметричные ветви, уходящие в бесконечность и асимптотически приближающихся к оси x -ов.

Рассеяние значений различных величин, встречающихся в природе, в некоторых случаях весьма близко подходит к «нормальной кривой», но нередко и отличается от нее в ту или иную сторону.



Черт. 20.

Кривые распределения мы можем разбить на две группы по их отношению к «нормальной кривой». Пунктирная кривая a на черт. 20

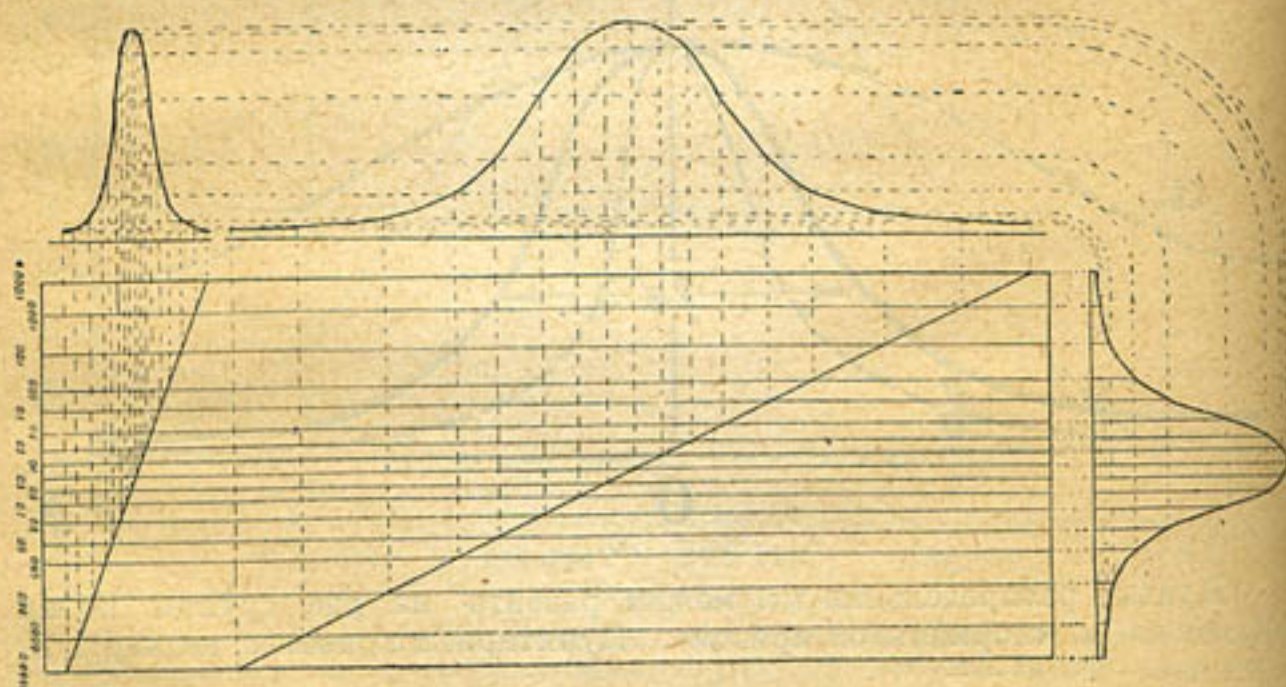
²³⁾ Это весьма распространенное название может вести к некоторым недоразумениям. Поэтому следует оговориться, что в кривых других типов по существу нет ничего «ненормального».

является образцом кривой с *сверхнормальной дисперсией*, у которой значения аргумента, отличающиеся на ту или иную величину от средней, обладают большими частотами, т. е. встречаются более часто, чем у Hauss'овой кривой. С другой стороны, кривая *b* отличается *поднормальной дисперсией*; у нее среднее или наиболее частое значение аргумента (так называемая *мода*) выражена более резко, чем у «нормальной кривой»; отклонения от среднего у такого типа кривых реже, чем у «нормальной кривой».

Представим теперь себе цилиндрическую поверхность, описанную в качестве образующей прямой линии, нормальной к плоскости XOY идвигающейся параллельно самой себе по нашей нормальной кривой. Часть такой поверхности, по существу своему бесконечно большой, т. е. ветви Hauss'овой кривой уходят в бесконечность, представлена в ортогональных проекциях на черт. 20

Рассечем наш цилиндр плоскостью, перпендикулярной к плоскости ZOX и образующей некоторый двугранный угол с плоскостью ZOY . Это сечение спроектируется, как показано на фиг. 20, на плоскость ZOX в виде прямой линии, а на плоскость ZOY в виде некоторой кривой. Кривая эта в зависимости от угла, образуемого секущей плоскостью с плоскостью ZOY или, что одно и то же, от угла, образуемого проекцией секущей плоскости на плоскость ZOX (плоскость нашей клетчатки) с проекциями образующих цилиндра на ту же плоскость, будет принимать различный вид. При угле в 45° она будет «нормальной кривой», при угле $> 45^\circ$ и $< 90^\circ$ она будет «поднормальной» и при угле $> 90^\circ$ и $< 45^\circ$ она будет «сверхнормальной».

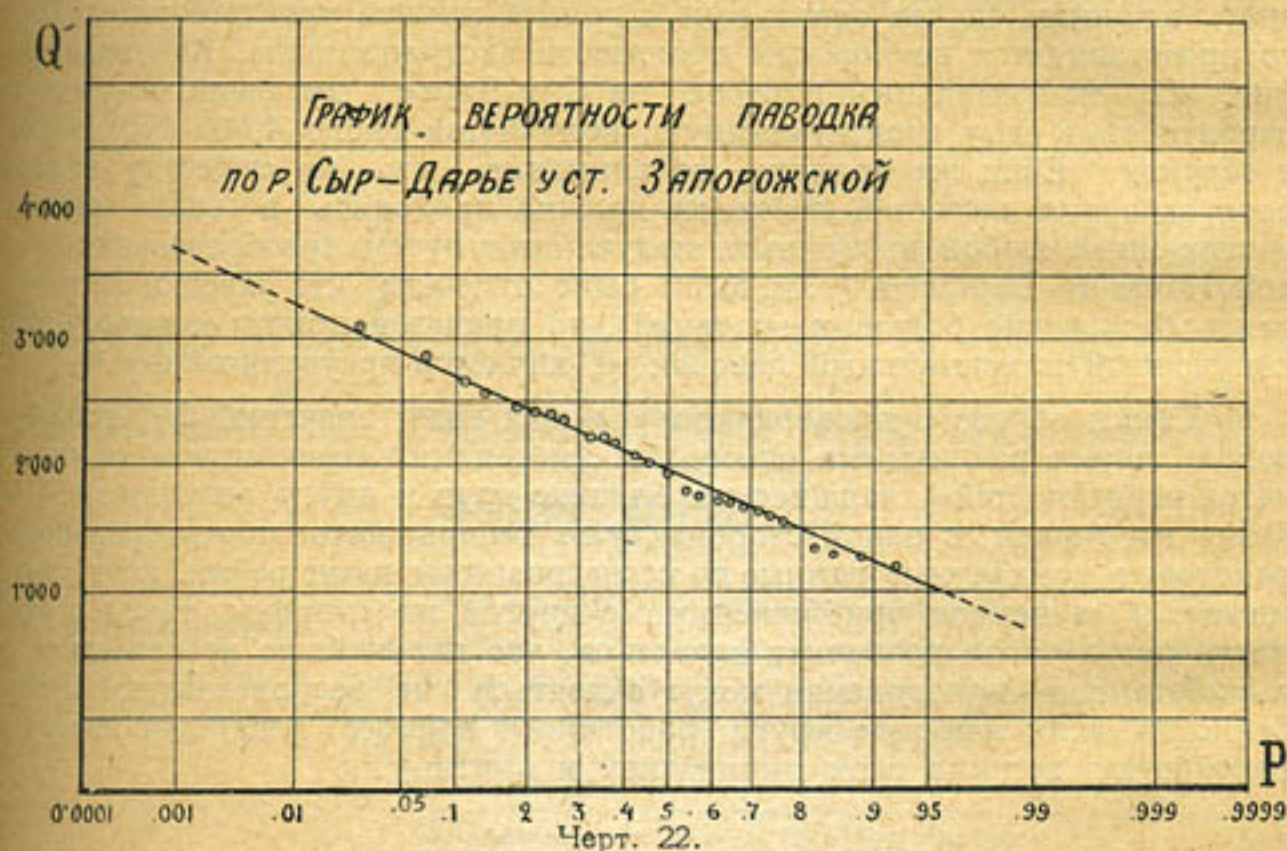
На черт. 20 также показано расстояние между точками перегиба на кривой вероятностей. Оно равно удвоенному среднему квадратичному отклонению (2σ). Если обратить внимание на то, что точки перегиба всех кривых, получаемых при сечении нашего цилиндра, лежат на одной образующей, то легко представить себе графическое толкование «правила трех сигма».



Черт. 21.

Разделим теперь площадь, заключающуюся между нашей основной «нормальной кривой» и осью x -ов ординатами на части. Сделать это

можно пользоваться известными таблицами значений интеграла вероятностей (например: Marcoff tables de l'integrale $\int_0^x e^{-t^2} dt$).



Для нашего случая мы можем с каждой стороны кривой отрезать уходящие в бесконечность ветви, например, с того места, где между концами ветвей и осью x -ов заключается менее одной десятичной части всей площади. Так как кривая сначала идет очень полого, а потом поднимается более круто, мы деления около максимума сделаем, например, через 0,1, а около концов через более мелкие промежутки (см. черт. 21 и 22). Через точки пересечения этих ординат с нашей кривой проведем образующие на поверхности цилиндра.

Проекции этих образующих на плоскость XOZ и дадут нам основные линии «клетчатки вероятностей».

Проведя перпендикулярно этим линиям линии, соответствующие значениям исследуемого аргумента, например, Q на черт. 22, мы получим Hazen'ову «клетчатку вероятностей».

При пользовании этой клетчаткой мы на абсциссу, соответствующую тому или иному значению нашего аргумента, наносим точку, отвечающую той части, которую составляют значения аргумента, равные или превышающие данное из всей совокупности значений аргумента. Если нанесенные таким образом точки будут укладываться на одной прямой линии, то это будет показывать, что в пределах исследуемой области распределение частот значений нашего аргумента отвечает кривой, получаемой указанным выше методом сечений цилиндра, имеющего в основании кривую Hauss'a—Laplace'a.

Продолжая полученную на клетчатке прямую дальше вверх, можно путем экстраполяции получить частоты, соответствующие значениям аргумента, превышающим действительно наблюдаемые. На черт. 22 видно

²⁴⁾ Эту клетчатку можно представить себе и другим способом: в качестве основания для цилиндра брать не «дифференциальную кривую», упомянутую выше, а «интегральную»; в таком случае клетчатка вероятностей будет представлять из себя просто план в горизонталях этого цилиндра.

как укладываются на клетчатке вероятностей данные о паводках по реке Сыр-Дарье у гидрометрической станции Запорожской. Если признать в данном случае совпадение с прямой линией удовлетворительным, то представляется возможным произвести экстраполяцию. Как видно из фиг. 22, максимальный паводок на Сыр-Дарье, имеющий ничтожную вероятность в одну десятитысячную, получается около 4.000 куб. метров в секунду. Если же принять во внимание, что по существу кривая распределения частот паводков должна проходить в своих крайних частях ниже любой из кривых, полученных путем преобразования кривой Hauss'a—Laplace'a (т. к. выше было отмечено, что паводки не могут иметь бесконечно больших значений), то придется прийти к выводу, что полученный максимальный паводок не является преувеличенным.²⁵⁾

Таким образом, проверка полученных нами значений Q_m , произведенная двумя различными способами (методами «трех сигма» и «клетчаток вероятностей»), дала весьма близкие друг к другу результаты. Поэтому мы можем, с одной стороны, уже теперь дать проектировщикам некоторые конкретные данные по исследованным нами рекам, хотя, быть может, и «в первом приближении»; с другой же стороны, такая сходимость результатов позволяет надеяться, что дальнейшие исследования в выработанном направлении могут оказаться не бесполезными, в особенности, если широкие круги работников водного хозяйства внесут в разработку вопроса свою инициативу и критику.

От редакции. Настоящая статья является более полным изложением доклада, вчитанного автором в расширенном заседании Технического Совета УВХ Средней Азии 23/X—27 года.

²⁵⁾ Можно бы продолжить клетчатку и дальше, остановившись не на одной десятитысячной, а на еще меньших значениях, но для практических целей это вряд ли нужно.

К. Н. Савич и Г. Е. Каприелянц.

Сотрудники Самаркандской Опытной-Оросительной Станции Института Водного Хозяйства.

Рисовая проблема в долине р. Зеравшан и способы уменьшения оросительных норм риса *).

§ 1. Общие данные. На поливных землях Средней Азии в довоенное время и теперь рис после зерновых культур (пшеница, ячмень), хлопка и люцерны занимает по площади четвертое место, а по количеству потребляемой на орошение воды—первое.

Таблица 1.

№№ по порядку	Наименование годов	Орошаемая площадь в тысячах гектар						Примечание
		Общая	И з н и х					
			Под зерновыми	Под хлопком	Под люцерной	Под рисом	Под прочими культурами	
1	1915 г. . . .	3750	1750	735	400	240	625	
		100%	46,6%	19,6%	10,7%	6,4%	16,7%	
2	1925 - 26 г. .	2800	1200	578	258	164	600	
		100%	43%	20,6%	9,2%	5,8%	21,4%	

Распределение рисовой площади по районам и республикам Средней Азии характеризуется данными таблицы № 2.

Таблица 2¹⁾.

№№ по порядку	Наименование республик и областей	Площадь рисовых посевов в гектарах на 1925—26 г.	В % от общей площади по Средней Азии	Примечание
1	Сыр-Дарьинская губ. (6 округов) . .	3988	2,45	
2	Джетысуйская губ. (4 округа) . . .	1026	0,625	
3	Каракалпакская обл. (3 округа) . .	1194	0,725	
	Итого по Казахской АССР. .	6208	3,8	

*) Под общей редакцией Н. А. Янишевского.

Продолжение таблицы 2 ¹⁾.

№№ по порядку	Наименование республик и областей	Площадь рисовых посевов в гектарах на 1925—26 г.	В % от общей площади по Средней Азии	Примечание
4	Пишпекский кантон	590	0,35	
5	Джалаля-Абадский кантон	6477	3,95	
6	Ошский кантон	4802	2,90	
	Итого по Киргизской АССР .	11869	7,2	
7	Мервский округ	33	0,02	
8	Чарджуйский округ	164	0,10	
9	Ташаузский округ	1131	0,68	
	Итого по Туркменской ССР .	1328	0,8	
10	Ташкентская область	43938	26,75	Из них в Андижанском окр. 29346 гек.
11	Ферганская обл. (4 округа)	49143	30,0	
12	Самаркандская и Зеравшанская обл. (7 округов)	27652	16,9	Из них в Самаркандском округе 23384 гек.
13	Кашка-Дарьинская обл.	5617	3,4	
14	Сурхан-Дарьинская обл.	3176	1,9	
15	Хорезмская область	6000	3,65	
	Итого по Узбекской ССР . .	135526	82,6	
16	По Таджикской АССР (6 округов) .	9200	5,6	
	Всего по Средней Азии . . .	164131 164000 (кругло)	100%	

Следовательно, рисосеяние сосредоточено, главным образом, на территории Узбекской республики (82,6%) и преимущественно в бассейнах трех рек—Кара-Дарья, Чирчик и Зеравшан.

Зеравшанский бассейн по размерам рисовой площади занимает третье место.

¹⁾ Составлена Н. А. Янишевским по имеющимся статистическим данным.

§ 2. Рисоводство в долине р. Зеравшан. Рис в бассейне реки Зеравшан является одной из доходных сельскохозяйственных культур и занимает крупное место в хозяйственной жизни его районов. Рисовые посевы распространены в верхней и средней части долин—в быв. Самаркандском и Катта-Курганском уездах и почти совершенно отсутствуют в нижней части долины—на территории бывшей Бухарской республики. По данным поземельно-податных комиссий¹⁾, в 1899 году в Зеравшанской долине под рисом было занято 41.047 дес. (44.844 гект.), из них 36.935 дес. (40.351 гект.) в Самаркандском уезде и 4.112 десятин (4.492 гект.) в Катта-Курганском уезде. В процентном отношении площадь посевов риса ко всей поливной площади составляла для бывшего Самаркандского уезда 14,3% и для бывшего Катта-Курганского уезда 6,2%. С того времени до 1915 года, несмотря на принимавшиеся меры к сокращению рисовых посевов, площадь под рисами подверглась незначительному уменьшению—в 1915 году, по данным экономиста Предтеченского, рисом по всей долине было занято 39.000 десятин (42.608 гект.).

В годы гражданской войны в связи с упадком ирригации и сокращением общей поливной площади, рисовая площадь также сократилась, и в 1925 и 1926 г.г., по данным Самаркандского статбюро, рисом было занято 26.000 гект.

В 1927 году, в виду маловодья р. Зеравшан и принятыми жесткими правительственными мерами, рисовая площадь сокращена до 19.000 д., а в 1928 году в связи с расширением хлопкового клина площадь под рисами предположено снизить до 15.815 гект. Параллельно уменьшению рисовой площади цены как на шалу (неочищенный рис), так и на рисовую крупу, увеличиваются; к настоящему времени они удвоились и с весны 1927 года до сего времени держатся: на шалу 4—5 руб. за пуд, и на крупу от 9—11 руб.

Для сравнения доходности культур, исходя из естественно-исторических условий и условий развития сельскохозяйственных культур, экономист Предтеченский²⁾ долину реки Зеравшан делит на три района:—первый район состоит из 13 волостей, расположенных в восточной части бывшего Самаркандского уезда. В виду более короткого вегетационного периода, а также влияния обильного орошения больших площадей рисовых посевов, этот район является наименее благоприятным для развития хлопчатника; из всех поливных культур по доходности первое место здесь занимает рис.

Во второй район входит весь бывший Катта-Курганский уезд и ближайшие к нему 5 волостей бывшего Самаркандского уезда. Указанный район имеет благоприятные условия для развития хлопчатника и по доходности рис уступает хлопчатнику.

Третий район отличается наиболее благоприятными условиями для развития хлопчатника. В него входит вся территория бывш. Бухарской республики. Хлопчатник по доходности здесь занимает первое место.

Площади пахотных земель по культурам в перечисленных 3 районах, по данным обследования А. Предтеченского за 1916 г., приводятся в таблице 3.

¹⁾ Агроном Поздняков «О культуре риса и его значении в Самаркандской области».

²⁾ А. Предтеченский «Сельское хозяйство и задачи ирригации в Зеравшанской долине».

Таблица 3.

№№ по порядку	Название культур	I район		II район		III район		Всего в тыс. дес.
		В тыс. десятин	В проц.	В тыс. десятин	В проц.	В тыс. десятин	В проц.	
1	Зерновые	32,6	39,1	31,8	36,9	89,9	44,4	154,3
2	Хлопчатник	6,8	8,2	23,6	27,4	60,8	30,0	91,2
3	Р и с	26,7	32,0	12,2	14,2	0,1	0,05	39,0
4	Люцерна	10,0	12,0	8,5	9,9	26,8	13,2	45,3
5	Огороды, бахчи	4,2	5,0	2,9	3,4	10,1	5,0	17,2
6	Прочие культуры	3,0	3,7	7,1	8,2	14,9	7,35	25,0
Итого . . .		83,3	100%	86,1	100%	202,6	100%	372

Доходность культур по районам по тем же данным за 1915 год показана в таблице 4.

Таблица 4.

№№ по порядку	Наименование культур	I и II районы			III район			Примечания
		Валовой доход	Расходы на обр.	Чистый доход	Валовой доход	Расходы на обр.	Чистый доход	
		в рублях			в рублях			
1	Зерновые	76	48	28	76	48	28	
2	Хлопчатник	238	114	174	428	114	314	
3	Р и с	309	126	183	309	126	183	
4	Люцерна	271	80	191	278	80	198	
5	Огороды	287,5	92,5	195	287	92,5	195	
6	Виноградник	860	160	700	860	160	700	
7	Прочие культуры	174,5	134,5	40	174,5	134,5	40	

Таким образом, в первом и втором районах первое место по доходности занимает рис.

Приведенная в таблице 4 доходность риса исчислена при стоимости (в то время) шалы—1 р. 50 к., соломы 10 коп. за пуд и хлопко-сырца около 5-ти рублей за пуд.

В настоящее время при резко изменившихся соотношениях цен (стоимость пуда шалы = 4—5 руб. и хлопко-сырца $\cong$ 5-ти руб.) доходность риса возросла почти втрое (против исчисленных в таблице), и

всякое сокращение рисовой площади естественно вызывает протесты со стороны рисоводов и осуществляется с большим трудом¹⁾.

По данным агронома Позднякова, относящимся к 1904—1905 г.г. средний урожай риса по быв. Самаркандскому уезду = 147 пуд. на дес. и по быв. Катта-Курганскому уезду—122 пуд. на дес.; общая стоимость рисовой продукции по двум уездам составляла $\approx$ 3,8 милл. руб. (см. таблицу 5 на след. стр.).

Полученный зерновой урожай риса (шала) поступает на переработку (очистка от оболочки) в местные толчеи (абджуазы). Из одного пуда шалы выходит 20 фунтов рисовой крупы первого сорта, 10 фунтов второго сорта (отбитые зерна—акшак), около 5 фунтов курмака и 5 фунтов мякины и шелухи.

В довоенное время из общего количества получаемого риса в Самаркандском и Катта-Курганском уездах 86% уходило на покрытие внутренних продовольственных потребностей населения (этих районов) и только 14% вывозилось в Бухару.

По данным агр. Позднякова, в период 1894—1904 г. г. по всей Самаркандской области чистый сбор риса выразился в среднем в 6189,5 тысяч пудов шалы в год. Из этого количества, путем переработки на толчеях получено 4.640 тысяч пудов рисовой крупы первого и второго сорта. Вывоз за то же время из Самаркандской области равен—644,7 тысяч пудов. Остаток 3995,3 тысяч пудов составляет внутреннее потребление, что при численности населения области в то время $\approx$ 608.980 душ, дает потребление на душу в $\approx$ 6,5 п.

По материалам ЦСУ в 7-ми уездах,—Ташкентском, Мирзачульском, Наманганском, Кокандском, Андижанском, Самаркандском и Джизакском потребление риса в год на душу составляет 3,1 пуда.

По подсчетам эконо. А. Предтеченского, для долины р. Зеравшан потребление риса в среднем равно 3 п. на душу в год.

¹⁾ Еще в довоенное время в связи с периодическим недостатком воды в реке Зеравшан и крайне большим потреблением ее на рис были неоднократные правительственные попытки к сокращению рисовых посевов. В 1874 году Начальником Зеравшанского Округа от 14-го мая за № 2261 было сделано циркулярное распоряжение местной администрации о принятии мер к сокращению рисовых площадей в Педжикентском районе на 0,1, в Шаударском, Ширазском и Ангорском районе на $\frac{1}{2}$ и в Сугутском и Челекском районах на $\frac{1}{2}$. Но этот циркуляр не удалось реализовать. В 1890 году под председательством бывшего военного губернатора при участии самаркандского уездного начальника, заведующего областной ирригацией, податного инспектора и представителей от местного населения была создана комиссия для выяснения условий сокращения рисовых посевов. После всестороннего изучения рисового вопроса комиссия так же, как и раньше, пришла к заключению о необходимости сокращения площади рисов и 3-го февраля 1892 года был издан приказ военного губернатора за № 18 о безусловном запрещении риса на землях 102 кишлаков Самаркандского уезда и 22 кишлаков Катта-Курганского уезда. Несмотря на самые строгие меры взыскания и этот приказ не удалось провести в жизнь. Аресты, штрафы и прочие взыскания не могли сломить силу экономической необходимости и посевы риса продолжались в запретных местах. Вскоре после указанного приказа о запрещении рисовых посевов кишлаки один за другим подавали заявления о снятии с них запрета.

