Управление Водного Хозяйства Средней Азии.

№ 7

Июль 1929

7-й год издания.

Вестник Ирригации

Издательский Отдел И. В. Х.

Ташкент

1929

ПРОВ. 1951 г.

ВЕСТНИК ИРРИГАЦИИ

Ежемесячный журнал
Управления Водного Хозяйства Средней Азии.

№ 7

Июль 1929 г.

7-й ГОД ИЗДАНИЯ

БИБЛИОТЕКА
Средне-Азиатск. Оп.-Исслед.
Института Водн. Хозяйства.
№ 4431
г. Ташкент.

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

Гл. Солнцев.

Зам. Нач. ГУВХ. Средн. Азии.

Оп.-Исслед. Институт
БИБЛИОТЕКА
Водн. хозяйства.

Основные показатели плана ирригационных мероприятий на 1929-30 год.

Введение. При оценке запроектированных мероприятий в плане ирригации 1929—30 г. необходимо исходить из следующих трех основных положений: насколько полно отражена в плане директива партии о форсировании хлопководства; достаточен ли темп, взятый в ирригационном строительстве, и, наконец, учтена ли в плане динамика хлопководства за пределами пятилетки.

Как известно, пятилетний план народного хозяйства Ср. Азии по установке, данной ЦК ВКП(б), имеет такую задачу: «К концу пятилетия не только освободить текстильную промышленность Союза от ввозимого из-за границы хлопка, но и иметь необходимый резерв для дальнейшего расширения текстильной промышленности». Детально план еще не разработан, но основные вехи его намечены.

Потребность в хлопке к 1932 г. определяется в размере 44,5 милл. пуд. волокна. При учете поднятия урожайности на 40 проц. к весне 1932 г. требуется дополнительной ирригационно-подготовленной площади, примерно, один миллион гектар.

Прирост ирригационно-подготовленной площади должен получиться в результате: крупного строительства 600—700 тыс. гект., мелкого—200 тыс. гект. и эксплоатации—200 тыс. гект.

Считая освоение площадей от крупного строительства в 80 проц., при 65 проц. хлопка, от мелкого строительства—в 100 проц. *при 50 проц.* хлопка, как минимального количества—размер хлопкового прироста в 1932 году по Средней Азии и Казакстану должен выразиться в следующих ориентировочных размерах: от крупного строительства 315—340 тыс гект., от мелкого строительства—100 тыс. гект., от эксплоатации—100 тыс. гект. и от вытеснения—300 тыс. гект.

Эти цифры, являясь только первым приближением, все же дали возможность составителям плана соответствующим образом отразить темпы в плане будущего года. Однако, после уточнения пятилетки развития хлопководства и ирригации в Средней Азии необходимо произвести уточнение мероприятий, запроектированных на этот год.

Крупное строительство Общий размер ассигнований на крупное строительство составляет около 95 милл. руб., против 16 милл. руб. текущего года, с общим приростом в 68,5 тыс. гект. и хлопка 34,5 тыс. гект.

Кажущееся несоответствие между запроектированными ассигнованиями и эффектом, получаемым в результате крупного строительства, об'ясняется тем, что 1929—30 г. является годом вовлечения целого ряда об'ектов, хотя и не дающих прироста в 1930 г., но зато обеспечивающих прирост громадных земельных ирригационно-подготовленных массивов в 1931 г. и к весне 1932 г. и сохраняющих взятый темп за пределами пятилетки.

Общее количество об'ектов по крупному строительству—35, из них примерно 20 проц. падает на ирригационные работы, начатые в 1928—29 г. и ранее.

В 1929—30 г. предполагается начать строительство по орошению Голодной степи (большой проект Ризенкампфа), ирригационное строительство по Чирчик—Ангрену, Вахшу, Куня-Дарье и т. д.

Общая проектная стоимость всех работ по крупному ирригационному строительству выражается в невиданной для средне-азиатского масштаба цифре.

Размер площадей, получаемых в результате крупного строительства составляет 1 милл. гект., из них 602 тыс. гект. хлопка, со стоимостью, примерно, в 500 милл. руб.

Нужен ли подобный *американский* размах для выполнения директивы?

Такие вопросы задавали составителям плана.

Необходимо со всей категоричностью высказаться за намеченные мероприятия, ибо только этот масштаб гарантирует получение приростов, обеспечивающих выполнение задания партии. Только при подобном об'еме работ гарантируется более или менее равномерный рост хлопководства в республиках Средней Азии, только этот масштаб работы представит возможность организовать такое количество совхозов и колхозов, которое коренным образом изменит социально-экономическую структуру сельского хозяйства Средней Азии.

Крупнейшими об'ектами плана являются проблемы: Голодная степь, Чирчик-Ангрен, Куня-Дарья, Вахш, Южный Хорезм. Строительство по остальным об'ектам является либо окончанием работ по ранее начатым (Дальверзинстрой, Зерстрой, Пай-Арык, Джун, Каун-Тюбе и т. д.), либо об'екты новые, но по своим размерам не требующие длительного строительного периода и дающие эффект в 1930—31 г. (Савай, Уч-Курган, Буз, Нарпай и т. д.).

Для проведения этого грандиозного плана крупного строительства разработаны мероприятия, обеспечивающие его выполнение.

Предположено:

Механизировать на 75 проц. земляные работы, что потребует ввоза до 70 экскаваторов.

Построить подсобные предприятия, обеспечивающие продукцией ирригационное строительство (механический завод, завод бетонных изделий, деревообделочная мастерская и т. д.).

Организовать ремонтно-экскаваторную базу для бесперебойной работы как существующих в распоряжении Главного Управления Водного Хозяйства 19 экскаваторов, так и импортируемых.

Обеспечить строительство таким количеством транспортных средств (автомобилями), чтобы наладить как своевременную подвозку стройматериалов, так и поддерживание необходимой связи при производстве работ в отдаленных районах.

Ввезти до 8.000 вагонов различных строительных материалов и в первую очередь: пиломатериалов, круглого леса, цемента, железа и т. д.

В плане не только учтено потребное количество технического кадра и рабочей силы, но и разработаны мероприятия по обеспечению ими ирригационных работ.

Мелкое строительство. В плане крупное место занимает мелкое строительство. Общее количество об'ектов – 223, с приростом в 148 тыс. гект., из них освоенных к весне—118 тыс. гект., хлопка—75 тыс. гект.

Ассигнования на мелкое строительство запроектированы в размере 19,4 милл. руб. по единому бюджету против ассигнования текущего года в 4,3 милл. руб.

Удельный вес мелкого строительства в хлопковых площадях занимает 26 проц.

Если в 1929—30 г. мелкое строительство по своему удельному весу в приросте хлопковых площадей занимает столь солидное место, то в последующие годы этот процент должен будет значительно снизиться за счет увеличения удельного веса крупного строительства.

По количеству об'ектов и по приросту, получаемому в результате работ по мелкому строительству, первое место занимает Узбекская республика. Хлопковый прирост ее к весне составляет 62 проц. от плана мелкого строительства. Затем, Таджикистан—25 проц., Туркменистан—12 проц. Последнее место занимает Киргизия—1 проц.

Предел мелкого эффективного строительства определяется количеством площадей неиспользованных, но обарыченных, а также и водным фактором. В этом направлении возможности Туркмении и Киргизии чрезвычайно ограничены. Дальнейшие перспективы развития хлопководства в этих республиках должны итти, по нашему мнению, для ТССР—по линии крупного строительства. Это и учтено в плане 1929—30 г. (строительство Куня-Дарьи и Эрсари), а для Киргизии—по линии эксплоатационных мероприятий, вытеснения зерновых культур в хлопковых районах ее южных районов и вовлечения новых районов в Северной Киргизии.

Изыскания и проектировка. Успешное выполнение планов крупного и мелкого строительства зависит от состояния проектных материалов. Вследствие этого, органами водного хозяйства принимаются меры по форсированию проектировки. Эти мероприятия освещались на страницах «Правды Востока». Здесь мы отметим только тот об'ем работы, который предположено провести в 1929—30 г.

Колоссальный рост строительства, естественно, находит отражение в об'еме работ изыскательских и проектировочных аппаратов.

На 1929—30 г. предположено к ассигнованиям: по крупному и мелкому строительствам на изыскания и проектировку 13,5 милл. руб. против ассигнования т. г. в 4 милл. руб.

Эксплоатация. В результате эксплоатационных мероприятий предположено получить к весне 1930 г. общий прирост в 99 тыс. гект., в том числе хлопковый—в 24,8 тыс. гект.

Ассигнований по эксплоатационному бюджету запроектировано 13,5 милл. руб., и результат натурповинных работ, при переводе в денежное исчисление—16,9 милл. руб.

Рост ассигнований по эксплоатации против текущего года выражается в 61 проц.

Удельный вес хлопкового прироста от чисто-эксплоатационных мероприятий составляет 9,5 проц.

Если учесть, что в плане запроектирован значительный прирост в результате вытеснения с 128 тыс. гект. зерновых культур (что в свою очередь требует ряда мероприятий по линии эксплоатации и дополнительных затрат по эксплоатационным бюджетам), то предположенные к ассигнованию суммы не могут считаться преувеличенными.

Значительный удельный вес в общих ассигнованиях по эксплоатации занимает: линейный аппарат—27 проц. содержание мирабов—20,5 проц., ремонтно-регулировочные работы 15 проц., эксплоатация, гидрометрия и статистика—8 проц., и гражданское строительство—7 проц.

При рассмотрении пятилетки была принята установка на снижение нагрузки линейного аппарата. От гидрометрической службы в значительной мере зависит тот эффект, который мы получаем по приростам в результате планового водопользования.

Вытеснение зерновых посевов с поливных земель. Прирост хлопковых площадей в результате вытеснения с поливных земель зернозлаков занимает колоссальное место—45 проц. При общем приросте хлопковых площадей к весне 1930 г. в 280 тыс. гект. на долю вытеснения падает 128 тыс. гект.

Правильно ли взята установка при запроектировании столь значительного прироста от вытеснения?

Мы считаем, что эта установка верна, ибо если за два с половиной года нужно провести вытеснение зерновых культур на площади до 300 тыс. гект., то в целях обеспечения этого вытеснения нужно в первый год провести его на возможно большей площади.

Кроме того, нужно учесть, что вытеснением должен быть охвачен ряд районов с рисовыми посевами и что эта площадь не может быть в тот же год использована под хлопковые посевы.

Реальность цифр вытеснения в 300 тыс. гект. при предварительной проработке не вызвала сомнений. *Необходимо теперь же заняться составлением районных и посистемных планов вытеснения на последующие годы*

Колоссальный рост строительства, естественно, находит отражение в об'еме работ изыскательских и проектировочных аппаратов.

На 1929—30 г. предположено к ассигнованиям: по крупному и мелкому строительствам на изыскания и проектировку 13,5 милл. руб. против ассигнования т. г. в 4 милл. руб.

Эксплоатация. В результате эксплоатационных мероприятий предположено получить к весне 1930 г. общий прирост в 99 тыс. гект., в том числе хлопковый—в 24,8 тыс. гект.

Ассигнований по эксплоатационному бюджету запроектировано 13,5 милл. руб., и результат натурповинных работ, при переводе в денежное исчисление—16,9 милл. руб.

Рост ассигнований по эксплоатации против текущего года выражается в 61 проц.

Удельный вес хлопкового прироста от чисто-эксплоатационных мероприятий составляет 9,5 проц.

Если учесть, что в плане запроектирован значительный прирост в результате вытеснения с 128 тыс. гект. зерновых культур (что в свою очередь требует ряда мероприятий по линии эксплоатации и дополнительных затрат по эксплоатационным бюджетам), то предположенные к ассигнованию суммы не могут считаться преувеличенными.

Значительный удельный вес в общих ассигнованиях по эксплоатации занимает: линейный аппарат—27 проц. содержание мирабов—20,5 проц., ремонтно-регулировочные работы 15 проц., эксплоатация, гидрометрия и статистика—8 проц., и гражданское строительство—7 проц.

При рассмотрении пятилетки была принята установка на снижение нагрузки линейного аппарата. От гидрометрической службы в значительной мере зависит тот эффект, который мы получаем по приростам в результате планового водопользования.

Вытеснение зерновых посевов с поливных земель. Прирост хлопковых площадей в результате вытеснения с поливных земель зернозлаков занимает колоссальное место—45 проц. При общем приросте хлопковых площадей к весне 1930 г. в 280 тыс. гект. на долю вытеснения падает 128 тыс. гект.

Правильно ли взята установка при запроектировании столь значительного прироста от вытеснения?

Мы считаем, что эта установка верна, ибо если за два с половиной года нужно провести вытеснение зерновых культур на площади до 300 тыс. гект., то в целях обеспечения этого вытеснения нужно в первый год провести его на возможно большей площади.

Кроме того, нужно учесть, что вытеснением должен быть охвачен ряд районов с рисовыми посевами и что эта площадь не может быть в тот же год использована под хлопковые посевы.

Реальность цифр вытеснения в 300 тыс. гект. при предварительной проработке не вызвала сомнений. *Необходимо теперь же заняться составлением районных и посистемных планов вытеснения на последующие годы*

пятилетки и уточнить план 1929—30 г., чтобы для 1930 г. осенний период был использован полностью.

Кто должен заняться проработкой этих планов?

На этот вопрос дан ответ в речи т. Зеленского на пленуме Средазбюро ЦК ВКП(б).

«Центральная наша задача заключается во всемерном укреплении, в первую очередь, районного советского аппарата.

Районный советский аппарат необходимо укрепить так, чтобы он являлся хозяйственным штабом района».

Вот эти хозяйственные штабы районов, которым вполне правильно отведено соответствующее место при проведении в жизнь грандиозного плана работ, и должны составить планы вытеснения, ибо им больше, чем какой-либо другой вышестоящей организации, известны возможности района.

Гидротехническое образование.

Недостаток в технических кадрах, испытываемый средне-азиатской ирригацией, должен быть пополнен путем расширения существующих средних гидротехнических учебных заведений. В плане предусмотрены значительные ассигнования на увеличение контингента слушателей гидротехникумов Ташкента, Самарканда, Байрам-Али и на организацию гидротехникума в Дюшамбе.

Ряд организуемых курсов по подготовке и переподготовке низшего и среднего технического персонала должен поднять квалификацию существующих кадров.

Общее ассигнование на гидротехническое образование выражается в сумме 2,4 милл. руб.

Административно-хозяйственные расходы.

Размер ассигнований на административно-хозяйственные расходы в процентном отношении к общим ассигнованиям значительно снижается. Это видно из следующего:

Для водхозов	Административные расходы	
	Составляли в 1928—29 г.	Составят в 1929—30 г.
Кирводхоза	10,8 %	5,6 %
Таджикводхова . . .	7,3	4,3
Туркменводхова . . .	6,8	2,8
Узводхоза	2,9	1,3
ГУВХ	5,2	1,7
По Средней Азии . .	5,1	1,7

В результате всех запроектированных мероприятий ирригационно-подготовленная площадь выразится в 316 тыс. гект.

Предположено с учетом остатка ирригационно-подготовленной площади от прошлых лет—54,5 тыс. гект., освоить к весне 1930 г.—310 тыс. гект. и хлопка к весне 1930 г.—280 тыс. гект. Остаток ирригационно-подготовленной площади, неосвоенной к весне 1930 г.—60 тыс. гект.

Рост по отношению к приросту 1928—29 г. составит к общей площади 150 проц., к хлопковой—173 проц.

Ассигнования по союзному и республиканским бюджетам выражаются в сумме 152 милл. руб. и средств населения 20 милл. руб. против 33 милл. руб. по плану текущего года.

Н. Г Мальчиковский

Член Технического Совета Г. У В. Х. Ср. Азии.

Упрощенный расчет подпорных стен трапецоидального сечения с вертикальной задней поверхностью.

В начале 1925 года Средазводхоз'ом была организована особая комиссия для выработки однообразных и упрощенных норм расчета подпорных стенок, типов, наиболее часто встречающихся в ирригационных сооружениях.

Автор принимал в ней участие. В виду сложности вопроса, он был передан на разрешение Научно-Мелиорационного Института в Ленинграде; окончательных результатов еще нет[1]), так как Институту не были отпущены средства на производство опытов.

Настоящая заметка излагает тот сырой материал, который должен был послужить упомянутой комиссии для выводов и разработка которого пришлась на долю автора.

п° 1. Неоспоримо, что из массивных бетонных стен простейшей конструкции, показанная на рис. 1, трапецоидальная подпорная стенка с вертикальной задней поверхностью является наивыгоднейшей,—поскольку дело касается небольших сооружений и небольших высот таких стенок. Конечно, лежачие стенки еще выгоднее, а простая бетонировка откосов всего дешевле; но автор имеет в виду тот случай, когда по некоторым причинам требуется применение стоячих типов подпорных стенок. Стенки с вертикальной наружной поверхностью и наклонной задней менее выгодны, чем показанная на рис. 1.

Между тем в средне-азиатской ирригации наибольшим распространением пользуются именно эти невыгодные стенки, с наклонной внаружу задней поверхностью. Об'ясняется это стремлением наших конструкторов иметь вертикальные поверхности в гидравлическом очертании сооружений, то есть снаружи. Неоспоримо, что в смысле расплескивания воды в нижнем бьефе сооружения,—вертикальные наружные поверхности стенок лучше, чем наклонные; но окупается ли бо́льшая затрата материала и работы на подобные стенки по сравнению с указанным удобством? Там, где расплескивание ниспадающей воды не имеет значения, например, в водосливных стенках небольших плотин и перепадов,—всегда применяется профиль рис. 1. Нет, повидимому, особых оснований отказываться от этого выгодного профиля и в боковых стенках сооружения; если же придавать большое значение расплескиванию, то надо еще посмотреть,

[1]) См. обстоятельную статью проф. Н. Н. Давиденкова в XVI выпуске «Известий Научно-Мелиорационного Института» в Ленинграде (апрель 1927 г.), в которой дан анализ последних опытов с подпорными стенками, и намечен план дальнейших опытов, необходимых для раз'яснения вопроса.—За всем тем нужда в однообразном и простом расчете сохраняет прежнюю силу.

не проще ли поверху подпорной стенки устроить козырек или так называемый слизняк из того же бетона, чем затрачивать лишнее количество материала и работы на профиль с наклонной задней поверхностью.

Автор является решительным сторонником профиля рис. 1 в сравнении со стенками, имеющими вертикальную наружную поверхность и наклонную заднюю. Этим и об'ясняется принятая им на себя разработка профиля по рис. 1 в упоминавшейся комиссии Средазводхоза.

Разработка вопроса ставилась и ставится здесь с точки зрения выхода кривой давления из средней трети подошвы стены. В среднеазиатских ирригационных проектах часто можно было встретить эту вольность. В свое время было не мало защитников допустимости выхода кривой давления из традиционного предела, освященного именем Навье и чуть не столетним применением впервые данной им формулы

$$\sigma_{max} = \frac{N}{\omega} \pm \frac{My}{I} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

из которой и вытекает знаменитое положение, что для отсутствия растягивающих напряжений в кладке подпорной стены, кривая давления не должна выходить из средней трети.

Говорили, что кривая давления может проходить не только в расстоянии одной трети подошвы стены от наружного ее края, но в $^1/_4$, $^1/_5$ и даже до $^1/_8$; что при выходе кривой давления из средней трети растягивающие напряжения в бетоне вовсе не так велики, чтобы вызывать какие либо опасения, тогда как подобное допущение дает значительную экономию и оправдывается чрезмерным запасом, заведомо содержащимся в обыкновенном способе расчета подпорных стенок. Делались ссылки на железобетон, в котором бетон подвергается, до известного предела, чистому растяжению и не дает от того никаких вредных последствий.

Ita sunt, ut disputantur....

Ниже излагается способ простого и быстрого определения величины напряжения на растяжение в кладке подпорной стенки, при выходе кривой давления из средней трети. Кому принадлежит соответствующее право, тот пусть и решит, допустимо ли получающееся в этом случае растягивающее напряжение, и до какого предела. В частности можно указать на прецедент, имевший место при утверждении Техническим Советом Средазводхоза предварительного проекта Троицкого барража. Бетонные быки промывных шлюзов, при закрытых щитах, имели от подпора воды в верхнем бьефе растягивающие напряжения в верховой части своих подошв; тогда было разрешено армировать бетон в этих местах, не удлиняя быков.

Легкое армирование задней части бетонных подпорных стенок у подошвы, повидимому, и является бесспорным выходом из положения; однако, для этого надо быстро и легко определять растягивающие напряжения при той или другой степени выхода кривой давления из средней трети, что, вместе с определением всех вообще элементов расчета подпорной стенки по рис. 1 и составляет тему нижеследующего изложения.

n° 2. Для подпорных стен трапецоидального сечения, с вертикальной задней поверхностью, при разных отношениях ширины поверху к таковой же понизу, давление грунта принимается горизонтальным, равным

$$E = \frac{1}{8} \gamma \left[2 \operatorname{tang} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right]^2 \cdot H^2 \quad . \; . \; . \; (2)$$

при горизонтальной насыпи. Все размеры в метрах и тоннах, при чем рассматривается участок стены, длиною в 1 метр.

Ширина стены поверху = a.

Ширина стены понизу = b.

Отношение $\frac{a}{b} = \varepsilon$; эта величина вместе с высотою стены H и той или другою степенью выхода кривой давления из средней трети подошвы являются исходными данными при расчете. Собственный вес стены на 1 пог. метр.

$$P = \frac{a+b}{2} H\delta = \frac{1+\frac{a}{b}}{2} bH\delta,$$

где δ—вес одного куб. метра материала стены, или

$$P = \frac{1+\varepsilon}{2} bH\delta \quad . \; . \; . \; . \; . \; (3).$$

Из подобия треугольников на чертеже (рис. 1) имеем:

$$\frac{k}{E} = \frac{\frac{H}{3}}{P},$$

откуда

$$k = \frac{EH}{3P} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (4).$$

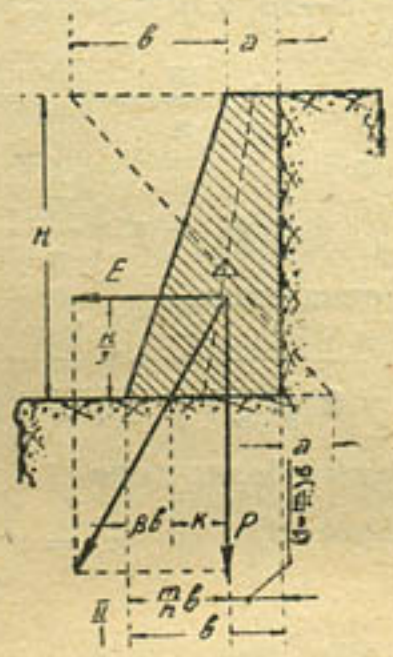

Рис. 1.

Подставляя в выражение (4) для k значение E (2) и P (3), найдем

$$k = \frac{EH}{3P} = \frac{\frac{1}{8}\gamma H^2\left(2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right)^2 H}{3\,\frac{1+\varepsilon}{2}\,bH\delta}$$

или

$$k = \frac{1}{12}\left(\frac{\gamma}{\delta}\right)\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 \frac{H^2}{b(1+\varepsilon)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (5)$$

Расстояние силы P от задней, вертикальной поверхности стены составляет, по известной формуле для трапеции

$$\left(1 - \frac{m}{n}\right) b = \frac{1}{3}\,\frac{a^2 + ab + b^2}{a+b},$$

что легко преобразуется в

$$\left(1 - \frac{m}{n}\right) b = \frac{1}{3}\left(a + b - \frac{ab}{a+b}\right) = \frac{b}{3}\left(1 + \varepsilon - \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}\right) \quad . \; . \; . \; . \; (6)$$

Отсюда определяется введенная для удобства дальнейшего расчета величина

$$\frac{m}{n} = 1 - \frac{1}{3}\left(1 + \varepsilon - \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (7)$$

Эта величина взята в виде дроби $\frac{m}{n}$ потому, что при составлении таблиц,—m и n получаются целыми числами, следующими определенному закону, облегчающему их вычисление.

Из чертежа (рис. 1) имеем $\frac{m}{n} b = \beta b + k$, где βb та часть подошвы стены, которая отсекается кривой давления; величина β есть исходная данная при расчете. Из равенства $\frac{m}{n} b = \beta b + k$ следует, что $k = \frac{m}{n} b - \beta b$, или по подстановке вместо k найденного для него значения (5)

$$b\left(\frac{m}{n} - \beta\right) = \frac{1}{12}\left(\frac{\gamma}{\delta}\right)\left[2 \operatorname{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 \cdot \frac{H^2}{b(1+\varepsilon)},$$

откуда

$$b^2 (1 + \varepsilon)\left(\frac{m}{n} - \beta\right) = \frac{1}{12}\,\frac{\gamma}{\delta}\left[2 \operatorname{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 \cdot H^2$$

и окончательно

$$b = \frac{1}{2\sqrt{3}\sqrt{1+\varepsilon}\sqrt{\frac{m}{n} - \beta}}\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}} \cdot 2 \operatorname{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot H \quad . (8)$$

Вводим обозначение

$$\alpha = \frac{1}{2\sqrt{3}\sqrt{1+\varepsilon}\sqrt{\frac{m}{n} - \beta}} \quad \ldots\ldots (9)$$

так что

$$b = \alpha \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{\delta}} \cdot 2 \operatorname{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot H \ldots\ldots (10)$$

В таблице № 1 приведены значения α для стен с величиною ε от 0 до 1 (через $^1/_8$), и для β, равного $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_7$, $^1/_8$, $^1/_9$, $^1/_{10}$ и 0.