В то же время понижение кредитоспособности местного населения от уменьшения доходности их малоземельных наделов при сухих культурах послужило причиной ватруднений с поступлением податей и комиссары поземельно-податных комиссий со своей стороны просили губернатора об отмене запрещения рисовых посевов.

С 1894 года правительство пошло на уступки и посевы риса снова начали восстанавливаться и расширяться.

Местное население считает, что в среднем на 8 человек, без различия пола и возраста, нужно полагать 5 фунтов риса в день, что при расчете годового потребления на одного человека составит 5,7 пуд.

Из приведенных данных видно, что норма потребления риса колеблется в пределах от 3 до 6,5 пуда на душу в год. Если мы остановимся на минимуме, то, принимая население долины 1.252 тысячи человек (кругло), общая местная потребность выразится в 3.756 тысячах пуд. рисовой крупы или 5 миллионах пудов шалы (кругло).

Средний урожай риса для Самаркандского уезда по данным Обстабуро в 1925 г. составлял 99 пуд. на гектар, в 1926 году 87 пуд. и в 1927 г. 77 пуд.; в среднем за три года 88 пуд.

Если исходить из указанного урожая и необходимости обеспечения исчисленной местной потребности риса в количестве 5 миллионов пуд. шалы в год, то потребная для этого площадь под рисовыми посевами выразится в 56.820 гек.

Урожай последних годов, к тому же полученный официальным путем, повидимому, снижен, и надо полагать, что в будущем он может быть доведен до 150 пудов. Исходя из среднего урожая в 150 пуд., получим, что для полного удовлетворения местной (в долине) потребности в рисе нужно занимать под рисом площадь = 33.330 гектар (кругло 30.000).

По посевному плану на 1928 год площадь под рисовыми посевами в Зеравшанской долине принята = 15.815 гек., а перспективным планом переустройства оросительных систем бассейна р. Зеравшан предположено ее довести до 17.500 гек. (кругло).

Принимая эти площади, мы будем иметь недостаток рисовой крупы по Зеравшанской долине для 1927 г. = 2.364 тыс. пуд. и по перспективному плану 1.240 тысяч пуд., что для покрытия местной потребности в рисе вызовет необходимость его дополнительного ввоза. В жизни коренного населения рис является необходимой принадлежностью быта и незаменимым пищевым продуктом. Из него ежедневно готовят палав, суп с рисовой крупой (матова) и другие блюда (худра, аутак, шауля и пр.). Всякие тои, хашары и приемы гостей сопутствуются палавом.

№№ по порядку	Наименование уездов	Колич. высев. семян в пуд на д.		Урожай в пудах на десятину		Соломы		В продажу без семян		По цене		Валовой доход		Общий валовой доход на дес.	Расход производ.	Чистый доход с одной десятины	Площадь под рисом в десат.	Общий доход от всей площади
		Зерно	Со-лома	Зерно	Со-лома	Зерно	Со-лома	Зерно	Со-лома	От зерна	От солом.	От зерна	От солом.					
1	Быв. Самаркандский уезд	8	153	286	147	286	63 к.	10 к.	92,61 р.	28,60 р.	121,21 р.	32 р.	99,21 р.	36,935	3,664,321			
2	Быв. Катта-Курганский уезд	8	122	250	114	250	63 к.	10 к.	71,61 р.	25,00 р.	96,82 р.	64 р.	32,82 р.	4,112	135,056			
																		3,799,377

Рассчитывать на снижение потребления риса нет оснований, скорее, в связи с улучшением народного питания эта потребность должна возрастать.

Ввозить рис в районы его произростания тем более нецелесообразно, что для Союза рис является предметом импорта,—так, например, в 1925/26 г.; главным образом, через азиатские границы было ввезено риса в обработанном и полуобработанном виде 51.617 тонн на общую сумму 9.992 тыс. рублей.

По этим соображениям сокращение ввоза риса столь же желательно, как и сокращение импорта хлопка.

За вытеснение риса с нормальных угодий полевой культуры говорит то чрезмерное потребление оросительной воды, которое наблюдается на рисах в современных условиях, превосходящее потребление сухих культур, в том числе хлопка, в 4—10 раз, а затем,—угнетение (и как следствие этого снижение урожайности) других растений (главным образом хлопка), возделываемых в районах, смежных с рисом—от повышения грунтовых вод, вызываемого преувеличенным потреблением оросительной воды рисовой культурой.

Положительное значение рисовых посевов заключается: 1) в регулирующем действии на сток реки в некоторой части, благоприятствующем более полному его использованию на орошение, 2) в возможности хозяйственного использования некоторых земель, недоступных для этого без рисовой культуры,—таковы, например, пойменные земли (с тонким слоем почвы и близко от поверхности земли расположенным слоем галечника), районы близкого стояния и выклинивающихся грунтовых вод и пр.

Эти районы при всех условиях остаются специфически рисовыми.

В то же время под рисовую культуру могут быть отведены и другие земли вразмере, достаточном для удовлетворения полной потребности в рисе. При этом для практических целей исключительно важное значение имеют: 1) выявление условий и способов снижения оросительных норм риса, 2) установление режима орошения риса, соответствующего наиболее рациональному использованию водных ресурсов р. Зеравшан, 3) выработка приемов культуры риса, обеспечивающих его максимальную продукцию и тем самым обуславливающих пропорциональное уменьшение площадей, отводимых под рис, для покрытия полной в нем потребности.

Разрешение всех этих вопросов входит в задачи Самаркандской Опытной-Оросительной Станции ИВХ, открытой в 1925 году.

§ 3. Потребление воды рисом и его сла-
гающие. Культура риса отличается от других культур тем, что она в течение всего или значительной части периода своего развития требует проточной воды, и до сего времени не выяснено вполне причины этого требования.

В начале предполагали, что проточная вода является источником кислородного питания корневой системы риса. В последних работах по исследованиям указанного вопроса эти предположения не подтвердились, так как установлено, что источником питания кислородом как корневой системы, так и богатой флоры аэробных бактерий, существующих под водой, является жизнедеятельность водорослей, развивающихся с момента затопления рисовых полей (фотосинтез биологической пленки).

Существует также мнение, что высокая потребность рисовой культуры в воде обуславливается его требованиями более слабых растворов

питательных веществ. В опытах Гущина оптимальными общими молекулярными концентрациями для риса оказались 0,0016 и 0,0038—такой раствор содержит приблизительно от 0,02 до 0,04‰ твердых веществ, тогда как, например, пшеница растет лучше всего при растворах в 10 раз больших¹⁾.

Вопросы размеров и режима орошения риса как в иностранной литературе, так и у нас, мало разработаны.

Изучение орошения риса (и других культур) при существующем водопользовании (фактический гидромодуль) в долине р. Зеравшан производилось Гидромодульной Частью с 1915 года²⁾.

Исследования были заложены в 19 пунктах, из коих рис входил только в 9 районов.

Таблица 6.

Год исследования	Место производства работ	Системы и отводы
1915	Коль-Курган в 5 вер. от гор. Катта-Курган.	Сист. Дам-арыка
1915	Кинель-Каштам-Калы	Сист. Туя-Тартарская, отв. Анхор
1921	Янги-кишлак, Сиабской волости	Ар. Фарош, отвод Фарош
1923	Гульба-Джума, Базарск. волости	Сист. Даргомская, отв. Янги-арык
1923	К. Джума-Базар Джума-Базарск. волости	Сист. Даргомская, отв. Наузандак
1923	К. Гадай-Куча, Махалинской волости	Сист. Даргомская, отв. Мазар из Шавдора
1924	Айман-Кишлак, Кабудской волости	Сист. Янги-бай арыкская отв. Айма-Игамберди
1925	К. Талпапыш, Джой-Диванинской волости	Сист. Джой-Диванинская, отв. Талпапыш
1925	К. К. Киргиз, Кундакор, Гиджудуванской волости	Сист. Мазраганская, отв. Мазраг

Из приведенных девяти пунктов восемь расположены на территории Самаркандской части долины и один на территории Бухарской части.

Из восьми районов Самаркандской части шесть расположены на нижней террасе и два на верхней.

По почвенной карте долины р. Зеравшан, составленной почвоведом М. А. Орловым под редакцией проф. Н. А. Димо, почвы районов Гульба, Джума-Базар, Айман-Игамберди и Талпапы характеризуются как культурно поливные, пепельно-серого цвета, мощные глинистые почвы со следами временно-избыточного увлажнения (более на пониженных местах и менее на возвышенных) на серых однородных наносах, подстилаемых галечником, не ближе 2—3 метров от поверхности земли (почвы, характерные для типичных рисовых районов).

¹⁾ Под руководством Н. А. Янишевского, М. Ф. Перескокова и Б. С. Арканова.

²⁾ «Особенности почвенного питания риса». Записки семенной Контрольной станции при Азербайджанском сельскохозяйственном музее.

К. Гадай-Куча расположен на верхней террасе р. Зеравшан; почвы этого района культурно-поливные, сероватые, глинистые, в большей части глубоко-проработанные на мощной однородной, мелкоземистой, карбонатной толще кремового цвета.

Почвы района Коль-Кургана на Дам-арыке—культурно-поливные, осолоненные (бывшие солончаки), глинистые и тяжелые, суглинистые на слоистых мелкоземистых наносах, в различной степени измененные орошением.

Район Янги-кишлака на отводе Фарош лежит на правом берегу Кара-Дарьи непосредственно примыкает к берегу реки. Почвы болотистые, суглинистые и супесчаные, на слоистом аллювии с галькой, пригодные только для культуры риса.

Почвы района Киргиз-Кундакор по Мазраганской системе современно-аллювиально-луговые, суглинистые, супесчаные, близко подстилаемые песком и галечником.

В районах, расположенных на нижней террасе, грунтовые воды залегают на глубине от одного до четырех метров от поверхности земли, на верхней террасе—на глубине от восьми до двадцати метров.

Таким образом, работами гидромульных исследований охвачены почти все почвенные зоны, выделенные на карте М. А. Орлова, в поливной части долины.

Кроме исследований фактического гидромуля, изучение орошения риса, начиная с 1926 года, поставлено на специальном рисовом участке Самаркандской Опытной-Оросительной Станции. Участок этот расположен на нижней террасе р. Зеравшан в 7 верстах к востоку от города Самарканда, против Чупан-Атинских высот, в районе Ходжа-кишлака Сиабской волости, среди большего массива типичных рисовых земель.

В почвенном отношении участок характеризуется так же, как это было приведено для районов фактического гидромуля: Гульба, Джума-Базар, Айман-Игамберди и Талпапыш.

Грунтовые воды залегают на глубине от 0,5 метров (в период затопления рисов) до 2,0 метров (в период до затопления рисовых полей).

Средние данные наблюденных оросительных норм, оросительных периодов и гидромуля риса по районам Зеравшанской долины приводятся в таблице 7¹⁾ (см. на след. стр.)

Из приведенных данных видно, что оросительные нормы риса колеблются в широких пределах. Это колебание зависит от фильтрационных свойств почвы и характера стока грунтовых вод. В случае близости последних и при отсутствии стока (в котловинах) расход понижается. Наименьшую норму из всех районов имеет Каштам-Калы. Пониженная норма этого района объясняется тем, что по недостатку воды рис не мог получать постоянного тока и из 110 дней оросительного периода вода на делянки поступала с перерывами в течение 63 дней.

За этим районом по величине потребления воды идут районы Коль-Курган и Джума-Базар; устройство поверхности этих районов имеет форму котловины с грунтовыми водами, выступающими на поверхность во время затопления рисовых полей, и пониженные нормы указанных районов обуславливаются незначительными потерями на фильтрацию. Наивысшие оросительные нормы риса получены в районах Талпапыша

¹⁾ Таблица № 7 и последующие, а также сведения о размерах и режиме орошения риса составлены по материалам «Гидромуль и водопользование орошаемых районов Средней Азии по бассейнам рек». Н. А. Янишевский (подготовлено к печати).

и Мазрагана—в обоих районах почвы на небольшой глубине подстилаются галечником, а рисовые делянки, расположенные на берегу больших систем (Джой-Дивана для первого и Зеравшан для второго), имели хороший дренаж (амплитуда колебания грунтовых вод в районе Мазрагана 0,7 метров и в районе Толпапыша 0,5 мет.).

Повышение нормы в этих районах объясняется большими расходами на фильтрацию.

Достаточно большие оросительные нормы наблюдаются и в районе Гадай-Куча, который расположен на верхней террасе.—грунтовые воды залегают здесь на глубину ниже 12 метров, и подпочвенные горизонты, имея большую скважность, способствуют фильтрации.

В среднем для всей долины оросительная норма риса получилась 62,7 тысяч метров на гектар.

Рисовые посевы распространены, главным образом, в Самаркандской части долины, и при выводе средней правильной нормы Мазрагана не принимать во внимание, а при выводе оросительной нормы по Самаркандской части—взять среднее взвешенную из наблюдавшихся норм относятся). Последнее за отсутствием необходимых данных о площадях в настоящее время не представляется возможности сделать, поэтому, отбрасывая норму Мазрагана, оросительную норму Самаркандской части выводим, как среднее арифметическое из восьми наблюдений, приведенных в таблице № 7, что составляет—53.707 куб. метров на гектар, или, переводя эту норму на секундный ток при оросительном периоде 104 дня, находим гидромодуль 1 гектара риса для Самаркандской части долины 5.894 литра в секунду. Отсюда оросительная производительность 1 куб. метра в секунду равна 169,6 гектар.

Потребление воды рисовым полем в течение всего периода затопления не является постоянным. Изменения размеров потребления по декадам приведены в таблице 8 (потребление воды рисом по декадам в куб. метрах на гек.) и 9¹⁾ (изменения гидромодуля риса по районам в сек. мт. на гек.).

№№ по порядку	Оросительные нормы, оросительный период гидромодуль	П о р я д о к											Средние
		Участок станции	Гульба	Джума-Базар	Гадай-Куча	Коль-Курган	Янги-кишлак	Айман-кишлак	Талпапыш	Каштам-Калы	Мазраган	Для всей долины	
1	Оросительная норма в кубич. метр. на гектар. . .	51.658	57.555	28.885	90.585	22.231	33.450	56.246	128.947	13.805	143.654	62.701	53.707
2	Оросительный период в сутках	102	100	108	108	90	103	103	112	110	104	104	104
3	Оросительный гидромодуль в метрах на дес. . .	5.862	6.661	3.096	9.707	2.859	3.760	6.321	13.325	1.457	15.675	6.993	5.894

Таблица 7.

¹⁾ Составлены по материалам «Гидромодуль и водопользование орошаемых районов Средней Азии по бассейнам рек»—Н. А. Янишевский (подготовлено к печати).

Таблица 8.

№ по порядку	РАЙОНЫ И ОТВОДЫ	Начало полива	Д											Конеч полива	Оросит. норма в к/м. на гектар	Оросит. в период в сутках
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
			К у б и ч е с к и х м е т р о в н а г е к т а р													
1	Гульба Янги-арык . . .	16/V	8437	8394	8113	6726	5409	5076	4013	4540	3953	2894	—	23/VIII	57555	100
2	Джума Базар, отвод Нау- зандак	25/V	4295	1735	2995	3285	2795	2740	2980	3095	1830	1475	1660	10/IX	28885	108
3	Гадай-Куча отв. Шаудар	5/VI	13992	19458	12892	9694	7336	6343	6249	4375	4456	4526	1264	20/IX	90585	108
4	Коль-Курган, Дам-арык	10/VI	2651	2634	3472	3635	2000	2211	3211	1417	1000	—	—	7/IX	22231	90
5	Янги-кишлак, отв Фа- рош	20/VI	3250	3950	4050	4050	2850	3500	4000	3000	2500	2300	—	30/IX	33450	103
6	Айман - кишлак, Беш- арык	8/VI	7376	6896	6416	6612	5945	5273	3926	4042	4158	3732	1867	18/IX	56246	103
7	Талпапыш, отвод Тал- папыш	15/VI	8988	13037	14972	15676	11572	10674	10685	13572	11085	11054	7432	4/X	128947	112
8	Каштам Калы, Анхор .	1/VI	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	1254	265	18/IX	13805	110
9	Участок станции у Ча- пан Атинских высот.	1/VII	12024	9456	6466	1392	4440	3432	4344	3000	2664	4440	—	10/X	51658	102
	Среднее для Самарканд. части долины		6918	7202	6737	5814	4845	4523	4518	4255	3655	3959	2081	—	52707	104

Таблица 9.

№№ по порядку	РАЙОНЫ И ОТВОДЫ	Начало полив	Д Е К А Д Ы										Конеч полив	Оросит. период в (сутки)	Оросит. гидромод. в (сек) (гект.)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11
1	Гульба Янги-арык	16/VI	9765	9715	9390	7785	6260	5875	4645	5255	4575	3350	—	23/VIII	100	6661
2	Джума-Базар Отв. Наузандак	25/V	4971	2008	3466	3303	3235	3171	3449	3582	2118	1707	2402	10/IX	108	3096
3	Гагай-Куча Шаулар	5/VI	16195	22521	14919	11220	8491	7341	7232	5063	5157	5238	2090	20/IX	108	9707
4	Коль-Курган (Дам-арык)	10/VI	2789	3049	4019	4207	2104	2559	3716	1491	1653	—	—	7/IX	90	2859
5	Янги-кишлак Отв. Фарош	20/VI	3420	4572	4688	4261	3299	4051	4209	3470	2894	2662	—	30/IX	103	3760
6	Айман-кишлак Беш-арык	8/VI	8526	7981	7427	7652	6880	6109	4544	4678	4813	4782	7203	18/IX	103	6321
7	Талпалыш. Отв. Талпалыш	15/VI	9963	15069	17328	18143	12071	12590	12367	13776	12846	12794	9307	4/X	112	13325
8	Каштам-Калы. Анхор	1/VI	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	1451	0307	18/IX	110	1457
9	Участок станции у Ча- пан-Атинских высот	1/VI	13916	10944	7484	1611	5139	3972	5029	3461	3083	5139	—	10/X	102	5862
Среднее для Самарканд- ской части долины		8/VI	7885	8592	7797	6626	5470	5235	5183	4692	4288	4640	4262	20/IX	104	5894
Мазраган		18/VI	17078	22574	19371	15167	20156	11159	12591	22956	17562	11262	7848	29/IX	104	15675

Из таблицы 8 видно, что потребление падает от начала к концу, исключение составляет первая декада. Пониженный расход первой декады объясняется тем, что через 5—6 дней после появления всходов обычно прекращается ток воды на поле на 5—7 дней усиления развития корневой системы риса и фактически рисовое поле во вторую половину первой декады остается без полива. Постепенное понижение потребления воды рисом от начала к концу поливного периода обуславливается насыщением почвенных и подпочвенных слоев до полной влагоемкости, повышением грунтовых вод и постепенным уменьшением фильтрации. При нормальных условиях питания деланки водой указанная закономерность не должна нарушаться, но в отдельных случаях не всегда удается отрегулировать нормальное питание водой. Целый ряд предвходящих причин (недостаток воды, прорывы дамб, борьба с сорняками, путем повышения горизонта воды или периодическими посушками) меняют условия водоснабжения рисового поля, и в связи с этими причинами меняется характер кривой потребления.

Наглядное представление изменений гидро модуля потребления риса дает график № 1, который показывает средние изменения потребления по декадам при условии, что посевы риса произведены в течение одного дня.

Действительная кривая потребления рисовых посевов всей долины будет зависеть и от сроков посева (отдельные рисовые массивы вводятся в орошение в разные сроки). Из таблиц 8 и 9 видно, что наблюдавшиеся крайние сроки посева риса расположены в пределах 16/V—1/VII. Если допустить, что посев всей рисовой площади равномерно распределяется в течение указанного срока, то кривая потребления риса будет изменяться согласно данным таб. 10 и графика 2.

Таблица 10.

16/V—25/V	26/V—4/V	5/V—14/V	15/V—24/V	25/V—4/V	5/V—14/V	15/V—24/V	25/V—3/V	4/V—13/V	14/V—23/V	24/V—2/X	3/X—12/X	13/X—22/X	23/X—2/X
1.971	4.119	6.068	7.633	7.030	6.191	5.540	5.153	4.857	3.608	4.375	3.197	2.125	1.065

Имеющиеся данные об оросительных нормах и гидро модуле риса других стран и районов весьма немногочисленные показаны в таблице 11.

Таблица 11.

№ по порядку	Местонахождение	Оросительный период в днях	Оросительная норма в куб. метр. на гект.	Гидро модуль лит./сек. на гект.
1	Египет	90 165	1400—280000	—
2	Калифорния	—	12000 15000	—
3	Луизиана	100	6000 7500	—
4	Италия	—	—	≈ 2,47
5	Филиппинск. острова .	—	11000	—
6	Дальний Восток	92—100	7281—14791	—

Таким образом, наши нормы более, чем в четыре раза превосходят применяющиеся в других рисоводческих странах.

Эта разница находит себе объяснение как в почвенных и климатических условиях различных стран, так и условиях водопользования и техники орошения.

В тех районах, в которых оросительная вода дорога, как, например, Калифорния, где вода идет для орошения апельсиновых и персиковых садов, или Луизиана, где 97% воды, орошающей рисовые поля, доставляется насосами и около 25% этого количества составляет вода из колодцев глубиной от 40 до 1000 фут., естественно, было обращено надлежащее внимание и на выбор соответствующих почв и на возможную экономию в полате воды.

В этих странах под риса отводятся земли с тяжелой почвой, подстилаемой непроницаемой (или мало проницаемой) для воды подпочвой на глубине не более 16"; если слой «hardpan» залегает глубже двух метров, такие земли, даже при наличии тяжелой глинистой почвы, считаются убыточными, вследствие требуемых ими высоких оросительных норм; почвы легкие, песчаные и без непроницаемой подпочвы бракуются вовсе.

У нас же непременным сопутствующим условием культуры риса является обилие оросительной воды и возможность пользоваться ею по своему усмотрению в больших размерах; на фильтрационные свойства почв мало обращается внимания.

Следствием этого являются наблюдаемые у нас колоссальные траты оросительной воды на рисовые посевы, которые, помимо того, что создают кризисы маловодия на системах и служат препятствием к развитию ценной (доходной) культуры риса, ставя его в положение конкурента других «сухих» культур, в первую очередь хлопка, но и несомненно оказывают прямое вредное влияние и на само растение, охлаждая почву и выщелачивая из нее растворимые соли.

Имеющиеся данные не позволяют сделать определенных заключений о выщелачивающем действии оросительных вод, но полагаем *a priori*, что транспортируемые на рисовое поле $53,5 \cdot 10^3$ м³ воды, затрачиваемые на фильтрацию, испарение и транспирацию плюс еще приблизительно такое же количество, сбрасываемое с поля поверхностным током, а всего $107 \cdot 10^3$ м³ в среднем, не могут оставаться безрезультатными и, несомненно, увлекают с собой растворимые вещества и даже механические частицы.

Что касается охлаждающего действия оросительной воды, то размеры возможного охлаждения ясно видны из следующей таблички, показывающей величины температуры воды в оросительной сети и на рисовых делянках по данным опытной станции в Верчелли (Италия).

Таблица 12.

Место измерения температуры	Верчелли 13/VI 4 ч. 30 м. дня t° C
Температура воздуха	28
» воды в арыке	21
» воды при входе на поле	22
» воды на средней делянке	36
» воды в конце делянки	38

По нашим данным, разница температуры воды в арычной сети и на рисовых полях достигает 7—10° С., при чем температура воды на рисовых делянках варьирует в пределах 20—30° С.

Температура почвы всегда бывает на 5 градусов ниже температуры воды на делянке.

Оптимальной температурой для риса является 30—35 градусов; таким образом, является очевидным тот вред, который причиняется охлаждающим действием значительных масс оросительной воды.

Не вся попадающая на рисовое поле вода в количестве указанных нами в среднем $53,5 \cdot 10^3$ м³. на гектар теряется безвозвратно. К безвозвратным потерям нужно отнести лишь потери на испарение, транспирацию и создание мертвого запаса в пределах ~ 2 -хметрового слоя почвы.

Остальная и притом значительная часть воды, профильтровавшись через почву, соединяется с грунтовыми водами и вместе с потоком последних уносится за пределы участка, чтобы затем вновь появиться на поверхности в ниже лежащих местах. Из этой просочившейся вниз воды также не все 100% появятся на поверхности и еще меньшее количество может вновь пойти на орошение. Наличие добавочных вод, в частности в долине р. Зеравшан—факт общеизвестный, известно также, что в значительной мере своим происхождением они обязаны рисовым посевам в верхней Самаркандской части долины, но в каком количественном соотношении они находятся к профильтровавшимся оросительным водам, точного ответа не имеется. К исчислению их пока мы можем подходить лишь ориентировочно, приблизительно ¹⁾.

Рассмотрим все категории потерь в отдельности.

Для суждения о потерях путем испарения мы располагаем данными работ фактического гидромуля за 1924 и 1925 г.г. ²⁾ и Самаркандской Опытной-Оросительной Станции за 1926—27 г.г.

Данные эти, полученные наблюдениями по весовым испарителям, установленным непосредственно на рисовых полях, приводятся в таблице 13.

Таблица 13.

Место наблюдения	Год	Среднее суточное испарение в мм.	Вегетац. период в сутках	Общие поте- ри на испа- рение в куб. метр. на гек- тар
Район Айман-кишлак . . .	1924	4,30	100	4.300
» Талпапыш	1925	4,08	102	4.164
Участок Самарканд. станции	1926	4,41	100	4.410
» »	1927	5,03	102	5.130
	—	4,45	101	4.500

¹⁾ См. «План водопользования в басс. р. Зеравшан на 1928 г.» Н. А. Янишевского.

²⁾ Выполнены под руководством Н. А. Янишевского.

Изменение потерь на испарение по декадам приведено в таблице 14.

Таблица 14.

Районы работ	Испарение в кубических метрах на гектар										
	Д е к а д ы										Общее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Фактический гидромодуль 1925 г. Талпапыш . . .	974	791	588	423	415	227	261	151	227	97	4164
Участок Станции в 1927 г.	810	810	710	660	400	410	400	330	330	270	5130
Средние	892,0	800,5	654,0	541,5	407,5	318,5	330,5	240,5	278,5	183,5	4647

Постепенное уменьшение потерь от начала к концу объясняется постепенным увеличением затенения поверхности воды, а затем понижением температуры.

По транспирации в долине р. Зеравшан мы располагаем лишь данными указанных работ фактического гидромодуля в 1925 году.

Потери на транспирацию по этим данным составляют 2.210 м³. на гектар и во времени они изменяются, как показано в таблице 15.

Таблица 15.

Район работ	Год работ	Транспирация в кубических метрах на гектар											Общие за вег. период.
		Д е к а д ы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Работы фактического гидромодуля в районе Толпапыша	1925	4	46	121	251	352	331	386	361	259	99	2210	

В противоположность испарению потери путем транспирации изменяются в обратном направлении. Такой порядок обуславливается увеличением листовой поверхности риса. Максимум совпадает с периодом цветения, далее, по мере уменьшения прироста риса и образования вегетативных органов уменьшается транспирация.

Таким образом, суммарные средние потери на испарение и транспирацию, полученные указанными наблюдениями в долине р. Зеравшан составляют $4.500 + 2.210 = 6.710$ м³.

Если мы обратимся к данным Луизианской станции (Италия), то увидим, что по ее наблюдениям в 1917—19 г.г. там получена цифра средних суточных потерь на испарение и транспирацию = 6.28 м/м., что при вегетационном периоде 101 день даст 6.949,0 м³., т. е. цифру, весьма близко совпадающую с нашей.

Потери через испарение и транспирацию зависят, главным образом, от климата и особенностей растения и др.—находятся пока вне сферы нашего регулирования и должны быть причислены к безвозвратным. Величина их по отношению к общей сумме потерь составляет $\approx 12,5\%$.

Потери через фильтрацию в почву. Величина их определяется по разности между средней оросительной нормой по Зеравшану $53,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ и суммарными потерями на испарение и транспирацию $\approx 6,7 \cdot 10^3 \text{ м}^3$.

Следовательно, расходы воды на фильтрацию составляют $53,5 \cdot 10^3 - 6,7 \cdot 10^3 = 46,8 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ или $87,5\%$ от общего количества потребляемой на орошение воды, из них на насыщение 2-х метрового слоя почвы ¹⁾ до глубины грунтовых вод потребуется $\approx 7,8 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ или $14,5\%$ ²⁾ и 39.000 м^3 или 73% составляют возможные возвратные воды (см. график).

Потери этой последней категории ($\approx 73\%$ всего расхода оросительной воды на риса), зависящие, главным образом, от двух причин — скорости фильтрации через данную почву и продолжительности затопления, доступны нашему регулированию.

Тот и другой фактор подлежат нашему воздействию, и задачей экспериментальных исследований является изыскание методов и способов сокращения потерь этой категории.

4. Способы уменьшения оросительных норм и работы Самаркандской Опытной-Оросительной станции.

Методы снижения оросительных норм риса в соответствии с действующими факторами могут быть разделены на две группы: а) методы воздействия на скорость фильтрации и б) методы сокращения периода затопления.

А. Метод воздействия на скорость фильтрации.

Проницаемость данной почвы зависит от величины и характера ее скважности, действующего напора и состояния поверхности почвы. В опытах Е. Г. Петрова на Голодностепской Опытной-Оросительной станции, описанных им в № 4 Научно-Агрономического журнала за 1927 год, при определении проницаемости почв прибором Долренко были получены следующие цифры, характеризующие высоту слоя воды, просочившегося в почву, в течение одной минуты при напоре в 5 см.

Таблица 16.

№№ по порядку	Характеристика почвы	Слой воды в м/м., просочившийся в почву в течение 1 мин. при напоре 5 см.	Примечание
1	Целина нетронутая	2,5	
2	« лишенная горизонта 0—15 см. . .	— 1,2	
3	« « « 0—70 см. . .	— 1,2	
4	« распаханная 1-й год	— 0,6	
5	« распахивающаяся 3 года	— 0,2	
6	Старопахотные земли — ранний пар	— 0,2	
7	« « залежа	— 0,1	Залежь однолетняя

¹⁾ По нашим определениям, влагоемкость почв долины р. Зеравшан варьирует в пределах $29,5-40\%$ от сухого веса; в среднем можно принять 35% .

²⁾ Первоначальный, к началу затопления, запас влаги 2-хметрового (до глубины грунтовых вод) слоя почвы колеблется от 8 до 15% (в среднем 10%) и, таким образом, для увеличения влажности на $35-10 = 25\%$ потребуется $157,4 \times 25\% \times \times 2 = 7,8 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ воды на гектар.

Из таблицы 16 видно, что крайние значения цифр, характеризующих проницаемость, достигают 2500‰ и что при распахивании целины в первый же год проницаемость уменьшается в 4 раза, а при дальнейшей обработке уменьшается в три раза. Старопахотные почвы в зависимости от состояния их поверхности в отношении проницаемости дают разницу в 100‰.

Чем больше почва лишена структуры, чем более она распылена в сухом состоянии, а в жидком превращена в грязь, тем меньше будет фильтрация, благодаря закупориванию тех ходов, по которым вода легко проникала в подпочву.

Туземная практика подготовки рисового поля, видимо, усвоила выгоду такого метода и мы находим у туземцев способ обработки, носящий название «лой омач», когда вся предпосевная вспашка производится по затопленному полю — по грязи. Той же цели достигает и последующее малование.

В других странах эта способность почвы понижать свою проницаемость под влиянием поверхностной обработки известна давно и сознательно используется. Так, в Италии и Испании считается обязательным на почвах с проницаемой подпочвой производить предварительное утаптывание ногами животных, которых гоняют по залитому водой полю. В Италии, где этот метод применяется достаточно широко, для облегчения труда животных и ускорения работы введены в употребление катки Тромеллино и бороны Сардженти;—первый построен по типу Кемпбеля, но с более массивными и широкими колесами, второй напоминает борону Акме.

Отзывы о работах указанных орудий чрезвычайно благоприятны¹⁾ и показывают, что в этом приеме мы имеем чрезвычайно сильно действующее средство, которое при неосторожном обращении способно даже повести к неблагоприятным для культуры последствиям. Метод этот чрезвычайно простой и доступный каждому хозяйству и потому испытание его в наших условиях является чрезвычайно интересным.

В виду изложенного, а также и того, что в иностранной литературе, кроме общих благоприятных отзывов, нет указаний на количественный эффект работы (выраженных либо в проценте экономии воды, либо в проценте повышения урожая при постоянном объеме оросительной воды), в программу работ Самаркандской Опытной-Оросительной станции на 1928 год включено испытание методов искусственного уплотнения почв.

Помимо влияния на величину проницаемости изменением состояния поверхностного слоя почвы, можно добиться того же результата изменением высоты напора, т. е. высоты слоя воды на поле, но так как высота эта в наших условиях определяется, главным образом, требованиями растения и необходимостью определенной высоты для борьбы с сорняками, то воздействие при помощи этого приема может иметь место в ограниченных пределах.

¹⁾ Инж. Аллорно на IV рисовом конгрессе в Верчелли свидетельствует, что «почвы, укатанные катком Тромеллино, теряют значительно меньше воды, чем утопанные ногами животных в один и тот же период времени, а кроме того, благодаря употреблению этого катка, достигается совершенно идеальная подготовка почвы».

Polo Poli в своей книге «Risicoltura» (стр. 34) указывает, что ему пришлось видеть «земли, которые были проницаемы настолько, что не было даже возможности удержать на них воду, так как она уходила в почву, как сквозь решето, по мере поступления на поле из арыка и которые после применения утаптывания делались совершенно непроницаемыми. В этом случае закрытие пор, через которые диффундировалась вода, сделалось настолько совершенным, что всякая циркуляция сделалась невозможной, и растения начали даже страдать от отсутствия кислорода, явлений денитрификации и невозможности нормально развивать корневую систему».

Б. Методы сокращения периода затопления.

Здесь можно различать четыре способа:

1. Американский способ рядового посева риса насухо по предпосевному поливу с отодвиганием срока затопления на некоторое время, в течение которого рис получает поливы, как сухая культура, по мере надобности.

2. Способ прерывистых поливов с посевом риса обычным туземным способом и применением периодических перерывов и просушек рисового поля на разные сроки.

3. Способ культуры риса с пересадкой. При этом способе рис высеивается предварительно в питомниках, размером $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$, предназначенной под рис площади; в питомнике рис остается в продолжение от 30 до 45 дней (смотря по сорту), после чего высаживается на постоянное место.

4. Замена позднеспелых сортов риса скороспелыми его разновидностями.

Первые два способа уже в течение двух лет испытываются на Самаркандской Опытной-Оросительной станции и дали положительные результаты.

Способы пересадки и подбора скороспелых сортов стоят на очереди (к испытанию) и включены в программу работ станции на 1928 год.

1. Американский способ. Способ этот получил свое название потому, что в Калифорнии и Луизиане он имеет наибольшее распространение—там все риса, засеваемые на новых землях, культивируются по этому методу с целью экономии в воде и удешевления полки. Принят он также в провинции Лоди в Италии, где назначение его—облегчение борьбы с сорняками рода *Сурегус*. Сущность его состоит в том, что тщательно подготовленное и, если нужно, предварительно политое поле засеивается рисом обыкновенной рядовой сеялкой и в течение, примерно, 30—35 дней остается незатопленным (в случае надобности поливается, как сухая культура, до 5 раз). Затем поле затапливается сплошным слоем и ему дают обычный уход. Способ этот применим не во всех случаях и для получения благоприятных результатов нужно наличие определенных условий, среди которых главное—отсутствие возможности заражения поля курмаком, так как в последнем случае как раз необходимо раннее и глубокое затопление.

Таким образом, у нас при почти повсеместной крайней засоренности полей курмаком американский способ до того, как будут выработаны способы очищения (или протравливания) семян от курмака, нужно считать мало обещающим. Однако, он представляется настолько заманчивым в условиях Зеравшанской долины с ее весенним недостатком воды, и возможностью при этом способе отодвинуть время сплошного затопления до 20/VI—1/VII и тем разгрузить поливную кривую июня¹⁾, что опыты на Самаркандской Опытной-Оросительной станции были поставлены.

В 1926—27 г. г. опыты заложены на двух участках: на Чупан-Атинском участке и параллельно на Араб-Ханинском.

Чупан-Атинский участок станции лежит на нижней террасе левого берега среди рисового района, а Араб-Ханинский на верхней возвышенной террасе в пригородном районе. Опыты на уч. Араб-Хана были

¹⁾ Второй критический период.

заложены с целью избежать влияния свойственной рисовому району засоренности, также создать условия действительно «сухого» режима делянок, что не вполне удавалось на рисовом участке, вследствие подтопа изолированных делянок водой соседних участков. Результаты опытов по урожаю¹⁾ сведены в таблице 17.

Таблица 17.

Наименование схемы	Урожай в пуд. на гектар		Примечание
	Чупан-Ата 1926 г.	Араб-Хана 1927 г.	
Контрольная (туз. способ)	130,6	114,9	До наступления сплош. затопл. поливки произведены в сроки на 7, 14 и 21 день
Американский способ затопл. через 10 дн. от всходов	129,2	113,8	
Американский способ зат. чер. 20 дн. от всходов	109,0	63,7	
Американский способ зат. чер. 30 дн. от всходов	91,0	46,3	
Американский способ зат. чер. 40 дн. от всходов	—	27,8	

Вполне ясно выступает закономерность в уменьшении урожая по мере отодвигания срока затопления, что при дальнейшей разработке данных фенологических наблюдений и анализов учетных площадей объясняется задержкой в развитии растения. Ниже в таблице 18 приводятся данные о числе дней, прошедших от посева до колошения по каждой схеме.

Таблица 18.

Наименование схем	Уч. станц. у Чупан-Ата	Уч. станц. в Араб-Хана
	Число дней от посева до колошения	
Контрольная (туземный)	64,5	70
Затопление через 10 дней	64,5	73
» » 20 »	66,0	80
» » 30 »	66,5	83
» » 40 »	67,0	96

Показания в общей тенденции сходны, но на Араб-Ханинском участке она резче подчеркнута вследствие отсутствия влияния фильтрационных вод.

¹⁾ За краткостью результаты наблюдений по другим элементам (ростом, кустистостью, приростом сухого вещества), в общем подтверждающие урожайные данные, не приводятся.

Как отразился этот способ культуры на количестве курмака и других сорняков, можно было наблюдать только на Чупан-Атинском участке, так как в Араб-Хане посевы были совершенно чисты.

Число растений курмака на квадратном метре по схемам приводится в таблице 19.

Таблица 19.

Наименование схем	Число кустов курмака на 1 кв. метр	Примечание
Контрольная	95 кустов	
Затопление через 10 дней	87 »	
» » 20 »	97 »	
» » 30 »	105 »	
» » 40 »	111 »	

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать заключение, что: 1) рис в наших условиях допускает выдержку его без затопления до 40 дней при условии посева рядовой сеялкой насухо; 2) с оттяжкой начального периода затопления происходит удлинение вегетационного периода, увеличивается засоренность поля курмаком и снижается урожай риса; 3) размер получающейся экономии в оросительной воде и вопрос рентабельности этого способа необходимо разрешить дальнейшими опытами.

II. Способ прерывистых поливов. При этом способе независимо от способа посева в течение вегетационного (оросительного) периода производятся сбросы воды и просушка поля, при чем, чем больше мы сделаем таких сбросов или же удлиним их продолжительность, тем более мы сократим период затопления поля и, следовательно, уменьшим оросительную норму.

Туземная практика также применяет сбросы воды с рисового поля — обычно два раза в сезон на 4—5 дней, но делается это не в целях экономии воды, а для воздействия на растения и сорняки. На Самаркандской Опытной-Оросительной станции испытание этого способа ведется уже в течение двух лет. Испытывались в 1926 году две схемы—2 дня с поливом, 1 без полива,—6 дней с поливом, 3 без полива (в 1927 году три схемы—5 дней с поливом, 5 дней без полива,—10 дней с поливом 10 дней без полива и 10 дней с поливом, 5 без полива¹⁾).

По схемам 1927 года с добавлением схемы: пять дней с поливом, 10 дней без полива предположено вести работы и в дальнейшем.

Результаты опытов по урожаю ²⁾ приведены в таблицах 20 и 21.

¹⁾ Схемы предложены Старш. спец. ОИИВХ Н. Янишевским.

²⁾ Для краткости результаты наблюдений по другим элементам (росту, кустистости, приросту сухого вещества), подтверждающие урожайные данные, не приводятся.

1. Данные 1926 года.

Таблица 20.

Наименование схем	Урожай в пудах на гектар	Примечание
Контрольная	130,6	
Прерывистые поливы 6 × 3 дн.	131,7	
» » 2 × 1 »	130,2	

2. Данные 1927 года.

Таблица 21.

Наименование схем	Урожай в пудах на гектар	Оросит. норма		Гидромо- дуль в сек.- литр на гектар	Примечание
		В м. ³ на гектар	В ‰ от конт- рольной		
Контрольная	128 п. 15 ф.	51.658	100	5,85	
Прерывистые пол. 10 × 5	137 » — »	32.957	63,8	3,75	
» » 10 × 10	141 » 14 »	19.612	37,9	2,25	
» » 5 × 5	154 » 36 »	12.855	24,8	1,45	

Оросительные нормы и сроки по схемам опытов с рисом—с прерывистыми поливами и отодвиганием начального срока затопления показаны в таблице 22, а расходы оросительной воды за поливной период по тем же схемам—на графике. № 3.

Таблица 22.

Наименование схемы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Туземн. способ (конт)	Затоп. че- рез 10 дн.	Затоп. че- рез 20 дн.	Затоп. че- рез 30 дн.	Затоп. че- рез 40 дн.	Перерасход 5-5	Перерасход 10-10	Перерасход 10-5	Глубина h=5	Глубина h=15
Оросительн. нормы и сроки										
Оросительная норма в куб. мт. на гектар	51658	28056	29648	20621	18244	12855	19612	32957	37375	44544
Нормы в ‰	100	54,3	57,4	38,8	35,3	24,8	37,9	63,8	72,3	86,2
Периоды затопления в сутках	102	92	82	72	62	51	61	68	102	102

Следовательно, величина урожая по данным 1926 года остается неизменной, а по данным 1927 года определенно возрастает (для схемы 5 × 5 увеличение урожая произошло на 20,6‰), в то время как оросительная норма упала на 75,2‰ (до 24,8‰).

При этом необходимо отметить, что наблюдаемая величина экономии по некоторым схемам превышает теоретически вычисленную, так по схемам 10×10 и 5×5 по прямой зависимости с периодом затопления мы должны были бы получить экономию в 50%, в действительности же получили 62,1% и 75,2%. Очевидно, здесь, помимо срока затопления, вступает в действие новый фактор,—влияние тех изменений в структуре поверхностного слоя почвы, которые получаются в результате повторных просушек поля и которые, как мы видели выше, весьма значительно отражаются на величине проницаемости почвы.

Указанный способ прерывистых поливов является надежным методом сокращения оросительных норм риса и в 1928 году на Самаркандской Опытной-Оросительной станции предположено развернуть работы по испытанию этого способа для выработки техники применения этого способа и широкого проведения его в жизнь.

III. Способ культуры риса с пересадкой. Особенностью этого способа является предварительный высеив семян в питомник с последующей пересадкой полученных в питомнике сеянцев на поля, отведенные под рис.

Способ этот не нов. Он исстари известен на Востоке Азии, применяется там повсеместно и считается абсолютно необходимым при культуре орошаемого риса.

Только рис суходольный, культивируемый в районах с количеством осадков 1.500—2.000 мм. за сезон, разводится непосредственным высевом семян в поле.

Площади, занимаемые в Восточной Азии рисовой культурой и в значительной своей части культивируемые с пересадкой, весьма значительны. В таблице 23 приведены площади рисовых посевов по 1922 г.

Таблица 23.

Страны Восточной Азии	Площадь рисовых посевов в гектарах	Примечание
Индия.	32.478.500 гект.	(приблизительно)
Китай.	19.000.000 »	
Ява.	3.263.160 »	
Япония.	3.102.000 »	
Сиам.	2.490.750 »	
Филиппинские Острова.	1.673.080 »	
Индо-Китай.	1.726.500 »	
Цейлон.	303.000 »	
Британская Малакка.	202.320 »	

Таким образом, поскольку свыше 95% всей мировой продукции риса производится на Востоке Азии и получают культивированием

орошаемого риса с пересадкой, необходимо признать способ с пересадкой нормальным для культуры орошаемого риса, а способ непосредственного высева — исключением.

Не следует думать, что способ пересадки применяется только в Азии с ее экономическими и бытовыми особенностями и является неприменимым для стран с другим экономическим укладом.

Пересадка получила распространение и в Европе. Так, в Испании вся ее рисовая площадь в 49.025 гект. культивируется по этому способу.

В Италии культура риса с пересадкой также начинает делать большие успехи. Первые опыты пересадки риса были поставлены в 1912 г. и с тех пор, благодаря пропаганде Рисовой Опытной станции в Верчелли способ этот быстро распространяется, и в 1927 г. пересаженный рис занимал уже площадь в 15.000 гект.

Применяется этот метод и у нас в Союзе в Закавказье, где из 45.000 гект. общей рисовой площади 20.000 гект. пересаживается.

Не находит себе применения этот способ лишь в С. Америке и у нас в Средней Азии. Для Америки это можно объяснить особенностью ее хозяйства — большим размером ферм и дороговизной рабочих рук, что заставляет искать путей к удешевлению производства не в применении «огородных» приемов культуры, требующих затраты большего количества рабочих рук, а как раз в обратном направлении — в усилении механизации и сокращении применения ручного труда.

В Средней Азии условия были и есть совершенно иные — известная парцеллярность местного дехканского хозяйства не способствовала до сего времени широкому применению машин и культура хлопка, напр., зиждется на огромных затратах ручного индивидуального труда.