График важнейшей величины α обладает парадоксальным свойством, а именно: ширина стены понизу, при условии прохождения кривой давления через наружный край средней трети подошвы, одинакова для двух стен, у которых сумма отношений $\varepsilon = \frac{a}{b}$ постоянна и равна единице. Так, например, для треугольного ($\varepsilon_1 = 0$) и прямоугольного ($\varepsilon_2 = 1$) сечения стен—ширина их понизу будет одинаковой, ибо $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 1$. То же будем иметь для двух стен, у которых $\varepsilon_1 = {}^1/_4$ и $\varepsilon_2 = {}^3/_4$ и т. д; по мере выхода кривой давления из средней трети эта особенность графика быстро убывает и сглаживается. Положив в формуле (9) $\beta = \frac{1}{3}$, получим

$$\left(\frac{1}{4\alpha^2}\right)_{\beta = \frac{1}{3}} = 1 + \varepsilon - \varepsilon^2.$$

Если в эту формулу (с правою частью параболического вида) вместо ε подставим $1 - \varepsilon$, то она сохранит свой вид, а именно

$$1 + (1 - \varepsilon) - (1 - \varepsilon)^2 = 1 + \varepsilon - \varepsilon^2,$$

из чего и вытекает описанное свойство графика. Однако, при одной и той же ширине понизу, такие две стены, для которых $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 1$, обладают не одним и тем же коэффициентом устойчивости.

Теперь необходимо определить коэффициент устойчивости μ.

Удерживающий момент (относительно наружного ребра подошвы) $= P \cdot \frac{m}{n} \cdot b$; опрокидывающий момент $= E \cdot \frac{H}{3}$;

следовательно
$$\mu = \frac{P \frac{m}{n} b}{E \frac{H}{3}}$$

так как по рис. 1

$$\frac{P}{E} = \frac{\frac{H}{3}}{\frac{m}{n} b - \beta b} = \frac{\frac{H}{3}}{b\left(\frac{m}{n} - \beta\right)}$$

то после подстановки имеем

$$\mu = \frac{P \frac{m}{n} b}{E \frac{H}{3}} = \frac{\frac{H}{3} \frac{m}{n} b}{\frac{H}{3} b\left(\frac{m}{n} - \beta\right)} = \frac{\frac{m}{n}}{\frac{m}{n} - \beta} \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

Необходимо обратить внимание на то, что такое значение коэффициента устойчивости имеет место только тогда, когда ширина стены по подошве удовлетворяет формуле

$$b = \alpha \sqrt{\frac{\gamma}{\delta} 2 \operatorname{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)} \cdot H \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

Теперь определим наибольшие растягивающие и сжимающие напряжения в подошве стены. Для известной формулы

$$\sigma_{max} = \frac{N}{\omega} \pm \frac{My}{I} = \frac{N}{\omega} \pm \frac{M}{W} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

имеем на 1 пог. метр стены:

$$\omega = 1 \cdot b = b; \; y = \frac{b}{2};$$

$$I = \frac{1 \cdot b^3}{12} = \frac{b^3}{12}; \; \frac{I}{y} = W = \frac{b^2}{6};$$

плечо силы $N = P = \frac{1+\varepsilon}{2} b H \delta$ относительно середины сечения будет $b/_2 - \beta b$; следовательно

$$\sigma_{max} = \frac{P}{b} \pm \frac{P\left(\frac{b}{2} - \beta b\right)}{\frac{b^2}{6}} = \frac{P}{b}\left[1 \pm 6\left(\frac{1}{2} - \beta\right)\right].$$

Заменив P через $\frac{1+\varepsilon}{2} b H \delta$, имеем

$$\sigma_{max} = \frac{1+\varepsilon}{2}\left[1 \pm 3\,(1 - 2\beta)\right] \cdot H \delta \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

откуда наибольшее напряжение на растяжение

$$\sigma_{max}^{растяж.} = \frac{1+\varepsilon}{2}(6\beta - 2)\,H\delta = (1+\varepsilon)(3\beta - 1)\,H\delta \quad \ldots\ldots (13)$$

и на сжатие

$$\sigma_{max}^{сжатие} = \frac{1+\varepsilon}{2}(4 - 6\beta)\,H\delta = (1+\varepsilon)(2 - 3\beta)\,H\delta \quad \ldots\ldots (14)$$

Величина $\sigma_{max}^{растяж.}$ почти всегда будет отрицательного знака, ибо нет смысла иметь $\beta > {}^1/_3$.

Тогда полученные выражения для σ_{max} можно переписать в виде

$$\sigma_{max}^{растяж.} = -(1+\varepsilon)(1 - 3\beta)\,H\delta \quad \ldots\ldots (13)$$

$$\sigma_{max}^{сжатие} = +(1+\varepsilon)(2 - 3\beta)\,H\delta \quad \ldots\ldots (14)$$

Следовательно, по абсолютной величине сжимающее напряжение более растягивающего в

$$\frac{2 - 3\beta}{1 - 3\beta}$$

раз, чем можно руководствоваться для определения сжимающего напряжения, если получено значение для наиболее интересного—растягивающего.

Перейдем к определению вспомогательных величин при расчете стен трапецоидального сечения с вертикальной задней гранью и с горизонтальной насыпью.

Уклон наружной грани

$$\frac{b-a}{H} = (1-\varepsilon)\frac{b}{H} = \alpha(1-\varepsilon)\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}}\,2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) \quad \ldots\ldots (15)$$

Площадь сечения стены

$$\frac{a+b}{2}H = \frac{1+\varepsilon}{2}bH = \frac{1+\varepsilon}{2}\alpha\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}}\,2\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)H^2 \quad \ldots (16)$$

п° 3. Все найденные выше элементы в виде соответствующих коэффициентов помещены в таблицах для $\varepsilon = \frac{a}{b}$ через 1/8 (от 0, соответствующего треугольной стене, до 1, соответствующей прямоугольному сечению) и для β, равной ${}^1/_3$, ${}^1/_4$, ${}^1/_5$, ${}^1/_6$, ${}^1/_7$, ${}^1/_8$, ${}^1/_9$, ${}^1/_{10}$ и 0. Таблицы эти интерпретированы графиком, который дает возможность легко и наглядно производить интерполяцию.

Исходными данными для расчета и входными числами таблиц являются:

$\frac{a}{b} = \varepsilon$ = отношение ширины стены поверху к ширине по подошве;

β = отношение части подошвы стены, от точки пересечения с кривой давления до наружного ребра,—ко всей ширине подошвы стены; при прохождении кривой давления по краю средней трети подошвы— $\beta = {}^1/_3$.

Далее

$$\frac{m}{n} = 1 - \frac{1}{3}\left(1 + \frac{a}{b} - \frac{\frac{a}{b}}{1 + \frac{a}{b}}\right) \quad \ldots\ldots (7)$$

и все элементы определяются по следующим формулам: ширина (толщина) стены по подошве

$$b=\alpha\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}}\,2\,\mathrm{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)H. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

где

$$\alpha=\frac{1}{2\sqrt{3}\sqrt{1+\frac{a}{b}}\sqrt{\frac{m}{n}-\beta}}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

при такой толщине стены коэффициент устойчивости

$$\mu=\frac{\frac{m}{n}}{\frac{m}{n}-\beta}; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Наибольшее растягивающее напряжение

$$\sigma^{\text{раст.}}_{\text{max.}}=\left(1+\frac{a}{b}\right)(3\beta-1).H\delta \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Наибольшее сжимающее напряжение

$$\sigma^{\text{сж.}}_{\text{max.}}=\left(1+\frac{a}{b}\right)(2-3\beta)\,H\delta \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

Уклон наружной грани (тангенс угла между поверхностью стены и вертикалью)

$$\frac{b-a}{H}=\alpha\left(1-\frac{a}{b}\right)\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}}\,2\mathrm{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right) \quad \ldots\ldots \quad (15)$$

Расчет начинается с задания величин $\frac{a}{b}=\varepsilon$ и β, и с определения толщины стены понизу. Можно задаться и уклоном наружной грани.

Таблицы дают возможность определить β в существующих стенах того же профиля.

Для сравнения экономичности стен, приводится коэффициент, пропорциональный площади их поперечного сечения; эта площадь равна

$$\frac{a+b}{2}H=\frac{1+\frac{a}{b}}{2}\cdot\alpha\cdot\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}}\cdot 2\,\mathrm{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)\cdot H^2 \quad \ldots \quad (16)$$

Для облегчения расчетов, приведены еще таблицы значений величины $2\,\mathrm{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)$ для φ от 0 до 50°, через 2° и величины $\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}}$ для разных значений γ и δ, встречающихся на практике.

№ 4. Все вышеизложенное имеет в виду выход кривой давления из средней трети подошвы самого тела подпорной стенки. При этом неминуемы затруднения с передачей давления на грунт. Задачу нельзя считать решенной, пока не будет решен вопрос о передаче давления на грунт.

Простое углубление фундамента под стеною для гидротехнических сооружений почти всегда связано с дорогим водоотливом из котлована, и кроме того углубление фундамента, способствуя возвращению кривой

давления в среднюю треть его подошвы, всегда ведет к увеличению абсолютной величины давления на грунт. И хотя допускаемое давление на грунт с увеличением глубины фундамента несомненно увеличивается,— но в общем такое решение неприемлемо, ибо дорого.

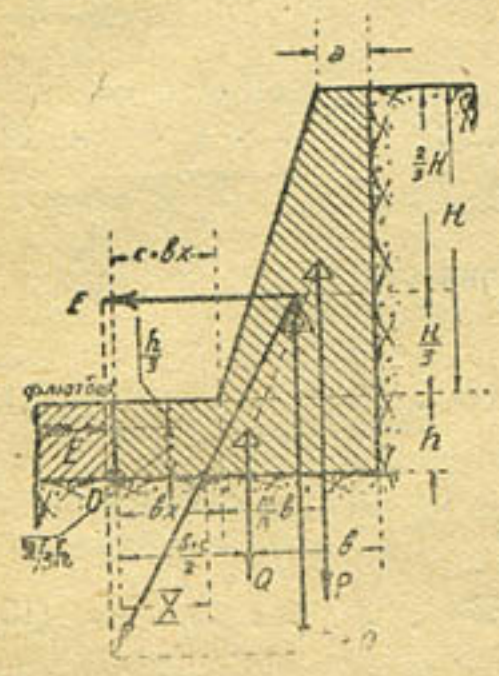

Рис. 2.

Для наиболее часто применяемой кладки стен—бетонной, наиболее пригодным, повидимому, решением может служить устройство выступа или консоли длиною $c = bx$, где x—отвлеченное число, как это показано на прилагаемом чертеже (рис. 2).

Попрежнему

$$E = \frac{1}{8}\gamma H^2\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 \quad . \qquad (2)$$

Для равновесия проекций всех сил на горизонтальную ось, принимаем, что вся величина E воспринимается вертикальною гранью выступа. Реакция грунта будет, очевидно, равна сумме весов стены и консоли с фундаментом, то есть $P+Q$; искомое расстояние реакции грунта $P+Q$ от края выступа обозначим через X. Если принять, что вся стена вместе с выступом, как твердое тело, может вращаться около точки 0, — реакцию вертикальной грани выступа следует считать распределяющейся по закону треугольника, с плечом $^2/_3 h$ относительно точки 0. Вес стены $P = \frac{1+\varepsilon}{2}\, bH\delta$ по формуле (3), вес выступа вместе с фундаментом

$$Q = (b+c)\ h\delta = (1+x)\ bh\delta \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \qquad (17)$$

Активным давлением грунта на высоту выступа h со стороны насыпи за стенкой пренебрегаем, ибо оно целиком будет воспринято вертикальной гранью выступа с другой стороны; впрочем при неизменности флютбета, в который упирается выступ, такое давление не может иметь места, или, по крайней мере, оно сомнительно.

Относительно точки 0 вращают против часовой стрелки: давление грунта на стену E и вертикальная реакция грунта $P+Q$; по часовой стрелке—веса P и Q и реакция вертикальной грани выступа E.

Из условия равенства моментов тех и других сил относительно точки 0 имеем:

$$E\left(\frac{H}{3} + h\right) + (P+Q)\ X = E\,\frac{2}{3}\,h + P\left(\frac{m}{n}\ b + bx\right) + Q\ \frac{b+bx}{2}\ .$$

Для того, чтобы реакция грунта прошла через $^1/_3$ подошвы фундамента, полагаем

$$X = \frac{b+c}{3} = b\ \frac{1+x}{3},$$

после чего, подставив вместо P и Q их значения (3) и (17), а вместо E—его значение (2)—находим:

$$\left[\frac{1+\varepsilon}{2}\ bH\delta + (1+x)\ bh\delta\right] b\ \frac{1+x}{3} = \frac{1+\varepsilon}{2}\ bH\delta b\left(\frac{m}{n} + x\right) +$$

$$+ (1+x)\ bh\delta b\ \frac{1+x}{2} - \frac{1}{8}\ \gamma H^2\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 \cdot \frac{H+h}{3}$$

Оп.-Исслед. Институт Водн. Хозяйства. БИБЛИОТЕКА

или, по сокращении и делении всех членов на b^2

$$\left[\frac{1+\varepsilon}{2} H + (1+x)h\right]\delta\frac{1+x}{3} = \frac{1}{2}(1+\varepsilon)\left(\frac{m}{n}+x\right)H\delta +$$

$$+\frac{1}{2}(1+x)^2h\delta - \frac{1}{24}\gamma\frac{H^2}{b^2}\left[2\operatorname{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)\right]^2(H+h);$$

Но так как из основной зависимости (10) следует

$$\frac{H^2}{b^2} = \frac{1}{\alpha^2}\frac{\delta}{\gamma}\frac{1}{\left[2\operatorname{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)\right]^2}$$

то, по подстановке этого выражения в предыдущее уравнение имеем

$$4[(1+\varepsilon)H+2(1+x)h](1+x)=12(1+\varepsilon)\left(\frac{m}{n}+x\right)H+12(1+x)^2h-\frac{H+h}{\alpha^2};$$

сделав временную подстановку $1+x=y$, преобразовываем это уравнение в такое

$$4hy^2+8(1+\varepsilon)Hy-12(1+\varepsilon)\left(1-\frac{m}{n}\right)H-\frac{H+h}{\alpha^2}=0,$$

или, так как

$$\frac{m}{n}=1-\frac{1}{3}\left(1+\varepsilon-\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

преобразовываем его окончательно:

$$y^2+2(1+\varepsilon)\frac{H}{h}y-\left[(1+\varepsilon)^2-\varepsilon\right]\frac{H}{h}-\frac{\frac{H}{h}+1}{4\alpha^2}=0.$$

Решая это квадратное уравнение, находим

$$y=-(1+\varepsilon)\frac{H}{h}+\sqrt{(1+\varepsilon)^2\left(\frac{H}{h}\right)^2+[(1+\varepsilon)^2-\varepsilon]\frac{H}{h}+\frac{\frac{H}{h}+1}{4\alpha^2}}$$

а следовательно

$$x=-1-(1+\varepsilon)\frac{H}{h}+\sqrt{(1+\varepsilon)^2\left(\frac{H}{h}\right)^2+[(1+\varepsilon)^2-\varepsilon]\frac{H}{h}+\frac{\frac{H}{h}+1}{4\alpha^2}} \quad (18)$$

По определении таким образом величины x, представляющей отношение длины выступа фундамента $c=bx$ к ширине подошвы стены b, $\left(\frac{bx}{b}=x\right)$, давление на грунт станет площадью треугольника, ибо равнодействующая давления на грунт проходит теперь как раз через $^1/_3$ подошвы фундамента (рис. 3). Наибольшее давление на грунт поэтому будет

$$p_{max}=2\frac{P+Q}{b+bx} \quad \ldots\ldots \quad (19)$$

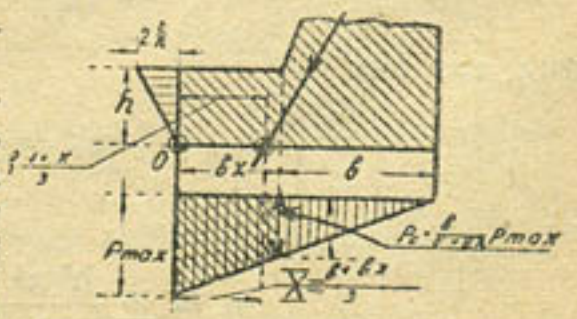

Рис. 3.

или, по подстановке вместо P и Q их значений (3), (17)

$$p_{max} = 2\,\frac{\frac{1+\varepsilon}{2}\,bH\delta + (1+x)bh\delta}{b(1+x)} = \frac{(1+\varepsilon)H + 2(1+x)h}{1+x}\,\delta$$

или окончательно

$$p_{max} = \left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\,\frac{h}{H}\right] H\delta \quad \ldots\ldots\ldots (20)$$

Выступ работает, как консоль, изгибаясь вверх под давлением заштрихованной вдвое части эпюры (рис. 3). Давление на конце консоли

$$p_{max} = \left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\,\frac{h}{H}\right] H\delta \ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

а у основания консоли

$$p_0 = \frac{b}{b(1+x)}\,p_{max} = \frac{1}{1+x}\,p_{max} \ldots\ldots\ldots (21)$$

Центр тяжести этой части эпюры отстоит от основания консоли на величину

$$\frac{bx}{3}\cdot\frac{2\,p_{max} + p_0}{p_{max} + p_0};$$

сама же площадь трапеции, или величина полного давления на выступ, как консоль, равна

$$\frac{p_{max} + p_0}{2}\cdot bx = R \ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

Следовательно, изгибающий момент для выступа, как консоли, равен

$$M_{max} = \frac{p_{max} + p_0}{2}\cdot bx\cdot\frac{bx}{3}\cdot\frac{2\,p_{max} + p_0}{p_{max} + p_0}$$

или

$$M_{max} = \frac{b^2x^2}{6}(2\,p_{max} + p_0) \ldots\ldots\ldots (23)$$

Момент сопротивления выступа

$$W = \frac{h^2}{6}.$$

Следовательно, наибольшее напряжение на изгиб в выступе

$$n = \pm\,\frac{M_{max}}{W} = \pm\,\frac{b^2x^2}{h^2}(2\,p_{max} + p_0),$$

или, так как

$$p_0 = \frac{1}{1+x}\,p_{max} \ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

то

$$n = \pm\,\frac{b^2x^2}{h^2}\left(2 + \frac{1}{1+x}\right)p_{max}; \ldots\ldots\ldots (24)$$

а выше имели

$$P_{max} = \left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right] H\delta; \quad \ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

по подстановке этой последней величины в выражение для n, находим

$$n = \pm \frac{b^2 x^2}{h^2}\left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right]\left(2 + \frac{1}{1+x}\right) H\delta \quad \ldots \quad (25)$$

Хотя здесь все величины известны, но можно воспользоваться зависимостью (10)

$$b^2 = \alpha^2 \frac{\gamma}{\delta}\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 H^2$$

и представить n в виде

$$n = \pm\left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right]\left(2 + \frac{1}{1+x}\right)\left(\alpha x \frac{H}{h}\right)^2\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 H\gamma. \quad (25)$$

По абсолютной величине растягивающее усилие как раз и будет иметь это значение; сжимающее же усилие будет больше на величину

$$2\frac{E}{h} = \frac{1}{4}\gamma\frac{H^2}{h}\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2$$

или

$$n_{max}^{сж.} = [n] + \frac{1}{4}\frac{H}{h}\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 H\gamma \quad \ldots \quad (26)$$

При допущенном распределении давления на вертикальную грань выступа все это имеет место, ибо давление распределяется по закону треугольника, при чем в низшей точке сечения выступа оно равно нулю, а в верхней $2\frac{E}{h}$ (рис. 3).

Желательно, чтобы наибольшее напряжение на растяжение в кладке выступа не превышало такового же в кладке самой стены. Для этого согласно (13) и (25), надо положить

$$\left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right]\left(2 + \frac{1}{1+x}\right)\left(\alpha x \frac{H}{h}\right)^2\left[2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 H\gamma =$$

$$= (1+\varepsilon)(1-3\beta) H\delta \quad \ldots \quad (17)$$

откуда

$$\beta = \frac{1}{3} - \frac{1}{3}\frac{1}{1+\varepsilon}\left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right]\left(2 + \frac{1}{1+x}\right) \times$$

$$\times \left[\frac{H}{h}\alpha x.\, 2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]^2 \frac{\gamma}{\delta} \quad \ldots \quad (27)$$

В виду затруднительности пользования этою формулою, проще искать подходящие для заданного β величины x и $\frac{h}{H}$ подбором.

Положим, что допускаемое давление на грунт не должно превосходить определенного значения. Тогда из двух уравнений

$$p_{max} = \left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right] H\delta \quad \ldots\ldots (20)$$

$$x = -1 - (1+\varepsilon)\frac{H}{h} + \sqrt{(1+\varepsilon)^2\left(\frac{H}{h}\right)^2 + \left[(1+\varepsilon)^2 - \varepsilon\right]\frac{H}{h} + \frac{\frac{H}{h}+1}{4\alpha^2}} \quad \ldots (18)$$

задавшись, конечно, ε и β, а следовательно имея определенную величину для α, можно определить и $\frac{h}{H}$, и x. Совместное разрешение этих двух уравнений проще всего вести подбором значений $\frac{h}{H}$ и x.

Приведенный расчет трактует выступ, как балку, закрепленную одним концом. Эта балка или консоль чрезвычайно коротка и потому скалывающие усилия в ней будут более опасными, нежели нормальные. Следовательно, нельзя ограничиться определением величины наибольшего положительного или отрицательного нормального напряжения n, а нужно еще проверить выступ на скалывание. Срезывающая сила у основания выступа имеет значение

$$S = \frac{p_{max} + p_0}{2} bx - q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

где $q = hbx\delta$, или, так как

$$p_0 = \frac{1}{1+x} p_{max} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

$$p_{max} = \left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right] H\delta \quad \ldots\ldots\ldots (20)$$

то для S находим значение

$$S = \frac{bx(2+x)}{2(1+x)}\left[\frac{1+\varepsilon}{1+x} + 2\frac{h}{H}\right] H\delta - hbx\delta \quad \ldots (28)$$

Наибольшее касательное напряжение в основании выступа, с площадью сечения его $\omega = 1.h$ будет

$$t = \frac{3}{2}\frac{S}{\omega} = \frac{3}{2}\frac{S}{h} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (29)$$

по каковой формуле и надо сделать надлежащую проверку.

n°5. Формулы—суть только средства, которые должны направлять наше мышление, но ни в коем случае не могут его заменить,—сказал Дюпюи. С этой точки зрения и следует рассматривать предыдущие математические выкладки. Однако, от них остаются таблицы и график, которыми с 1925 года пользуются в средне-азиатской ирригации и на которые и до сего времени имеется некоторый спрос.

Затем все рассуждения предыдущего n°4 следует понимать так, что при значительном давлении на грунт, получающемся при выходе

кривой давления из средней трети,—не худо отрезать кусок от флютбета, соединив его в одно целое с подпорной стенкой. Такая конструкция, в особенности при легком армировании выступа и придании ему вута в углу—дает возможность и выхода кривой давления из средней трети подошвы стенки, и удовлетворения обыкновенно жестких требований, пред'являющихся в ирригации к допустимому давлению на грунт.

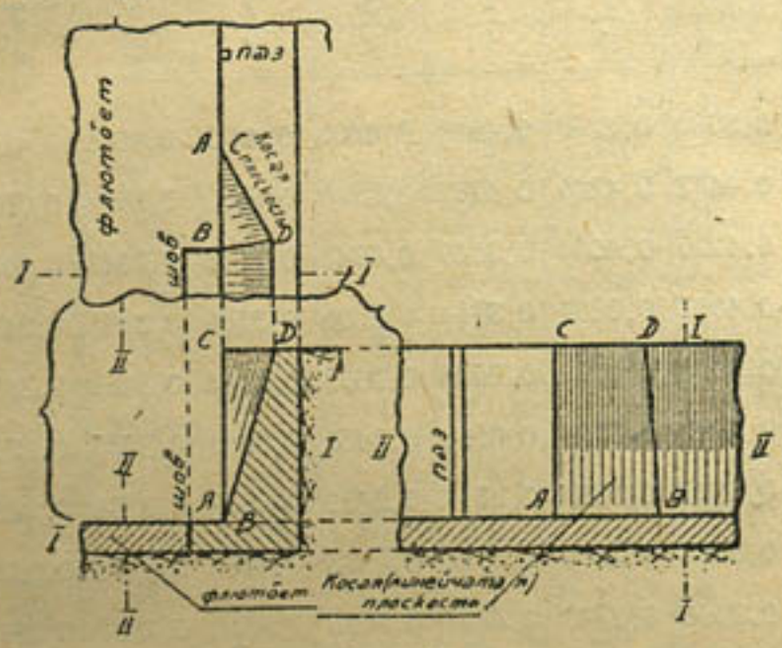

Рис. 4.