Предположительно можно считать, что причину отсутствия у нас культуры риса с пересадкой нужно искать в истории занесения рисовой культуры в Среднюю Азию. Рис в Среднюю Азию, повидимому, проник из стран, где не применялась в то время пересадка и в силу инертности хозяйственного уклада населения этот способ непосредственного высева удержался до наших дней, несмотря на близость Китая и Индии, где способ пересадки широко практикуется.

По свидетельству Бартольда, китайцы «открыли» Среднюю Азию впервые во II-м веке до Р. Х. и уже застали в Фергане рис, люцерну и виноград. Последние две культуры и заимствованы китайцами из Средней Азии, следовательно, культура риса не могла быть занесена к нам из Китая, а откуда-то из других мест, вероятно, Бактрии, где она уже имела распространение в IV веке до Р. Х. В Бактрию же в свою очередь она могла попасть из Месопотамии.

Техника культуры с пересадкой состоит в следующем.

Небольшой участок земли от 400 до 1.000 кв. метр., тщательно обработанный и удобренный, отводится под питомник и засеивается густо в разброс рисом (раза в 4 гуще обычной нормы). В питомнике сеянцы риса воспитываются в зависимости от сорта в течение 30—45 дней. Во все это время они получают тщательный уход и все сорняки старательно выпалываются. Главное внимание обращается на получение сильных сеянцев с неглубокой корневой системой.

По достижении сеянцами роста = 20—25 см. их выдергивают, связывают в пучки и пересаживают на поле, которое к тому моменту должно быть подготовлено и залито водой.

Отряды сажальщиков (преимущественно женщин и детей) становятся рядами и производят посадку семян гнездами по 2—6 штук на расстоянии 15—25 см., смотря по сорту и плодородию почвы.

Растения в течение нескольких дней обыкновенно болеют, а затем задают новые корни и быстро двигаются в рост.

При этом способе полка обычно не требуется и дальнейший уход состоит лишь в регулировании поступления оросительной воды.

Непосредственным результатом применения этого метода является повышение урожайности (по итальянским и кавказским данным, увеличение урожайности = до 50 пуд. на гект.), обязанное меньшему периоду затопления, лучшей обработке почвы и устранению вредного влияния сорняков. Не останавливаясь здесь на других преимуществах этого способа, отметим значение его в отношении экономии оросительной воды.

В течение всего времени, пока растения находятся в питомнике, т. е. 30—45 дней, орошается только питомник; основное поле, предназначенное под высадку риса, в случае надобности получает отдельные поливы только перед вспашками.

Сплошное затопление основного рисового поля начинается лишь за несколько дней до пересадки. Таким образом, общий срок затопления сокращается на 30—45 дней, или, считая за нормальный период затопления в 100 дней, имеем экономии 30—45%.

Производя высев в питомник между 20/V—1/VI, мы будем иметь момент пересадки и, следовательно, начало сплошного затопления около 1/VII. До этого момента вода будет нужна только для питомников, т. е. на 1/10—1/20 всей рисовой площади района. Таким образом, получается экономия в воде в период самого острого маловодия для реки Зеравшан (в критические периоды I и II).

Преимущества этого способа очевидны, но возможность широкого его применения у нас вызывает обычно сомнения, вследствие его дороговизны. Однако, при ближайшем рассмотрении, это опасение не является основательным. Ниже приводится расчет стоимости пересадки риса, при чем все расходы общие для обоих способов,—пересадки и непосредственного посева, как-то: подготовка почвы, подвоз зерна, и пр. для ясности опущены.

Расчеты, заимствованные нами из «Il Giornale di Riscoltura № 1—1927 г.», относятся к случаю пересадки 12 гектаров, для чего был заложен питомник 1,1 гект.

Для удобства все меры и цены переведены в пуды и рубли.

Стоимость питомника в 1,1 гект.

1. Дополнительная тщательная разделка земли, 4 женщины по 2 р. 57 к.	10 р. 28 к.
2. Углубление бороздок, для удобства орошения и удобрения селитрой, 1 мужск. день	3 р. 22 к.
3. Чилийской селитры 18,3 пуда по 2 р. 80 коп. за пуд	51 р. 48 к.
4. Порошок «Каффара»	— 37 к.
5. Семян риса «Varrone и Vittorio Veneto» 33,55 пуда по 5 р. 12 к.	171 р. 60 к.
6. Дезинфекция семян и посев в разброс 1 мужск. день	3 р. 22 к.
	240 р. 37 к.

Полученных сеянцев достаточно для засадки 12 гект., откуда расходы по питомнику на один гектар выразятся в сумме 240 р. 37 к. : 12 = 20 р. 03 к.

При обычном посеве сеялкой или в разброс потребовалось бы на 1 гектар 11,9 пуд. семян на сумму (при той же цене 5 р. 12 к.) 61 р. 20 к.

Таким образом, на этой операции мы имеем при способе пересадки экономию в размере 61 р. 20 к. — 20 р. 03 к. = 41 р. 17 к.

Стоимость пересадки.

Выкопка сеянцев из питомника в расчете на 1 гек. требует 23,83 жен. 7-мичас. рабочего дня по 1 р. 35 к. . . 32 р. 22 к.

Посадка на место также из расчета на 1 гектар требует 35,8 жен. 7-мичас. раб. дня $\times$ 1 р. 35 к. = . . 48 р. 40 к.

Всего . . . 80 р. 62 к.

Если из этой суммы мы вычтем полученную по предыдущей операции экономию в 41 р. 17 к., то получим действительное повышение стоимости всей операции по выкопке и пересадке в размере 31 р. 45 к. по сравнению со способом культуры непосредственного высева.

При культуре с пересадкой необходимость в полке обычно отпадает, а так как на полку по тем же итальянским данным нужно 300 раб. часов на 1 гектар или 45 жен. 8-мичасовых дней, что при той же расценке в 1 р. 35 к. обходится в 60 р. 75 к., то способ культуры с пересадкой в этом случае оказывается даже дешевле обычного посева.

Затраты рабочей силы на пересадку не являются величиной неизменной, имеется возможность сокращения их, с одной стороны, по мере приобретения населением навыка в этой новой пока и для Италии операции, а во-вторых, введением механизации.

Так, для Филиппинских островов, по данным Camus'a, на пересадку затрачивается всего 14 дней, а в Италии усиленно разрабатываются новые конструкции машин для пересадки риса. На имевшем место в 1926 г. при опытной станции в Верчелли конгрессе было представлено 24 машины для пересадки риса двух типов—автоматические и полуавтоматические; первые предназначались для полной замены ручного труда, а вторые должны были служить лишь для облегчения и ускорения ручной работы.

Испытания 1926 г. показали, что, хотя работы всех машин далеко не свободны от недостатков, но все же некоторые из них дают громадную экономию в работе, требуя для засадки 1 гектара всего 9 рабочих дней.

На июнь 1928 г. назначен второй конкурс машин как по пересадке риса, так и по выкопке их из питомника, и нельзя сомневаться в том, что вопрос механизации операций по пересадке и выкопке будет разрешен.

Уже и сейчас в Италии выпущены в продажу машины по пересадке риса марки «Rossi», о чем имеются объявления в итальянских журналах. Видимо, вопрос машинной пересадки выходит уже из стадии опытов.

VI. Подбор скороспелых сортов. Средняя Азия, не в пример другим рисоводческим странам, чрезвычайно бедна сортами риса — всего здесь можно насчитать 20—30 сортов¹⁾ в то время, как число их измеряется тысячами. Несомненно, конечно, что при ближайшем изучении наших сортов, которое еще только начинается, будет выделено немало новых сортов.

Рис более всех других злаков способен к образованию новых разновидностей, и число известных уже сортов риса превосходит число сортов всех злаков, вместе взятых. Пропорционально числу разновидностей растений и амплитуде разностей между отдельными сортами как в отношении морфологических, так и физиологических особенностей растения — имеется громадная разница и в требовательности к теплу и к воде между рисами тропических стран и произрастающими у северной границы возделывания риса.

Указанная особенность растения должна быть использована для наших целей — сокращение оросительной нормы.

Необходимо заняться селекцией рисов по признаку его скороспелости и требовательности к воде и подобрать такие формы, которые в наших условиях были бы и наиболее экономны в отношении воды и достаточно урожайны. Средне-азиатские риса обычно имеют период вегетации = $\sim$ 94—120 дней.

В южных странах распространены большею частью риса с периодом вегетации в 180—226 дней, а в северных — Японии и Дальнем Востоке, от 110 до 72.

Таким образом, имеется громадный диапазон колебаний в этой области, который, быть может, будет еще увеличен дальнейшими работами по селекции и путем подбора можно будет найти такие формы, которые дадут возможность сократить период вегетации, а, следовательно, и период затопления с 104 дн., как мы имеем сейчас, до 70-75 дней, т. е. получить экономию воды в 30%.

V. Повышение урожайности риса. В заключение необходимо указать еще на один путь, косвенно ведущий к той же цели уменьшения количества оросительной воды затрачиваемой на рис — это повышение интенсивности и урожайности культуры риса.

Рис является культурой исключительной по своей отзывчивости на улучшения и способности к повышению урожайности. В этом отношении он превосходит все остальные хлеба. Для примера приведем некоторые данные об урожайности для стран с высоко интенсивной культурой риса, а также данные о темпе повышения урожайности по сравнению с другими культурами.

В таблице 24 (см. на след. стр.) проставлены данные средней урожайности риса в С. Америке, Японии, Италии, Испании.

¹⁾ По долине р. Зеравшан распространен исключительно сорт Арпа-шалы, хотя имеется указание агронома Позднякова, относящееся к 1901 году, что в долине, кроме Арпа-шалы, имеют распространение еще три сорта — Ак-шалы, Кара-кыльдык и Кызыл-шалы, но с последними сортами в районе исследований фактического гидромуля не приходилось встречаться, и в 1927 году из 60-ти образцов, взятых нами на базаре у дехкан разных кишлаков для определения ботанического состава, попался только один образец Кызыл-шалы, остальные все относятся к сорту Арпа-шалы.

Таблица 24.

Наименование стран	Урожайность в пудах на гектар	Примечание
С. Америка (Калифорния и Луизиана)	136—180 пуд.	Данные за 22 г.
Япония	258 пуд.	Данные за 22 г. средние для пло- щади 3102000 гек.
Италия	280 пуд.	Данные за 26 г. средн. для площ. 148300 гек.
Испания	397 пуд. 28 ф	То же для площ. 49025 гект.

Приводимые цифры являются средними для больших площадей, в отдельных случаях при благоприятных условиях они бывают значи-тельно выше.

По данным опытной станции в Верчелли, в Италии имеется урожай в 80—90 кв., т. е. 488—599 п. на гектар, а сорт «Ronscarollo», на поле станции размером $\frac{1}{10}$ гектар, показал урожайность в 100 кв. или 610 пуд. на гектар.

Насколько ничтожны в сравнении с указанными наши урожаи в 90—100 п. на гектар (в среднем).

Таблица 25 показывает рост урожайности риса в Италии по годам в квинталах и пудах на гектар.

Таблица 25.

М е р ы	1895 г.	1900 г.	1905 г.	1909— 1913 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.
Квинтал	18,2	25,8	25,8	32,8	42,5	43,0	44,6	45,9
Пудов	111,0	157,4	157,4	200,1	259,3	262,3	272,1	280,0

За 30 лет урожайность повысилась на 152%.

Сравнительный рост урожайности риса и других хлебов показан в таблице 26.

Таблица 26.

Наименование культур	Средний урожай за 1880—1884 г. в квинталах	Средний урожай за 1921—23 г. в квинталах	Увеличение в %
Пшеница	8,3	11,2	35
Рожь	8,2	12,1	48
Овес	8,0	10,7	34
Ячмень	7,7	9,1	18
Кукуруза	13,5	14,3	6
Рис	18,2	40,7	123

VI. Общие выводы.

1. Рис является одной из самых доходных (и ценных) культур; при сокращении площадей рисовых посевов в долине р. Зеравшан должно быть обеспечено по меньшей мере удовлетворение местной потребности в продукции риса; для этого, учитывая возможное увеличение средней урожайности риса в ближайшее время до 2000—2500 кило с гектара, под рисовые посевы в долине р. Зеравшан должно быть отведено до 30.000 гектар земли, наиболее для этого пригодной.

2. Громадные количества воды, затрачиваемой на орошение риса в настоящее время ($\sim 1/3$ вегетационного тока реки Зеравшан в период I/VI—10/IX) не являются действительно необходимыми; простыми мерами регулирования поступления воды на риса—периодические сбросы, уменьшение слоя затопления и пр., эти расходы могут быть снижены в два-три раза и более против существующих и таким образом увеличение рисовой площади (до 30.000 гект.) не вызовет дополнительных затрат воды.

3. Самым надежным способом снижения оросительной нормы риса, доступным к применению уже в настоящее время, являются прерывистые поливы (5—10 дней затопления и 5—10 дней сброс).

Периодическими просушками рисового поля достигается не только сбережение оросительной воды, но и целый ряд других в высшей степени благоприятных результатов. Повышение урожайности риса, понижение малярийности (от установления переменного водного режима) и пр.

4. Кроме сокращения срока затопления риса путем периодических сбросов можно констатировать целый ряд и других способов сбережения оросительной воды,—отодвигание срока начального затопления (этот способ в особенности отвечает характеру режима р. Зеравшан:—маловодие в период апрель—июнь месяцы), уменьшение проницаемости рисовых почв, посевы риса с пересадкой и др. мероприятия по интенсификации и повышению урожайности риса.

5. Изучение оптимальных сочетаний чередований затопления и сбросов оросительной воды, оптимальная и предельная продолжительность периодов сбросов и оттяжки начального периода затопления (при американском способе посева), а также способов уплотнения рисовых почв, культура риса с пересадкой и др. должны быть в широком масштабе поставлены изучением на Опытно-Оросительных станциях ИВХ, с тем, чтобы затем ускорить проведение выработанных более усовершенствованных и рациональных способов культуры риса в практику дехканского хозяйства Средней Азии.

ГРАФИК №1.

СРЕДНЕГО ГИДРОМОДУЛЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ РИСА
ДЛЯ САМАРКАНДСКОЙ ЧАСТИ ДОЛИНЫ.

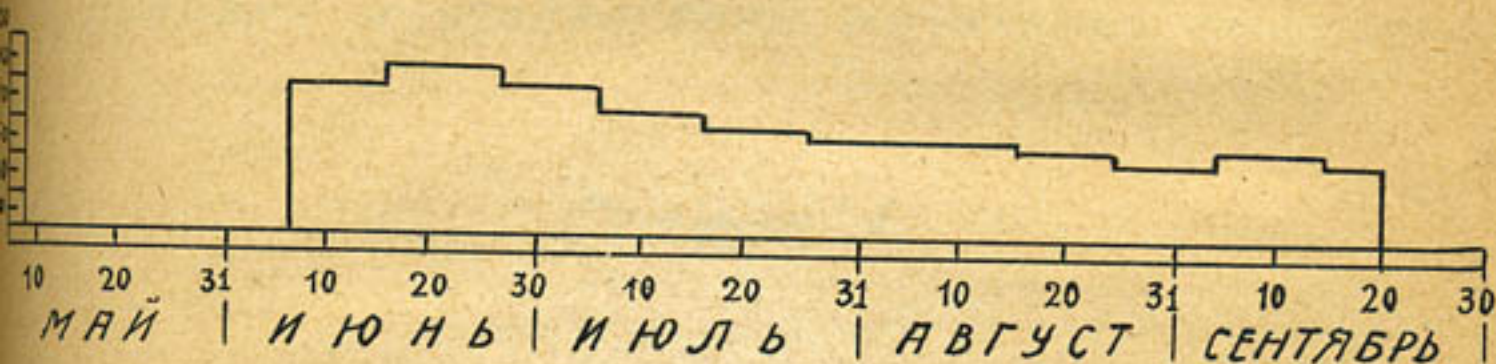
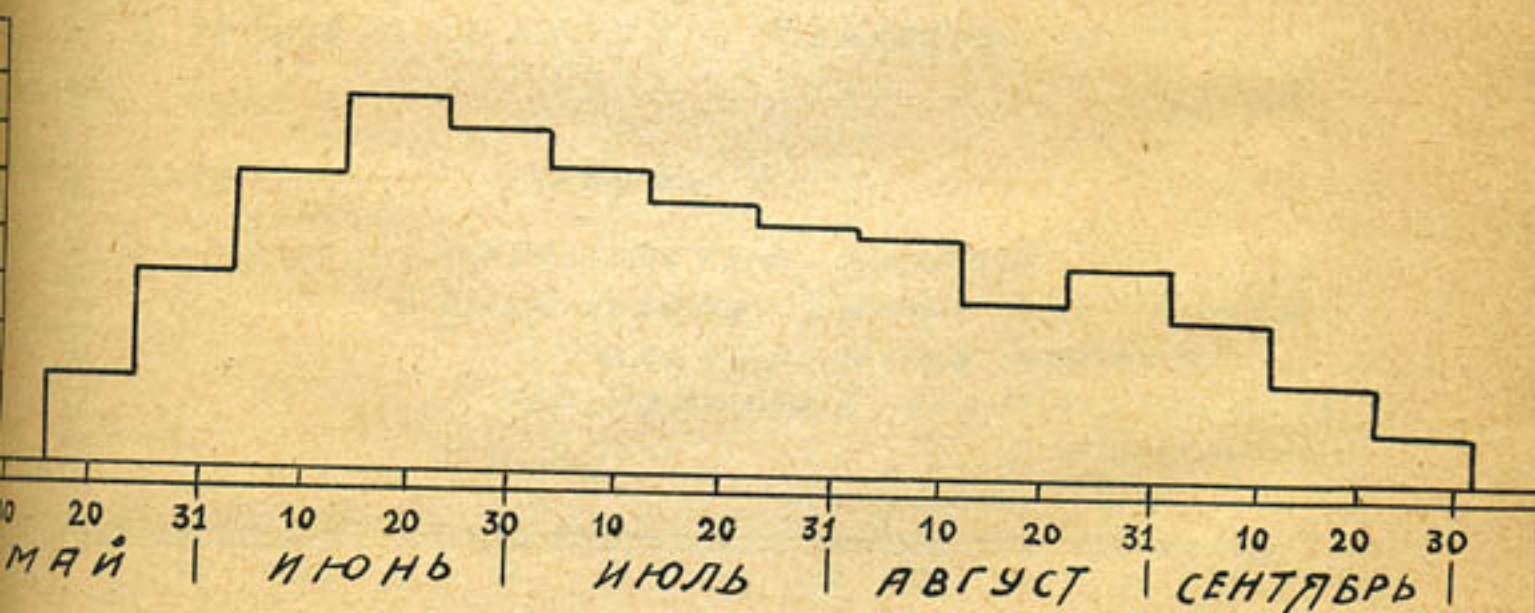


ГРАФИК №2.

СРЕДНИЙ ГИДРОМОДУЛЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ РИСА ПРИ
РАВНОМЕРНОМ ПОСЕВЕ ВТЕЧЕНИИ 40 ДНЕЙ С 16/V ПО 24/VI.



ГРАФИКИ

ОРОСИТЕЛЬНОГО ГИДРОМОДУЛЯ РИСА В ЛИТР./СЕКУНДУ
НА ГЕКТАР ПРИ ТУЗЕМНОМ СПОСОБЕ ОРОШЕНИЯ, ПРЕРЫВ-
НЫХ ПОЛИВАХ И ОТОДВИГАНИИ НАЧАЛЬНОГО СРОКА ЗАТОПЛЕНИЯ

ГРАФИК 1.

ТУЗЕМНЫЙ способ полива

ОРОСИТЕЛЬНАЯ НОРМА

ОРОСИТЕЛЬНЫЙ ГИДРОМОДУЛЬ = 5.86%



ГРАФИК 2.

ПРЕРЫВИСТЫЕ ПОЛИВЫ

5 ДНЕЙ ПОЛИВ 5 ДНЕЙ БЕЗ ПОЛИВА

ОРОСИТЕЛЬНАЯ НОРМА =

ОРОСИТЕЛЬНЫЙ ГИДРОМОДУЛЬ = 1.46%



График 3.

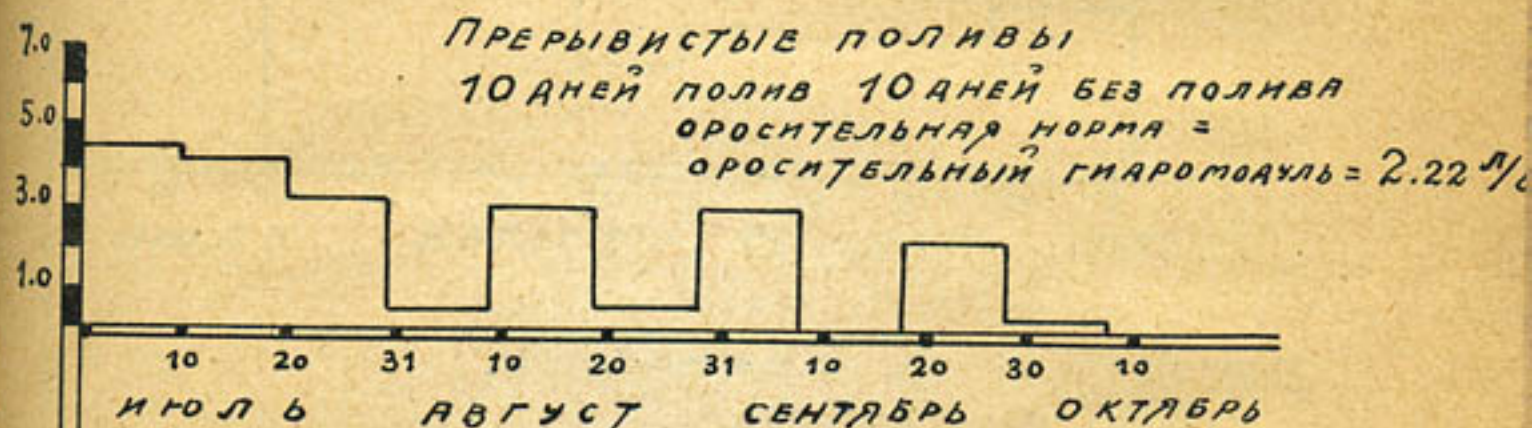


График 4.



График 5. Затоплено через 10 дней после посева
ОРОСИТЕЛЬНАЯ НОРМА =



ГРАФИК 6.

Затоплено через 20 дней после посева

оросительная норма =

оросительный гидромодуль = 3.37 л/с.

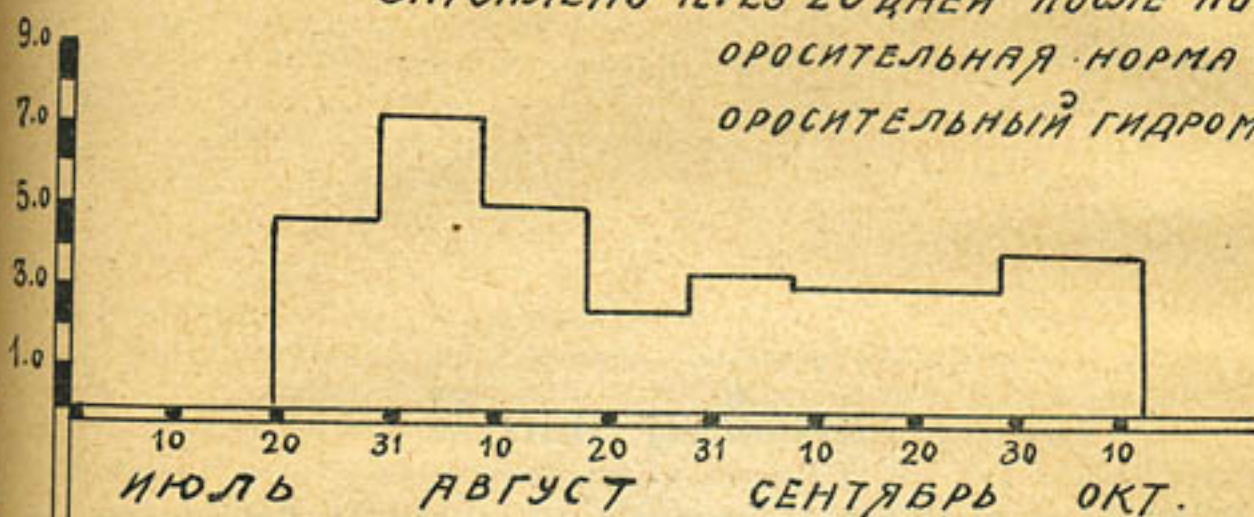


График 7.

Затоплено через 30 дней после посева

оросительная норма

оросительный гидромодуль = 2.28 л/с.



График 8.

Затоплено через 40 дней после посева

оросительная норма =

оросительный гидромодуль = 2.07 л/с.



М. Прокофьев.

Итоги работы

Мелиоративной Кооперации Южного Казакстана за 1926/27 г.

Работа по организации мелиоративных товариществ в 1926/27 году велась одновременно во всех трех губерниях Южного Казакстана. На 1-е октября 1926 года мелиоративных товариществ насчитывалось 119, из коих ликвидировано 16 т. е. до 14%, при чем некоторые товарищества, в виду нерентабельности работ, а другие—из за величины и громоздкости района их деятельности. Из этого количества в Сыр-Дарьинской губернии ликвидировано 13 товариществ, т. е. 16% всех товариществ губернии, а в Джетысу 3 товарищества, т. е. до 10%.

Вновь соорганизовано 46 мелиоративных товариществ и ныне сеть в Южном Казакстане характеризуется нижеприведенными сведениями:

Наименование губерний и областей	Количество т-в на 1/X 26 г.	Ликвиди- ровано в 1927 г.	Вновь сорганиз. в 1927 г.	Всего на 1/X - 27 г.	Количество ко- оперир. хозяйств в товариществах, на 1/X-1927 г.	Среднее коли- чество членов на 1 т-во на 1/X-1927 г.	Общее количе- ство хозяйств на системах в 1927 г.	% коопериро- ван. хозяйств на 1/X-1927 г.
Сыр-Дарьинская	81	13	21	89	43.996	495	161.739	28%
Джетысуйская	31	3	19	47	10.322	220	144.514	7%
Кара-Калпакия	7	—	6	13	2.382	181	30.487	8%
	119	16	46	149	56.700	387	336.740	17%

Из приведенных сведений мы видим, что по Сыр-Дарьинской губ. количество мелиоративных товариществ за 1926/27 операционный год увеличилось на 21 товарищество, или на 30%, по Джетысу на 19 товариществ, или на 65% и по Кара-Калпакии на 6 товариществ, или на 85%, а по всему Южному Казакстану в среднем на 44%. За это время кооперированных хозяйств увеличилось на 15%. Всего же кооперировано в среднем 17% хозяйств, сидящих на водных системах. По губер-

нием этот процент составляет: по Сыр-Дарьинской—28%, по Джетысу—7% и по Кара-Капакки—8%.

По Сыр-Дарьинской губ. товарищество в среднем имеет 495 членов хозяйств, по Джетысу—220 и Кара-Капакки—180 членов хозяйств. Однако, имеются товарищества с меньшим и с большим количеством членов, так по Сыр-Дарьинской губ. наименьшее количество членов в товариществе от 38 до 67, наибольшее по 2.500, по Джетысу наименьшее от 46 до 90, наибольшее по 680 и по Кара-Капакки наименьшее 55 и наибольшее 557 членов хозяйств.

Инструкторами по периферии проведена весьма большая инструкторско-организационная работа. Они обеспечены с экономической стороны вновь сорганизованные 46 мелноративных товариществ. Все товарищества, в количестве по 43-х, намеченные к окрепощению по строительному плану 1926/27 года, обеспечены и подготовлены к получению

скуп.

Кроме того, в большинстве из них произведены первыборы членов правлений и ревкомиссий. Также обеспечены и инструкторы товариществ, внесенные в план работ на 1927/28 год. Всего по отчетным данным из всех 149 мелноративных товариществ обеспечено и обеспечено 112 товариществ, или 72%, при чем в Кара-Капакки обеспечено 89 товариществ, в Сыр-Дарьинской губернии из 89 товариществ обеспечено 59 или 66%, а за вычетом 11-ти Голодностепских товариществ, которые нам переданы после 1/X—27 года, процент обеспеченных товариществ достигает по 76%. В Джетысу из 47 товариществ обеспечено 40, т. е. 85, при чем по Джаркентскому, Ташы-Курганскому и Ленсинскому волным округам обеспечены все товарищества.

Инструкторский аппарат по периферии состоял из 9-ти инструкторов, а в центральном аппарате работало 3 и один практикант, а всего 13 человек, из коих 12 человек, т. е. 92%, знают местный язык, с высшим образованием 2 или 15%, со средним 7 или 54,5% и низшим 4 или 30%. Состоящих в партии 2 или 15,5%, остальные беспартийные. По национальностям: казаков 4 или 30,7%, русских 8 или 61,6% и евреев 1 или 7,7%. По кооперативному стажу инструктора распределены: по 1 года—5 или 38,45%, по 2 лет—1 или 7,7%, по 4 лет—2 или 15,5%, по 10 лет 5 или 38,45%. Таким образом, мы имеем значительное количество инструкторов с низким образованием и со стажем по 1 года, т. е. только что начинающих свою кооперативную работу, что конечно, отражается весьма неблагоприятно на успехе в работе по развитию и укреплению мелнотовариществ, т. к. инструкторская работа по мелнотовариществам требует от инструкторов не только серьезной теоретической кооперативной и счетоводной подготовки, но и практического стажа, а также хотя бы общего знакомства с основными положениями сельского хозяйственной экономики, статистики, ирригационной техники и скупного кредита.

Поэтому для лиц с низким образованием эта работа оказывается непосильной и требует специальной подготовки.

Так как направление деятельности товариществ в значительной мере определяется социальным составом их правлений, то инструкторами было обращено особое внимание, чтобы при первыборах в правление товарищества проходили исключительно бедняки и середняки, что и достигнуто, как это видно из приводимых ниже сведений.

ниям этот процент составляет: по Сыр-Дарьинской—28%, по Джетысу—7% и по Кара-Калпакии—8%.

По Сыр-Дарьинской губ. товарищество в среднем имеет 495 членов хозяйств, по Джетысу — 220 и Кара-Калпакии — 180 членов хозяйств. Однако, имеются товарищества с меньшим и с большим количеством членов, так по Сыр-Дарьинской губ. наименьшее количество членов в товариществе от 38 до 67, наибольшее до 2.500, по Джетысу наименьшее от 46 до 90, наибольшее до 680 и по Кара-Калпакии наименьшее 55 и наибольшее 557 членов хозяйств.

Инструкторами по периферии проведена весьма большая инструкторско-организационная работа. Ими обследованы с экономической стороны вновь сорганизованные 46 мелиоративных товариществ. Все товарищества, в количестве до 43-х, намеченные к окредитованию по строительному плану 1926/27 года, обследованы и подготовлены к получению ссуд.

Кроме того, в большинстве из них произведены перевыборы членов правлений и ревкомиссий. Также обследованы и инструктированы товарищества, внесенные в план работ на 1927/28 год. Всего по отчетным данным из всех 149 мелиоративных товариществ обследовано и обревизовано 112 товариществ, или 72%, при чем в Кара-Калпакии обследованы все товарищества, в Сыр-Дарьинской губернии из 89 товариществ обследовано 59 или 66%, а за вычетом 11-ти Голодностепских товариществ, которые нам переданы после 1/X—27 года, процент обследованных товариществ достигает до 76%. В Джетысу из 47 товариществ обследовано 40, т. е. 85, при чем по Джаркентскому, Талды-Курганскому и Лепсинскому водным округам обследованы все товарищества.

Инструкторский аппарат по периферии состоял из 9-ти инструкторов, а в центральном аппарате работало 3 и один практикант, а всего 13 человек, из коих 12 человек, т. е. 92%, знают местный язык, с высшим образованием 2 или 15%, со средним 7 или 54,5% и низшим 4 или 30%. Состоящих в партии 2 или 15,5%, остальные беспартийные. По национальностям: казаков 4 или 30,7%, русских 8 или 61,6% и евреев 1 или 7,7%. По кооперативному стажу инструктора распределяются: до 1 года—5 или 38,45%, до 2 лет—1 или 7,7%, до 4 лет—2 или 15,5%, до 10 лет 5 или 38,45%. Таким образом, мы имеем значительное количество инструкторов с низшим образованием и со стажем до 1 года, т. е. только что начинающих свою кооперативную работу, что конечно, отражается весьма неблагоприятно на успехе в работе по развитию и укреплению мельтовариществ, т. к. инструкторская работа по мелькооперации требует от инструкторов не только серьезной теоретической кооперативной и счетоводной подготовки, но и практического стажа, а также хотя бы общего знакомства с основными положениями сельско хозяйственной экономики, статистики, ирригационной техники и ссудного кредита.

Поэтому для лиц с низшим образованием эта работа оказывается непосильной и требует специальной подготовки.

Так как направление деятельности товариществ в значительной мере определяется социальным составом их правлений, то инструкторами было обращено особое внимание, чтобы при перевыборах в правление товарищества проходили исключительно бедняки и средняки, что и достигнуто, как это видно из приводимых ниже сведений.

Наименование округа	Число то- вариществ	Число членов	И т н и х в ‰‰			Примечание
			Бедняк.	Средняк.	Зажиточ.	
Талды-Курганск. . . .	3	12	47	34	18	По скоту в переводе на крупный
Аулие-Атинск. . . .	6	25	49	51	—	т о ж е
Ташк.-Ирджар. . . .	9	45	69	29,5	1,5	по посевности
Туркестанск.	4	20	65	30	5	т о ж е
Кз.-Орд. Казалинск. .	25	75	84	16	—	т о ж е
Алма-Атинский-Джаркентский	23	69	49	51	—	по лошадности
Кара-Калпакия . . .	13	36	47,5	52,5	—	по посевности
И т о г о	83	282	—	—	—	
Члены ревизионных комиссий						
Талды-Курганск. . .		12	78	22	—	По скоту в переводе на крупный
Аулие-Атинск,		25	60	40	—	т о ж е
Ташк.-Ирджар. . . .	е	27	69	29,5	1,5	по посевности
Туркестанск.		17	59	37	4	т о ж е
Кз.-Орд.-Казалинск.	о	75	95	5	—	т о ж е
Алма-Атинский Джаркентск.		73	60	40	—	по лошадности
Кара-Калпакия		29	65,5	34,5	—	по посевности
		258				

Таким образом, в руководящих органах товариществ зажиточного элемента почти нет и товариществами руководят бедняки и середняки. Выборы членов правлений и ревкомиссий по большинству товариществ производили уполномоченные, активное участие коих выражалось от 70 до 90‰; посещаемость же рядовых членов в небольших товариществах — от 45 до 70‰.

Отрицать все же наличие влияния зажиточных членов товарищества не приходится, но оно сильно локализуется бедняцко-средняцким составом членов правления.

В распоряжении 149 мелиоративных товариществ имеется 203.736 гектар об'арыченной земли, из коих 89.875 гектар ими освоено, а остальные до 113.861 гектар, вышли из посевного оборота, в виду неудовлетворительности водных систем. Включение их в оборот возможно лишь путем устройства головных сооружений, увеличения пропускной способности каналов, ошлюзования отводов, сооружения акведуков, водохранилищ и проч.

На освоенных землях товариществами в 1927 году засеивались следующие сельско-хозяйственные культуры:

Наименование губерний и областей	Сельско-хозяйственные культуры						Количество земли, использо- ванной под посевы	В средн. на 1 хо- зяйство посев.
	Хло- пок	Пше- ница	Рис	Кле- вер	Сады и ви- ногр	Другие посевы		
Сыр-Дарьинская . .	8.954	16.052	499	7.561	5.265	11.367	49.698	1,1
Голодная степь .	10.713	1.468	-	2.674	329	3.662	18.846	3,3
Джетысуйская . .	-	7.765	470	2.364	2.629	5.294	18.522	1,8
Кара-Калпакск. обл.	980	315	7	475	388	645	2.809	1,2
Всего .	20.647	25.600	976	13.074	8.611	20.968	89.875	1,5

Хлопок товариществами разводился исключительно по Сыр-Дарьинской губернии и в Кара-Калпакии, при чем по Сыр-Дарьинской губернии он составляет в Ташк.-Ирджарском вод. округе до 34%, в Чимкентском вод. округе до 15,4%, в Туркестанском до 26% и в Голодностепском районе до 56% всех посевов в этих районах, по Кара-Калпакии до 35%.

Клевер по Сыр-Дарьинской губернии составляет до 15%, по Джетысуйской до 13% и по Кара-Калпакии 17% всех посевов этих губерний. Пшеница по Сыр-Дарьинской губернии составляет до 25%, по Джетысу 42% и по Кара-Калпакии до 11% всех посевов этих губерний.

По плану строительных работ для товариществ через Ц. С.-Х. Банк на 1926/1927 год Центром было намечено к отпуску 1.030.000 руб.

В счет этой суммы Казакским с.-х. Банком было получено:

1) до 1-го июля	500.000 руб.
2) в июле	100.000 »
3) » августе	150.000 »
4) » сентябре	150.000 »
Итого до 1-го октября	900.000 руб.
5) в октябре	105.000 »

А всего 1.005.000 руб.

Из этой суммы на 1-е января 1928 года выдано 28-ми мелиоративным товариществам в ссуды 570.376 руб. Пока неиспользованными числятся 434.624 рубля, которые с наступлением весеннего строительного сезона будут использованы полностью.

Выполнение строительного плана по мелиоративным товариществам вначале шло вполне удовлетворительно и к 1-му июня сего года были окредитованы 13 мельтовариществ на сумму 488.357 руб., а именно:

1) Байканскому товарищ.	18.300 руб.	8) Бай-Кабуловск. товарищ.	19.400 —
2) Ханымскому »	54.100 » ¹⁾	9) Нижне-Черкейлин. »	7.873 —
3) Беш-Сарыскому »	17.730 »	10) Верхне-Черкейлин. »	2.666 —
4) Чардаринскому »	301.229-06 »	11) Сары-Кульскому »	10.503 —
5) Сары-Агачскому »	15.900 —	12) Дала-Кульскому »	10.503 —
6) Бурханскому »	14.950 —	13) Ала-Месекскому »	10.503 —
7) Ак-Сарскому »	4.800 —	Итого	488.357-06к.

Затем работа по подготовке проектов затормозилась, вследствие жесткого сокращения в марте месяце прошлого года штатов вод округов до 50% и наступления поливного периода, когда все технические силы округов были заняты по распределению воды и наблюдению за правильным водопользованием.

¹⁾ Ханымскому т-ву ссуда в 54.000 р. была выдана по линии Всекобанка, а по Чардаринскому т-ву излишек в 1.229 р. 06 к. является начислением не выплаченных им процентов.

Вызванное этим обстоятельством обследование выявило полное бессилие округов по составлению проектов, в виду неимения у них опытных проектировщиков.

Это обстоятельство понудило само УВХ взять на себя составление проектов, благодаря чему было окредитовано еще 9 мельтовариществ:

1) Кара-Булакское	18.000 руб.	6) Карнакское	6.800 руб.
2) Ак-Уюкское	2.700 »	7) Турт-Атинское	19.500 »
3) I-го мая	17.000 »	8) Верхне-Ходжиханское	38.000 »
4) Ахунское	13.514 »	9) Гражданское	7.700 »
5) Ирысимбекское	13.514 »	Итого	137.248 руб.

Из числа голодно-степских мельтовариществ, находящихся на территории Казакстана, Мельбюро Средазводхоза окредитовало 8 товариществ на сумму 57.384-31 к.

Таким образом, в 1927 году выдано ссуд 30 мелиоративным товариществам на сумму 682.989 р. 37 к.

Всего же из 149 мелиоративных товариществ на 1-ое января 1927 года числится окредитованными 38 мелиоративных товариществ, которые получили в ссуду 1.549.323 р. 53 к.

Распределение этих товариществ по водным округам видно из прилагаемой ниже таблицы:

Наименование округов	Количество т-в	Сумма выданной ссуды	Выполнено работ			Всего	Предположено к орошению в гектарах
			На ссудные средства	Силами членов товари- щества	На средства товарищества		
С ы р - Д а р ь и н с к а я г у б е р н и я .							
1. Ташк.-Ирджар.	8	259.705 —	175.090 — 08	63.733 — 79	92	238.915 — 87	7.889
2. Чимкентский	2	172.250 —	151.196 — 52	—	—	151.196 — 52	1.300
3. Аулие-Атинск.	1	14.950 —	14.950 —	—	—	14.950 —	500
4. Кзыл-Ордин.- Казалинский	11	156.106 —	97.117 — 69	748.423 — 22	—	845.540 — 91	14.936
5. Туркестанский	3	18.300 —	8.800 —	11.870 — 55	—	20.670 — 55	350
6. Голодно-степск.	9	885.942 — 53	808.560 — 10	402.734	33 5.000	1.216.929 — 43	17.340
Итого . . .	34	1.507.523 — 53	1.255.714 — 39	1.226.761	89 5.092	2.487.568 — 28	42.315
Д ж е т ы с у й с к а я г у б е р н и я .							
7. Алма-Атинск.	3	31.800 —	22.539 — 47	—	—	22.539 — 47	3.430
Итого . . .	3	31.800 —	22.539 — 47	—	—	22.539 — 47	3.430
К а р а - К а л п а к с к а я о б л а с т ь .							
8. Турткульск. .	1	10.000 —	—	—	—	—	115
Итого . . .	1	10.000 —	—	—	—	—	115
Всего . . .	38	1.549.323 — 53	1.278.253 — 86	1.226.761 — 89	5.092	2.510.107 — 75	45.860

Окредитованные товарищества из 1.549.323—53 к. израсходовали на производство работ 1.278.253 р. 86 к.

Стоимость же работ, выполненных силами и средствами членов товариществ, исчисляется в $(1.226.107 \text{ р. } 75 \text{ к.} + 5.092 \text{ р.}) = 1.231.853 \text{ р. } 75 \text{ к.}$ Следовательно, мельтоварищества своими силами и средствами выполнили работ до 50%, что указывает на весьма большую заинтересованность их в производимых ирригационных работах.

Из приведенных выше сведений также усматривается, что из 38 окредитованных мелиоративных товариществ 23 т-ва находятся в хлопковых районах и ими получено в ссуду 1.361.417 руб. 53 коп. или 90,4% выданных ссуд на орошение 27.494 гектара земли, или в среднем до 50 руб. на гектар, что указывает на рациональное использование средств мельфонда.

По зерновым районам 15 мелиоративных товариществ получили 202.356 руб. для орошения 18.366 гектар земли или в среднем по 10 р. 80 коп. на гектар.

В среднем на одно товарищество в хлопковых районах ссудных средств падает до 60.000 р., а по зерновым районам до 13.600 р.

Из 33 окредитованных товариществ, работы для коих производило УВХ, к 1-му января 1928 г. закончили работы 19 товариществ и эффект их работ характеризуется след. сведениями.

Наименование товариществ	Сумма ссуд израсходованных на работы	Предположено вновь оросить в гектарах	Орошено гектар	Освоено гектар.
Закончено на 1/X 1926 года				
1. Чарлыдакск. (б. Умурт-кинское)	2.169-08	80	149	149
2. Ханымское	59.000 00	3.900	1.900	—
3. Кунградское	178.783 31	10.500	8.650	8.650
4. Арыское	151.196 52	800	500	300
5. Безводное	33.350-00	400	200	200
6. Шор-Тюбинское	6.548-72	2.500	2.500	2.500
Итого	431.547 63	18.180	13.899	11.799
Закончено в 1926—27 операционном году (на 1/I 1928 года)				
1. Бурхан	14.950-00	500	500	45
2. Байкабуловское	9.957-46	370	370	370
3. Беш-Сырыское	17.730-00	300	300	300
4. Ханым (ошлюз.)	36.487-54	—	2.000	1.900
5. Чардара	601.229-06	6.200	3.200	1.078
6. Байкан	12.694-90	500	500	250
7. А р а л	2.295 85	420	430	232
8. Чиркели Верхн.	2.280-04	6.000	6.000	—
9. « Нижн.	6.722-31			
10. Сары-Кульское	8.967-85			
11. Дала-Кульское	8.967-95			
12. Ала-Месекское	8.967-95	36	36	36
13. Катта-Кульское	3.180 00			
Итого	735.427-01	14.336	13.336	4.211
А всего	1.166.974-64	32.516	27.235	16.010

Что же касается мелиоративных товариществ, не получивших ссуду, то в результате их работ орошено 6.255 гектар; всего вновь орошено товариществами $(27.235 + 6.255) = 33.490$ гектар. Из этого количества земли $(16.010 + 5.855) = 21.865$ гектар, т. е. до 70% товариществами освоено, что необходимо признать большим достижением.

Мелиоративные товарищества в Южном Казахстане являются весьма молодым видом сельско-хозяйственной кооперации и пока что не имеют твердых навыков в кредитной дисциплине. А между тем, с каждым годом не только увеличивается количество окредитованных товариществ, но и наступают по многим товарищ. сроки погашения ссуд. В виду этого, как Сельхозбанк, так и работники мелькооперации с особым вниманием следят за этими сроками, инструктируя товарищества и воспитывая в них необходимую кредитную дисциплину.

Нижеприводимые сведения на 1-е января 1928 года о поступивших от товариществ взносах на погашение ссуд дают весьма отрядную картину серьезного отношения их к своим обязательствам:

Наименование товариществ	Погашено ссуд на 1/11 - 27 г.	Погашено за 1927 г.	Всего	% погашения
1. От Чардаринск.	50.000	—	50.000	8
2. » Арысского . .	2.500	—	2.500	1,6
3. » Кунградск. . .	90.000	69.500	159.500	81
4. » Умурткин. . .	1.525	800	2.325	100
5. » Ханымского. .	12.136 - 37	10.990	23.126—37	22
6. » Гражданск.	—	1.387—50	1.387—50	40
7. » Покровск. . .	—	2.000	2.000	20
8 » Первомайск. .	—	975	975	13
Итого	156.161—37	85.652—50	241.813—87	

Чардаринское и Арыское мелиоративные товарищества свои погашения произвели из полученных ссуд, а потому эти взносы мы не принимаем в расчет. Остальные товарищества закончили свои ирригационные работы и приступили к освоению орошенных земель, что дало возможность Кунградскому товариществу погасить ссуду в размере 81%, Умурткинскому—100%, Ханымскому—22%, Гражданскому—40%, Покровскому—20% и Первомайскому—13%. Следовательно, ирригационные работы технически правильно выполнены, вполне обеспечивают сельскому хозяйству прирост доходности и делают его платежеспособным.