За рассмотренным типом подпорной стенки все же остается одно неудобство, которое уместно указать здесь же. А именно, при сопряжении с устоями сооружения, всегда вертикальными снаружи в силу вертикальности пазов или направляющих для щитов,—получаются невыгодные в гидравлическом отношении углы, дающие, при сколько-нибудь значительных скоростях воды, весьма неприятные завихрения. Избежать этого можно путем применения косых (линейчатых) плоскостей, построенных, однако, так, чтобы не создавать затруднений при сооружении форм для бетона. Для этого нужно только, чтобы длины верхней и нижней направляющих (рис. 4) AB и CD были-бы одинаковы. Тогда опалубка из досок, поставленных стоймя, и играющих роль производящих, заполнит всю поверхность косого перехода без треугольного остатка: поверху уместится столько же ширин досок, сколько и понизу; при такой конструкции подпорная стенка за косым переходом начнется по наклонной линии BD, что не представляет особенных неудобств.

Ирригация стоит на пороге большого строительства; попытка упростить расчеты, удешевить конструкцию сооружений при массовом их выполнении и вызвала опубликование настоящей заметки. Затронутые здесь вопросы живо дебатировались при первом развертывании ирригационных работ в Средней Азии, в 1924—1925 г.г; надо полагать, они не потеряли остроты и в настоящий момент. Своевременно оживить конструктирование подпорных стенок в ирригации и поднять к нему интерес, несколько ослабевший за последние годы.

Само собою разумеется, что попытки вроде вышеизложенной имеют второстепенное значение. Сущность дела—в опытах; она достаточно полно изложена в упоминавшемся XVI выпуске Известий Научно-Мелиорационного Института. Проф. Г. К. Ризенкампф и Проф. Н. Н. Давиденков указали единственно правильный путь для разрешения вопроса: теперь все дело за осуществлением разработанной проф. Н. Н. Давиденковым программы опытов.

Таблица 1

величин коэффициента α для определения толщины стены по подошве

по формуле $b = \alpha \sqrt{\frac{\gamma}{\delta} \cdot 2 \operatorname{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)} \cdot H$ . . . . . (10)

β \ $\frac{a}{b}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
$^1/_2$	0,5000	0,4747	0,4588	0,4500	0,4472	0,4500	0,4588	0,4747	0,5000
$^1/_4$	0,4472	0,4240	0,4082	0,3980	0,3922	0,3904	0,3922	0,3980	0,4082
$^1/_5$	0,4226	0,4004	0,3849	0,3743	0,3676	0,3642	0,3639	0,3667	0,3727
$^1/_6$	0,4082	0,3867	0,3711	0,3606	0,3536	0,3495	0,3482	0,3495	0,3536
$^1/_7$	0,3989	0,3777	0,3626	0,3517	0,3445	0,3400	0,3381	0,3386	0,3416
$^1/_8$	0,3922	0,3714	0,3563	0,3455	0,3381	0,3333	0,3310	0,3310	0,3333
$^1/_9$	0,3873	0,3667	0,3517	0,3409	0,3333	0,3284	0,3259	0,3255	0,3273
$^1/_{10}$	0,3834	0,3630	0,3482	0,3373	0,3297	0,3247	0,3219	0,3213	0,3227
0	0,3536	0,3345	0,3202	0,3098	0,3015	0,2957	0,2917	0,2894	0,2887

Таблица 2

абсолютных величин коэффициента устойчивости $\mu = \frac{\frac{m}{n}}{\frac{m}{n} - \beta}$ . . . . . (11)

$$\frac{m}{n} = 1 - \frac{1}{3}\left(1 + \frac{a}{b} - \frac{\frac{a}{b}}{1 + \frac{a}{b}}\right) \quad \text{. . . . . (7)}$$

β \ $\frac{a}{b}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
$^1/_2$	2,000	2,014	2,053	2,115	2,200	2,316	2,474	2,690	3,000
$^1/_4$	1,600	1,607	1,625	1,653	1,692	1,743	1,808	1,891	2,000
$^1/_5$	1,429	1,433	1,444	1,462	1,486	1,517	1,556	1,605	1,667
$^1/_6$	1,333	1,336	1,345	1,358	1,375	1,397	1,424	1,458	1,500
$^1/_7$	1,273	1,275	1,282	1,292	1,305	1,322	1,343	1,368	1,400
$^1/_8$	1,231	1,233	1,238	1,246	1,257	1,271	1,288	1,308	1,333
$^1/_9$	1,200	1,202	1,206	1,213	1,222	1,234	1,248	1,265	1,286
$^1/_{10}$	1,176	1,178	1,182	1,188	1,196	1,206	1,218	1,232	1,250
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

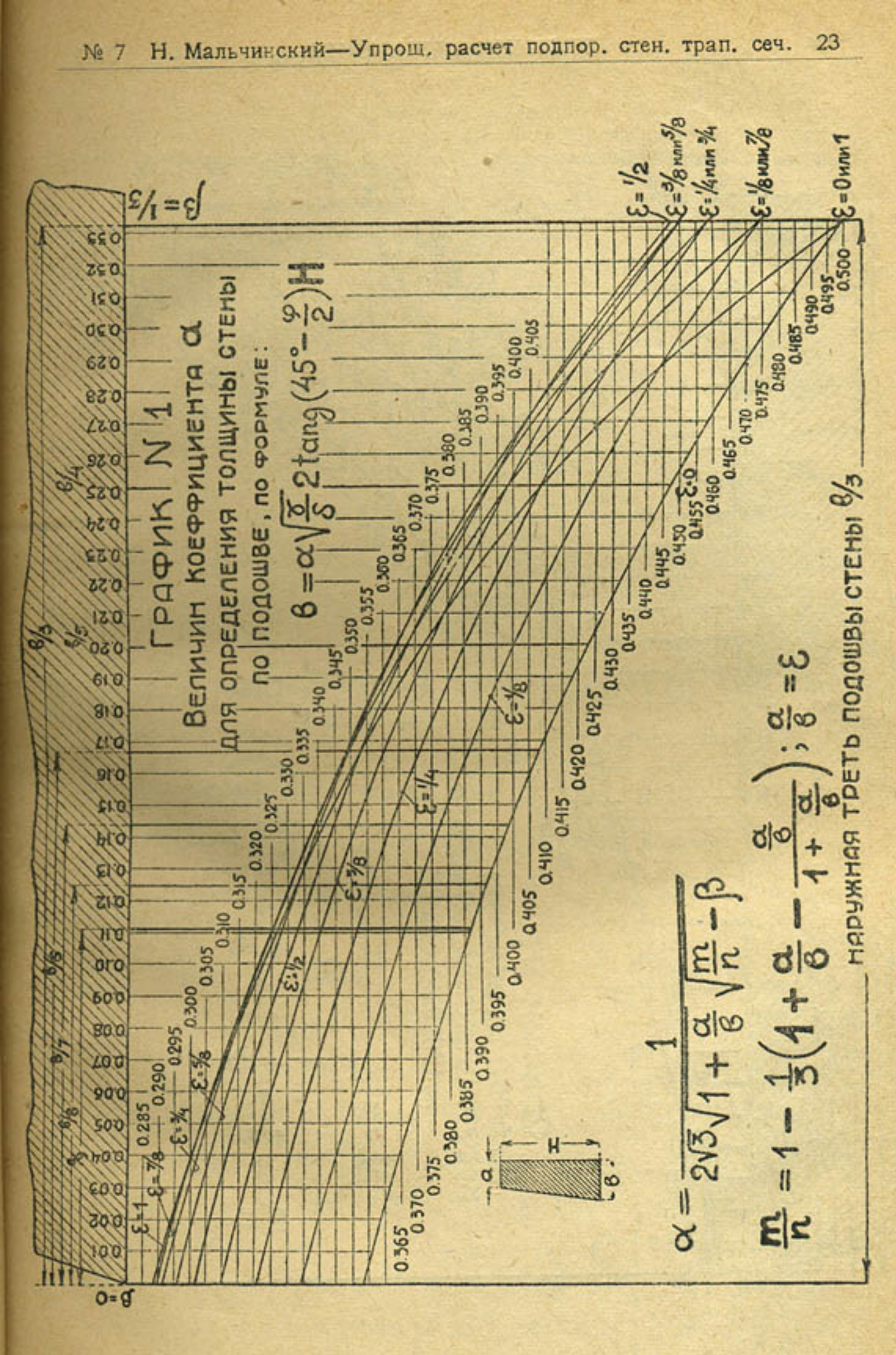
ГРАФИК № 1
Величин коэффициента α
для определения толщины стены
по подошве, по формуле:
$b = \alpha\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}}\,2\tan g\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)H$
$\alpha = \frac{1}{2\sqrt{3}\sqrt{1 + \frac{a}{b}\sqrt{\frac{m}{n}} - \beta}}$
$\frac{m}{n} = 1 - \frac{1}{3}\left(1 + \frac{a}{b} - \frac{\frac{a}{b}}{1 + \frac{a}{b}}\right)$; $\frac{a}{b} = \varepsilon$
наружная треть подошвы стены b/3
ε = 1/2
ε = 3/8 или 5/8
ε = 1/4 или 3/4
ε = 1/8 или 7/8
ε = 0 или 1
β = 1/3
β = 0

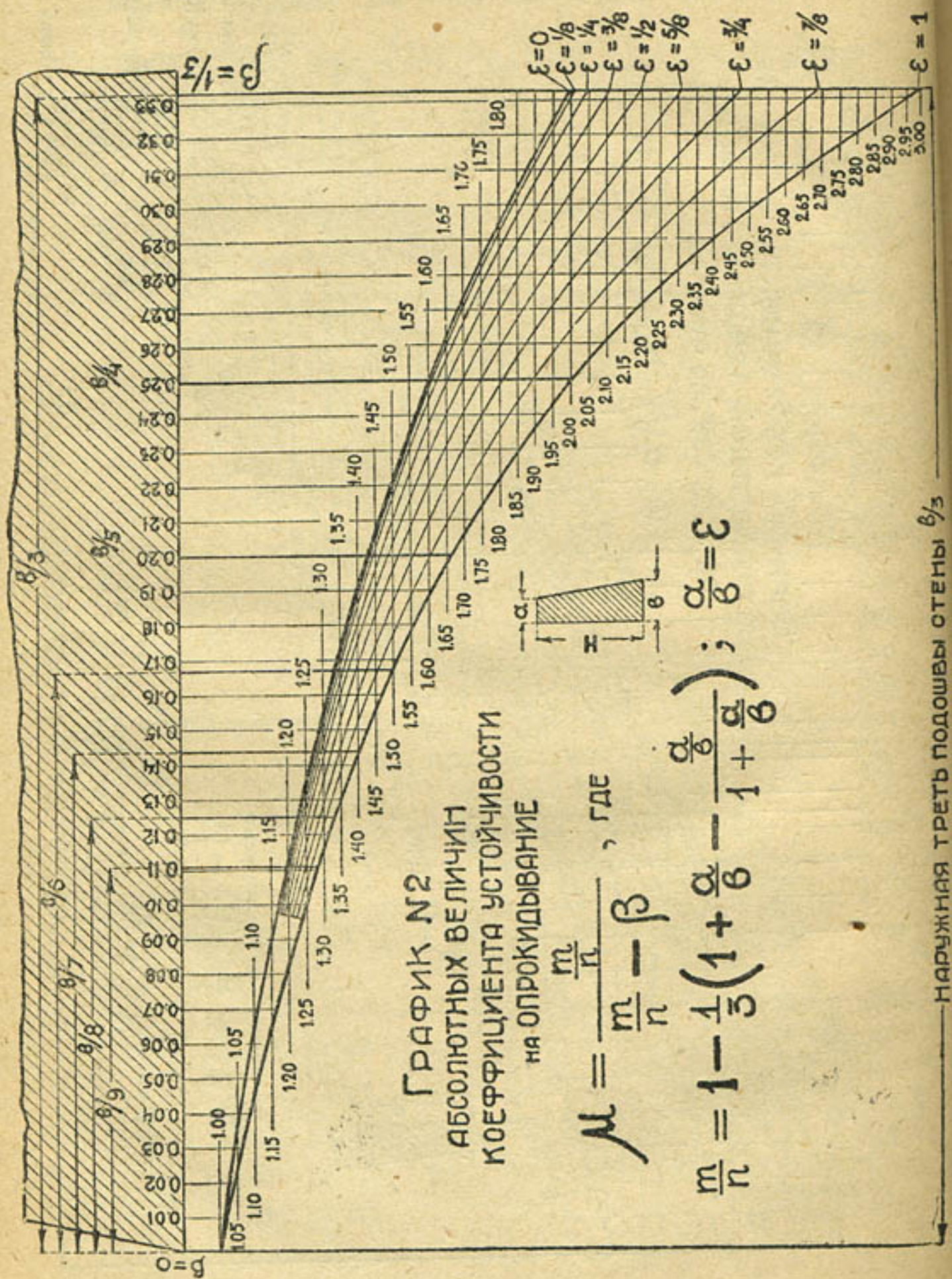

График №2
абсолютных величин
коэффициента устойчивости
на опрокидывание

$$\mu = \frac{\frac{m}{n}}{\frac{m}{n} - \beta}, \text{ где}$$

$$\frac{m}{n} = 1 - \frac{1}{3}\left(1 + \frac{\alpha}{B} - \frac{\frac{\alpha}{B}}{1 + \frac{\alpha}{B}}\right); \quad \frac{\alpha}{B} = \varepsilon$$

Таблица 3

величин коэффициента $\left(1+\frac{a}{b}\right)(2-3\beta)$ для определения сжимающего напряжения

в подошве стены по формуле: $\sigma^{сж.}_{max} = \left(1+\frac{a}{b}\right)(2-3\beta)\,H\delta$ . . . . (14).

β \ $\frac{a}{b}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
1/3	1,000	1,125	1,250	1,375	1,500	1,625	1,750	1,875	2,000
1/4	1,250	1,406	1,563	1,719	1,875	2,031	2,188	2,344	2,500
1/5	1,400	1,575	1,750	1,925	2,100	2,275	2,450	2,625	2,800
1/6	1,500	1,688	1,875	2,063	2,250	2,438	2,625	2,813	3,000
1/7	1,571	1,768	1,964	2,161	2,357	2,554	2,750	2,946	3,143
1/8	1,625	1,828	2,031	2,234	2,438	2,641	2,844	3,047	3,250
1/9	1,667	1,875	2,083	2,292	2,500	2,708	2,917	3,125	3,333
1/10	1,700	1,913	2,125	2,338	2,550	2,763	2,975	3,188	3,400
0	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500	3,750	4,000

Таблица 4

величин коэффициента $\left(1+\frac{a}{b}\right)(1-3\beta)$ для определения растягивающего напряжения

в подошве стены по формуле: $\sigma^{раст.}_{max.} = \left(1+\frac{a}{b}\right)(3\beta-1)\,H\delta$ . . . . (13).

β \ $\frac{a}{b}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
1/3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1/4	0,250	0,281	0,313	0,344	0,375	0,406	0,438	0,469	0,500
1/5	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800
1/6	0,500	0,563	0,625	0,688	0,750	0,813	0,875	0,938	1,000
1/7	0,571	0,643	0,714	0,786	0,857	0,929	1,000	1,071	1,143
1/8	0,625	0,703	0,781	0,859	0,938	1,016	1,094	1,172	1,250
1/9	0,667	0,750	0,833	0,917	1,000	1,083	1,167	1,250	1,333
1/10	0,700	0,788	0,875	0,963	1,050	1,138	1,225	1,313	1,400
0	1,000	1,125	1,250	1,375	1,500	1,625	1,750	1,875	2,000

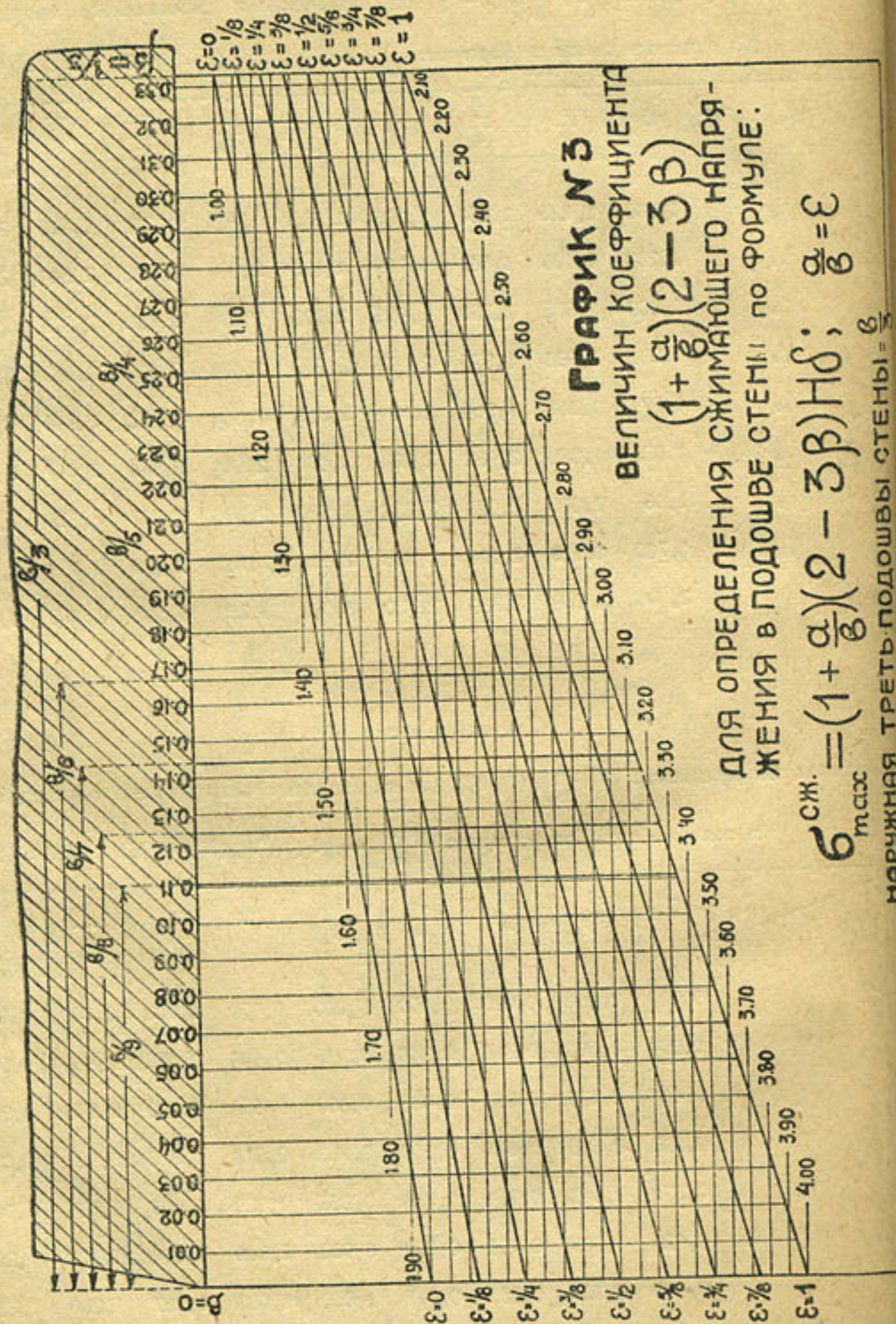
График № 3
величин коэффициента
$(1+\frac{a}{b})(2-3\beta)$
для определения сжимающего напряжения в подошве стены по формуле:
$\sigma^{сж.}_{max} = (1+\frac{a}{b})(2-3\beta)H\delta$; $\frac{a}{b}=\varepsilon$
наружная треть подошвы стены $= \frac{b}{3}$
$\varepsilon=0$
$\varepsilon=1/8$
$\varepsilon=1/4$
$\varepsilon=3/8$
$\varepsilon=1/2$
$\varepsilon=5/8$
$\varepsilon=3/4$
$\varepsilon=7/8$
$\varepsilon=1$
$\beta=0$
$\varepsilon=0$
$\varepsilon=1/8$
$\varepsilon=1/4$
$\varepsilon=3/8$
$\varepsilon=1/2$
$\varepsilon=5/8$
$\varepsilon=3/4$
$\varepsilon=7/8$
$\varepsilon=1$

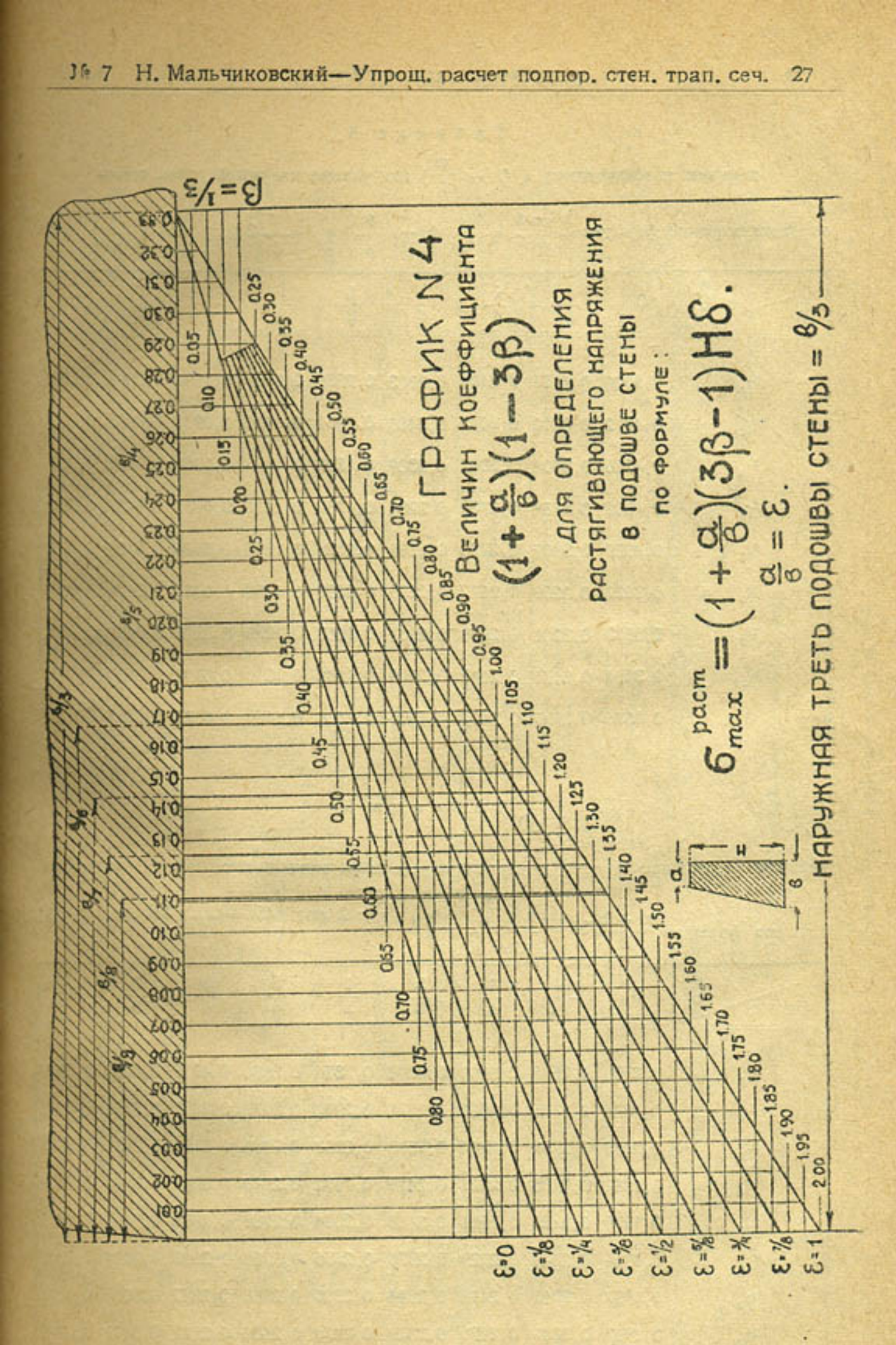
β = 1/3
ГРАФИК № 4
Величин коэффициента
(1 + a/b)(1 − 3β)
для определения
растягивающего напряжения
в подошве стены
по формуле:
σ^расч_max = (1 + a/b)(3β − 1)Hδ.
a/b = ε.
НАРУЖНАЯ ТРЕТЬ ПОДОШВЫ СТЕНЫ = b/3
ε = 0
ε = 1/8
ε = 1/4
ε = 3/8
ε = 1/2
ε = 5/8
ε = 3/4
ε = 7/8
ε = 1

Таблица 5

величин коэффициента $\alpha\left(1-\frac{a}{b}\right)$ для уклона наружной грани стены,

определяемого по формуле $\frac{b-a}{H}=\alpha\left(1-\frac{a}{b}\right)\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}\,2\,\mathrm{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)}$. (15)

β \ $\frac{a}{b}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
$^1/_3$	0,5000	0,4154	0,3404	0,2813	0,2236	0,1688	0,1147	0,0593	0,000
$^1/_4$	0,4472	0,3710	0,3072	0,2488	0,1961	0,1464	0,0981	0,0498	0,000
$^1/_5$	0,4226	0,3504	0,2887	0,2339	0,1838	0,1366	0,0910	0,0458	0,000
$^1/_6$	0,4082	0,3384	0,2786	0,2254	0,1768	0,1311	0,0871	0,0437	0,000
$^1/_7$	0,3989	0,3305	0,2720	0,2198	0,1723	0,1275	0,0845	0,0423	0,000
$^1/_8$	0,3922	0,3250	0,2672	0,2159	0,1690	0,1250	0,0828	0,0414	0,000
$^1/_9$	0,3873	0,3208	0,2638	0,2131	0,1667	0,1232	0,0815	0,0407	0,000
$^1/_{10}$	0,3834	0,3176	0,2612	0,2109	0,1648	0,1218	0,0805	0,0402	0,000
0	0,3536	0,2927	0,2402	0,1936	0,1508	0,1109	0,0729	0,0362	0,000

Таблица 6.