Если погашение ссуд пойдет тем же темпом и в дальнейшем, то можно надеяться, что ссуды по этим товариществам будут возвращены полностью.

По другим товариществам сроки погашения ссуд пока не наступили.

При освоении вновь орошенных земель и включении их в севооборот, мельтовариществам требуется со стороны Сельхозбанка оказание помощи ссудными кредитами на приобретение живого и мертвого инвентаря, а также необходимых семян. Но ссуды мельтовариществ от Банка получить не могут, так как по уставу на это не имеют право. Приходится тем же самым дехканам, которые входят в состав мелиоративного товарищества, организовывать сельско-хозяйственное кредитное товарищество и создавать новое правление.

Параллельное существование двух товариществ, двух правлений, оплаты двойных вступительных и проч., является явно нецелесообразным.

На это ненормальное обстоятельство указывалось Казсельхозбанку и выставлялось требование о выдаче мельтовариществам, выполнившим ирригационные работы, ссуд на остальные его производственные нужды по освоению вновь орошенных земель, ибо без этих мероприятий медленное и неполное освоение земель грозит самому же Банку неплатежами и будет вызывать частые отсрочки взятых товариществами ссуд.

Но вопрос этот остается открытым и по настоящее время.

Кроме того, жизнь требует разрешения и другого вопроса—вопроса кредитования хозяйств под хлопковые посевы, ибо в Казакстане в настоящее время в хлопковых районах имеется 54 товарищества, из коих в Ташказакском уезде, богатейшем хлопковом районе, находится 36 товариществ, засевающих до 16.000 гектар хлопка. Но эти товарищества также не могут получить на посев хлопка ссуд, которые по существу своему не являются производственными сельско-хозяйственными ссудами, а задатками под будущий урожай. Получается поразительная аномалия. Товарищество для расширения своих хлопковых полей получает средства из мельфонда, выполняет ирригационные работы и осваивает земли, засевая на них хлопок. Свой урожай хлопка оно сдает Хлопкому. Но ссуду, т. е. задаточные деньги под будущий урожай, оно получить не может, а должно прибегать к насаждению около себя хлопкового товарищества и через него получать ссуды. Такое явление мы наблюдаем и по Голодностепским мельтовариществам, которые в истекшем году имели свыше 10.000 гектар хлопковых посевов.

Разрешение этих вопросов Ташказхлопкредсоюз видит в возможности замены мельтовариществ—сельско-хозяйственно-кредитно-хлопковыми товариществами с мелиоративными функциями, забывая, что наличием мелиоративной кооперации в значительной мере предопределяется жизнедеятельность и самой с.-х. кооперации, а в том числе и хлопковой.

Мы же считаем, что указанные выше ненормальности в жизни мельтовариществ возможно будет изжить только приданием им кредитных и общепроизводственных функций, а для этого необходимо переработать устаревшее положение о мелиоративных товариществах и нормальный устав ¹⁾.

Подводя итоги проделанной работе в 1926/1927 году по мельтовариществам Южного Казакстана, необходимо прийти к следующим выводам:

1. Мелькооперация в Южном Казакстане достигла значительного роста и сумела провести большую строительную работу, вложив в нее, кроме средств мельфонда, значительные собственные средства, при чем она способствовала увеличению орошаемой площади и восстановлению водного хозяйства.

¹⁾ Мы считаем, что эти ненормальности могут быть изжиты в порядке деятельности общекрепостного Совета, куда на равных началах со всеми союзами должно входить и орбюро мелькооперации, времен. заменяющее союз последней. Редакция.

2. Ни один вид кооперации в Казакстане не имеет таких благоприятных предпосылок быстрого и широкого развития, как мелиоративная кооперация, ибо вековая борьба за воду развила в среде дехканства общественную дисциплину и навык к совместным действиям, а объективные условия Казакстана постоянно толкают население к объединению и кооперированию вокруг воды.

В виду этого, для стимулирования и укрепления мелькооперации в Казакстане, необходимо провести следующие практические мероприятия:

1. Опыт прошлых лет нам показал, что водные округа в большинстве случаев не в состоянии справиться с проектировкой, в виду неимения у себя опытных проектировщиков и загруженности их работой.

Поэтому, в интересах стимулирования ирригационных работ по мельтовариществам, необходимо за округами оставить только производство изысканий и составление схематических проектов, а самую проектировку перенести в Управление Водного Хозяйства, где необходимо иметь особых проектировщиков по работам мельтовариществ, за счет средств, отпускаемых на изыскания и проектировку по мелиоративным товариществам.

2. Так как по некоторым выполненным изысканиям и строительным работам, до сего времени не утверждены технические отчетности и не предъявлены мелиоративным товариществам, то необходимо также иметь особый штат сотрудников, которые без задержки выполняли бы указанные работы.

3. В виду поставленного центром твердого курса отпускать средства на производство работ для мельтовариществ только по имеющимся утвержденным проектам, необходимо УВХ принять меры, чтобы работы по изысканиям и составлению проектов выполнялись с достаточной быстротой и без допущения дефектов и с таким расчетом, чтобы их возможно было бы вносить в составляемые планы работ каждого будущего года.

3. Инспектирование работ по изысканиям и строительству в районах мелиоративных товариществ как в отношении своевременности выполнения их, так и качества их, необходимо производить возможно чаще, что даст возможность не только изжить могущие быть те или иные ненормальности и дефекты, но и быть УВХ в курсе всех этих работ.

Необходима также групповая посылка ответственных сотрудников для инструктирования и постановки всей вообще работы водных округов по мельтовариществам, что даст большую пользу в рационализации работы.

5. Взамен устаревших положения и устава мельтовариществ, необходимо переработать и издать новые, предусматривающие кредитные функции товариществ и дающие им возможность получать из Сел.-Хоз. банка ссуды на свои сельско-хозяйственные производственные нужды, а также и под посевы хлопка ¹⁾.

Выполнение этих мероприятий, мы полагаем, ускорит не только производство работ в районах мельтовариществ, но и передачу товариществам водных систем местного значения.

¹⁾ См. замечание редакции стр. 114.

*Опытно-Исследовательский
Институт Водного Хозяйства.*

Сводная ведомость

водомерных наблюдений по важнейшим рекам и
озерам и по некоторым оросительным каналам
Средней Азии.

Ведомость уровней.

№№ по порядку	Река, канал	Станция, пост	Сред. ур. воды по декадам			Миним.	Средн. месячн.	Максим.	Примечание
			I	II	III				
			В сантиметрах						
Джетысуйский район.			Октябрь 1927 г.						
1	Р. Кара - тал	Ст. № 69 Кара-тальская	12	15	19	12	16	26	
Туркменский район.			Ноябрь 1927 г.						
2	» Мургаб	Ст. № 83 Меручакская	—5	—5	—5	—	—5	—	
3	» »	п. Таш-Кепринский	—31	—30	—29	—32	—30	—28	
Верхний Сыр-Дарьинский район.			Декабрь 1927 г.						
4	Р. Нарын	Ст. № 12а Уч-Курганская	99	96	90	74	95	108	
5	Р. Кара-Дарья	» № 53 Кампыр-Рават.	128	124	121	118	124	131	
6	» Яссы	п. Ясинский	99	97	96	92	97	100	
7	» Куршаб	» Куршабский	36	34	33	30	34	37	
8	» Тентяк-сай	» № 9 Воздвиженский	8	7	9	3	8	17	
9	» Майли-су	» № 92 Бобский	38	38	40	35	38	41	
10	» Кугарт-сай	» № 54 Джиргитальский	67	66	70	59	68	77	
11	» Касан-сай	» № 52 Баймакский	40	38	40	32	39	41	
12	» Гава-сай	» № 90 Бакджайский	45	44	45	39	45	46	
13	» Паша-Ата	» № 91 Паша-Атинский	72	70	71	68	71	73	
14	» Ак-Бура	» № 55 Папанский	33	31	31	30	32	34	
15	» Араван-сай	» № 56 Иски-Наукатский	50	49	48	46	49	51	
16	» Шахимардан-сай	» № 15 Пульганский	51	51	50	50	51	52	
17	» Исфайрам-сай	» Майданский	38	37	36	36	37	39	
18	» » »	» № 14б Уч-Курганский	18	17	17	16	17	18	
19	» » »	» № 14 » »	—	54	53	—	54	—	
	Ар. Каирма	п. № 12б Уч-Курганский	пост закрыт с I/XII.						
Нижний Сыр-Дарьинский район.									
20	Р. Сыр-Дарья	Ст. № 1 Запорожская	63	66	57	46	62	68	
21	» » »	» № 95а Чардарьинская	34	43	39	30	39	46	
22	» » »	п. Бактюленский	48	63	58	46	56	72	
23	» » »	» Утрабадский	16	—	—	—	—	—	ледостав с 19 по 24
24	» » »	ст. № 94а Тюмень-Арык.	17	29	13	—12	52	136	ледостав с 12 по 31
25	Прот. Кок-су	п. Солотюбинский	28	58	12	20	69	130	ледостав с 12 по 31

№№ по порядку	Река, канал	Станция, пост	Сред. ур. воды по декадам			Миним.	Средн. месечн.	Максим.	Примечание					
			I	II	III									
			В сантиметрах											
26	Р. Сыр-Дарья	П. Тартугайский	77	106	16	69	117	191	ледостав с 12 по 31					
27	» » »	ст. № 57 Кара-Узьянская	81	13	70	—	2	55		95				
28	» » »	п. Кармакчинский	154	90	85	57	109	167						
29	» » »	ст. № 32 Казалинская	21	47	5	19	20	77	ледостав с 1 по 31					
30	» Ангрен	п. Самарский	38	45	44	36	43	50						
31	» »	» № 89а Тюркский	56	58	70	54	61	103						
32	» Арысь	» № 5 Тимурский	70	134	113	68	106	162	ледостав с 13 по 31					
33	» »	» Арысский	79	83	96	76	86	105						
34	» »	ст. № 109а Мамаевская	87	89	102	85	93	107						
35	» Калган-Чирчик	п. Ташлакский	64	72	87	62	75	93						
36	» Чирчик	ст. № 7 Чимбайлыкская	45	47	54	32	47	86						
37	» »	п. № 8 Чиназский	56	68	66	52	64	71						
38	» »	п. Большой Выгон	42	45	48	39	45	53						
39	» Келес	» Рамаданский	8	8	9	6	8	10						
40	кан. Кара-Камыш	» Кара-Камышск.	138	144	143	130	142	159						
41	пр. Саурамбай	» Саурамбайский	72	6	49	10	42	79	ледостав с 1 по 31					
42	Море Аральское	» № 31 Аральский	—	2	—	18	—	5		—	29	—	8	66
43	р. Бадам	» Бадамский	15	17	19	14	17	20						
44	Кан. Боз-су	» Кара-Камышск.	119	127	128	98	125	148						
45	прот. Кара-Узьяк	» № 57 Кара-Узьякский	92	12	68	0	58	104	ледостав с 1 по 31					

Джетысуйский район. Декабрь 1927 г.

46	Р. Кара-тал.	ст. № 69 Каратальская.	—	136	110	—	—	—	ледостав с 12 по 31
47	» Кара-су	п. Александровский	-32	-33	-32	-34	-32	-30	
48	Р. Талас	ст. № 21а Александровск.	152	153	153	150	153	157	
49	» Чу	» № 41-а Кутемалдинск. (нижний)	37	37	33	31	36	57	ледостав с 18 по 31
50	» »	» № 40 Джиль-Арыск.	-21	-22	-25	-26	23	-20	
51	Р. Или	ст. № 47 Илийская	56	95	139	37	98	184	
52	» »	п. Таш-Уткульский	91	87	91	86	90	97	
53	» Малая Кебин	» Мало-Кебинск. нижн.	39	39	38	37	38	39	
54	» Чу	ст. № 19 Константиновск.	58	56	57	55	57	61	

№№ по порядку	Река, канал	Станция, пост	Сред. ур. воды по декадам			Миним.	Средн. месяч.	Максим.	Примечание
			I	II	III				
			В сантиметрах						
55	Р. Малая Кебин.	П. Мало-Кебинский верх.	49	47	48	42	48	49	ледостав с 18 по 31
56	« Или	ст. № 65-а Борохудзирск.	-2	-2	-3	-25	-3	11	
57	Ов. Иссык-Куль	п. № 44 Кутемалдинский (Рыбачий)	150	150	151	138	151	154	
58	Р Или	» № 101 Илийский	18	41	85	14	—	102	
Туркменский район.									
59	» Мургаб	ст. № 83 Меручакская	1	6	1	-5	2	16	
60	» »	п. Таш-Кепринский	-11	14	-9	-28	1	70	
Аму-Дарьинский район.									
61	» Аму-Дарья	п. 49 Кизыл-Аякский	159	168	163	155	164	172	
62	» » »	ст. № 48 Керкинская	67	76	75	64	73	88	
63	» » »	п. Чарджуйский	203	201	195	192	200	205	
Нижний-Сыр-Дарьинский район. Январь 1928 г.									
64	Р. Сыр-Дарья	ст. № 32 Казалинская	54	84	56	29	64	76	ледостав с 1 по 31
65	» » »	» № 1 Запорожская	57	53	53	42	55	95	
66	» » »	» № 95-а Чардаринск.	49	45	76	38	57	125	ледостав с 27 по 31
67	» » »	» № 94-а Тюмень-Арык.	103	65	128	26	100	142	
68	» Ангрен	п. № 89-а Тюркский	56	55	51	48	54	59	ледостав с 1 по 31
69	» »	» Самарский	48	47	42	33	45	50	
70	» Арысь	» № 5 Тимурский	128	191	136	92	151	205	ледостав с 6 по 31
71	» »	ст. № 109 а Мамаевская	110	105	99	96	105	123	
72	» Чирчик	п. № 7 Чимбайлыкский	43	42	31	22	39	52	
73	» Бадам	» Бадамский	20	22	10	17	21	26	

Примечание: по реке Каратал ст. Каратальской сведения об уровнях за октябрь 1927 г. даются вторично; напечатанные в «Вестник Ирриг.» — не точны.

ВЕДОМОСТЬ

измеренных расходов за октябрь месяц 1927 года.

№№ по порядку	Река, канал	Станция, пост	Расход воды Q в куб. мет. в сек.	Гориз. Н. в сант.	Дата
Верхне-Сыр-Дарьинский район.					
1	Р. Нарын	ст. № 12-а Уч-Курганская	187,03	117	13
2	» »	» » »	213,89	113	21
3	» »	» » »	188,24	106	28
4	» Исфайрам-сай	» 14-6 » »	14,28	27	3
5	» » »	» » »	12,26	23	19
6	» » »	» Майданский	12,20	52	3
7	» » »	» »	11,91	51	6
8	» » »	» »	11,22	49	9
9	» » »	» »	10,99	47	13
10	» » »	» »	9,79	44	26
11	» Каирма	ст. № 12-б Уч-Курганская	0,52	42	14
12	» »	» » »	0,93	55	21
13	» Чарва	» № 12-в » »	0,04	41	23
14	» Ак-Бура	» № 55 Папанский	10,25	37	20
15	» Шахимардан-сай	» № 15 Пульганский	9,05	56	6
16	» » »	» »	7,62	55	17
17	» Майли-сай	» № 92 Бобский	2,30	35	11
	» » »	» Мельничный арык	0,22	—	—
18	» Кугарт-сай	» № 54 Джиргитальский	5,25	69	20
19	» Араван-сай	Пост № 56 Иски-Наукатский	5,32	46	18
20	» Тентяк-сай	» № 9 Воздвиженский	12 83	14	19
Нижне-Сыр-Дарьинский район					
21	Р. Сыр-Дарья	Ст. № 1 Запорожская	265,70	60	29
22	» » »	» № 95-а Чардаринская	280,20	12	4
23	» » »	» » »	291,92	16	14
24	» » »	» » »	308,23	19	21
25	» » »	» » »	31,17	27	28

№ по порядку	Река, канал	Станция, пост	Расход воды Q в куб. мет. в сек.	Гориз. Н в сант.	Дата
26	Р. Сыр-Дарья	» № 32 Казалинская	256,77	—34	4
27	» » »	» »	254,27	—35	10
28	» » »	» »	261,58	—31	22
29	» » »	» »	274,42	—25	27
30	» » »	» Тюмень-Арыкская	260,15	—17	10
31	» » »	» » »	292,79	—8	16
32	» » »	» » »	305,55	—8	22
33	» » »	» » »	294,98	—1	31
34	» » »	» № 57-а Кара-Узякский	251,33	—75	11
35	» » »	» » »	258,83	—71	18
36	» » »	» » »	264,33	—65	25
37	» » »	» Кармакчинский	242,52	35	30
38	Пр. Кара-Узяк	» № 57-а Кара-Узякский	2,73	—68	6
39	» » »	» » »	4,31	—62	20
40	» » »	» » »	4,03	—62	25
41	» Арысь	» № 5 Тимурский	22,35	56	31
42	» »	» Арысский	18,36	57	10
43	» »	» »	22,44	68	27
44	» »	» № 109-а Мамаевский	20,25	87	18
45	» Бадам	» Бадамский	1,28	10	19
46	» Ангрен	» № 89-а Туркский	3,83	45	10
47	» »	» »	4,78	51	20
48	» »	» »	4,84	51	30
49	» »	» Самарский	15,31	30	7
50	» »	» »	18,12	34	17
51	» »	» »	17,94	31	31
52	пр. Кок-су	» Солотюбинский	2,31	13	28
53	К. Боз-су	» Кара-Камышский	9,47	60	17
54	» » »	» » »	10,04	65	26
55	Р. Чирчик	» Чиназский	21,27	32	11
56	» »	» »	21,79	32	19

№№ по порядку	Река, канал	Станция, пост	Расход воды Q в куб. мет. в сек.	Гориз. Н в сант.	Дата
57	Р. Чирчик	П. Чиназский	22,11	32	28
58	»	» № 7 Чимбайлыкский	70,99	53	24
59	» Калган-Чирчик	» Ташлакский	2,19	45	24
60	» Каракамыш	» Каракамышский	4,04	90	17
61	»	»	3,48	87	26
62	» Келес	» Рамаданский	0,45	—2	14
Джетысуйский район.					
63	Р. Или	П. № 65-а Борохудвирский	283,12	34	6
64	»	»	264,53	28	10
65	»	»	251,92	24	13
66	»	»	246,91	21	18
67	»	»	257,19	20	25
68	»	» № 47 Илийский	400,97	77	5
69	»	»	365,33	66	12
70	»	»	350,40	62	18
71	»	»	354,78	65	29
Верхне-Сыр-Дарьинский район. Ноябрь м-ц 1927 год.					
72	Р. Кара-Дарья	Ст. № 53 Кампыр-Раватская	35,48	127	13
73	»	»	36,28	128	26
74	» Нарын	» № 12-а Уч-Курганский	178,33	103	9
75	»	»	171,75	100	30
76	» Исфайрам-сай	» № 14-6	10,81	19	21
77	»	» Майданский	9,43	43	1
78	»	»	8,99	41	10
79	»	»	8,72	40	17
80	»	»	8,91	40	25
81	» Ак-Бура	» № 55 Папанский	9,58	35	5
82	» Шахимард.-сай	» № 15 Пульганский	6,97	52	17
83	» Майли-су	» № 92 Бобский	2,52	36	3
	»	» Мельничный арык	0,24	—	—
84	» Кугарт-сай	» № 54 Джиргитальский	4,34	65	5
85	» Яссы	» Яссинский	12,01	98	14
86	» Тентяк-сай	» № 9 Воздвиженский	8,33	6	4

№№ по порядку.	Река, канал	Станция, пост	Расход воды Q в куб. мет. в сек.	Гориз. Н в сант.	Дата
Н и ж н е-С ы р-Д а р ь и н с к и й р а й о н					
87	Р. Сыр-Дарья	Ст. № 1 Запорожская	281,65	62	2
88	» » »	» № 95-а Чардаринская	309,87	22	4
89	» » »	» » »	314,63	25	12
90	» » »	» » »	317,20	24	20
91	» » »	» » »	346,51	32	28
92	» » »	» Тюмень-арыкская	311,99	5	4
93	» » »	» » »	304,09	8	29
94	» » »	» № 32 Казалинская	294,31	19	10
95	» » »	» » »	286,60	15	22
96	» » »	» Кармакчинская	253,81	41	19
97	» Ангрен	» № 89-а Туркский	4,38	49	10
98	» »	» » »	3,12	45	22
99	» »	» » »	5,01	55	30
100	» Калган-Чирчик	» Ташлакский	3,05	61	28
101	» Келес	» Рамаданский	2,19	4	14

Примечание: Перечень постов и нолей рек см. в № 3 «Вестника Ирригации» за 1928 г.

РЕФЕРАТЫ и БИБЛИОГРАФИЯ.

1.

О гидрогеологических работах на р. Чирчик.

Заметка к статье инж. Г. И. Архангельского.

Инженер Г. И. Архангельский в конце своей статьи, приводя прежние данные о фильтрации в районе Троцкого барража, указывает на результаты работ инж. М. Ф. Силантьева в гидротехническом лотке и в районе Куйлюкского барража, и инж. П. И. Силина—в местности близлежащей к району работ инж. Архангельского.

Сопоставляя результаты своих работ с предыдущими, инж. Архангельский, указывая на расхождение своих данных с данными по опыту в гидротехническом лотке в 30 раз и с данными инж. П. И. Силина в 3 раза, приходит к следующему заключению: «Опытные испытания аллювиальных отложений породы с сильно индивидуальным характером сложения естественно целесообразнее производить в натуре; поэтому данные лотка можно просто отбросить. Опыты Силина производились иными методами, а участок наблюдения находился в естественном логе, где грунтовые воды стояли близко к поверхности, т. е. явление фильтрации исследовалось в отличных от наших условий.

Возможная тщательность наших работ, где был учтен опыт аналогичных работ на р. Куйлюк, их более широкий масштаб и применение двух взаимных контролирующих методов, позволяют считать полученные нами данные по фильтрации более отвечающими действительности, нежели результаты предыдущих исследований».

Рассматривая произведенные работы только как подход к установлению коэффициента Бляя, остановлюсь на цитированном выше резюме.

Работа М. Ф. Силантьева, несмотря на тщательность постановки ее, обладала недостатком обработки результатов, именно: были смешаны понятие коэффициента фильтрации со скоростью движения воды в порах грунта при уклоне, равном единице (т. е. с скоростной характеристикой). Если рассматривать только коэффициент фильтрации, то данные М. Ф. Силантьева будут таковы: действующий диаметр грунта по Газену — $d_n = 0,23$ мм.; порозность $p = 20,4\%$, $t = 23^\circ\text{C}$., коэффициент фильтрации по объемному методу $K_{об.} = 0,0046$ см/сек.¹⁾ средняя (из двух) скоростная характеристика по электролитическому методу $S = (0,028 + 0,020) : 2 = 0,024$ см/сек.

Коэффициент фильтрации по электролитическому методу $K_{эл.} = S \cdot p = 0,024 \times 0,204 = 0,0049$ см/сек.; по Слихтеру $K_s = 0,0037$ см/сек.

¹⁾ По данным опыта все пересчеты сделаны мною заново.

Таким образом, контроль опытов по двум методам не оставляет желать лучшего: отклонение отдельных данных коэффиц. фильтрации от среднего $\sim 3\%$.