величин коэффициента $\frac{1+\frac{a}{b}}{2}\cdot\alpha$ для определения площади поперечного сечения стен

по формуле $\frac{a+b}{2}H=\frac{1+\frac{a}{b}}{2}\alpha\sqrt{\frac{\gamma}{\delta}\,2\,\mathrm{tang}\left(45-\frac{\varphi}{2}\right)}\,H^2$ . . . . (16)

β \ $\frac{a}{b}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
$^1/_3$	0,2500	0,2670	0,2868	0,3094	0,3354	0,3656	0,4015	0,4450	0,5000
$^1/_4$	0,2236	0,2385	0,2551	0,2736	0,2942	0,3172	0,3432	0,3731	0,4082
$^1/_5$	0,2113	0,2252	0,2406	0,2573	0,2757	0,2959	0,3184	0,3437	0,3727
$^1/_6$	0,2041	0,2175	0,2321	0,2479	0,2652	0,2840	0,3047	0,3277	0,3536
$^1/_7$	0,1995	0,2125	0,2266	0,2418	0,2584	0,2763	0,2958	0,3174	0,3416
$^1/_8$	0,1961	0,2089	0,2227	0,2375	0,2536	0,2708	0,2896	0,3104	0,3333
$^1/_9$	0,1937	0,2063	0,2198	0,2344	0,2500	0,2668	0,2852	0,3052	0,3273
$^1/_{10}$	0,1917	0,2042	0,2176	0,2319	0,2473	0,2638	0,2817	0,3012	0,3227
0	0,1768	0,1882	0,2001	0,2130	0,2261	0,2403	0,2552	0,2713	0,2887

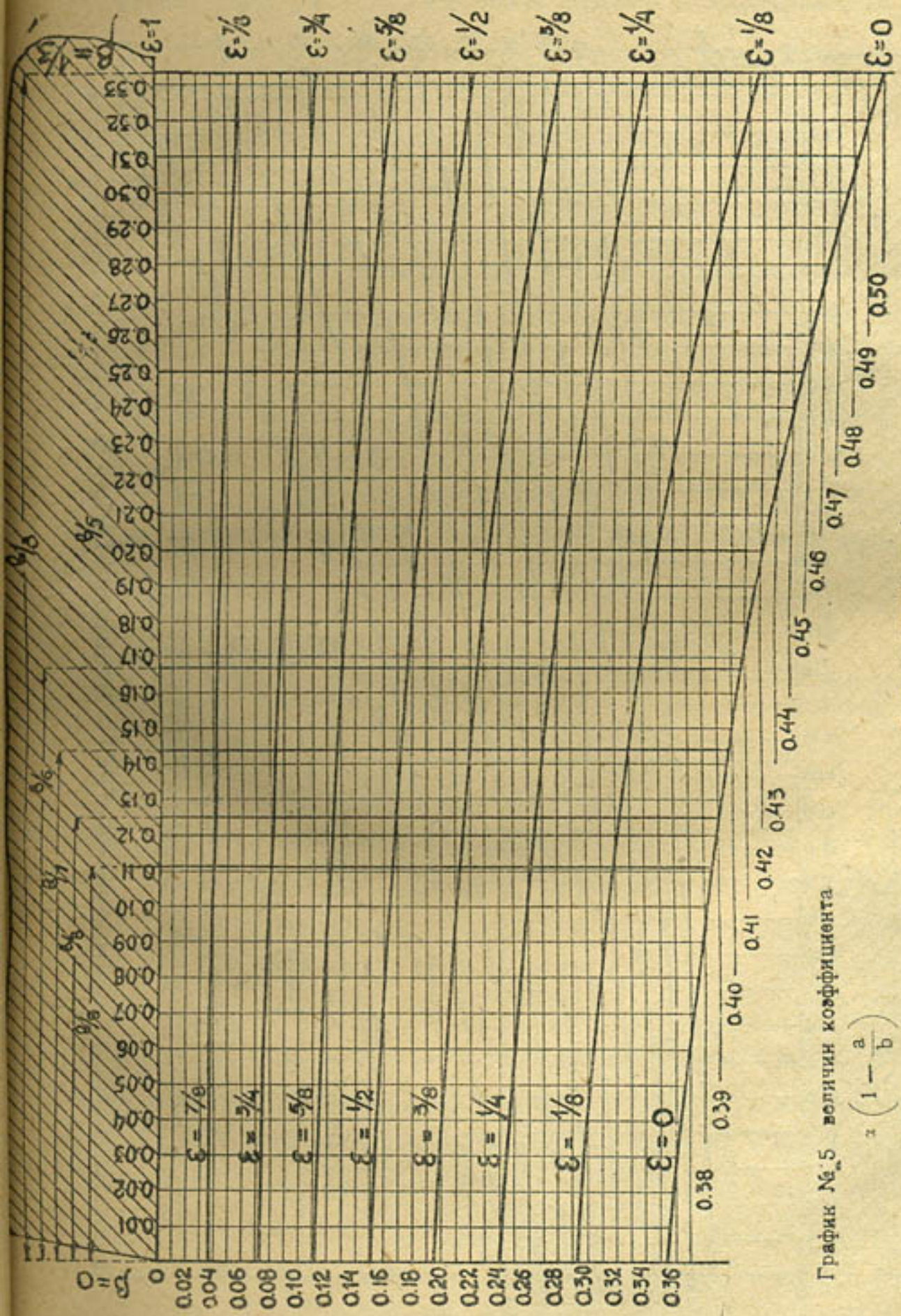

График № 5 величин коэффициента

$$\alpha\left(1-\frac{a}{b}\right)$$

для уклона наружной грани стены по формуле:

$$\frac{b-a}{H}=\frac{1-\frac{a}{b}}{H}\,b=\alpha\left(1-\frac{a}{b}\right)\sqrt{\frac{\gamma}{c}\,2\,\mathrm{tang}\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)};\quad \left(\frac{a}{b}=\right.$$

наружная треть подошвы стены $=\frac{b}{3}$

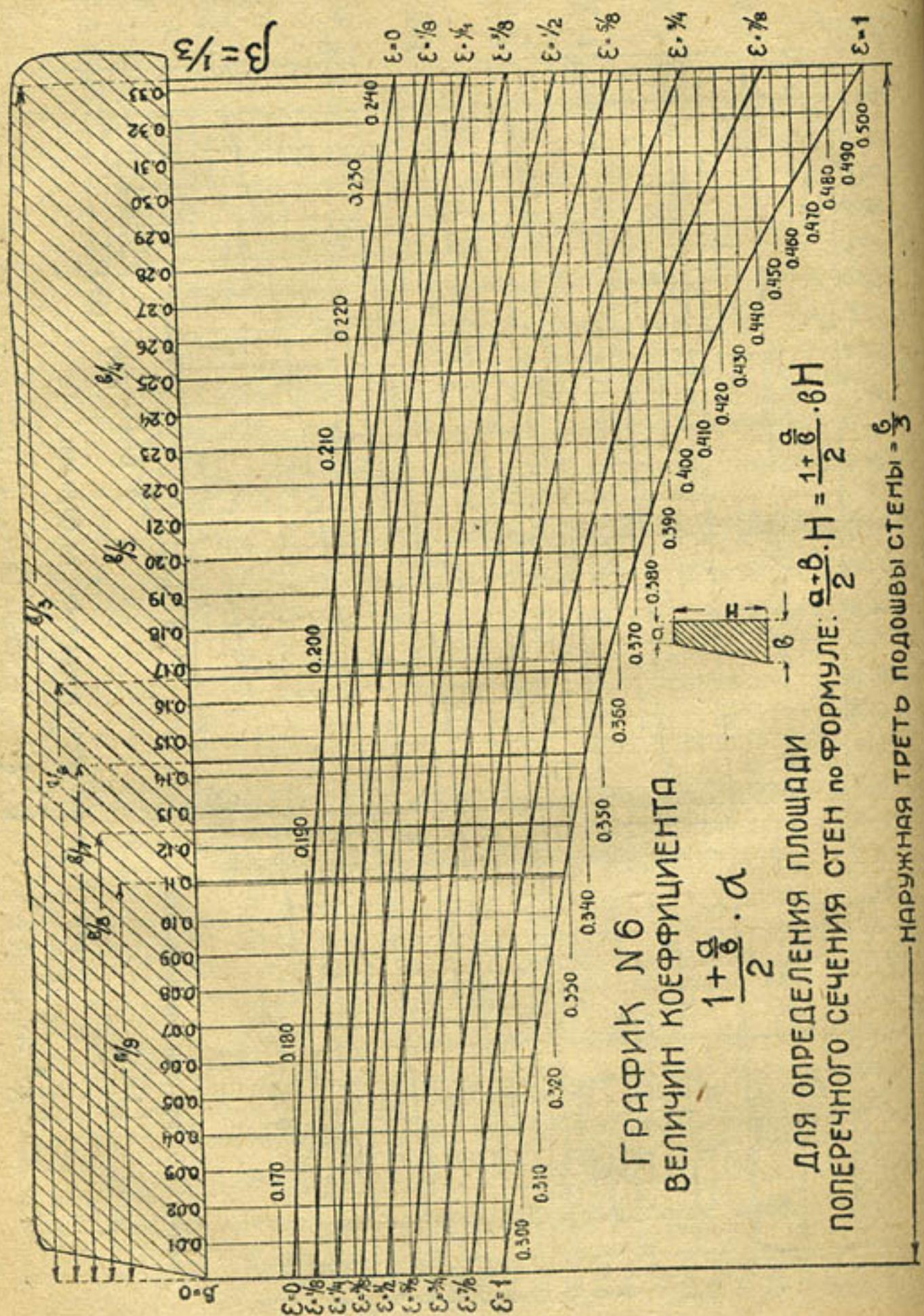
ГРАФИК № 6
ВЕЛИЧИН КОЭФФИЦИЕНТА
$\frac{1+\frac{a}{b}}{2}\cdot\alpha$
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ
ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СТЕН по ФОРМУЛЕ: $\frac{a+b}{2}\cdot H = \frac{1+\frac{a}{b}}{2}\cdot bH$
НАРУЖНАЯ ТРЕТЬ ПОДОШВЫ СТЕНЫ = $\frac{b}{3}$
$\beta = 1/3$
$\beta = 0$
$\varepsilon = 0$
$\varepsilon = 1$

Таблица 7

величин $2\,\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$ **при разных значениях** φ, **следующих через 2°.**

φ	0°	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°
$2\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$	2,000	1,931	1,865	1,801	1,739	1,678	1,620	1,563	1,507
φ	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°
$2\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$	1,453	1,400	1,349	1,299	1,250	1,202	1,155	1,109	1,063
φ	36°	36°51′	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
$2\mathrm{tang}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$	1,019	1,000	0,975	0,933	0,890	0,849	0,808	0,768	0,728

Таблица 8

для определения величин $\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}}$ **для расчета толщины подпорных стен.**

γ \ γ'	Пористый или пустот. кирпич 1,20	Обыкновенная кирпичн. 1,60	Клинкерная 1,80	Булыжная легкая 1,90	Бутовая легкая 2,00	Бетон: С разными сортами щебня 2,10	Обыкнов. 2,20	2,30	2,40	Тяжелая из песчаника или известн. 2,50	Гранитная тяжелая 2,80
1,40	1,080	0,935	0,882	0,858	0,837	0,816	0,798	0,780	0,764	0,748	0,707
1,45	1,099	0,953	0,898	0,874	0,851	0,831	0,812	0,794	0,777	0,762	0,720
1,50	1,118	0,968	0,913	0,889	0,866	0,845	0,826	0,808	0,791	0,775	0,732
1,55	1,137	0,984	0,928	0,903	0,880	0,859	0,839	0,821	0,804	0,787	0,744
1,60	1,155	1,000	0,943	0,918	0,894	0,873	0,853	0,834	0,816	0,800	0,756
1,65	1,173	1,016	0,957	0,932	0,908	0,886	0,866	0,847	0,829	0,812	0,768
1,70	1,190	1,031	0,972	0,946	0,922	0,900	0,879	0,860	0,842	0,825	0,779
1,75	1,208	1,046	0,986	0,960	0,935	0,913	0,892	0,872	0,854	0,837	0,791
1,80	1,225	1,061	1,000	0,973	0,949	0,926	0,905	0,885	0,866	0,849	0,802
1,85	1,241	1,075	1,014	0,987	0,962	0,939	0,917	0,897	0,878	0,860	0,813
1,90	1,258	1,090	1,027	1,000	0,975	0,951	0,929	0,909	0,890	0,872	0,824
1,95	1,275	1,104	1,041	1,013	0,987	0,964	0,941	0,921	0,901	0,883	0,835
2,00	1,291	1,118	1,054	1,026	1,000	0,976	0,953	0,933	0,913	0,894	0,845

Профессор М. И. Евдокимов-Рокотовский.

Инженерно-геологические исследования при постройке Рионгэс'а.

От редакции. Помещая статью профессора Евдокимова-Рокотовского, редакция отмечает, что ни она, ни автор не считают рациональным способ наклонного бурения. Редакция находит, что при работах необходимо этот способ всеми мерами избегать.

В целях прочности и устойчивости ни одно крупное инженерное сооружение не должно возводиться без предварительного тщательного изучения геологического строения района постройки и выявления всех геологических и гидрологических особенностей. Несмотря на то, что высказанное положение является старой истиной, в которой не сомневаются ни инженеры-строители сооружений, ни, тем более, сами геологи,—часто, к сожалению, приходится наблюдать какую-то странную недоговоренность, взаимное непонимание представителей техники и геологии. На это неоднократно указывалось, и все же эта раздвоенность в работе не раз приводила к крупным неожиданностям в процессе инженерных работ. Примеры могли бы быть ярки и многочисленны.

Однако, иногда все же случается наблюдать, когда работы инженера и геолога переплетаются и в стройном дружном единении дают поразительно благотворные результаты. Эти случаи всегда достойны того, чтобы быть отмеченными. К числу таких замечательных случаев, когда имеется полнейшая увязка в работах инженеров и геологов, когда работам геолога отводится достойное место и уделяется полное вполне заслуженное внимание, принадлежит Рионская гидро-электрическая станция, строящаяся возле г. Кутаиса.

Организация геологических и гидрологических исследований и работ поставлена на Рионгэс'е обстоятельно и богато. Во главе стоит известный кавказский ученый геолог Л. К. Конюшевский. Его старшим сотрудником, постоянно находящимся на работе и состоящим в штате управления работ, является инженер-геолог В. С. Закоморный. Затем идут остальные сотрудники и целый штат специалистов по буровым работам (буровые мастера). Имеется специальный геологический кабинет и прекрасно оборудованная лаборатория для обработки добытых материалов.

Геологические исследования в районе Рионской гидро-электрической станции начались весной 1927 г. и первоначально носили рекогносцировочный характер. С июня 1927 г. разведочные работы приняли строго плановой порядок и получили замечательное развитие. По роду своему все геологические работы могут быть разбиты на—алмазное бурение, шурфование, ручное ударное бурение, разведочные канавы и испытательные выемки.

В общей сложности в районе Рионгэс'а на 1-ое октября 1928 г. было произведено следующее количество геолого-разведочных работ:

Оп.-Исслед. Институт БИБЛИОТЕКА Водн. Хозяйства

Сооружения	Алмазное бурение пог. мтр.	Шурфов. пог. мтр.	Ручное ударное бурение пог. мтр.	Разведочн. канавы пог. мтр.	Испытательные выемки куб. мтр.
Головные сооружения	1100	160	220	120	—
Глав. деривац. тун. № 1	500	120	—	150	—
Деривационный канал.	—	300	—	180	1000
Туннель № 2	—	80	—	—	—
Трубопровод и генераторное здание	—	200	—	50	—
Отводный канал.	—	50	—	—	—
Городской вариант	—	220	—	—	—
Всего пог. мтр.	1600	1130	220	500	1000
Количество	33	160	13	30	4
Максимальн. размер одной бур. скваж. пог. мтр. и шурфа	107	25	30	—	—

Кроме того, велись гидрологические изыскания: в аллювиальных отложениях в русле р.р. Рион и Цители-Цхали пройдено свыше 80 шурфов и произведены буровые работы для пробной откачки по методу A. Thiem'a. С этой целью заложена одна главная скважина глубиной 18 м. и 10 контрольных для определения депрессионной кривой.

Всего, в общей сложности, пройдено геолого-разведочными работами около 4.000 пог. мтр. на сумму около 150.000 руб.

Все геологические и гидрологические разведочные работы, благодаря своей тесной увязке с вопросами инженерного характера, принесли делу строительства огромную пользу и сказались в первую очередь в том, что в процессе производства технических изысканий и во время детальной проработки проекта гидростанции представилась возможность рассмотреть варианты отдельных частей проекта с точки зрения технических особенностей проходимых горных пород и устойчивости возводимых сооружений. Некоторые варианты пришлось отвергнуть, а выбранные—правильно обосновать. Затем геолого разведочные работы дали богатейший материал по вопросу о водопроводящей способности горных пород. Степень водоупорности и фильтрационные свойства изучены весьма обстоятельно. Наконец, геологические исследования сыграли крупную роль в правильной оценке условий производства туннельных работ, в вопросе о горном давлении и в деле расчета туннельных обделок.

Общие данные о Рионгэс'е.

Первоначальная схема использования р. Рион у гор. Кутаиса была изложена в проекте 1925 г., составленном проф. Лудиным. Предполагалось эксплоатировать воду р. Рион путем переброски ее в русло соседней р. Цители Цхали, которая расположена в отметках несколько ниже, нежели р. Рион. Для этого предстояло пробить напорный туннель в 1337 м. Рассчетный расход воды установки равнялся 88,0 м³/сек. Полезный напор получался равным 42,5 м., а мощность всей установки

41.000 HP на валу турбины при 2 главных и 4 служебных турбо-генераторах.

Согласно ныне осуществляемого проекта инж. А. Н. Мелик-Пашаева плотина высотой 11,0 м. располагается почти в том же месте, что и по проекту проф. Лудина. Напорный туннель заменяется безнапорным длиной 1502 м. Затем используемая вода р. Рион деривационным каналом направляется по косогору Сагорийского плато, расположенному на водоразделе рек Рион и Цители-Цхали. Пропускная способность туннелей и деривационного канала принимается равной среднему суточному расходу станции 88,0 м³/сек. В виду высокого коэффициента использования напора, возросшего до 61,8 м. мощность гидростанции повысилась до 60.000 HP.

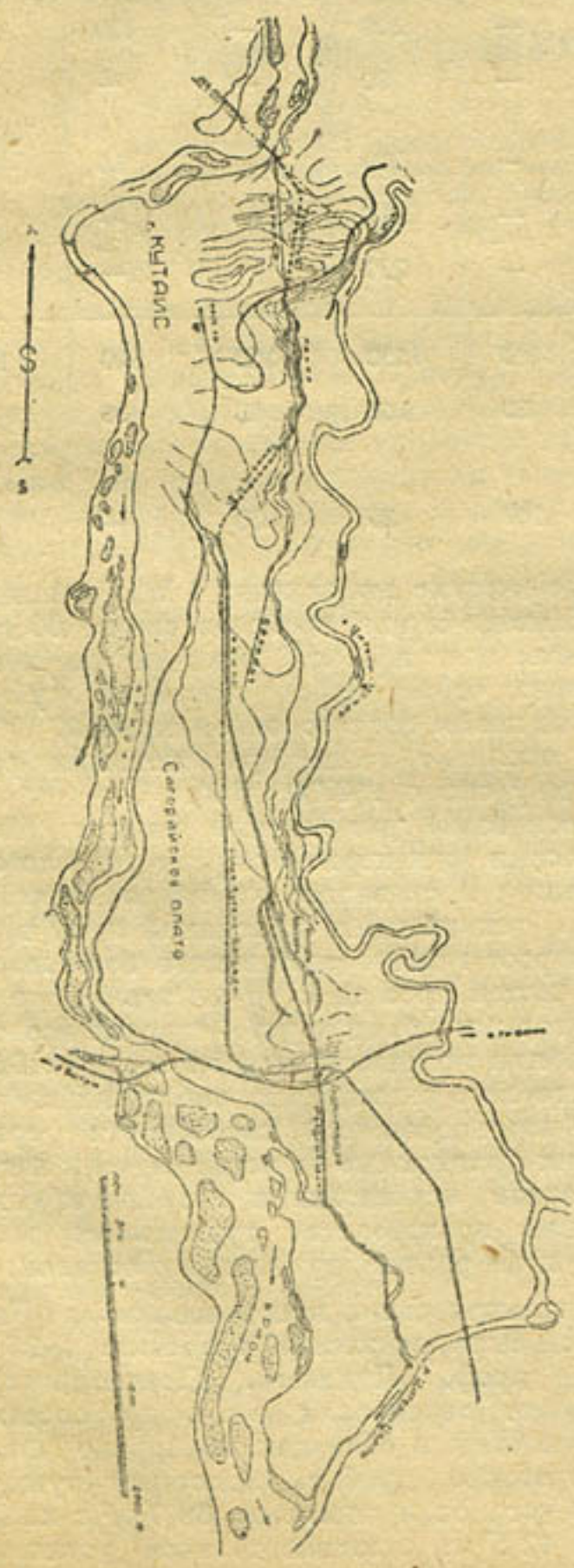

Рис. 1.

Сущность осуществляемого ныне проекта заключается в возможно полном использовании крайне благоприятных топографических условий района и в возможно наибольшем приспособлении проектируемых сооружений к *геологическим* условиям местности, поэтому стоимость сооружения Рионгэс'а по проекту инж. А. Н. Мелик-Пашаева получается не дороже, чем по проекту проф. Лудина и составит около 14.000.000 руб.

Головные сооружения. Головные сооружения Рионской гидро-электрической станции расположены на р. Рион возле гор. Кутаиса и состоят из: 1) плотины, 2) плотохода и 3) водоприемника с промывными и головными шлюзами. В месте расположения головных сооружений р. Рион суживается до 35 м. по урезу воды в то время, как несколько ниже и выше ширина русла достигает 300 м. (рис. 1). Оба берега сложены из коренных пород верхне-юрского возраста, состоящих из мелафиров, туфогенных пород красного и фиолетового цвета, более плотных изверженных пород и роговообманкового порфирита. На левом берегу коренные породы выступают на дневную поверхность, на правом же покрыты слоем аллювия, толщиной от 2 до 15 м.

Плотина располагается в наиболее узкой части выбранного участка р. Рион. Она полностью основывается на скальных породах. В самой реке слой аллювия незначителен и не превосходит в среднем 0,6 до 1,0 м. Таким образом, глубина заложения основания плотины определяется конструктивными требованиями.

Образуемое плотиной водохранилище омывает берега р. Рион, сложенные также из коренных пород юрского возраста красных, мелкозернистых песчаников, красных и зеленоватых глин, микроконгломератов верхней юры, сланцев, глин и глинистых песчаников средней юры, и тех же пород с преобладанием сланцев и более плотных песчаников нижней юры.

Плотина состоит из 6 быков и закрываемых шандорами отверстий.

Для выяснения глубины залегания коренных пород в русле реки, характера пород и для определения наиболее благоприятного места расположения плотины и прочих, связанных с ней сооружений, были предприняты детальные разведки алмазным и ударным бурением и шурфованием на обоих берегах, особенно на правом, где потребовалось также выяснить степень фильтрации воды из водохранилища через аллювий.

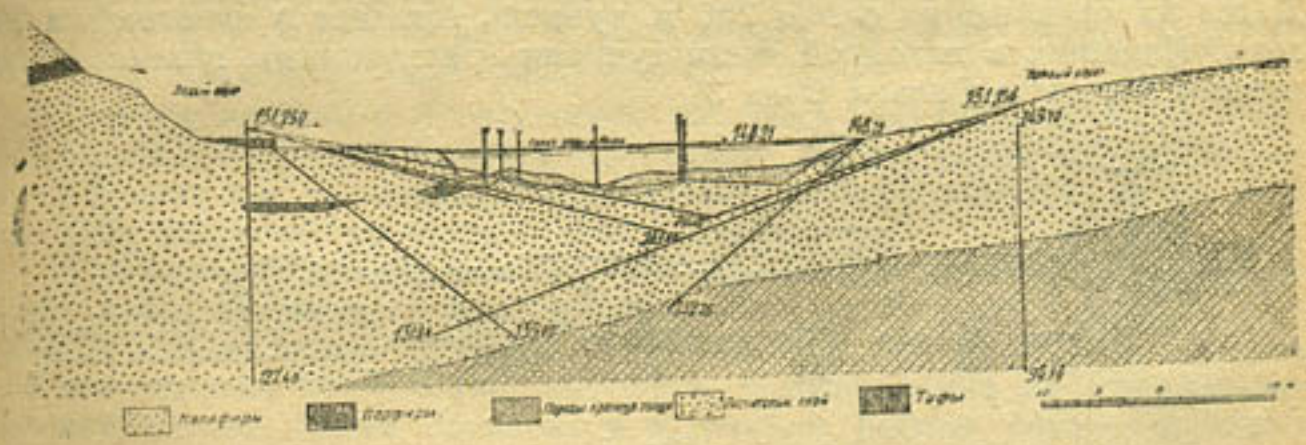

Рис. 2.

В виду того, что мелафиры подстилаются менее прочными туфогенными породами, а глубина зуба плотины согласно проекта равна 6 м. от дна русла, было необходимо выяснить мощность мелафира в разных створах реки в районе плотины. Для этого в районе плотины были заложены буровые скважины при помощи моторного станка. В виду того, что Рион является быстрой горной рекой, производить алмазное бурение непосредственно в русле реки было крайне затруднительно и опасно. Поэтому пришлось производить бурение с берега. На рис. 2 представлено как расположение моторных станков при алмазном бурении, так и направление всех буровых скважин. Нельзя не отметить, что работа происходила в крайне неблагоприятных условиях, вследствие чего скважины получились пологими и потому весьма дорогими вследствие своей длины. Общее протяжение пройденных алмазным бурением скважин достигало 1.100 м. Глубина некоторых доходила до 107 м. Для выяснения мощности наносов на дне реки было произведено также и ручное ударное бурение с плотов, укрепленных на якорях.

Путем геологических исследований было найдено, что мелафиры и мандельштейны, с которыми генетически связаны туфогенные породы красноцветной толщи, по своим техническим свойствам прочны и вполне обеспечивают устойчивость сооружения. В толщах порядка 1, 5—2 м. водопроницаемости не наблюдалось. Поэтому нет опасения просачивания воды под плотиной. Что же касается просачивания воды из водо-

хранилища в обход плотины через аллювий правого берега, то геологические и гидрологические исследования показали, что и в этом отношении все обстоит благополучно. Будет уместно отметить, что паводки в р. Рион и сильные дожди медленно и едва заметно отражались не уровне воды шурфов, заложенных в аллювии правого берега. Принимая это во внимание, а также учитывая близость к поверхности коренных пород и незначительную мощность аллювиального слоя, вытесняемого суглинком близ плотины, можем сделать заключение, что проектируемая защитная стенка вдоль правого берега вверх от плотины с заложением ее на коренных порфирах окажется достаточным средством для того, чтобы уменьшить просачивание до совершенно незначительной величины.

Деривационный туннель № 1.

Вода через головной шлюз направляется сразу непосредственно в деривационный туннель. По первоначальному проекту длина туннеля намечалась в 1.440 мтр. Впоследствии, в результате геологических исследований, длина туннеля возрасла до 1.502 м.

Входная часть туннеля на протяжении около 85 м. проходит в мелафирах. Затем идет красноцветная толща. Здесь имеется сброс. Далее на протяжении около 750 м. туннель залегает в известняках Ургона. Наконец, в выходной части туннеля расположены глинистые песчаники Верхнего Гольда (рис. 3).

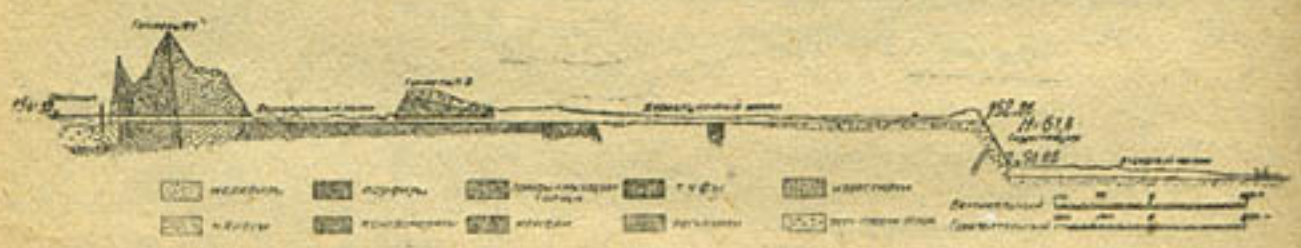

Рис. 3.

Геолого-разведочные работы были направлены к выяснению распространения роговообманковых порфиритов и подстилающих их туфогенных пород красноцветной толщи, а также к выяснению характера и направления сброса, находящегося в области нижне меловых конгломератов, песчаников и известняков. Попутно производились наблюдения над количеством и характером трещиноватости в ургонских известняках.

Направление штольни близко вкрест простиранию. Это обстоятельство является благоприятным для проходки туннеля.

В области сброса на протяжении около 100 м. необходимо ожидать значительное смятие и даже раздробленность породы. Это, безусловно, даст сильное горное давление и тем усложнит производство туннельных работ. Что же касается притока подземных вод, то я полагаю, что таковой будет значителен.

В области известняков пробивка туннеля может встретить некоторые осложнения. Вообще говоря, известняки Ургоны прочны и крепки. Осложнения должны будут произойти в связи с карстовыми явлениями. Сильная пещеристость района нижне-меловых (ургонских) известняков требует сильных креплений, сопряжена с вывалами породы, со встречами значительных пещер и с необходимостью принятия целого ряда технических мер для укрепления туннеля.

В результате работы геологов прямолинейное направление туннеля несколько изменилось: сделано отклонение туннеля сначала на юго-восток на протяжении 536 м., а потом под углом 142°39′ на юг, к месту

прежнего выхода туннеля. Длина туннеля возросла с 1.440 до 1.502 м., но зато обойдены слабые пещеристые районы известняков.

Деривационный канал. При первоначальных изысканиях предполагалось провести канал по косогору р. Цители-Цхали на протяжении более 3 клм., после чего канал должен был выйти на Сагорийское плато.

Однако, произведенные геологические исследования вскрыли существенные особенности района и имели следствием коренное изменение трассы канала.

Согласно геологических исследований деривационный канал, начиная от туннеля № 1, проходит по мергелистым известнякам в глинистых светло-серых и белых мергелях и известково-глинистых очень тонкопесчаных породах, прикрытых в некоторых местах более или менее толстыми наносами. Затем, у пик. № 24+15 канал встречает глауконитовые прочные песчаники и проходит по ним до пик. № 32+40. На этом протяжении в некоторых местах обнажаются почти вертикальными стенами орбулиновые известняки, разрабатываемые как строительный материал.

Далее канал проходит в известковисто-песчанисто-глинистых породах Гольта и в выветрившихся с поверхности мергелях Апта, скрытых частью под наносами. Здесь наблюдаются сбросы.

Геологи пришли к заключению, что здесь каналу угрожает опасность из-за возможных оползней в случае прохождения открытой выемкой. В виду такого мнения геологов было решено обойти опасный участок либо закрытой галлереей, либо туннелем.

Впоследствии в процессе дальнейших геологических и топографических работ выяснилась возможность непосредственного выхода на Сагорийское плато путем пробивки туннеля № 2 длиной 966 м. Это давало возможность совершенно избежать трассирования по внушающим опасение местам. Таким образом, в результате работы геологов, получился новый вариант, где 2,3 клм. открытого канала заменялось однокилометровым туннелем.

По принятому в настоящее время варианту, деривационный канал должен пройти на протяжении первых 1.400 м. по косогору правой стороны р. Цители-Цхали, потом туннелем № 2 пройти в юго-западном направлении, выйти на пологом склоне к р. Рион и затем идти по Сагорийскому плато до водохранилища суточного регулирования, проектируемого перед сбросом воды над генераторным зданием.

Для наблюдения над выветриванием породы, устойчивостью откосов и водопроницаемостью пород в районе головных сооружений и начала деривационного канала задано 4 открытых больших испытательных выемки (рис. 4). Три из них устроены на крутом склоне р. ЦителиЦхали. Откосы выемок равны 1 : 1 и 1 : $1^1/_2$. С нижней стороны выемок закладывалось по два шурфа на расстоянии 3 м.

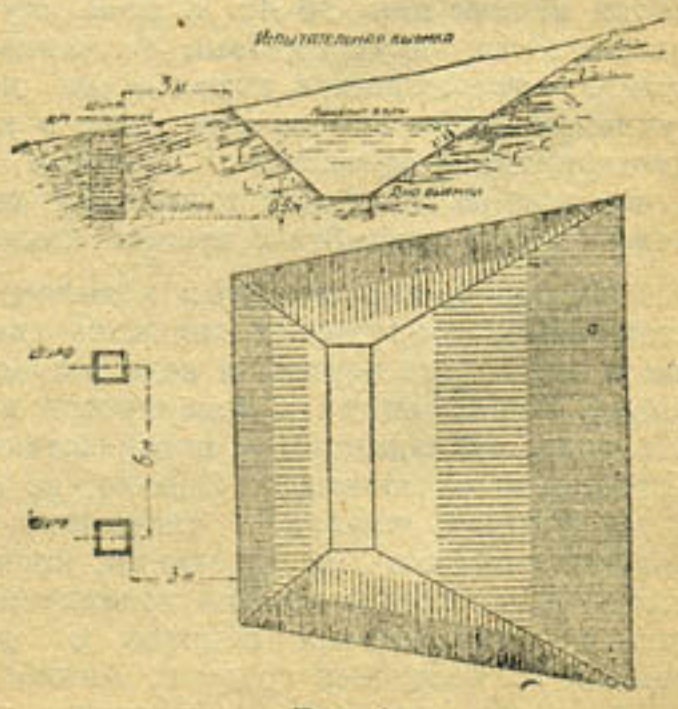

Рис. 4.

от края выемок. Глубина шурфов доводилась на 0,5 м. ниже дна выемки. Затем выемка наполнялась водой, а в шурфах производилось наблюдение над просачиванием. Две из названных выемок пройдены в глинистых мергелях Н. Гольта, а одна в глинистых песчаниках В. Гольта. В виду очень крутого склона р. Цители-Цхали, по которому должен был пройти канал, вопрос о просачивании (фильтрации) воды через горную породу приобретал особенное значение. Однако, наблюдения показали, что как те, так и другие породы, практически можно считать водонепроницаемыми. Попутно велись наблюдения над скоростью стока воды и степенью выветренности этих пород. Четвертая выемка была пройдена на Сагорийском плато в древне-аллювиальных отложениях. Наблюдения показали, что водопроницаемость древнего аллювия крайне незначительна.

Деривационный туннель № 2. Деривационный туннель № 2 имеет длину 966 м. В своей входной части на протяжении около 220 м. туннель расположен в области почти горизонтально залегающих глауконитовых известняковых и довольно прочных песчаников (Н. Сеноман), затем на протяжении около 300 м. в глинистых мягких песчаниках (В. Гольт) и, наконец, на остальном протяжении в глинистых мергелях.

Для детального выяснения геологического строения в районе этого туннеля были заданы разведочные шурфы как по трассе линии над туннелем, так и в стороне. В промежутке между пик. № 37 и № 40 ожидается пологая антиклиналь в мергелях. В стороне имеется поперечный сброс, однако, возможно, что он и не затронет штольню.

Общие технические условия проведения туннеля мало благоприятны. Впрочем, первая часть туннеля, при прохождении в глауконитовых песчаниках, несколько более благоприятна для туннельных работ, нежели в области глинистых мягких песчаников. Надо ожидать сильное горное давление вертикальное и боковое и значительный, но равномерный (не в виде источников) приток воды.

Второй участок деривационного канала. По выходе из туннеля № 2 вода проводится открытым каналом по ровной местности, имеющей характер плато, в области глинистых песчано-валунных отложений древнего аллювия. Из крепких пород мергели Апта кончаются вблизи пик. № 48. Южнее идут глинистые песчанистые породы Гольта, затем глауконитовые песчаники и орбулиновые известняки. Залегание встречающихся пород очень пологое, местами горизонтальное, с уклоном вдоль канала или даже в нагорную сторону. Такое залегание благоприятно в отношении сползания подрезанных участков склона в случае смачивания водой глинистых скользящих слоев, если таковые окажутся при разработке выемки канала.

Из пород, пересекаемых каналом, наиболее неблагоприятными для устойчивости сооружения являются глинистые мергели в верхней части толщи Апта. Эти породы в воде непроницаемы и стойки, но при высыханиях в обнажениях с поверхности легко трескаются на крупные отдельности, распадающиеся впоследствии в мелкую дресву и при этом быстро выветривающиеся. Однако, не должно быть серьезных опасений за устойчивость канала в глинистых мергелях, т к. надо учитывать большую пологость их залегания, кроме того, предполагается применять бетонировку откосов канала немедленно после выемки породы, для защиты же обнаженных склонов от выветривания покрывать таковые одеждой из насыпных грунтов. Аналогичные меры намечены при проведении канала и в песчанисто-глинистых породах Гольта.

Заключение. Подводя общий итог геологическим и гидрогеологическим работам, произведенным в районе Рионгэс'а и рассматривая те изменения в проекте гидростанции, которые произведены в результате этих работ, можем сделать оценку полезности их с точки зрения интересов инженерного искусства и в экономическом отношении.

Хотя длина туннеля № 1 и возросла с 1.440 м. до 1.502 м., однако, по окончательно принятому направлению геологические условия пробивки туннеля значительно улучшены и, надо полагать, стоимость удлинения оправдывается и покрывается теми вероятными трудностями туннельных работ, которые неминуемо были бы сопряжены с крупными перерасходами денежных средств, с угрозой завала туннеля и с нарушением общего темпа производства работ.

Сокращение длины канала на 1.300 м. вследствие выбора варианта трассы в более устойчивых грунтах говорит само за себя.

Пробивка туннеля № 2 хотя и сопряжена с известным перерасходом, против устройства открытого канала, но является технически правильной и даже единственно возможной, так как проведение открытого канала в районе, угрожающем оползнями, повело бы к значительным техническим трудностям.

В технических вопросах, когда приходится производить оценку различных вариантов, не всегда возможно ограничиваться одним количеством работ, или же суммами затраты денежных средств, но бывает необходимо входить в рассмотрение трудностей производства строительных работ, прочности и устойчивости возводимых сооружений. Первенствующая роль принадлежит геологам и гидрогеологам и в этом отношении администрация Рионгэс'а сделала верный шаг на путь единения с ними в своей инженерной работе, и результаты не замедлили сказаться: польза делу строительства получилась огромная.

И. А. Шаров.

Мелиоративная схема и опыт ее построения.

От редакции. Настоящую статью, интересную в некоторых своих деталях, редакция печатает полностью, но считает долгом предупредить читателя, что во всех проработанных схемах орошения, прошедших Тех. Сов. Г. У. В. Х. Ср. Азии, не исключая и Зеравшанской, не забыта и достаточно проработана и «мелиорационная схема», как ее называет автор; только проработка эта проведена совместно с технической схемой, как неот'емлемая ее часть. Без мелиорационной стороны никакое оросительное предприятие не мыслится.

Установленный порядок разработки проектов по водному хозяйству и прохождение их через утверждающие органы (Технический и Экспертный Советы) ставит в основу проектирования гидротехническую схему (1-я стадия), главной задачей которой является доказать необходимость и выгодность для охваченного схемой района проведения определенного сочетания гидротехнических мероприятий, направленных в сторону или изменения существующего порядка орошения и расширения за счет этого изменения площадей, охваченных мелиорацией, или создания новых мелиорированных (орошенных или осушенных) земельных массивов.

Предварительный проект является второй стадией проектирования, в которой уже на основе принятой гидротехнической схемы устанавливается наивыгоднейшее (главным образом с точки зрения наименьших затрат) расположение мелиоративной сети и сооружений в плане. И, наконец, третья стадия — строительный (окончательный) проект, служит уже как бы рабочим чертежом всего проекта и состоит из технически законченных отдельных проектов гидротехнических устройств (каналов, регуляторов, мостов и других сооружений), деталирующих весь проект.

Из приведенного перечня и краткой характеристики отдельных стадий разработки видно, что все они затрагивают только количественную сторону выдвигаемого мероприятия, без какой-либо оценки его с качественной стороны. Как будто предполагается, что всякий мелиоративный проект, раз он составляется по установленному (количественному) порядку, качественный вопрос мелиорации всегда разрешит положительно.

Однако, практика мелиоративного строительства и нашего, и заграничного вообще, и ирригационного в частности, говорит иное. Если с технической стороны наши проекты в большинстве случаев являются безупречными, то мелиоративная их сущность — внесение изменений (в сторону улучшения) в течение и в соотношение водных и питательных условий, охватываемых мелиорацией земельных угодий, далеко не всегда оправдывается, и мы сплошь и рядом видим, как в результате совершенно ясно и правильно построенной гидротехнической схемы,—ее мелиоративная сущность не достигает цели и даже иногда изменяется в

худшую сторону: почвы засоляются, заболачивание идет, урожайность только в первые годы является высокой, а затем катастрофически падает и т. д. Неудачи старого Голодностепского орошения и Муганской степи прошли перед нами. Неустойчива работа и более удачной Байрам-Алийской системы, где рост солончаков то идет быстро вверх, то принятыми жесткими эксплоатационными мерами падает; где урожайность некоторых участков хлопковых полей (Семхоз.) упала более чем на 50% против первоначальной и т. д. Все это говорит о том, что в этой части наши мелиоративные мероприятия сильно хромают; скажу больше,—здесь в этой основной и главной части мелиоративной работы мы бродим в потемках и сплошь и рядом вместо того, чтобы разрешить вначале проектирования этот существенный вопрос, пытаемся обойти его или молчанием или ссылкой на авторитетные заявления специалистов других категорий (почвоведов, гидрологов, агрономов и т. д.), как будто заявления их, что такой-то земельный участок нуждается в мелиорациях, вполне достаточно для запроектирования сети гидротехнических устройств и нет нужды мелиоратору самому ставить диагноз болезни земельного массива и уже на его основе выдвигать тот или иной метод лечения.

В нашем представлении игнорирование проектировщиками освещения качественной стороны проекта в самом начале работы и является тем главным злом, той причиной, от которой происходят все наши неудачи в мелиоративном строительстве. Этот пробел в методике нашего проектирования оказался узаконенным и в опубликованном порядке составления проектов. Его необходимо теперь же заполнить и качество предлагаемой мелиорации перед тем, как перейти в количественную форму, должно быть выяснено и определено в специальном и, по нашему мнению, основном этапе исследовательной и проектировочной работы. Таким этапом может и должна быть—мелиоративная схема.

Сущность мелиоративной схемы покоится на следующих основных положениях: сел.-хоз. мелиорация, как определенная научная дисциплина, занимается регулированием с помощью техники сочетания основных природных факторов, от которых зависит жизнь сел.-хоз. растения, и внесением изменений в существующее сочетание (основные факторы—свет, тепло, вода, питательные вещества, воздух). В процессе мелиоративной работы можно легко подметить, что в сложном комплексе сочетания этих основных элементов жизни сел.-хоз. растения, в их динамике (т. е. изменений во времени), в зависимости от природных условий, и в их пространственном (географическом и высотном) расположении существует определенная закономерность. Эта закономерность в основе своей имеет, с одной стороны, тот круговорот воды в природе, о котором нам трактуют физическая геология и гидрометеорология и, с другой, ту динамику питательных веществ, которую претерпевают в первую очередь растворимые элементы и от которых совместно с метеорологическими факторами зависит зональность географического распределения почвенных типов и закономерность чередования почвенных разностей применительно к основным элементам рельефа.

В нашем представлении эти положения могут быть сформулированы так:

1. Так как каждой климатической зоне соответствует свое сочетание природных факторов, дающих преимущество определенному виду мелиоративного регулирования, то каждому виду мелиорации свойственна своя географическая зона его преимущественного распространения (закон зональности мелиорации).

2. Так как каждому основному элементу рельефа зоны свойственно свое (отличное от других элементов) сочетание природных факторов, то для регулирования их нужно свое (отличное от других элементов

рельефа) сочетание мелиоративных приемов, т. е. каждому основному элементу рельефа свойственен свой преимущественный вид мелиорации (закон рельефа).

3. Всякий земельный массив, взятый об'ектом мелиорации, может быть расположен в нескольких зонах и нести несколько основных элементов рельефа, поэтому в каждом земельном массиве может иметь место несколько преимущественных видов или групп мелиораций (закон земельного массива).

Отсюда, как следствие—всякий об'ект мелиорации перед составлением на него мелиоративного проекта должен быть районирован по принципу природного и мелиоративного районирования.

Не трудно видеть, что изложенные основные положения (законы) мелиорации требуют более углубленного подхода к разрешению мелиоративных задач земельного массива и качественный анализ мелиорации (мелиоративная схема) должен быть проделан не только для всего массива в целом, но и для каждого из районов. Этот анализ должен дать те основные положения и то направление природных процессов, которые имеют место в районе, и наметить те пути, то направление, по которым нужно вносить с помощью техники мелиорации те или иные изменения и поправки. Конкретно мелиоративная схема должна:

1. Выявить существующее соотношение природных факторов в пределах охваченного массива.

2. Выяснить направление течения основных геологических, гидрологических и почвенных процессов, которые имеют существенное влияние на водный и питательный режим почвенной среды.

3. Выявить те дефекты, которые имеет существующая на данном участке мелиорация.

4. Установить те изменения, которые нужно внести в земельный массив на основе выяснившейся дефективности режима его главных факторов, определяющих развитие сельско-хозяйственных культур.

5. Подобрать те культуры, развитию которых наилучшим образом соответствует проектируемое изменение режима.

6. Подобрать те мелиоративные приемы, которые оказываются необходимыми для улучшения массива в нужном направлении.

При составлении по существующему порядку мелиоративных проектов по Туркменистану и при рассмотрении таких же проектов других республик нам с этой стороной проектировки пришлось столкнуться и ее недостатки прочувствовать. Попытаюсь на одном из ирригационных проектов выяснить как самое содержание (существо) мелиоративной схемы, так и указать преимущества проектировки, когда оросительный проект проходит эту стадию в начале решения поставленной мелиоративной задачи. Таким об'ектом нашего рассмотрения может быть взята долина р. Зеравшан, как район, во-первых, достаточно освещенный изысканиями и, во-вторых, уже имеющий готовую ирригационную схему, охватывающую всю долину.

Построив мелиоративную схему для этого земельного массива и сравнив ее выводы с тем направлением, которое получила мелиорация под влиянием нормально составленной ирригационной схемы, нам не трудно будет установить и те преимущества, которые дает проектирование, начатое с построения мелиоративной схемы.

Аналогичная работа для мелиорации в зоне избыточного увлажнения нами проделана была для Клинского уезда, Московской губернии [1].

---

[1]) И. А. Шаров. «Опыт выяснения мелиоративных задач уезда» О. М. Ч. вып. 28; 1924 г.

куда я и отсылаю интересующихся разработкой мелиоративной схемы для проектов по осушению.

Мелиоративная схема долины р. Зеравшан.

Зеравшанский проект предусматривает переустройство существующих туземных оросительных систем долины и за счет этого переустройства ожидает расширения поливных земель до 480.000 га против 423.488 га, орошенных в 1928 г. Сущность гидротехнической системы заключается:

Во-первых, в устройстве инженерных водоразборных узлов на р. Зеравшан; таких узлов намечается семь: 1) Рават-Ходжинский; 2) Ак-Кара-Дарьинский; 3) Нарпайский; 4) Керминский; 5) Абу-Муслимский; 6) Дуабинский; 7) Кара-Кульский.

Во-вторых, в устройстве больших об'единяющих магистральных каналов, взамен холостых частей туземных каналов; таких каналов намечается 16:

1. Верхний Правобережный, обслуживающий все каналы правого берега от Рават Ходжинского узла до Ак-Кара-Дарьинского.
2. Верхний Левобережный, обслуживающий левые каналы между теми же узлами.
3. Четыре канала для обслуживания систем острова Мианкаль.
4. Нарпайская магистраль для улучшения головной части туземной магистрали «Нарпай».
5. Хатырчинская магистраль для каналов Хатырчинского района.
6. Два канала для Керминского района (правобережный и левобережный).
7. Четыре канала, обслуживающие земли Бухарского оазиса (два правобережных и два левобережных).
8. Два канала для Кара-Кульского оазиса.

В третьих—в оборудовании двух водохранилищ для регулирования режима реки—Ак-Дарьинское водохранилище и Абу-Муслимское (Хазаринское) с общей емкостью в 240 миллионов куб. метр.

В четвертых—в переустройстве распределительной сети на всей об'арыченной площади в 480.000 га.

В пятых—в улучшении существующей сбросной сети.

Общая стоимость схемы определяется в 62.163.376 руб.