Понятие коэффиц. фильтрации и скоростной характеристики не было разделено и в работе Г. И. Архангельского. Так, найденная им скоростная характеристика электролитическим способом (между трубами) $S_0 = 0,148$ см/сек. и откачкой $S_0 = 0,170$ см/сек., что в переводе на коэфф. фильтрации дает $K_f = 0,021$ см/сек., $K_{от} = 0,024$ см/сек. Сравнивать полученные коэфф. фильтрации с данными опыта Силантьева, конечно, нельзя, т. к. грунты обзих работ чрезвычайно различны между собой по составу.

Но даже, если бы желательно было сравнить коэфф. фильтрации по двум работам, то необходимо было бы принять во внимание различные порозности грунтов и температуру опытов. Механический состав грунтов в рассматриваемой работе характеризуется как чрезвычайно неоднородный: действующий диаметр изменяется от 0,179 мм. до 13 мм. при среднем ~ 7 мм.—ясно, что в таком грунте движение воды не будет следовать закону Дарси, а, следовательно, и не может быть сравнения с результатами опытов М. Ф. Силантьева.

Относительно сравнений с данными по другим работам (Г. И. Силина и М. Ф. Силантьева у Куйлюкского барража) нельзя сделать конкретного заключения, ибо из статьи неясно, что же изображают из себя приводимые величины: коэф. фильтрации или скоростные характеристики; к тому же не приводится ни механический состав грунтов, ни порозность их, ни температура воды; кроме того, данные инж. П. И. Силина получены были для условий, отличных от рассматриваемых (как отмечено в статье).

Таким образом, можно отметить, что:

1. Работа М. Ф. Силантьева проведена достаточно тщательно.
2. Сравнение результатов рассматриваемых работ с данными по другим работам проведено неполно и, по существу, неправильно.
3. Заключение автора статьи, что «данные лотка можно просто отбросить», основано на неправильном сравнении результатов, а, следовательно, неверно.
4. Условия опытов указывают на неприменимость закона Дарси, а, следовательно, и не может быть подсчетов коэфф. фильтрации.

В данном случае крайне желательно оформление движения грунтовых вод по предложению проф. Ф. Форгаймера, как наиболее точному по результатам, а для этого необходимо было бы иметь две серии наблюдений (для определения соответствующих коэфф. в уравнении).

Е. Замарин.

II.

К вопросу о механизации мелиоративных работ.

Шумаков, Б. А. проф. (Вып. 14, Сев.-Кавказск. краевой опытно-мелиор. организации. Отд. оттиск из Извест. Донск. Института С.-Х. и Мелиорации, т. VII, 1926/27 г., стр. 249—255, тир. 100, Новочеркасск, 1928 г.)

Маленькая брошюрка, способная навести на большие размышления. Явилась она в результате недавней поездки автора в Америку с целью ознакомления с постановкой и развитием оросительного дела. Основная мысль брошюры заключается в указании на исключительную дешевизну производства земляных работ при мелиоративном строительстве в случае замены машиной большинства трудовых процессов. Мысль эта иллюстрируется несколькими цифровыми примерами, но вообще цифровой материал брошюры невелик, что, впрочем, понятно, принимая во внимание небольшой размер самого оттиска.

Автором разобраны 4 примера: 1) рытье больших каналов с перемещением земли,—стоимость выработки 10 куб. мтр. земли—2 р. 23 к., 2) рытье средних каналов с размещением земли на откосах,—стоимость выработки 10 куб. мтр.—92 коп., 3) рытье мелких каналов, выработка 10 куб. мтр.—21 коп. и 4) устройство закрытого дренажа без труб и без вскрытия грунта при диаметре дренажа 4—8" при глубине закладки до 48" и расстоянием между дренами в 20 мтр. обходится при механизации в 1 р. 80 коп. на 1 га.

Эти примеры были взяты из американской практики без указания, к каким, именно, условиям они относятся. Остается пожалеть, что у автора не было возможности (или желания) произвести специальный расчет для русских условий с принятием во внимание стоимости основных титулов расхода в нашей обстановке, а также вероятной производительности машин в русских условиях. Если бы такой расчет был произведен, то тогда высота стоимости производства основных типов работ при их механизации носила-бы более реальный характер, что позволило бы сделать сравнение со стоимостью работ, производимых обычным у нас способом, т. е. мускульной силой людей и упряжных животных. Вместо подобного пересчета, автор ограничивается прикидкой «из осторожности» 50% к указанной высоте расходов и приходит к выводу (не приводя конкретных примеров), что даже при таком увеличении стоимости механизированной работы она все же будет вдвое дешевле производимого в настоящее время мелиоративного строительства обычными методами. Было бы крайне желательно произвести примерный подсчет экономии от применения механизированной работы применительно к одному из проектов орошения, ныне выдвигаемых в Средней Азии.

Однако, было бы явно недостаточным ограничиться одним лишь кабинетным пересчетом. Нужно на опыте испробовать эту механизацию в условиях Средней Азии и Закавказья. Подобно тому как ГХК, НКЗемы и специальные машиностроительные станции испытывают новые тракторы и машины в опытной обстановке, необходимо УВХ Средней Азии и Закводхозу без промедления выписать комплект тракторов, стругов и др. приспособлений для механического производства земляных работ при орошении земель. Постановка специальных, хорошо обставленных, опытов с механизацией производства мелиоративных работ будет способствовать: во-первых, получению отчетных данных о действительной стоимости механизированной работы и потребном для этого времени, что прольет более яркий свет на эти интересные, но пока не вполне выясненные возможности; во-вторых, сократит период детских болезней, к сожалению, неизбежных при всяком новом деле, в случае решения более широкого применения в дальнейшем механизации работ и, в-третьих, сохранит многие миллионы денег и годы времени, в случае успешного завершения опытных работ, а также сделает рентабельным орошение районов, требующих обязательного дренажа, стоимость производства которого в обычных условиях повышает общие затраты на мелиорацию подобных тяжелых районов до непомерно высокого уровня.

С. Кондрашев.

III.

Предельная стоимость оросительной воды ¹⁾.

The economic limits of cost of water for irrigation, by R. P. Teele and Paul A. Ewing. Washington, 1925.

Кроме поселения Durham, экономическому обследованию, с целью выяснения предельной стоимости оросительной воды, подверглись земли Wyoming Development Company.

¹⁾ См. Вестник Ирригации № 2—28 г.

Начало деятельности последней относится к 1883 году. Предприятие приобрело земли у государства на основании акта о пустынных землях (The Desert Land Act) и перепродавало их поселенцам (включая и право на воду) по различным ценам и на различных условиях выплаты. (См. сравнительную таблицу цен на земли в различные годы существования предприятия).

Земли, обслуживаемые Wyoming Development Company, находятся в долинах реки Laramie и ее притоков, милях в шестидесяти к северу от Cheyenne, на линии Южной жел. дор.

Деловым центром является Wheatland; водоснабжение производится преимущественно из реки Laramie, при чем на последней имеется крупное принадлежащее компании водохранилище. Вода из Laramie отводится по туннелю до крика Sibylee и уже из последнего распределяется по полям орошения.

Недостатка в оросительной воде нет.

Освоение земель происходило в течение всего времени существования предприятия, но к моменту обследования значительная часть их оставалась еще неосвоенной и открытой для поселения.

Система окружена обширными площадями пастбищных земель, в некоторой части их практикуется «сухое» земледелие.

Преобладающими занятиями являются скотоводство, луговодство, разведение зерновых. В позднейшие годы большая площадь отошла под засев сахарной свекловицы. Последняя сбывается на завод в Fort Collins (Colorado).

Ни молочного хозяйства, ни садоводства в широком масштабе в этой местности не отмечено.

Размер участков довольно большой, в среднем около 186 акров, но они включают в себя и пастбищные земли, фермеры дали заявки на воду на 52% при 41% засева (в 1924 г.)

Опросные сведения получены с 190 участков, из которых 93 обрабатывались собственниками и 97 арендаторами, т.-е. процент последних в данной местности слегка превышает 50.

Из 93 ферм, обрабатывавшихся собственниками, на 22 (или 24%) доходы от продажи сельско-хозяйственных продуктов не окупили произведенных расходов; на 43 (46%) чистый доход равнялся от 1 доллара до 999 при среднем в 361 на ферму; на 21 он доходил от 1000 до 1999 доллар., при среднем в 1499; на 4-х от 2000 до 2999 при среднем в 2564; и на трех он превышал 3000 долл.

Средняя задолженность в момент обследования не превышала 26% от общей стоимости фермы и ее оборудования, при чем процент, взимаемый за задолженность, равнялся 6,8.

Интересно отметить, что на фермах, обрабатываемых арендаторами, в сезон 1924 года оказались значительно большие доходы, чем у собственников. Так, у арендаторов убыточная группа не превышает 10%, площадь засева почти на 50% превосходит таковую же у собственников. Здесь мы сталкиваемся с вопросами аренды, которым в последние годы экономисты САСШ уделяют не мало труда и времени.

Первоначальная стоимость ферм, их оборудования в среднем составляла 3109 долларов, к моменту обследования возросла до 9399, что при средней продолжительности пребывания поселенцев на системе в 11,5 года, дает средний годовой прирост в 547 долларов.

Большую часть его надо отнести за счет повышения стоимости земли.

Г о д ы	Средняя продажная стоимость земли за акр в долларах
1894—1902	6
1903—1907	31
1908—1912	43
1913—1917	35
1918	80
1919	89
1920	67
1921	78
1922	179
1923	100

Если все участки, обрабатываемые собственниками, свести в одну группу, то за 1924 год доход равнялся в среднем 661 долл. на ферму. Прибавив сюда заработок от посторонних занятий в сумме 153 долл. на ферму, что в общем составит 814 долл., получаем сумму, с помощью которой и вместе с получаемыми с участка для жизни продуктами, средний поселенец должен жить, платить долги, сохранять за собой участок и производить на нем некоторые улучшения.

В этом на половину скотоводческом районе предельную стоимость оросительной воды нельзя отделить от стоимости земли, и можно рассматривать только их общий итог. В данном случае он не включает в себе ни дорогой воды, ни дорогой земли, так как его средняя цифра низка—32 доллара за акр.

Е. Г.

IV.

Улучшение коэффициента полезного действия водяных турбин введением воздуха во всасывающую трубу.

При малых нагрузках турбины, когда направляющий аппарат открыт незначительно и идет малый расход воды, во всасывающей трубе появляется внутренняя зона с обратным потоком воды, доходящая до рабочего колеса и занимающая до 60% сечения трубы.

Это обстоятельство отражается в значительной степени на коэффициенте полезного действия установок, особенно низко- и средне-напорных.

По сообщению S. Logan Kerr¹⁾, оказывается, что введением воздуха через отверстие в крышке рабочего колеса или через специальную трубу в центральное ядро всасывающей трубы потери напора от вихревого движения значительно сокращаются для низко- и средне-напорных установок и коэффициент полезного действия повышается.

С целью выяснения общих условий, при которых возможно введение этого нового фактора в работу установки, были проделаны опыты с турбиной в 2.500 л. с. при напоре 9,2 мт. На черт. 1 представлен результат испытания. Без введения воздуха турбина при открытии направляющего аппарата в 32% работала в холостую. При введении же определенного количества воздуха в этот момент—турбина дает мощность до 420 л. с.

При нагрузке в 400 л. с. наивысшее увеличение к. п. д. приблизительно равно 7% (черт. 2).

С уменьшением нагрузки количество вводимого воздуха должно увеличиваться для получения большего эффекта. Наибольшее количество воздуха приходится вводить при холостом ходе. Введение воздуха при полной нагрузке турбины понижает к. п. д. Таким образом, очевидно, впуск воздуха (собственно говоря—открытие специального клапана) необходимо поставить в зависимость от открытия направляющего аппарата.

При введении воздуха во всасывающую трубу при одном и том же открытии направляющего аппарата расход воды через турбину уменьшался незначительно ($\sim$ на 0,5%).

¹⁾ См. «Power» 1926 г. Н. 16, также «Wasserkraft und Wasserwirtschaft» — 1927 г. Н. 3.

В связи с изложенным, Schilhausl¹⁾ высказывает вполне основательное опасение относительно возможности сильного ржавления рабочего колеса, которое наблюдается не только при введении воздуха, но и в нормальных условиях работы быстроходных турбин, когда происходит выделение воздуха из воды при резком изменении давления при выходе воды из рабочего колеса.

Учитывая это обстоятельство, все же следует признать этот новый фактор повышения к. п. д. турбин при малых нагрузках, заслуживающим самого серьезного внимания, так как получение пологой кривой к. п. д. в зависимости от нагрузки является одной из основных задач турбиностроения, для разрешения которой, например, Капланом, введены поворотные лопатки рабочего колеса, сильно удорожившие турбину.

Применение же на практике рассмотренного фактора не потребует дорогих и сложных устройств.

Избежать сильных явлений кавитации, на что указывает Schilhausl, возможно при введении воздуха на значительном расстоянии от рабочего колеса или же, где представится возможность, заменой воздуха водой.

Д. Соколов.

V.

К уменьшению потерь в коленах трубопроводов.

При движении воды в колене трубы появляется стремление ее к отрыву от внутренней стороны колена под влиянием центробежной силы (черт. 1). Это стремление усиливается еще следующим весьма важным обстоятельством. Как известно, наименьшие потери при пропуске данного расхода воды через трубопровод получаются при заполнении его, примерно, в 0,95 по высоте. Этой высоте отвечает величина свободной (несмоченной) дуги сечения, примерно, в 52° (см. черт. 2). Если считать, что внутренняя сторона колена трубы отвечает вершине сечения трубопровода со свободным горизонтом, то получим при отделении струи от боковой (внутренней) стенки колена уменьшение потери напора. Последнее в свою очередь вызовет увеличение скорости течения и, следовательно, центробежной силы и еще более усилит явление отделения струи от боковой стенки колена.

Таким образом, можно утверждать, что, если на любом месте периметра трубы начинается отделение струй, то оно быстро будет увеличиваться вплоть до освобождения сегмента с дугой в 52° , стремясь восстановить состояние течения наименьшего сопротивления потоку.

Однако, два привходящих обстоятельства несколько изменяют чистоту явления:

1) Свободная поверхность воды в колене при отделении струй сдвигается на 90° и, таким образом, должна бы быть отвесна; этого, однако, не получается, т. к. под действием силы тяжести верхних слоев нижние частицы воды стремятся сдвинуться к внутренней стенке колена.

Вследствие этого получается наклонная поверхность воды. Свободная дуга круга уменьшается, сопротивление увеличивается, скорость падает, вызывая еще большее увеличение живого сечения и уменьшение свободного периметра.

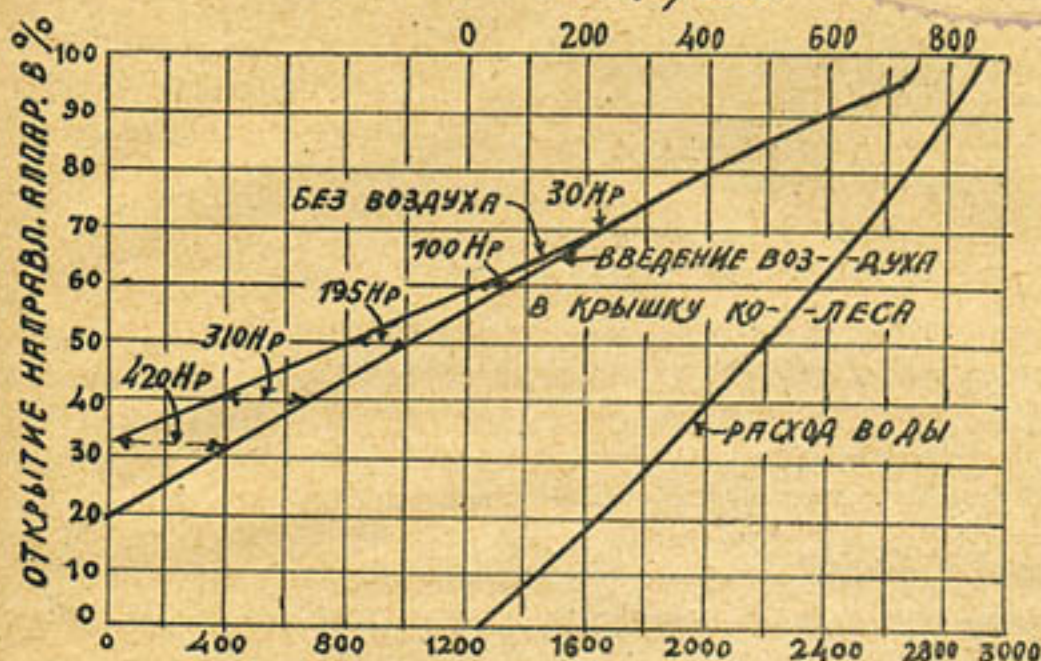
2) При незначительной стреле дуги освободившегося периметра круга (примерно, $1/20$ диаметра) и благодаря волнению на свободной поверхности отделившейся воды будет постоянное прибавление воды к стенке трубы. Явление, очевидно, будет неустойчивым.

¹⁾ В жур. «Wasserk. u. Wasserwirt.» 1927 г. Н. 3.

К ЗАМЕТКЕ
А. Я. Соколова

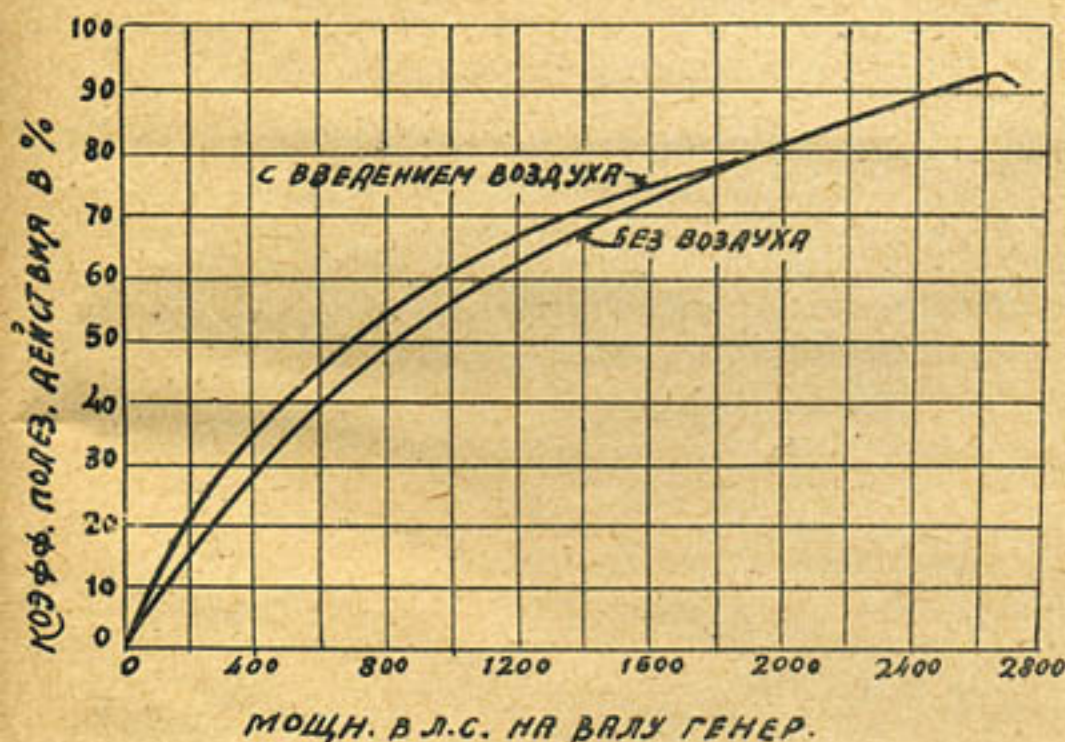


РАСХОД В КУБ. Ф. / СЕК.

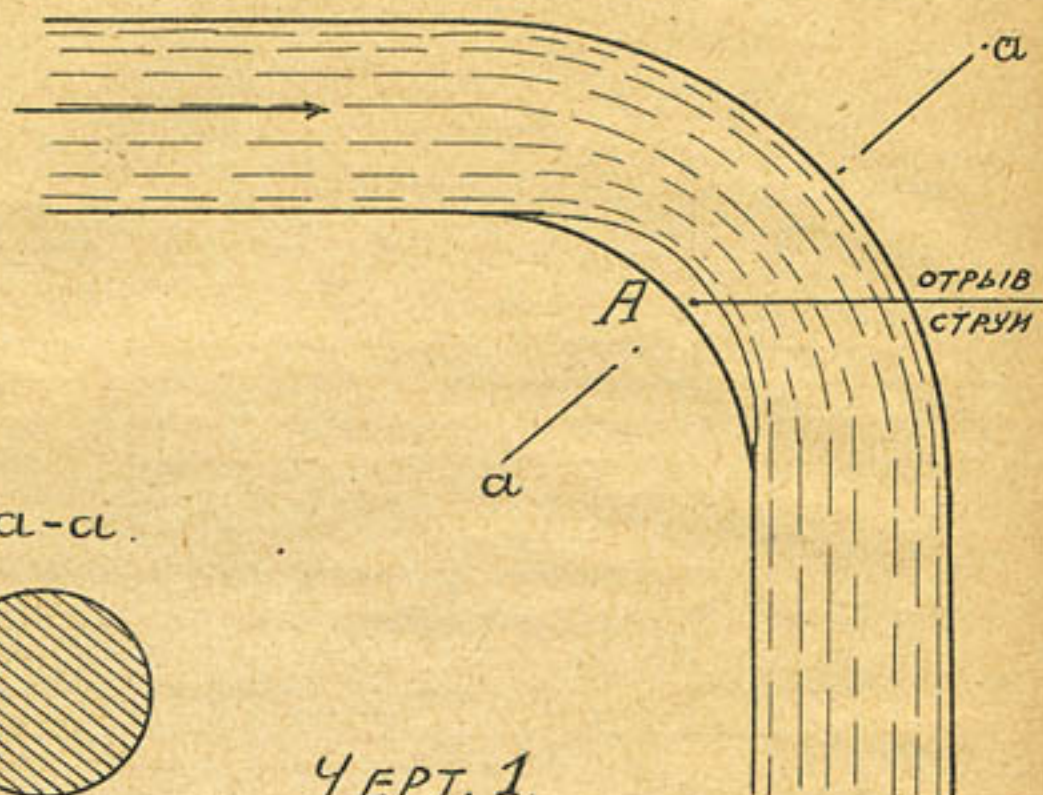


МОЩНОСТЬ В Л.С. НА ВАЛУ ГЕНЕРАТОРА.

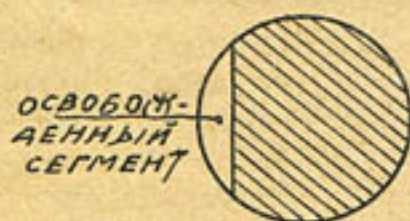
ЧЕРТ. 1.