Сводная ведомость затрат по схеме переустройства орошения в долине р. Зеравшан представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование ирригационных узлов	Стоимость строительства в рублях			
	Строительные работы	Ирригационное освоение	Землеустройство	Всего
Верхне Зеравшанский	26.327.220	948.995	824.525	28.100.690
О. Мианкаль	5.322.426	171.630	253.870	5.747.926
Нарпайский	4.212.202	203.685	394.990	4.810.877
Хатырчинский	2.221.915	108.255	175.790	2.505.950
Керминский	2.544.737	90.795	247.430	2.882.962
Абу-Муслимский	13.972.884	940.985	1.544.340	16.458.206
Каракульский	1.343.850	97.035	215.920	1.656.775
Итого . . .	55.945.234	2.561.330	3.656.865	62.163.376

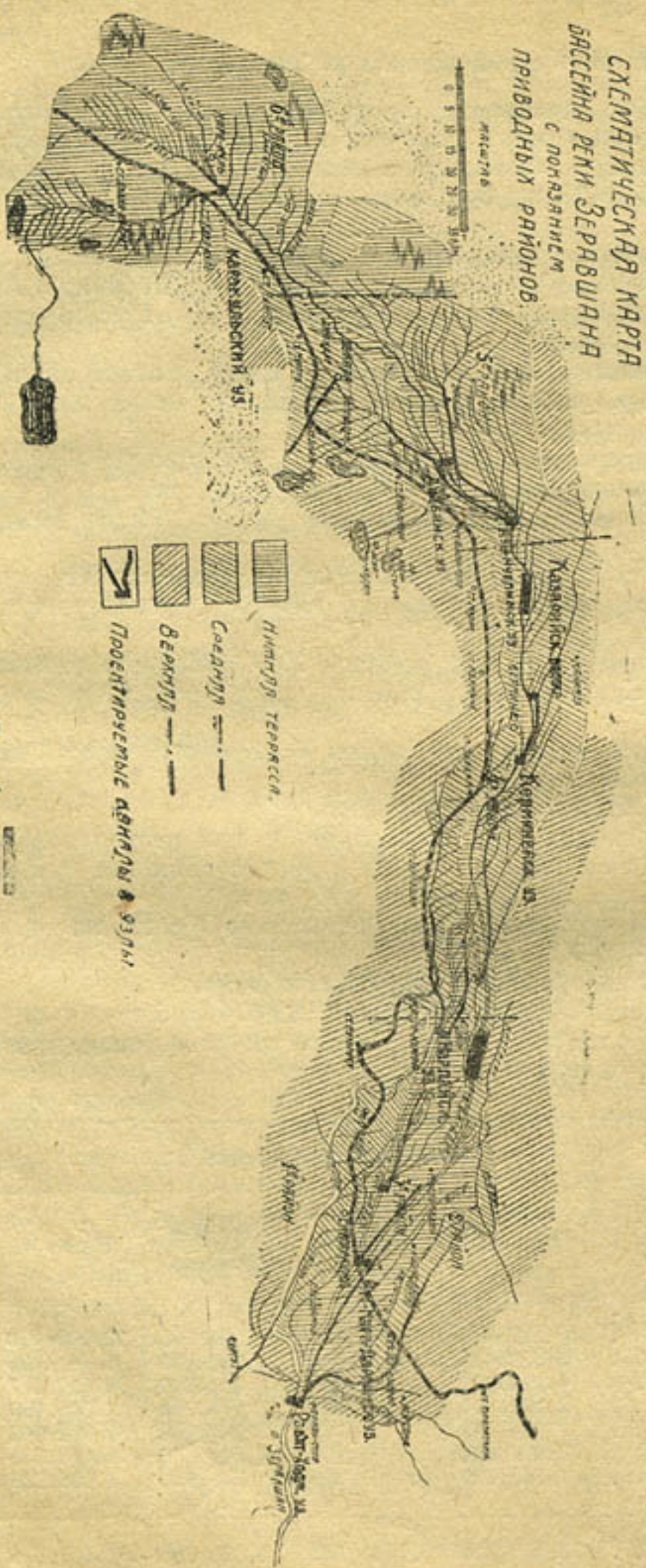

Рис. 1.

Краткая схема ирреустройства представлена на рис. 1.

Как видно из сделанного перечня, Зеравшанский проект является довольно большим и по стоимости, и по об'ему, и по первому впечатлению от материала можно сказать, что для гидротехнической схемы он проработан достаточно тщательно. Посмотрим, такова ли его мелиоративная сущность. В многотомном материале проекта довольно трудно проследить эту его мелиоративную основу, так как его авторы этой генеральной линии, очевидно, не имели и стремились скорее к внешнему оформлению схемы, полагая, что она будет сама собой одухотворена, чем к вложению в нее содержания, обеспечивающего исправную работу в будущем.

Попытка выявить прошлое и существующее положение долины приводит к следующему.

Геология.

Долина р. Зеравшан заняла продольную геологическую складку в толще палеозойских отложений, являющихся коренной основой долины. Эта складка сжатая в нескольких местах, вероятно, вначале была окаймлена высоким гребне

скал и заполнена ледником. По мере работы ледника и отступления его внутрь гор происходило, с одной стороны, оседание крупных камней и гальки под ледником и, с другой, образование выносного конуса более мелкой гальки, подстилающей в настоящее время Бухарский оазис, и отложение наиболее мелких частиц в Кара-Кульском. Постепенное отодвигание ледника повлекло за собой затухающее действие дальних конусов и напластывание на галечниковых отложениях более мелких песчаных и глинистых частиц.

Таким образом, первым древним выносом является Кара-Кульский, за ним идет второй Бухарский и третьим является Самаркандский. В этих выносах река имеет свою пойму, перехваченную в местах сжатия и неровностей основных пород. По мере углубления эррозиальной деятельности воды идет сокращение поперечных размеров поймы и образование боковых террас, вначале верхней на границе древней поймы, затем средней и, наконец, новейшей (действующей) поймы.

Применительно к указанной геологической схеме мы имеем:

Древние—первичные образования, давшие первые основные очертания долины; древние выносы галечника в Бухарском оазисе, покрытые мощными, сначала песчаными, затем более мелкими лессовидными суглинками послетретичного периода; древние песчаные выносы Кара-Куля, покрытые более мелкими суглинками послетретичного периода; террасовидные чередования древних наносов с более новыми в средней части долины (Самарканд), подстилаемые мощными толщами галечника и камня; более или менее оголенные осыпи и выносы гальки и крупного песка в верховьях, еле прикрытые новейшими образованиями; и, наконец, современный ледник—остатки древнего ледника с его разрушительной деятельностью современных гор.

Надо полагать, что на этих основных отложениях оставили свой след и более мелкие (дробные) геологические явления позднейших периодов, включая сюда и современные наносы (аллювия и деллювия).

Такова геологическая схема долины. Следует отметить, что на основе геологических материалов, приложенных к проекту р. Зеравшан, ее в таком виде выявить нельзя, и мы на основе этого материала не можем утверждать ее полного соответствия с действительностью и принимаем эту схему за исходную только потому, что она дает возможность ясного представления о природе бассейна, достаточного для иллюстрации мелиоративной схемы. Как видно из описания, мы главное внимание в геологии уделили более поздним образованиям, а не коренным породам. Для мелиоративных построений именно эта категория геологических отложений и является существенной и выяснение их происхождения, характера напластования и физических и химических свойств является чрезвычайно важным.

Рельеф. В результате выраженной геологической деятельности долина р. Зеравшан в орографическом отношении представляет из себя полосу земли протяжением около 300 километр. (от Пенджикента до конца Кара-Кульского оазиса) и до 60 кил. ширины, имеющую значительный общий склон по длине с востока (отметка около 900 мтр.) на запад (конечная отметка около 200 мтр. над уровнем моря). Ее верхняя половина занимает так называемую Самаркандскую котловину, окруженную с южной стороны отрогами Зеравшанских гор и с северной высотами Туркестанского хребта; она имеет две, а в некоторых местах и три ярко выраженных и широко развитых террасы, из коих верхняя, поднимаясь постепенно к горам, отмечается широким волнисто-всхолмленным рельефом.

Нижняя половина долины должна быть отнесена к началу Тур станской низменности и имеет свойственный ей пустынный характ В этой части террасы также имеют место, но менее выражены; в большие развитие здесь получила средняя (аллювиальная) терраса.

По своему составу слагающие долину материнские породы относят для верхней террасы (главным образом средняя часть Зеравшана) к м коземистым однородным карбонатным суглинкам кремового цвета; ср нюю террасу покрывают слоистые глинисто-песчано-галечниковые нано и нижняя терраса (современная пойма и узкая прирусловая пол состоит из песчано-галечниковых наносов и чистых галечников с пес (прирусловая часть).

В нижней половине долины следует отметить широко развитые п чаные наносы эолового происхождения (барханные и бугристые пес по северо-западной и западной окраинам оазисов и пестроцветные со носные толщи, относящиеся к мезозою и третичным отложениям.

Грунтовые воды. Наличие больших слабо прикрытых масс лечника и крупных водопроницаемых прослоек нижних выносах, подостланных малопроницаемыми коренными породам создает весьма благоприятные условия для движения и накопления п земных вод в долине, а местные сужения коренных пород (в район Катта-Курган и Кермине) и, повидимому, наличие добавочных более м ких складок,—условия для неравномерного накопления их в одн месте и выклинивания под напором в другом. Отсюда грунтовые во в долине получили довольно сильное выражение в верхней части д лины. Более спокойный древний рельеф оазисов Бухары и Кара-Ку дает и более спокойную картину зеркала грунтовых вод в этих част

Грунтовые воды верхней террасы, как правило, глубоки, часто с леносны и в почвообразовательных процессах участия не принимаю на нижних же террасах, наоборот, они близки к поверхности, прес и жестки, часто являются причиной заболачивания. В низовьях доли (Бухара, Кара-Куль) эти воды более минерализованы и здесь являю источником развития процессов засоления.

Глубина залегания грунтовых вод колеблется: для верхней те расы первой половины долины глубже 10 метр. от поверхности,
для средней террассы той же части от 4 мтр. и глубже
» нижней » » » от 1 до 2—3 мтр.
» верхней » » » нижней половины (Бухара Кара-Куль) глубже 6-ти метров,
для средней террасы той же части от 3,5 до 6 метров,
» нижней террасы (русловой части) от 0,15 до 1,5 мтр.

Климат. По климату долина делится на две части, пр мерно, так же, как и в отношении орографии. Вер няя половина, занявшая Самаркандскую котловину, по классификац Средазмета имеет климат пустынно-степной, характеризующийся пр веденным количеством осадков в 250—500 м/м., выпадающих преимущ ственно в зимнее полугодие, со средней температурой самого тепл месяца выше 25° и самого холодного ниже 0°. Нижняя половина (Б харский и Кара-Кульский оазисы) лежит в области пустынного климат характеризующегося приведенным количеством осадков ниже 250 м/м. летним полугодием почти без осадков, средней температурой самого те лого месяца больше 27° и самого холодного ниже 0°.

Граница между этими климатическими зонами лежит, примерно, 35° сев. широты.

Поверхностные воды. Поверхностные воды долины собираются в главном оросительном источнике — реке Зеравшан, мелких горных реках, являющихся притоками р. Зеравшан, в большом количестве озер (в Бухарской части) и небольших камышевых болотах по средней, нижней и отчасти верхней части р. Зеравшан (по нижней террасе). Орошается долина главным образом из реки Зеравшан сетью туземных каналов (арыков), на большом протяжении зарывшихся в глубоких каньенообразных руслах. К главным арыкам относятся Булунгур, Даргом, Нарпай, Вабкент, Шахруд и другие.

Почвы. Почвы долины, образовавшиеся в результате деятельности почвообразующих факторов, могут быть грубо охарактеризованы как лессовидные глины и суглинки различного механического состава и характера от пустынно-степных светлоземов, сероватых суглинков и пепельно-серых мощных глинистых отложений для верхней (Самаркандской) половины, через серые и сероватые суглинки со следами поверхностного засоления в средней части (Катта-Курган—Кермине и Бухара), к серым глинистым и суглинистым почвам с различной степенью засоления в Кара-Кульском оазисе, окаймленным барханными и бугристыми песками[1]).

Районирование. Накладка основных природных факторов на карту долины дает возможность выделить ряд ярко очерченных природных районов, отличных друг от друга как по своему положению (высотному и географическому), так и по сочетанию этих факторов.

Прежде всего долина довольно резко делится на две почти равных по протяжению половины, это—верхняя предгорная, занявшая площадь Самаркандской котловины и более узкой западины—Кермине, и вторая нижняя, занятая Бухарским и Кара-Кульским выносами. Более дробное деление дает возможность в верхней половине выделить район, соответствующий верхней террасе, занявший верхнюю подошву гор и предгорий; район, соответствующий средней террасе в Самаркандской котловине; такой же район в пределах Кермине (средний Зеравшан) и район, соответствующий нижней террасе, имеющий свое наибольшее распространение только в Самаркандской впадине. То же для нижней половины дает основание разделить ее на два района, соответствующие один главной части Бухарского выноса и второй—древнему Кара-Кульскому выносу (Кара-Куль и конец Бухарского оазиса). Таким образом, общее число природных районов в пределах современной долины р. Зеравшан (без его горной части) будет шесть.

Краткая характеристика природных условий этих районов приведена в нижеследующей таблице 2.

Взаимное положение районов и их природная связь видны на прилагаемых профилях и на схематической карте (см. рис. №№ 1, 2).

Растительный покров. Применительно к выявленным природным факторам дикая растительность вылилась в следующие преобладающие формы[2]):

Для первого района — ландшафтным растением летнего периода является ассоциация Phlomis. Имеется сплошной дерновый покров из эфемерн., главным образом Carex stenophylla.

---

[1]) Почвенные данные, представленные к Зеравшанскому проекту, весьма скудны, а количественная характеристика основных почвенных разрезов совершенно отсутствует. Это обстоятельство сильно затрудняет проработку мелиоративной схемы и делает ее выводы сомнительными.

[2]) По данным бот. М. Г. Попова.

Краткая характеристика природ

	Первый район	Второй район	Третий район
Наименование природного фактора.	Верхняя терраса долины на склоне (у подошвы) предгорий.	Вторая терраса Самаркандской котловины, занявшая земли между Даргомом и Сиабом на левом берегу и между Булунгуром и Катта-Карасу на правом.	Нижняя терраса марканд. котлов занявшая низину жду ар. Сиабом левом берегу, Ка Карасу на прав верхнюю полов ост. Мианкал.
Климат.	Зона умеренного увлажнения. Климат предгор. Ср.-Аз. Осадков от 350 до 450 м/м. Ср. температура июля от 26 до 29°. Безмор-в. период 174 дня. Сумма температ. 3858.	Зона недостаточного увлажнения. Климат предгор. Ср.-Аз. Осадки до 350 м/м Средняя температ. июля 26° Безмороз. период 290 дней. Сумма температур около 4.000.	Зона недостат. увл нения. Климат пр гор. Ср.-Азии. Осад до 350 м/м. Сре температура июля. Безмороз. перио 203 дня. Сумма т пературы 4018.
Коренные породы (Геология).	Мощные, мелкоземистые, однородные, карбонатные суглинки на гальке. Данных, характеризующих физические и химические свойства, нет	Слоистые отложения из глины, песка и галечника. Физических и химических данных нет.	Песчано-галечни вая толща. Физ ских и химичес данных нет.
Почвы.	Пуст. степные светлоземы суглинистые. Данных, характеризующих физ. и хим. свойства, нет. Структурной характеристики нет	Сероватые глинист. Физ. и хим. данных нет. Структурной характеристики нет.	Пепельно-серые м ные глинистые на рых однородных слоистых наносо Физ. и хим. дан нет. Структур. хар нет.
Грунтовые воды.	Залегают глубже 10 метров без напора. Минерал. слабо. Хим. характ. нет. В почвообразов. процес. не участвуют.	Залегают глубже 6 метров. Данных нет.	Залегают глубже местами 1—2 м Данных нет.
Рельеф.	Волнист. Об уклонах данных нет.	Волнистый скат. Об уклонах данных нет.	Спокойный, слабо ражен. уклон пр около 0,001; ук. переч. 0,0007 до 0

районов долины р. Зеравшан.

Таблица 2.

Четвертый район	Пятый район	Шестой район
Средняя часть долины между Катта-Курганом и Кермине, занявшая всю нижнюю часть Самаркандской котловины (Мнанкаль, Нарпай, Хатырчи, Кермине)	Нижняя половина долины, занявшая большинство зем. Бухарского оазиса.	Нижняя половина дол. земли низовьев Бухарского оазиса и Кара-Куль.
Зона засухи. Климат пустын.-степной. Осадки 250—300 м/м. Средняя температура июля 29°. Безморов. период 203 дня. Сумма температур 4470°.	Зона засухи. Климат пустыни. Осадки до 150 м м. Средняя температура июля 30°. Безморов. период 232 дня Сумма температур 5084. Вегет. пер. 188 дн.	Зона засухи. Климат пустыни. Осадки между 112 и 123 м/м. Метеор. ст. нет. Все элементы близки к 5-му району, еще сильнее подчеркивает континентальность.
Основная масса послетретичные, мелкоземистые, однородные, карбонатные суглинки на гальке. На границе горные породы из известняков палеозоя и мезозоя. Физических и химических данных нет.	Послетретичные аллювиальные отложения на породах кеновойского периода, состоящ. из конгломерата, галечн. с песком и суглинка. Галечник залегает ниже уровня Зеравшана. Верхн. горизонты составл. суглинок (желт.-серый или серый). Физ. и хим. данных нет.	Мелкопесчанистые и глинистые аллювиальные отложения. Физ. и хим. данных нет.
1. Серые и сероватые мощные глинистые со следами поверх. засоления (высокие земли). 2. Сивовато-серые мощные глинистые со следами избыточного увлажнения (низина) и заболоченные (в отдельных западинах). Физ. и хим данных нет. Структурн. характ. нет.	Мощные серые, невасолен. и слабо засоленные суглинки с пятнами пухлых солончаков на слоистых и супесчаных наносах. На окраинах более насыщены солями часто прикрытые надвигающимися песками. Физ. и хим. данных нет. Структ. характ. нет.	1. Серые глинистые и суглинистые с равличной степ. засоленности. 2. Солончаковые с равл. концен. солей. 3. Бархан. пески. Физ. и хим данных нет. Структурн. характеристики нет.
Верхняя терраса—залегают глубоко. Нижн. 2—4 метра, местами 1 м. и до 10—15 сан. Вода слабо минерализована Na и SO_3. Глубоко вода более минерализована.	Залегают 3 до 6 м.—циркул. в гал. песках и в толще аллюв. суглинков колеб. в 3—4 метр. максим. в апреле, минимум в сент. Мин. сол. Cl 159 мил. на литр—SO_3 от 12 до 70 н. град.	Залегают неглубоко. Зим. и весн. поднимаются до поверхности. Наибольшая глубина от 1 до 6 т. Сильно минерализованы.
Волнистый скат. Уклон продольн. 0,001—0,0015; попереч. до 0,01 (верхн. часть) 0,00045 (ниж. части).	Спок., слабо выраженный. Прод. уклон 0,0013, попер. лев. берег 0,0007 попер. пр. берег 0,0008.	Ровный низинный. Ук. прод. 0,0005. Ук. попер. 0,00035

Для второго района—таковым для лета надо считать, повидимому, ассоциацию Psoralea. Имеется такой же, как и в первом случае, дерновый покров из эфемеров. Главная растительность культурная.

Для третьего района—растительность, главным образом, культурная. По берегам реки и арыков узкой полосой тянется пойменная растительность из тамариска, тугайных тополей, солодки и т. д.; солянок нет; по тугаям попадается облепиха (Hippophae).

Для четвертого—тот же растительный покров (главным образом культурный), что и в третьем районе; солянок нет, но на брошенных участках уже появляется Alluropus и отдельные солянки, свидетельствующие о наличии процессов слабого засоления.

Для пятого—тот же растительный покров, что в третьем и четвертом, но с еще более выраженными признаками засоления, особенно по окраинам, где уже солянки являются обычными.

Рис. 2.

Для шестого района—основной растительный покров тот же, что и для предыдущих, но уже с обильным количеством солянок—Salsola crassa, Snaeda, Salicornia и т. д., свидетельствующим о явном засолении района.

Что касается культурных растений, то преобладающие их формы также отражают природные районы долины, несмотря на то, что здесь уже главным является экономический фактор.

В этом отношении резкое очертание имеет первый район, как расположенный в зоне полубогарного земледелия, имеющий только оазисное (приусадебное) орошение более требовательных к воде культур, и сухого земледелия для зерновых. Все остальные пять районов целиком лежат в зоне поливного земледелия и по сочетанию сельско-хозяйственных культур могут быть характеризованы следующим образом.

Во втором районе преобладают зерновые и садово-огородно-виноградные культуры (%); в третьем—рис; в четвертом—хлопчатник, зерно, люцерна и немного риса; в пятом и шестом—хлопчатник, зерно, люцерна.

Режим орошения. Еще более резко эта разница природных районов долины сказалась при обследовании поливного режима сельско-хозяйственных культур (фактический гидромодуль) Проведенное Опытно-оросительной частью Ср.-Аз. Института Водного Хозяйства гидромодульное районирование дает почти полное совпадение этих районов с выделенными по естественным признакам (природным). Характеристика основных элементов гидромодуля по районам дает следующую картину (см. таб. 3).

Таблица 3

Районы	Культура	Схема вегетационных поливов		Оросительная норма в куб. метрах	Поливные нормы в куб. метрах	Сроки поливов		Примечание
						Предпосевные	Вегетационные	
1 и 2	Хлопчатник	1—3—0	1—3—1	4.500—5.000	от 900 до 1.200	15/IV—15/V	20 VI—15 IX	В схеме вегетационных поливов первая цифра означает число поливов до цветения, вторая—число поливов во время цветения и третья (последняя)—число поливов во время созревания.
3	»	1—2—0	0—3—0	3.500	» 800 » 1.400	—	1/VII—15 IX	
4	»	1—3—1		6.000—6.500	» 900 » 1.350	1/IV—10/V	16/VI—20/IX	
5	»	1—2—1	1—3—2	7.000—8.000	» 900 » 2.000	16/III—10/V	18/VI—20/IX	
6	»	1—1—1		7.000	» 1.000 » 1.600	1/IV—10/V	20/VI—30/IX	
1 и 2	Люцерна	1—2—2—1		5.500	» 1.000 » 1.100	—	1/V—15/IX	
3	»	1—1—1—1		4.000	1.000	—	15/V—15/IX	
4	»	1—2—2—1		7.000	» 1.000 » 1.200	—	15/IV—15/IX	
5	»	1—2—2—1	3—3—3	8.500—9.000	» 1.000 » 1.500	—	1/IV—20/IX	
6	»	2—1—1—1		6.200	» 1.000 » 1.500	—	20/IV—25/X	
1 и 2	Пропашные	2—2—0		4.500—5.000	» 900 » 1.200	1/V—30/VI	11/VI—15/IX	
3	»	1—2—0		3.500	» 800 » 1.000	11/V—10/VI	21/VI—31/VIII	
4	»	2—2—0		5.000—6.000	» 800 » 1.350	11/IV—25/V	1/VI—10/IX	
5	»	2—1—1	3—2—1	6.000—6.700	» 700 » 1.800	26/III—10/V	15/VI—15/IX	
6	»	1—1—1		5.000	» 1.000 » 1.200	25/XI 15/III	1/VII—15/IX	
1 и 2	Зерновые	1—1—0		3.000	» 900 » 1.350	1/IX—15/X	26/IV—10/VI	
3	»	1—0—0		2.400	» 1.100 » 1.350	1/IX—15/X	1/V—31/V	
4	»	1—1—0		4.000—4.500	» 1.000 » 2.000	10/VIII—30/IX	1/V—15/V	
5	»	1—1—0		6.000	» 900 » 1.500	10/VIII—20/X	21/III—15/V	
6	»	1—0—0		6.000	» 1.000 » 1.400	10/VIII—30/X	21/III—20/V	

Нетрудно видеть, что районы резко разнятся по схеме поливов, по оросительным нормам и по срокам поливов. Об'ясняется это тем, что земледелие, приспособляясь веками к наличному сочетанию природных факторов, нашло способы, во-первых, приспособиться к тем из них, которые нельзя было изменить, и, во-вторых, внесло довольно четкие изменения в водный фактор, создав при помощи дозировки орошения довольно четкие условия увлажнения.

Техника орошения. Существующая техника орошения по районам сводится к следующему:

Полив производится для полевых культур затоплением в большинстве без сброса и для приусадебных (бахчи, огороды)—по джоякам.

Размеры поливных площадок колеблются: а) для затопления от 0,022 до 0,47, средняя 0,2 га; б) для джояка от 0,020 до 0,40, средняя 0,15 га.

Поливная струя для всех культур по наблюдениям в начале поливов всегда значительно выше, чем в конце поливного периода. Она колеблется от 20 до 42 литр. в секунду; средний размер для хлопчатника около 28 секундолитров. При этом продолжительность полива одного гектара колеблется от 4 $^3/_4$ часов до 81 $^1/_2$ часов (для хлопчатника) при среднем сроке полива 19 часов (Бухара).

Для джоячного способа орошения (для Бухары) величина поливной струи колеблется от 5 до 87 секундолитров, средняя около 20. Продолжительность полива от 1$^1/_2$ до 154 часов на один гектар при среднем сроке в 15$^1/_2$ часов.

Что касается различия размеров поливной струи по районам, то по данным Узводхоза, они сводятся к следующему:

Для хлопчатника	для	2-го	района	поливная	струя	в среднем	= 28	литр.
»	»	»	3-го	»	»	»	»	= 27 »
»	»	»	4-го	»	»	»	»	= 23 »
»	»	»	5 и 6	»	»	»	»	= 31 »

Ирригационная сеть. Существующее расположение оросительной сети по районам дает следующую картину.

Первый район—имеет главным образом ряд мелких систем, разбирающих на орошение приусадебных земель мелкие речки и источники района, обособленные друг от друга; и только нижняя часть по левому берегу имеет более мощную сеть—арык Янги, приближающуюся по характеру ее расположения ко второму району.

Второй район—имеет по левому берегу мощную туземную магистраль—арык Даргом, расположенную у подножья обрыва верхней террасы с распределительной сетью по скату. По правому берегу такой же мощной магистралью является вначале арык Булунгур и его продолжение—ар. Палван, с примерно таким же расположением сети распределителей. Сбросными коллекторами для обоих берегов служат магистральные каналы нижележащей террасы.

Третий район—имеет по левому берегу расположенную у подножья второй террасы магистраль—арык Сиаб с сетью по скату; сбросным коллектором для Сиабской системы служит русло р. Зеравшан.

Что касается правого берега и острова Мианкаль, то его сеть имеет более сложную ситуацию и состоит из ряда самостоятельных каналов (около 40), берущих пучками или порознь на всем протяжении района свое начало прямо из р. Зеравшан. Эти каналы как бы идут снизу вверх, кончаясь на границе района у подошвы вышележащей террасы. Сбросная система здесь хотя и имеет место, но выражена слабо.

Четвертый район—имеет на левой стороне также расположенный на границе террасы большой магистральный туземный канал Нарпай и несколько менее значительных магистральных каналов внизу—Дам, Касаба-Ханым, Хавзра и др. Распределительная сеть Нарпая расположена по скату, сбросным коллектором служит современная пойма р. Зеравшан.

Оросительные системы правого берега здесь повторяют картину третьего района и состоят из ряда самостоятельных каналов из р. Зерашван со слабой переплетенной сбросной сетью (захбуры).

Пятый район—имеет для обоих берегов р. Зерашван ирригационную сеть, состоящую из основных магистральных каналов с двухсторонним командованием (Шахруд для левого и Вабкент для правого) и ряда более мелких самостоятельных каналов. Сбросная сеть выражена слабо, случайными оврагами или захбурами, оканчивающимися часто болотами или озерами (на границе с песками).

Шестой район—ирригационная сеть этого района в низовьях Бухарского оазиса повторяет картину пятого района и отчасти является продолжением оросительной сети этого района. Что же касается Кара-Куля, то его оросительная сеть представляет собою обычный туземный концевой веер, имеющий узел в начале оазиса. Сбросами для этой сети служат болота и озера в хвостах каналов.

Если мы на основе выявленного материала пожелаем схематизировать весь механизм орошения и дать динамику водного и питательного режима района и тех причин, которые эту динамику создают, то получим следующее.

Первый район. Сочетание основных факторов земледелия в этом районе довольно благоприятное. Значительное количество тепла и света, прекрасные почвенные условия, глубокие грунтовые воды, хорошие условия глубокого дренирования и, наконец, довольно значительное количество атмосферных осадков, позволяющее иметь здесь хотя и незначительный, но сплошной дерновый покров,—создали в этом районе условия, благоприятные для сухого земледелия, для зерновых и многолетней степной растительности. Надо полагать, что эти культуры района нуждаются здесь больше в увлажнительных, чем в оросительных мелиорациях. Зато более требовательные к воде культуры—пропашные, огородные, луговая растительность и т. д., в силу того, что здесь количество осадков на грани с зоной недостаточного увлажнения (425 м/м) и потребность растений в воде, благодаря большому количеству тепла и наличию ветров, не может быть заметно снижена без ущерба на урожае,—эти культуры нуждаются уже не только в увлажнительных, но и в оросительных мелиорациях, направленных к пополнению водного дефицита. В виду того, что процент этих поливных культур незначителен и площади, занимаемые ими, могут быть приурочены к отдельным кускам (оазисам), а оросительные нормы невелики, надо полагать, что этот вид умеренного орошения, во-первых, совершенно не отражается на уровне грунтовых вод; во-вторых, не разрушает структурного состояния верхних слоев почвы, охваченных корневой системой многолетней степной растительности, и, в третьих, не влияет заметным образом на изменение питательного режима почвы. Надо полагать, что для этого района будет также полезным, если это возможно по условиям рельефа, добавочное орошение небольшими дозами зерновых и особенно многолетней степной и луговой растительности. Механизм орошения в этом районе при умеренных поливных нормах будет мало отличаться от увлажнения дождевыми водами. Вся избыточная вода попадет через грунтовые воды на нижележащие террасы и может

быть использована как на увлажнение, так и на удобрительное орошение растворенными элементами зольного питания, на следующей террасе.

Второй район. Сочетание природных факторов менее благоприятное, чем в первом районе. В минимуме водный фактор, требующий значительной порции оросительных вод для поддержания нормальных условий увлажнения. Однако, богатый почвенный покров, хорошо дренированный подстилающими горизонтами галечника и песка с близким выходом их в нижележашую террасу, с глубоким безнапорным залеганием зеркала грунтовых вод, оторванного от основных суглинков дренирующим слоем,—дают возможность без труда пополнять этот дефицит с помощью орошения и тем создавать благоприятные условия для роста сельско-хозяйственных культур. Наличие же некоторых размеров растительного покрова, а в оросительных водах крупных песчаных наносов и богатых растворимых и нерастворимых элементов пищи поддерживает не только физические свойства почв, но и их питательный режим. Все это дает основание считать этот район богатейшим в сельско-хозяйственном отношении.

Механизм орошения здесь немного осложнен, во первых, тем, что должен принимать отработанные и грунтовые воды верхней террасы и, во-вторых, осложнен довольно сильно развитой сплошной сетью оросительных туземных каналов с низким коэффициентом полезного действия, в силу чего кроме нормального орошения идет большая отдача вод в почву через потери в сети (главным образом фильтрацию). Отсюда и ухудшение питательного режима орошаемых земель.

Надо считать, что при низком коэффициенте полезного действия систем (от 0,3 до 0,4) до 60% подаваемой на участок воды уходит в почву через каналы; процентов 15 пропадает бесполезно уже в почве и только 15% идет на пополнение почвенной влажности и питание растений. Такое соотношение бесполезной траты орошаемых вод говорит не только о весьма малой продуктивности существующих систем, но и о том, что при непрерывном оттоке этих вод, насыщенных элементами зольного питания, происходит довольно быстрое обеднение почвенных горизонтов района, влекущих за собой неизбежное падение урожаев. Необходимы специальные приемы если не для устранения, то для значительного смягчения этого зла, иначе нужно ожидать, что все проведенные мероприятия окажутся в недалеком будущем на песке и в переносном и в буквальном смысле этого слова.

Третий район. Сочетание основных факторов земледения такое же, как и в предыдущем районе, но подстилающая песчано галечниковая толща значительно ближе, грунтовые залегают неглубоко под некоторым напором, а общий дренаж хотя и имеет место, но плохо действует благодаря, во-первых, загруженности основного коллектора русла р. Зеравшан подпрудами или полуподпрудами и, во-вторых, благодаря неудачно расположенной основной сети, особенно на правом берегу. Все это вместе с огромными поливными нормами (для риса) создало условия постоянного избыточного увлажнения почвенных горизонтов. Надо считать, что в этом районе имеет место довольно мощный постоянный ток через почвенный покров, превративший ее в сплошной фильтр; это обстоятельство создает здесь постоянно действующее вымывание элементов зольного питания из почвы и только также почти постоянно действующий значительный приток на ее поверхность наносов, богатых питательными веществами, позволяет поддерживать плодородие района на высоте.

Четвертый район. Имея более выраженный пустынно-степной характер, этот район несколько отличается от предыдущих районов, во-первых, по наличию уже первых признаков засоления и, во-вторых, по несколько отличным гидрологическим условиям: его воды более минерализованы (все же слабо) солями Na и SO_3. В этом районе следует выделить по режиму грунтовых вод верхнюю террасу от нижней. В общем, верхняя терраса, особенно левого берега (Нарпайская система), повторяет условия 2 го района (измененные несколько в сторону пустыни) и является также прекрасным орошаемым районом в сельско- хозяйственном отношении. Для верхней террасы здесь механизм орошения еще проще 2-го района и не осложнен отработанными водами вышележащей зоны.

Что касается нижней террасы, то ее режим, повторяя целиком условия 2-го района, еще более осложнен плохим расположением на левом берегу сбросной, а на правом оросительной туземной сети, как бы подпирающей грунтовые воды низины и тем способствующей еще большему заболачиванию. Довольно тяжелые сизовато-серые и серые суглинки района здесь хотя и подстилаются также галечником, но являются уже заболоченными в силу того, что последний слой целиком заполнен водой и дренирующее его действие ослаблено обратным подпором. При таком положении и питательный режим нижней террасы района значительно ухудшен, так как основные почвенные процессы идут в условиях анаэробных, требующих особого внимания мелиоративной мысли.

Пятый район. Этот район имеет уже ярко выраженный пустынный характер. Несмотря на благоприятное сочетание питательных и тепловых условий, прерывистость режима, созданного туземной ирригацией, кладет отпечаток и на его внешний облик. Пятна пухлых солончаков, повышенное зеркало грунтовых вод, осложненное зимними сбросными водами и минерализованное солями Cl и SO_3; солянки—все это признаки чрезвычайно осложненного водного режима, дающего перемежающийся ток то снизу вверх, то сверху вниз, создающий миграцию растворимых солей и отягощающий условия улучшения физических свойств почвы. Сообразно с этим и питательный режим также осложнен. Несмотря на то, что оросительные воды являются еще более богатыми растворимыми солями, чем в предыдущих районах, еще не ясно, идут ли эти соли на улучшение и увеличение питательного баланса, и также не ясно, доставляет ли на поля нерастворимые наносы существующая туземная сеть. Довольно ровный рельеф, без резко выраженных его элементов, дал возможность создать довольно запутанную оросительную сеть, без ясно выраженных условий сброса и осушения. Все это еще более осложняет водный и питательный режим, и нужны дробное деление района на его элементы и сообразно с ним перепланировка как оросительной, так и сбросной сети, и проведение других приемов сельско-хозяйственной мелиорации для создания оптимальных условий в районе. Для этого района следует отметить не только прерывистость водного и питательного режима, но и некоторую прерывистость режима влажности воздуха (воздушного режима), осложненного дыханием пустыни, близко надвинувшей свои пески на оазис. В этом направлении также необходимо принять меры к его урегулированию.

Шестой район. Отличается от пятого более выраженной прерывистостью водного и питательного режима и режима влажности воздуха, чем предыдущий. Его почвенный покров еще более усугубляет это положение наличием более тяжелых суглинков без значительных, сколько ни-

будь заметных дренирующих прослоек. Грунтовые воды высоки, часто пополняются сбросными водами, сильно минерализованы, и ровный-низинный рельеф не дает возможности сколько-нибудь правильного расположения оросительной сети. Здесь длительное орошение возможно только при хорошем дренаже. Сеть дренажа туземного порядка в районе имеется, однако расположение ее не всегда удачно. Поэтому режим орошения здесь больше сводится к временному разбавлению минерализации грунтовых вод, чем к добавочному увлажнению. Такое положение создает в районе условия больше к образованию сплошных заболоченных пространств или солончаков, к постепенному затуханию земледелия и наступлению пустыни, чем к его развитию; только кольматирующее действие паводковых вод с большим содержанием взвешенных наносов, позволяющих создавать новые почвенные горизонты, поддерживает жизнь района и замедляет темп его вымирания. Этот район особенно нуждается в мелиорациях почти всех видов этой работы. [1])

(Окончание следует).

---

[1]) В настоящей статье отделы „Режим и техника орошения" составлены по материалам Н. А. Янишевского „Гидромодуль и водопользование орошаемых районов Средней Азии по бассейнам рек" (приготовлены к печати).

С. С. Михалченков.

Оп.-Исслед. Институт
БИБЛИОТЕКА
Водн. Хозяйства.

Опыт полевого изучения водных свойств почвы в связи с орошением.

1. Пункт работы и границы района. Опытное изучение водных свойств почвы мною было поставлено на Моздокской опытно-мелиоративной станции.

Станция расположена в центре Моздокских степей в 12 клм. к с. с.-з. от г. Моздока на пересечении меридиана 44°31′ восточной долготы от Гринвича и параллели 43°51′ северной широты, имеет районную метеорологическую станцию, и считается пунктом, отражающим типичность всех естественно-исторических условий Моздокских степей.

2. Геологическое строение. Более или менее детальных геологических обследований степей не велось, но по некоторым письменным материалам Неуструева, Седельщикова и др. схема геологического образования представляется в таком виде. В направлении с севера на юг, от р. Куры к р. Терек, местность опускается уступами, образующими три террасы послетретичных отложений.

Верхняя терраса или возвышенное плато между р. Курой и каналом имени Ленина (бывшим Эристовским) сложена из мощных лессовидных глин и суглинков, весьма пористых и лишенных слоистости в своей верхней части, имеющих, видимо, деллювиальное и отчасти эоловое происхождение. Есть основания предполагать, что вся верхняя терраса образована отложениями мощного потока ледникового периода. Эти породы сильно осолены серно-солями (гипсом) и карбонизированы. Грунтовые воды залегают на глубине 30—40 метров.

Средняя терраса имеет более грубый характер сложения от значительного содержания крупно-зернистого песка, а иногда и мелкой гальки. Эта терраса своим происхождением, видимо обязана отложениям мощного потока, перешедшего в русло современной реки Терек, передвигающей свое русло вправо. Слагающие эту террасу породы также осолены, как и в верхней террасе. Можно полагать, что осоление произошло частично за счет верхней террасы, а самую главную причину следует искать в остепнении террасы, в понижении горизонта грунтовых вод на 15—20 мтр. с отходом р. Терек вправо. Нижняя терраса образована речным аллювием со включением галечника, хорошо промыта и потому не соленосна.

3. Почва. В зависимости от вышеупомянутых геологических образований, являющихся материнскими породами для местных почв, последние получили соответствующие характерные оттенки, хотя в общем они и довольно однообразны.

На всем пространстве степи, кроме нижней террасы, соленосная материнская порода осоляет и верхние горизонты почвы, которая при действии HCl вскипает с поверхности. По своему строению почвы эти рыхлы, пористы, изрыты копающими животными и сильно фильтруют.

В направлении с запада на восток почвы изменяют свой цвет от темных черноземов у ст-цы Марьинской до господствующего цвета каштановых суглинистых черноземов в центральной части степи. Далее к востоку почвы осветляются до светло-каштановых и, наконец, переходят в супесь и песок у хут. Индюшкина. В этом же направлении сказывается и усиление засоленности почвы от запада к востоку.

В направлении с севера на юг по террасам характер почв изменяется от тонко-суглинистых на плато до более зернистых на второй террасе и почти грубых на пойменной террасе. Почвообразовательные процессы на верхней и средней террасе протекают без влияния грунтовых вод. [1])

4. Климат. Климат Моздокской степи может быть назван теплым, периодически засушливым. Для характеристики климата я пользуюсь материалами Моздокской районной метеорологической станции на хуторе Русском при мелиоративной станции за время с 1922 г.

Температура воздуха колеблется в среднем от—3,3 зимой до 23,[illegible] летом, при чем средняя годовая температура равна 10,7° С. Распределение тепла по месяцам видно из таблицы 1-ой.

Средняя температура Моздокской степи.

Таблица 1.

Годы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя за год	Амплитуды
1922	—4,3	—2,7	4,8	10,3	17,0	21,3	24,8	22,6	18,8	10,5	9,4	1,6	11,2	29,[illegible]
23	1,4	—2,0	2,6	7,8	18,4	23,0	24,8	22,4	19,4	13,2	6,5	1,0	11,5	26,[illegible]
24	—1,4	—3,3	1,9	9,7	17,5	24,9	23,6	23,2	21,7	10,0	3,4	—5,0	10,5	29,[illegible]
25	—5,2	—1,4	6,3	8,7	17,3	19,3	23,0	24,0	19,3	10,6	4,5	—2,0	10,5	29,[illegible]
26	—1,6	—2,7	2,3	9,6	17,4	20,5	23,3	22,9	15,4	9,5	4,9	—0,9	10,0	26,[illegible]
27	—7,6	—8,1	2,7	11,2	16,1	22,8	23,7	23,4	18,3	14,1	3,6	5,3	10,1	31,[illegible]
Среднее	—3,1	—3,3	3,4	9,5	17,4	23,6	23,8	23,1	18,8	11,3	5,4	—1,8	10,7	28,[illegible]

Наибольшего своего значения температуры достигают в июле месяце и наименьшего в феврале со средней амплитудой 27°. Абсолютные же амплитуды между абсолютным минимумом и абсолютным максимумом в среднем колеблются около 60,3°, наибольшая амплитуда периода в 6 лет достигла в 1924 г.—73,4°.

Самая высокая температура за весь период наблюдалась 7 июля 1924 г. + 39,1°, а самая низкая 26 декабря 1924 г. — 34,3° С.

Последние весенние заморозки (утренники) бывают здесь обычно в середине апреля, а первые осенние—в октябре. Сумма годовых температур от последнего весеннего до первого осеннего заморозка колеблется около 3724,6° (безморозный период).

[1]) Неуструев. Почвы Моздокской степи.

Относительная влажность в среднем за год равна 78%, но в жаркие сухие летние дни она опускается до 17%. Ход изменения относительной влажности по месяцам привожу в таблице 2.

Таблица 2.

Годы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средняя
1922	89	89	82	78	81	67	64	68	72	96	91	90	79
1923	84	89	83	81	66	70	69	72	73	72	85	90	78
1924	95	95	88	80	65	57	56	67	70	82	87	89	78
1925	83	92	88	79	66	72	72	69	69	70	84	89	78
1926	89	87	85	74	69	68	61	62	72	76	90	93	77
1927	90	91	86	75	71	62	70	78	76	80	82	97	78
Среднее	88	90	85	78	70	66	65	69	72	79	87	90	78

Из таблицы видно, что наиболее холодному месяцу—февралю соответствует наибольшая относительная влажность, а наиболее теплому месяцу—июлю, наименьшая.

Количество осадков, выпадающих в районе степей в виде дождя и снега, колеблется от 322,2 до 456,4, но в среднем оно значительно ниже 400 м/м., как это видно из таблицы 3.

Количество осадков, выпадающих в районе Моздокских степей.

Таблица 3.

Годы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Сумма
1922	28,7	16,3	16,6	94,9	71,5	10,7	53,3	42,2	17,3	52,3	41,4	11,2	456,4
1923	12,7	14,6	9,8	46,3	95,3	70,6	44,6	14,3	9,0	23,9	23,5	7,3	371,9
1924	17,9	56,2	18,6	68,4	1,7	16,2	32,7	38,2	15,6	17,3	17,0	22,2	322,2
1925	8,2	1,8	10,3	13,4	41,9	80,3	98,3	57,4	3,6	6,6	29,6	7,4	358,8
1926	26,3	10,9	11,1	26,8	15,1	97,7	10,3	33,6	29,2	20,1	23,1	20,4	324,6
1927	18,2	6,6	15,5	48,7	60,1	31,1	72,1	89,7	29,1	12,4	34,2	26,1	443,8
Среднее	18,7	17,7	13,6	49,8	47,6	50,1	51,9	45,9	17,3	22,1	28,1	15,8	379,6

Таким образом, из таблицы 3 видно, что общее количество осадков в районе ниже 400 м/м. и не обеспечивает нормального развития культурных растений. Кроме того, наибольшее количество осадков выпадает в

июне, июле и августе месяцах, т. е. тогда, когда колосовые культуры уже созрели и не могут использовать эти осадки.

Весьма характерной особенностью климата Моздокских степей являются «суховеи»—ветры восточных румбов. Они зарождаются в сухой Арало-Каспийской степи из ветви Сибирского антициклона и несутся через сухой континент подвижных песков. Относительная влажность воздуха в этих случаях опускается до 20° и ниже. Если май и июнь бывают бедны осадками, то к концу июня вся степь выгорает от засухи. Так, в 1924 г. вместо средних 97,7 мм. за эти два месяца выпало всего лишь 17,9 мм., и степь к концу июня представляла безотрадную картину засухи, предвещавшую голод.

Господствующими направлениями ветров являются восточные румбы, ветры этих направлений всегда несут сушь, и поскольку им принадлежит господство, постолько район всегда находится под угрозой засухи.

Если сумму скоростей ветров всех направлений принять за стандарт, т. е. за 100%, то по отношению к нему сумма восточных направлений выразится в 60%, а западных в 40%. Наибольшее значение для сельского хозяйства имеют ветры периода вегетации с 1 апреля по 1 июля. Характеристика ветров этого периода ничем не отличается от характеристики средней годовой.

Из общей суммы (664) скоростей ветров этого периода приходится на долю западных направлений—271, а на долю восточных сухих—393 или, выражаясь в процентах, в сумме всех направлений получим прежнее соотношение—восточных 60%, а западных—40%.

5. Гидрография. Естественные водные ресурсы района заключаются в проточных водах рек Малки и Терека, проходящих по южной границе степей и удаленных от северных границ на 50—60 клм. Грунтовые пресные воды залегают на глубине около 30—40 мтр. Артезианскими водами в пределах степи до сих пор не пользовались, хотя по исследованиям Орлова, есть много вероятностей на получение артезианской воды на глубине 70—90 мтр.

Но в виду того, что залегание и простирание артезианского водоносного пласта здесь недостаточно изучено, затрата капиталов на артезианское водоснабжение связана с большим риском. Таким образом, все вышеприведенные условия характеризуют степь, как безводную. Губительное безводье не позволило бы хозяйственно использовать обширное пространство степей, и потому скоро, вслед за колонизацией их, необходимо было принять меры и к искусственному обводнению. Эти меры выразились в прорытии (Эристовского) каналов имени Ленина и (Курско-Марьинского) им. Смирнова. Оба канала питаются водами реки Малки, забирая в головных своих частях 4 мтр.³/сек. (в среднем) воды, которую и несут в жаждущие степи. Оба канала имели до сих пор только обводнительное значение, но могут быть использованы и как оросительные для небольших площадей.

6. Сельское хозяйство. Хозяйственная жизнь здесь начала строиться со времен Екатерины Великой голытьбою переселенцев, которые не имели ни живого, ни мертвого инвентаря. Большинство из них до переселения вели полускитальческий образ жизни и не приобрели достаточных навыков к ведению сельского хозяйства. Понятно, что при таких условиях оно должно было складываться из самых элементарных форм. Проходившие по стране народы востока оставили в горах своих соплеменников с их табунным скотоводством, а новые поселения из центральной России занялись ведением залежно-зернового хозяйства. Эти две системы и до сего времени идут параллельно, не решаясь перешагнуть в стадию более интенсивных и продуктивных форм.

хлопка и 3) на участке, получавшем орошение два периода вегетации (первый 2-х кратный полив хлопка и второй 12-ти кратный полив риса).

Пробы брались с горизонтов 10, 30, 50, 70, 90 см. и высушивались до постоянного веса в термостате при 100—105° С. Затем из каждой пробы брались навеска—m, которая всыпалась в пробирку (заранее взвешенную) доливалась (не полно до краев) водой, взмешивалась стеклянной палочкой и кипятилась в течение 20 минут для удаления воздуха и заполнения пор водой. После кипячения горизонт мутной жидкости в пробирке отмечался (наклейкой) и производилось взвешивание, которым определялся вес смеси (почвы и воды) в пробирке равный—P. Вес же одной воды в смеси определялся из разности $= P - m$.

Эта величина веса воды в граммах определяет и ее об'ем в кубических сантиметрах в составе смеси.

Опорожнив пробирку от мутной смеси, я наполнял таковую до прежнего об'ема (до наклейки) водой из бюретки и получал об'ем воды $= Q$, равный об'ему смеси.

Об'ем одних лишь почвенных частиц в смеси в пробирке выражается величиной $v = Q - (P - m)$.

Следовательно, истинный удельный вес почвы, как отношение веса пробы в грамм x к ее об'ему в куб. см., выразится

$$d = \frac{m}{v} = \frac{m}{Q - P + m} = \frac{m}{n + m}, \text{ где } n = Q - P$$

Из полученных весовых данных был определен «истинный» удельный вес почвы, результаты вычислений приведены в таблице 4.

Таблица 4.

№ скважины	Горизонт	Глубина пробы	Слой	Вес почвы: Абсол. сухой	Вес почвы: С водой посл. кипяч.	Об'ем: Воды в смеси	Об'ем: Всей смеси	Об'ем: Почвен. частиц в смеси	Истинн. удельный вес
				m	P	P — m	Q	n + m	$d = \frac{m}{n+m}$
1	A	10	0—20	10,00	36,93	26,93	31,10	4,17	2,40
		30	20—40	10,00	34,83	24,83	28,90	4,07	2,45
	B	50	40—60	10,00	34,02	24,02	29,07	4,05	2,47
		70	60—80	10,00	35,64	25,64	29,54	3,90	2,56
	C	90	80—100	10,00	34,75	24,75	28,56	3,81	2,62
	Ср.	—	—	—	—	—	—	—	2,50
2	A	10	0—20	10,12	37,02	28,90	33,12	4,22	2,40
		30	20—40	10,04	35,82	25,78	29,91	4,13	2,43
	B	50	40—60	10,06	36,41	26,35	30,44	4,09	2,46
		70	60—80	10,03	34,95	24,92	28,87	3,95	2,54
	C	90	80—100	10,01	35,03	25,02	28,81	3,19	2,64
	Ср.	—	—	—	—	—	—	—	2,49
3	A	10	0—20	10,08	36,08	26,00	30,20	4,20	2,40
		30	20—40	10,07	36,42	26,35	30,46	4,11	2,42
	B	50	40—60	10,10	35,54	25,44	29,59	4,12	2,45
		70	60—80	10,04	34,06	24,02	28,02	4,00	2,51
	C	90	80—100	10,01	34,41	24,40	28,28	3,88	2,58
	Ср.	—	—	—	—	—	—	—	2,47

Из таблицы видно, что «истинный» удельный вес почвы с углублением вниз повышается.