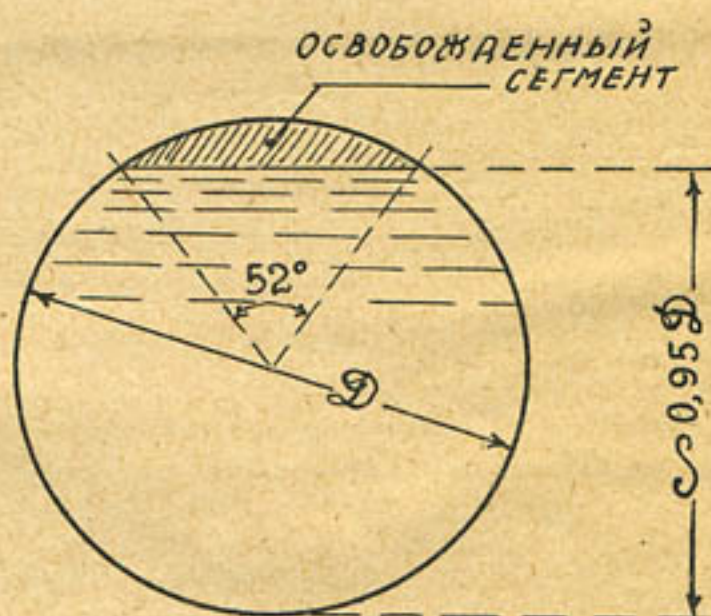
ЧЕРТ. 2.



СЕЧ. а-а.



ЧЕРТ. 1.



ЧЕРТ. 2.

В виду того, что при уменьшении давления, которым будет сопровождаться отрыв струй от стенки, происходит выделение воздуха, вредно отражающееся на состоянии стенок трубопровода (ржавление), необходимо применять известное средство: разделение колена одной или несколькими перегородками, согнутыми концентрически с коленом.

Этот способ аналогичен увеличению числа лопаток рабочего колеса водяной турбины с целью уменьшить опасность отделения струй.

Однако, этот метод вызывает дополнительные потери вследствие увеличения поверхности трения, которые следует учитывать при исчислении общего баланса потерь.

Применение переборок в коленах всасывающих труб турбинных установок, очевидно, будет ограничиваться некоторым пределом, определяемым соотношением скоростей: параллельной оси колена и вращательной вокруг оси его, имеющейся всегда при выходе из рабочего колеса. Именно, при некотором (более высоком) значении вращательной скорости получается потеря энергии из-за установки переборок большая, чем выигрыш ее, обуславливаемый ограничением переборками характерных явлений в колене (описанных в начале).

Подобное соотношение скоростей встречается во всасывающих трубах водяных турбин, особенно у быстроходных, а также при малом открытии направляющего аппарата. Вращательная скорость имеет наибольшее значение непосредственно по выходе из рабочего колеса. Поэтому начало перегородки в колене всасывающей трубы следует отнести дальше вниз до того места, где вращательная скорость значительно уменьшится.

Опыты Dubs'a (Firma Escher Wyss C-o, Zürich—Ravensburg) вполне подтвердили возможность значительного уменьшения потери энергии надлежащим выбором места начала переборки в колене всасывающей трубы (см. статью K. Mann. Bemerkungen zum Krümmerproblem. Wasserkraft u. Wasserwirtschaft—1927 г. Н. 12).

Д. Соколов.

VI.

Быстрый метод определения содержания воды и измерения физических свойств почв в естественном состоянии.

Dipl. Agr. W. Nitsch. Eine Schnellmethode zur Bestimmung des Wassergehaltes und zur Messung physikalischer Eigenschaften des natürlich gelagerten Bodens.

Для многих вопросов техники знание порозности грунтов представляется существенно необходимым. Для определения порозности необходимо взятие проб грунта с ненарушенной структурой, при чем для уточнения определений желательно взятие больших по объему проб (литр и более); однако, взятие проб большого объема, требуя довольно сложной аппаратуры, имеет и другие слабые стороны, заключающиеся, главным образом, в затруднении доставки проб в целости к месту определения (лаборатории и т. п.). С другой стороны, уменьшение объема проб, ослабляя указанные затруднения, может повести к уменьшению точности и к некоторой случайности результатов исследований; повидимому, при работах на малых образцах необходимо работать с сериями образцов в целях исключения случайных (местных—для взятия проб) ошибок.

Обычно определение порозности заключается в том, что взятую в определенном объеме (W куб. см.) пробу грунта взвешивают (S грамм), потом определяют влажность грунта (V) в объемных $\frac{V}{W}$ к сухой пробе

и по соотношению кажущегося удельного веса сухого грунта (δ_1) с действительным удельным весом (δ) грунта определяют порозность из зависимостей

$$\delta_1 = \frac{S-V}{W} \text{ и } p = \frac{\delta - \delta_1}{\delta} \dots \dots \dots (1)$$

Возможен и другой прием определения порозности: взятый об'ем грунта (W кб. см.) погружают в воду до полного насыщения и взвешивают (S_1 гр.), потом его высушивают ($100-110^\circ \text{C.}$) и после этого взвешивают (S_2 гр.). Тогда из соотношений весов и об'ема получают порозность грунта.

$$p = \frac{S_1 - S_2}{W} \dots \dots \dots (2)$$

На других приемах определения порозности (аспиратором и др.)—останавливаться не будем.

Указанные два способа (как, впрочем, и другие) в процессе работ требуют определения влажности пробы грунта, что обычно производится высушиванием образцов в термостатах ¹⁾ в течение довольно продолжительного промежутка времени (уменьшение срока высушивания или обугливают образцы—при температуре большей 110°C. , или недосушивают их, при меньшей температуре). Кроме того, первый прием требует еще и знания действительного удельного веса грунта, что несколько усложняет процесс. В журнале «Fortschritte der Landwirtschaft» № 9 за 1927. W. Nitsch предлагается новый метод определения физических свойств почв (в том числе и порозности), по образцам малого об'ема—100 кб. см.; метод основан на извлечении из почвы воды при смешивании ее со спиртом (или денатуратом), когда по консистенции раствора воды в спирте находится содержание ее в почве, с последующим определением других свойств почвы (см. табл. 1).

Табл. 1.

Содержание спирта в смеси в об'емных $\% / \% /$.	Количество воды в кб. см. добавляемое к 100 кб. см.	
95	0	—
90	6,39	0
85	13,36	6,57
80	20,93	13,77
75	29,49	21,89
70	39,17	31,05
65	50,19	41,49
60	62,98	53,61
55	78,00	67,84

¹⁾ Существуют др. малоупотребительные приемы нахождения влажности проб, напр., прием Герца по электропроводимости грунта; прием прессования образцов и др.

К СТАТЬЕ Е.А.ЗАМАРИНА
И.С.ПЕХОТА.

Содержание воздуха
в пробах

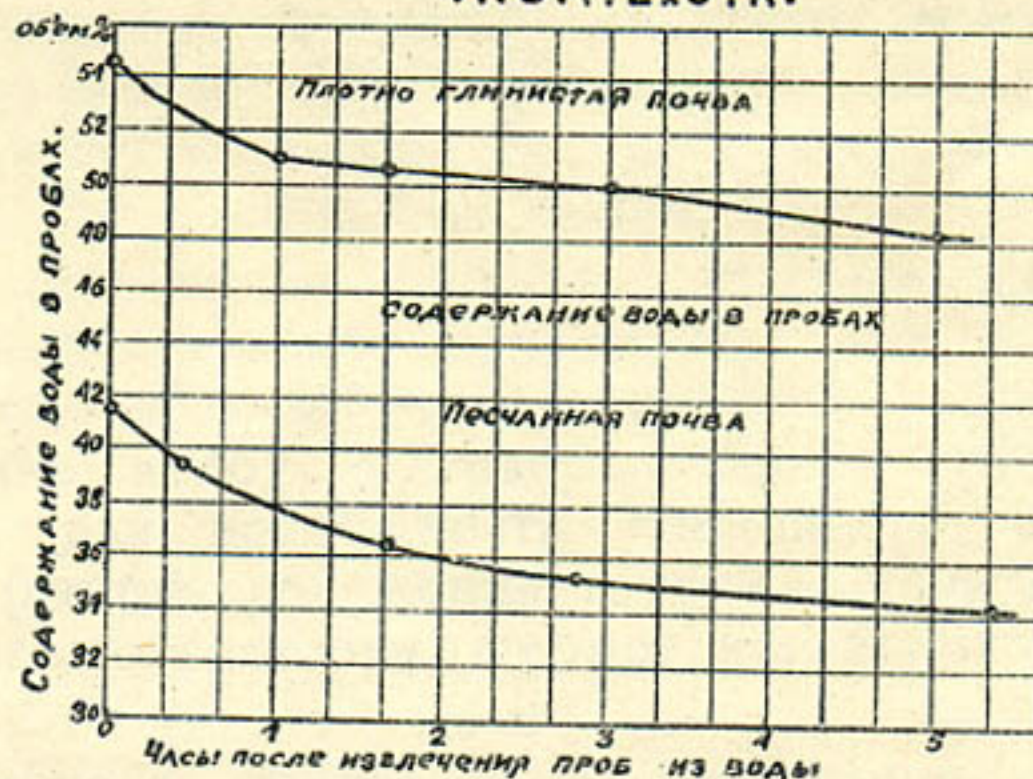
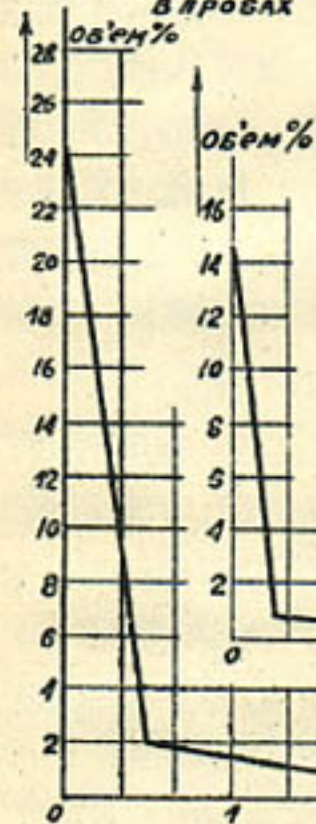


Рис.

Рис. 1

Ход производимых при сем операций состоит в следующем: определяется вес 100 кб. см. грунта с ненарушенной структурой (S грамм), после чего проба грунта опускается на 3 часа в воду; этого срока достаточно для удаления из грунта почти всего содержащегося в нем воздуха (см. кривые на рис. 1). Вынутую через три часа из воды пробу оставляют в течение одного часа для свободного стекания из нее воды, измеряя об'ем или вес (φ) потерянной воды и вес пробы (S_2) (судя по кривым стекания (рис. 2), одного часа вряд ли будет достаточно); отсюда можно найти вес пробы (S_1) насыщенной водой.

После этого проба вынимается из прибора, которым она была взята на местности, и помещается в колбу Эрленмайера, где, по добавлении 100—150 кб. см. спирта, взбалтывается до полного уничтожения отдельных комочков; соединив колбу с градуированной стеклянной трубкой, переворачивают ее, дав возможность спокойного оседания частицам грунта у нижнего (закрытого) конца трубки. Отсчитав об'ем осевшего грунта и концентрацию раствора (термоалкогольметром)—заканчивают измерения.

По количеству добавленного спирта и концентрации смеси в трубке, находят количество воды в пробе, после одночасового стекания из нее воды (т. н. капиллярную водоемкость); зная об'ем или вес воды φ — получают полную водоемкость, а отсюда и порозность. Кроме того, вычислением по данным измерений получаются влажность и содержание воздуха в пробе в момент взятия ее, удельный вес грунта (кажущийся и действительный), воздухоемкость (т. е. об'ем не капиллярных полостей) и, качественно, механический состав.

Спиртовой метод Nitsch'a был сопоставлен им для определения влажности по методу высушивания, при чем оказалось, что влажность по спиртовому методу всегда меньше, чем по методу высушивания.

Для песчаных почв на 5 % от измеренного количества воды.

Для глинистых почв « 10 % « « « «

Для жирно-глинистых « 15 % « « « «

Повидимому, чем меньше частицы, тем труднее они отдают коллоидально связанную с ними воду.

И. С. Пехота и Е. А. Замарин.

За ответственного редактора

член редакционной коллегии: *В. Д. Журин.*

Журналы и книги, поступившие в редакцию

за апрель—май 1928 г.

1. Американская техника, № 4, Нью-Йорк.
2. Бюллетень Государственного Издательства, № 15—16, 17—18, Москва
3. Бюллетень Бюро Гидрометрических исслед. на озере Севан, № 4, Эривань.
4. Вестник Инженеров, №№ 1, 2, 3, Москва.
5. Вестник Знания, № 6, Ленинград.
6. Вестник Комитета по делам Изобретений № 3, 4, Ленинград.
7. Вестник Сибирских Инженеров, № 1—2, Томск.
8. Землеустроитель, № 1, Москва.
9. Инженерный Работник, № 2, Харьков.
10. Известия Гос. Инст. Оп. Агрономии, № 2, Ленинград.
11. Сельское и Лесное Хозяйство, № 1, 2, 3, 4, Москва.
12. Советская торговля №№ 16—20, Москва.
13. Строительная промышленность, № 1, 2, Москва.
14. Экономический Вестник Азербайджана, № 3, Баку.
15. Экономическая Жизнь Дальнего Востока, № 2, Хабаровск.
16. Попов, В. М. Режим реки Южный Буг, Одесса.

Иностранные издания.

1. Journal of Agricultural Research, Vol. 36, № 2, January 15, 1928, Washington.
2. Engineering & Contracting, Vol. LXVII, № 2, March 1928, Chicago.
3. Architect & Building News, Vol. CXIX, № 3095—3096, April 1928, London.
4. The Excavating Engineer, Vol. XXII, № 4, April 1928, South Milwaukee.
5. Engineering News-Record, Vol. 100, № 13—17, March, April 1928, New-York.
6. New Reclamation Era, Vol. 19, № 4, April 1928, Washington.
7. Scientific Agriculture, Vol. VIII, № 8, April 1928, Ottawa, Canada.
8. Water Works, Vol. LXVII, № 4, April 1928, Chicago.
9. International Cotton Bulletin, Vol. VI, № 23, April 1 28, London.
10. Water and Water Engineering, Vol. XXX, № 352, April 1928, London.
11. Services, Facilities and Costs of Marketing Vegetables in the Lower Rio Grande Valley of Texas, by G. L. Crawford, Bull № 378, March 1928, Brazos County, Texas.
12. The Power Engineer, May 1928, № 26, London
13. Roads and Streets, Vol LXVIII, № 4, April 1928, Chicago.
14. The Journal of the Department of Agriculture of Victoria, Vol. XXVI, Part 3, March 1928, Australia.
15. The Journal of the Ministry of Agriculture, Vol. XXXV, № 2, 1928, London.

В книжном складе Издательского Отдела при Опытн.-Исследоват. Институте Водного Хозяйства

(Ташкент, Ассакинская, 22).

Продаются следующие книги

А. Издания Сред.-Аз. Водхоза:

1) «Вестник Ирригации». Ежемесячный журнал Управления Водного Хозяйства Средней Азии. Подписная плата на 1 год . . .	цена 18 р. — к.
2) Ограниченное количество комплектов журн. «Вестник Ирригации» за 1923—1927 г.г. продаются по . . .	„ 18 „ — „
Отдельные номера . . .	„ 2 „ — „
3) Вопросы сельского хозяйства и ирригации Туркестана. Материалы II-го Ср.-Аз. С.-Х. Съезда и III-го Съезда работников водного хозяйства . . .	„ 3 „ 50 „
4) Статистико-экономический очерк долины реки Ангрен и табличная характеристика к нему, 1923 г. . . .	„ 1 „ 50 „
5) Будревич, А. И., инж. «Сипайные плотины». Ташк. 1922 г. . . .	„ — „ 60 „
6) Клявин, Э. Ф., инж. Таблицы для подбора каналов трапециодального сечения с откосами 1 : 1 и 1 : 1½ в земляных руслах. Ташк. 1915 г. . . .	„ 2 „ — „
7) Табличная характеристика стат.-эконом. исследован. бассейна реки Чирчик с Келесом . . .	„ 1 „ 75 „
8) Табл. характеристик стат.-экон. исслед. долины р. Мургаб. . . .	„ 1 „ — „
9) Романовский, В. И., проф. «О способах интерполир. осадков» . . .	„ 1 „ 50 „
10) Корженевский, Н. Л., проф. «Опыт подсчета площади оледенения гор Туркестана» . . .	„ — „ 50 „
11) Никшич, И. И. «Копет-Даг» — геологические и гидро-геологические исследования в Полторацк. у. Туркменск. обл. в 1923 г. . . .	„ 3 „ 50 „
12) Егоров, А. И. «От Багира до ст. Артык» . . .	„ 1 „ 50 „
13) Егоров, А. И. «От Кызыл-Арвата до ст. Арчман» . . .	„ 1 „ 75 „
14) Владычанский, В. И. «Гидрометрия» (второе переработанное и дополненное издание) . . .	„ 3 „ — „
15) Уклонский, А. С. «Материалы для геохимической характеристики вод Туркестана» . . .	„ 1 „ 50 „
16) Иванов, Е. В. «Гидрогеологические исследования северной части Ташкентского уезда в 1923 г.» . . .	„ 2 „ — „
17) Шлегель, Б. Х., проф. «Материалы для курса эксплуатации ирригационных систем» . . .	„ 4 „ 50 „
18) Тромбачев, С. П. «Орошение и осушение» . . .	„ 4 „ — „
19) Каменев, Н. И. «Средне-Азиатские древесные породы» . . .	„ — „ 50 „
20) Положения о местных органах и инструкции. Выпуск I . . .	„ 1 „ 75 „
21) То же. Вып. II . . .	„ 1 „ — „
22) То же. Вып. III . . .	„ — „ 60 „
23) То же. Вып. IV . . .	„ — „ 70 „
24) То же. Вып. V . . .	„ 1 „ 25 „
25) То же. Вып. VI . . .	„ — „ 50 „
26) Н. К. Ярошевич. «Голодная степь, как хлопководческий район, и ее значение в хлопководстве СССР» . . .	„ 5 „ — „
27) Николаев, В. А. «Гидрогеологический очерк правобережья Зеравшана» . . .	„ 4 „ — „
28) Цинзерлинг, В. В. «Орошение на Аму-Дарье» (с приложен.). . .	„ 10 „ — „
29) Кассин, Н. Г. «Гидрогеологические исследования» . . .	„ 4 „ — „
30) Журин, В. Д. «Гидравлический расчет водобоя» . . .	„ 1 „ — „
31) Егоров, А. И. «Специальные приемы погашения энергии в перепадах и быстротоках» . . .	„ 1 „ 25 „
32) Егоров, А. И. «Номограммы для гидравлических расчетов» . . .	„ 5 „ 50 „
33) Каменев, Н. И. «Результаты механических испытаний каменных строительных материалов Средней Азии» . . .	„ 1 „ 50 „
34) R. H. Vague. — «Состав портланд-цементного клинкера». Перев. О. В. Вяземского. . . .	„ 1 „ — „

Б. Издания Научно-Мелиорационного Института в Ленинграде.

1) Известия Н.-М. Института. Выпуск 1. Декабрь 1921 г. . .	цена — р. 30 к.
„ 2, 3, 4, 1922 г. . .	по 2 „ 50 „
„ 6 1923 г. . .	„ 3 „ 50 „

- 2) Ризенкампф, Г. К., проф. «Проект орошения 500.000 десят. Голодной степи». Том VII—Типовые гидротехническ. сооружения на сети „ 20 „ — „
 3) Его же. «Основы ирригации». 1925 г. „ 12 „ — „

В. Издания Высшего Совета Народного Хозяйства.

- 1) Ризенкампф, Г. К. «Проблема орошения Туркестана.» Выпуск первый. Оросительная хлопковая программа. СПб. 1921 г. „ цена 3 р. — к.
 2) Его же. «Транскаспийский канал (проблема орошения Закаспия)». СПб. 1921 г. „ 1 „ 50 „

Г. Издания Туркестанского Экономического Совета.

- 1) Александров, И. Г. «Орошение новых земель в Ташкентском районе». М. 1923 г. „ цена 1 р. 50 к.
 2) Его же. «Режим р. бассейна р. Сыр-Дарьи за 1900—1916 г.г.» М. 1924 г. „ 5 „ — „
 3) Его же. «Материалы по гидрометрии рек бассейна Сыр-Дарьи за период с 1900 по 1916 г.» (таблицы) М. 1924 г. „ 5 „ — „
 4) Его же. «Проект орошения юго-восточной Ферганы» (общая схема) „ 3 „ — „
 5) Земли коренного оседлого населения Ферганской области. М. 1924 г. „ 3 „ — „
 6) Бюджеты 45 хозяйств Ферганской области по обследованию 1915 г.—5 руб.

Д. Издания бывш. Гидрометрической части в Туркестанском крае.

- 1) Отчеты Гидрометрической части за 1911, 1912, 1913 и 1914 годы „ } цена в зави-
 2) Бюллетень Гидрометрической части за 1912, 1913, 1914, 1915, 1916 и 1917 г.г. с № 1 по 12-й „ } сим. от
 3) Труды съезда гидротехников в 1917 г. „ цена 1 р. 50 к.
 4) Мокеев, Н. А. «Отчет Красноводопадского опытного поля Сыр-Дарьинской области Ташкентского уезда» „ — „ 50 „
 5) Инструкция для учета проносимых рекою твердых наносов и растворенных веществ „ — „ 50 „
 6) Ольдекоп Э. «Зависимость режима реки Чирчик от метеорологических факторов» „ 2 „ 50 „
 7) Его же. «Опыт конструкции упрощен. защиты для термометров» „ — „ 40 „
 8) Таблица перевода показаний счетчика для лебедки от вертушки Отта в сажени и таблица глубин точек на 0,2h, 0,6h и 0,8h „ — „ 25 „
 9) Условия, каким должно удовлетворять расположение гидрометрического поста „ — „ 50 „

- 10) Кондрашев, С. К. «Вода в орошаемом хозяйстве» „ 1 „ 25 „
 11) Подарев, В. В., проф. «Гидротехнические сооружения» „ 3 „ — „
 1. Плотины, вып. III. „ 1 „ 50 „
 12) Его же. I. Плотины, IV выпуск „ 1 „ 50 „
 13) Его же. II. Каналы „ 1 „ 50 „
 14) Моргуненков, Ф. П. и Севастьянов, И. А. «Новая Туркмения. Ирригационные перспективы Т.С.С.Р. Орошение Туркмении по проекту инж. Ф. П. Моргуненкова» „ 2 „ 50 „
 15) Отчет о деятельности Голодно-степской Рабочей Комиссии с ее подкомиссиями по мелиорации засоленных земель Голодной степи (с 1 сентября 1913 г. по 16 дек. 1916 г.). Ташк. 1918 г. „ 1 „ — „
 16) Костяков, А. Н. «Основы мелиорации» „ 10 „ — „
 17) Бахметьев, Б. А. «О неравномерном движении жидкости в открытом русле» (в переплете) „ 4 „ 75 „
 (без переплета) „ 4 „ — „
 18) Перескоков, М. Ф. «Орошение хлопчатника» „ — „ 50 к.

Е. Издания Гидрометрической части Упр. Вод. Хоз. Ср. Азии.

1. Аксаков Н. М., Коревицкий, Л. К. и Маргасинский, Г. М. Таблицы:
 а) Для определения числа оборотов крыльев вертушки в секунду.
 б) Для подсчета длины смоченного периметра „ 2 р. 50 к.
 2. Ярцев, В. Н. Таблицы для определения поверхностной скорости с помощью поплавка „ 1 р. 50 к.

Все книги, имеющиеся на складе изданий, высылаются наложенн. платежом.
 СКЛАД ОТКРЫТ ЕЖЕДНЕВНО, кроме праздников, от 10 до 2-х часов.

Начальник Издательского Отдела А. А. Варн-Эк.