«Кажущийся» удельный вес представляет собой отношение веса единицы об'ема почвы в естественном ее сложении к весу той же об'емной единицы воды.

Практически это абсолютный вес одного литра почвы, выраженный в килограммах, или вес одного куб. сантиметра в граммах.

Определение кажущегося удельного веса производилось следующим образом. Железный стакан с заостренными краями вдавливался в грунт на различных глубинах и, таким образом, заполнялся монолитным цилиндриком почвы в естественном ее сложении. Содержимое стаканчика высушивалось в алюминиевых баночках до постоянного абсолютно-сухого веса при 100—105°С. Полученный вес почвы в граммах делился на об'ем стаканчика, выраженный в куб. сантиметрах. Таким образом, получался абсолютный вес 1-го куб. см. почвы в граммах, что и дает числовую величину кажущегося удельного веса почвы d_1.

Результаты определений кажущегося удельного веса почвы приведены в таблице 5.

Таблица 5

№№ скважин	Пункт выемки пробы	Кажущ. удельный вес на глубинах в см.					
		10 0-20	30 20-40	50 40-60	70 60-80	90 80-100	сред.
	I. Делянки, не получавшие полива.						
1.	Поле № 2 паровая вспашка после многолетней залежи	1,17	1,20	1,23	1,24	1,35	1,24
2.	Поле № 3, то же	1,17	1,18	1,26	1,34	1,36	1,26
	Средний . .	1,17	1,19	1,24	1,29	1,36	1,25
	II. Делянки, получавшие орошение в течение одного года.						
3.	Поле № 6 по снятии хлопка	1,19	1,27	1,30	1,31	1,38	1,29
	III. Делянки, получавшие усиленный полив в течение 2-х лет.						
4.	Поле № 5 по снятии хлопка	1,27	1,38	1,31	1,25	1,36	1,31
5.	Поле № 6 по снятии риса, поливавшегося 12 раз	1,31	1,31	1,36	1,44	1,46	1,38
6.	Поле № 7 т—о	1,43	1,34	1,36	1,38	1,43	1,39
	Средний . .	1,34	1,34	1,34	1,37	1,42	1,36

Из этой таблицы видно, что с увеличением числа поливов кажущийся удельный вес почвы повышается. Это об'ясняется заилением свободных пор и осадкой почвы. Сравнивая данные I и III гр., можно вычис-

лить, что при усиленном 2-х летнем орошении кажущийся удельный вес почвы повысился для слоя 0—20 на 14,5%
20—40 » 12 6 »
40—60 » 8,0 »
60—80 » 6,2 »
80—100 » 4,4 »

10. Скважность. Для определения скважности существует несколько различных способов, но все они недостаточно точны. Наиболее точным считается способ по кажущемуся и истинному удельному весу. Этот способ основан на том законе, что об'емы тел обратно пропорциональны их плотностям, а значит и удельным весам.

Если возьмем почво-грунт с кажущимся удельным весом d_1 и соответствующим об'емом v_1, то тот же почво-грунт при уплотнении до «истинного» удельного веса d—имел бы об'ем—v.

Тогда
$$v_1 : v = d : d_1$$
и
$$\frac{v_1 - v}{v_1} = \frac{d - d_1}{d}$$

В левой части равенства числитель $v_1 - v$ представляет собою разность об'емов одной и той же почвы при разном ее уплотнении, т. е. при «кажущемся» и «истинном» удельном весе. Эта разность и есть об'ем пор. Если его выразить отношением к об'ему почвы (при кажущемся удельном весе) и умножить на 100, то получим %-ое выражение порозности или скважности этой почвы т. е.

$$A = \frac{v_1 - v}{v_1} \times 100,$$

но так как
$$\frac{v_1 - v}{v_1} = \frac{d - d_1}{d},$$

то
$$A = \frac{d - d_1}{d} \times 100,$$

или
$$A = 100 \left(1 - \frac{d_1}{d}\right)$$

По данным истинного удельного веса, приведенного в таблице 4 и кажущегося, приведенного в таблице 5, вычислена порозность этих почв послойно, по вышеприведенной формуле, каковая и выражается для разных групп по разным горизонтам следующей таблицей 6.

Таблица 6.

Глубины в сантиметрах	1 гр.	2 гр.	3 гр.
0—20	51,2	49,6	45,1
20—40	51,4	47,7	45,0
40—60	49,9	47,1	45,3
60—80	49,5	48,4	45,4
80—100	48,1	47,8	44,9
0—100	50,0	48,5	44,9

Для контроля мною было произведено вычисление скважности из монолита.

В цинковый цилиндр диаметром 15,5 см. с площадью сечения 187 см. и высотою 1 мтр. был взят монолит почвы из разреза № 7. Донная и верхняя части цилиндра были обвязаны куском тонкого полотна. Затем цилиндр с почвой вертикально был помещен в воду до верхнего обреза краев и пробыл в воде целые сутки.

Потом цилиндр был извлечен из воды и поставлен для стока излишней воды, задержавшейся в крупных порах и ходах.

Перед взятием монолита была определена влажность почвы. Затем, был взвешен пустой цилиндр с полотняными обвязками по дну и по верху. После выемки монолита из грунта таковой был взвешен перед погружением в воду, а затем через 12 часов после извлечения из воды и через 48 часов. По полученным данным были произведены соответствующие вычисления, приведенные в таблице 7.

Таблица 7.

Название измеренных величин	Количество
Вес пустого цилиндра с обвязками	2,87
Вес монолита с полным снаряжением до погружения в воду	29,83
Вес почвы в монолите	26,96 кгр.
Влажность почвы (по отношению к сырой почве)	6,9 %
Вес влаги в монолите (6,9 × 26,96)	1,86
» абсолютно сухой почвы (26,96 — 1,86)	25,10
» монолита через 10 мин. после извлечения из воды	37,15
» воды в монолите в кгр. или об'ем всех пор в дц. 37. 15—25. 10—2,87	9,28 дц.
Об'ем монолита 187 × 100	18,7 дц.
Общая скважность 9,28 : 18,7	50 %

Капиллярные поры стремятся удержать влагу в почве; наличие же в почве крупных пор, ходов, трещин и скважин является главной причиной просачивания воды в глубокие горизонты, из которых она уже не возвращается в наших условиях вверх и не может быть использована растениями, а потому эту капиллярную порозность следует назвать «вредной» порозностью.

Таким образом общая скважность может быть принята равной = = 50%.

11. Влагоемкость. Влажность почвы определяется отношением веса воды к весу абсолютно-сухой почвы в одном об'еме или в одной и той же пробе и выражается в %%.

Если вода в почве заполняет нацело все скважины, то влажность почвы определяет ее полную влагоемкость.

Полная влагоемкость может быть вычислена по скважности и определена весовым путем.

Если скважность почвы A и кажущийся удельный вес — d_1, то полная влагоемкость выразится так

$$r_{пол} = \frac{A}{d_1} = \frac{d - d_1}{d\ d_1}$$

Для почв 1-й группы со скважностью A = 50,0 и кажущимся удельным весом d_1 — 1,25 полная влагоемкость будет:

$$r_п - 100\ \frac{50,0}{1,25}\ 40\% \text{ или } r_п = 100 \cdot \frac{2,50 - 1,25}{2,50 \times 1,25} = 40\%$$

Послойное распределение влагоемкости приводится в таблице 8.

Таблица 8.

Глубины в сантиметрах	1 гр.	2 гр.	3 гр.
10	43,8	41,7	33,6
30	43,3	37,6	33,6
50	40,2	36,3	33,8
70	38,5	36,9	33,1
90	35,4	34,6	31,7
Среднее . .	40,4	37,6	33,0

Опытное определение полной влагоемкости отдельно не производилось, так как было соединено с опытным определением скважности. Из таблицы 7 видно, что общая скважность монолита A — 50%, а кажущийся удельный вес почвы d_1 = 1,25. Следовательно и в этом случае полная влагоемкость

$$r_п\ 100\ \frac{50}{1,25}\ 40$$

Анализируя формулу $r_п = 100 \frac{d - d_1}{d\ d_1}$, можно видеть, что с увеличением кажущегося удельного веса знаменатель дроби увеличивается, а числитель—уменьшается, отчего дробь, выражающая полную влагоемкость, уменьшается.

12. Капиллярность. Под капиллярностью мы разумеем поднятие жидкости в узких трубках над ее уровнем в широком сосуде. По физическим законам под'ем воды в трубке обратно пропорционален квадрату ее диаметра и для воды высота под'ема на 1 мтр. соответствует 0,03 мм. диаметра трубки. При чем, если стенки трубки смачиваются, то высота поднятия не зависит от вещества трубки.

В почве мы имеем дело со смачивающимися веществами и потому для изучения вопроса капиллярности химический состав почвы совершенно безразличен.

Капиллярные свойства почвы имеют то великое значение в сельском хозяйстве, что благодаря им влага в почве распространяется по всем направлениям из пункта избыточного увлажнения, стремясь к выравниванию влажности. Благодаря капиллярности многие почвы имеют возможность питать корни растений при содействии влаги, поднимающейся от грунтовых вод.

При капиллярном поднятии жидкости на нее действуют силы: поверхностного натяжения (капиллярность) и тяжесть. Из этих сил

тяжесть действует всегда по вертикальному направлению, а капиллярность по направлению узкой трубки. Таким образом, сила капиллярного поднятия измеряется тяжестью столбика жидкости, поднятой в трубке. Опыт по изучению капиллярности почвы мною был проведен как полевым методом в условиях естественного залегания почв, так и лабораторным, но в этом последнем случае опыт велся над цельным образцом почвы (монолитом).

Полевой опыт был поставлен таким образом:

В поле № 5 была пробурена скважина под углом 45° к поверхности земли на глубину 1 мтр. по вертикали, как показано на рис. 1.

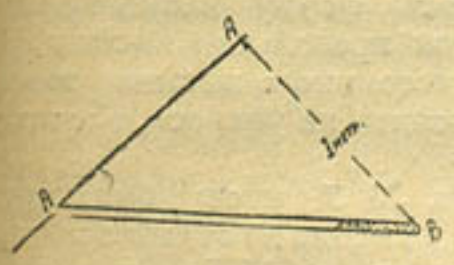

Рис. 1.

В скважину через трубу была налита вода на глубину 14 см. по скважине или 10 см. по вертикали и поддерживалась на таком уровне в течение 4-х часов. Через сутки после впитывания по линии ВС. был сделан плоскостной разрез перпендикулярно к АВ и на стенке разреза был виден контур распространения влаги, имевшей более темный цвет по сравнению с окружающим грунтом. Контур имел грушеобразную форму с удлинением вниз, см. рис. 2. Этот контур об'ясняется суммой действующих сил на распространявшуюся влагу. Часть влаги поднималась вверх под действием силы капиллярности и под противодействием силы тяжести, часть опускалась вниз под действием суммы сил тяжести и капиллярности, направленных в одну сторону, а часть распространялась в стороны под действием капиллярных сил со смещением книзу от силы тяжести.

В виду того, что в опускании влаги вниз, кроме капиллярных ходов участвовали и более крупные по диаметру, по которым движение воды вниз совершалось свободным током до препятствия, то и фигура получила вид удлиненно-заостренный вниз.

После производства разреза в течение 3-х дней (последующих) производились промеры распространения линии потемнения влажности. Ниже приведенный чертеж и таблица показывают результаты этих наблюдений.

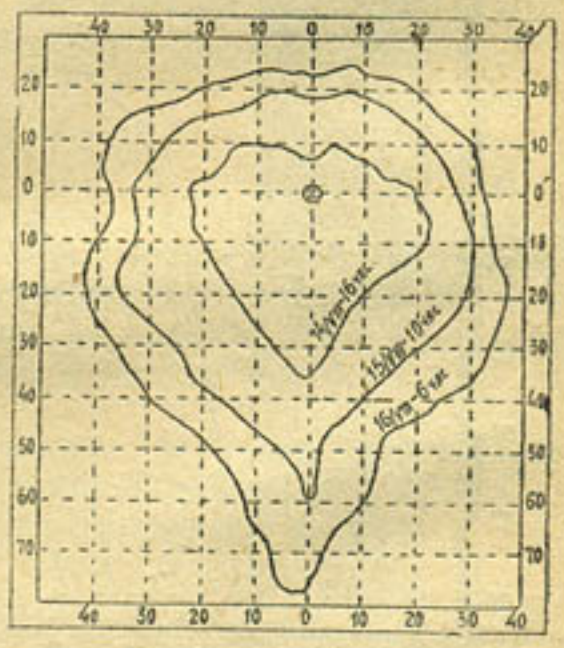

Рис. 2. **Контуры капиллярного распространения влаги в почве из точки О, на глубине 1 мтр.**

Таблица 9.

За какой период	В сантиметрах			В %%		
	Под'ем	По гориз.	Опускан.	Под'ем	По гориз.	Опускан.
За сутки	10	22	35	29	63	100
» 2 »	18	32	57	32	56	100
» 3 »	24	42	76	32	55	100

Таким образом, округляя цифры, можно сказать, что в естественных условиях залегания наших почв, распространение влаги по капиллярам вверх составляет—32%, а по горизонтали—56% от глубины опускания (от просачивания). Это соотношение установилось через сутки (см. 2-ые и 3-и сутки табл. 9).

Из чертежа видно, что наибольшее распространение по горизонтали находится ниже точки питания. Это об'ясняется тяжестью капель и наличием в почве более широких ходов, отчего конфигурация стремится к смещению вниз. Это смещиние для каждого грунта должно быть своеобразно и постоянно, поскольку постоянно строение грунта. В наших условиях смещение дает угол в 26°30′ к горизонту.

Из приведенного опыта удалось установить форму капиллярного распространения влаги в почве, что же касается предельной высоты капиллярного поднятия, то за отсутствием постоянного питания водой центра распространения влаги,—таковую установить не удалось. Поэтому мною был поставлен лабораторный опыт.

На месте производства почвенного разреза № 7 мною был взят монолит в цилиндр из оцинкованного железа диаметром в 15,5 см. и на глубину в 1 мтр. Цилиндр для прочности скреплен обручами, по длине имел узкую щель для наблюдения за потемнением почвы. Открытая нижняя часть была затем перевязана тряпкой и в таком виде монолит был поставлен в ведро с водой. Вода в ведре все время поддерживалась одном уровне принятом за 0. Капиллярное поднятие влаги в почве можно было наблюдать по линии потемнения монолита в просвете цилиндра. Первую неделю поднятие шло довольно энергично, затем начало быстро замедляться, и, достигнув на 15 день своего предела 76 см. дальше не двинулось. Скорость капиллярного поднятия графически изображена диаграммой рис. 3.

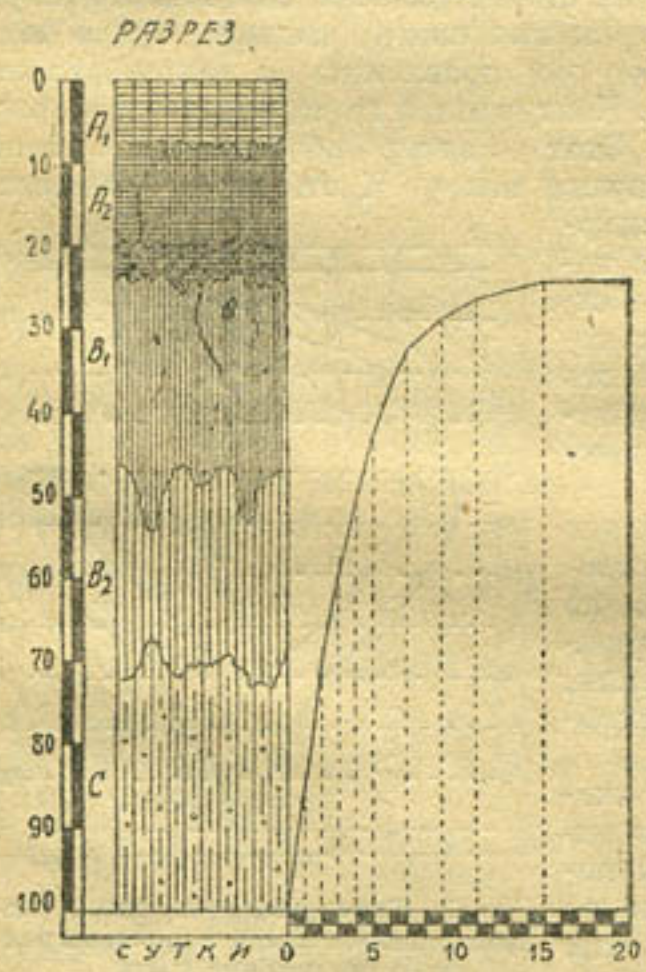

Рис. 3.

Сравнивая данные по рисункам, можно видеть, что капиллярное поднятие шло как-будто неравномерно, а именно в цилиндре оно шло быстрее, чем в естественном залегании почв. Для сравнения привожу таблицу.

Таблица 10.

Условия опыта	Высота капиллярного поднятия в сантиметрах		
	За 1 сут.	За 2 сут.	За 3 сут.
В естественном залегании почв	10	18	24
В лабораторной постановке в цилиндре . .	12	22	31

В лабораторных условиях поднятие шло на 22% быстрее, чем в естественных. Я об'ясняю это явление тем, что в лаборатории водный источник питания был постоянным, не иссякаемым до конца опыта, а в естественных условиях питание водой продолжалось всего лишь 4 часа, и этого запаса влаги было недостаточно, чтобы напитать первый суточный концентр до полной капиллярной влагоемкости и передать ее выше.

Считаясь с данными лабораторного опыта, можно сказать, что увлажнение местных почв грунтовыми водами, залегающими на глубине 15—25 мтр., а иногда и 30 мтр. невозможно.

Лабораторный опыт дает возможность вычислить теоретически диаметр капиллярных ходов наших почв, при условии допущения, что этим ходы беспрерывно связаны в виде капиллярных трубок.

Так, если диаметру трубки D соответств. поднятие h

а « « D_1 « « h_1

то на основании физического закона, что «высота поднятия обратно пропорциональна квадрату диаметра трубки», зависимость между этими величинами может быть выражена пропорцией:

$$h_1 : h = D^2 : D_1^2$$

откуда

$$D_1 = \sqrt{D^2 \frac{h}{h_1}}$$

Так как при под'еме воды в трубке при h=1.00 м. и D=0,03, то при h_1=0,76 величина диаметра почвенных капиллярных ходов будет

$$D = \sqrt{\frac{0,0009}{0,76}} = 0,035 \text{ м/м.}$$

Когда капиллярное поднятие прекратилось, то из монолита через просвет в цилиндре было взято 20 проб для определения влажности почвы на разных глубинах. Результаты сведены в таблице 15. Из таблицы можно видеть, что иссушенная почва в естественном состоянии имела наибольший запас влаги в горизонте B на глубине 0,35 мтр. от поверхности.

От этого пункта влажность убывает кверху от испарения и книзу от фильтрации. При подаче (грунтовых) капиллярных вод с глубины 1 мтр. запас влаги размещается с постепенным убыванием кверху.

Таблица 11.

Горизонт	Глубина пробы	Слой	Влажность по отношению к абсолютно-сухой почве		Примечание
			До капиллярного насыщения	После капиллярного насыщения	
A	5	0—10	5,6	5,5	
	15	10—20	7,4	7,5	
B	25	20—30	8,3	17,6	
	35	30—40	9,1	21,5	
	45	40—50	9,5	21,4	
	55	50—60	8,1	22,3	
	65	60—70	8,1	26,1	
C	75	70—80	7,7	27,6	
	85	80—90	5,8	30,8	
	95	90—100	5,0	28,7	

Следует заметить, что наличие крупных пор, создающих четочные капиллярные ходы, не дает полного насыщения монолита капиллярным поднятием. И потому, как это будет видно дальше, данные этой таблицы не могут служить для определения капиллярной влагоемкости почвы.

Капиллярная влагоемкость определялась опытным путем.

1-й опыт был произведен по Сибирцеву.

Возле разреза № 3 было взято 10 проб почвы по две из глубин 10, 30, 50, 70 и 90 см. Предполагается, что эти пробы характеризуют слои 0—20, 20—40; 40—60, 60—80, 80—100 см., при чем из одной серии определен вес абсолютно сухой почвы, а из другой вес воды, потребной для полного насыщения почвы.

Пробы почвы, взятые на одной глубине, были приведены перед началом опыта к одному весу. Пробы второй серии были насыщены водой до кашицеобразного состояния и затем помещались на воронку с фильтром. Избыток воды уходил через фильтр, а удержанная почвой вода определялась из разности весов абсолютно-сухой почвы (1-я серия) и насыщенной до полной влагоемкости (2-я серия).

Цифровой материал приведен в нижеследующей таблице:

Таблица 12.

Горизонты	Глубина пробы	Слой	Вес почвы		Вес поглощенной влаги	Влагоемкость
			Насыщен. влагой	Абсолютно сухой		
A	10	0—20	29,66	21,11	8,55	40,5
B	30	20—40	26,12	18,15	7,97	43,9
	50	40—60	25,40	18,43	6,97	37,8
C	70	60—80	24,80	18,21	6,59	36,2
	90	80—100	27,59	21,32	6,27	29,4
			Итого средняя для слоя 1,00 мтр. =			37,6
			» » 0,80 » =			39,6

Следует отметить, что в данном случае определена капиллярная влагоемкость лабораторно подготовленного образца почвы, каковой она почти никогда не бывает в естественном залегании. В натуре степные почвы изобилуют крупными ходами и порами, которые уменьшают количество мелких капилляров. Очевидно, что капиллярная влагоемкость этих почв в естественном залегании должна быть ниже указанной в таблице.

Более точное определение капиллярной влагоемкости мною было произведено из монолита, по которому определялась скважность почвы, результаты приведены в таблице 13.

Таблица 13.

Название измеренных величин	Количество
Вес пустого цилиндра с обвязками . . . . . кгр.	2,87
» того же цилиндра с монолитом почвы . . . . . »	29,83
» почвы в монолите 29,83—2,87 . . . . . »	26,96
Влажность почвы в грунте по отношению к влажной почве % . . . . . %	6,9
Вес влаги в почве 6,9% × 26,96 . . . . . кгр.	1,86
» абсолютно-сухой почвы 26,96—1,86 . . . . . кгр.	25,10
» монолита через 12 часов после извлеч. из воды . . »	36,69
» то же через 48 часов . . . . . »	35,45
» капиллярной воды: 35,45—25,10—2,87 . . . . . »	7,48
Капиллярная влагоемкость: $100 \times \frac{7,48}{25,10}$	29,8

Нужно добавить, что после извлечения монолита из воды в нем была обнаружена осадка на 2,5 см. От этого безусловно повысилась и капиллярная влагоемкость, так как оседание грунта могло произойти только за счет сжатия пор от весового давления.

Полученная на основании этих данных капиллярная влагоемкость 29,8% является средней для метровой толщи.

Для выяснения, как распределилась влагоемкость послойно через каждые 10 см. мною за последним взвешиванием монолита из него было взято 20 проб на влажность (по 2 на каждые 10 см.) и результаты вычислений приведены в таблице 11.

Для определения капиллярной влагоемкости почв в естественном их залегании был заложен третий опыт—полевой. Две делянки площадью по 200 кв. мтр. были политы нормами, дающими по расчету избыточную влажность сверх капиллярной влагоемкости: им было дано по 2.906 куб. мтр. на гектар, что в сумме с имевшимся в почве запасом влаги—2.197 куб. мтр. на га—дало 5.103 куб. мтр. на га. Это количество воды в метровом слое почвы должно занимать более 50% об'ема, т. е. что этого количества было-бы вполне достаточно для насыщения метрового слоя почвы до полной влагоемкости и более чем достаточно—для полного капиллярного насыщения. Между тем, влажность определенная через сутки, оказалась равной (для слоя 0,80 см. = 28,8%, см. табл. 14).

Эти данные очень близки к данным предыдущей таблицы, полученным из монолита, и, надо полагать, более точно определяют капиллярную или предельную полевую влагоемкость исследуемого слоя почвы и указывают, что 24 часа достаточно для стока свободно-порозной воды, так как дают те же результаты, что и через 48 часов.

Таблица 14.

Горизонт	Глубина пробы	Слой	Вес почвы		Вес влаги, насыщающей почву	Капиллярная влагоемкость
			Насыщен. влагой	Абсолют. сухой		
A	5	0—10	30,64 27,34	22,90 21,35	7,65 5,99	30,4
	15	10—20	24,50 28,87	19,87 24,15	4,63 4,72	21,4
B	25	20—30	23,41 20,67	18,70 16,74	4,71 3,93	24,4
	35	30—40	24,40 22,23	19,41 17,73	4,99 4,50	25,5
	45	40—50	23,70 26,47	17,80 20,66	5,90 5,81	30,8
	55	50—60	27,90 25,72	20,96 19,65	6,94 6,07	32,0
	65	60—70	29,55 27,10	21,54 20,18	8,01 6,92	35,7
C	75	70—80	22,89 25,54	17,10 19,34	5,79 6,20	33,0
	85	80—90	25,22 28,31	19,52 20,77	6,70 7,54	34,9
	95	90—100	25,92 25,27	19,77 19,47	6,15 5,82	30,4
Средняя для слоя 1 мтр. =						29,8
« » 0,80 =						27,8

Таблица 15.

Горизонт	Глубина	Слой	Вес почвы		Вес поглощенн. влаги	Капиллярная влагоемкость
			Насыщен. влагой	Абсолют. сухой		
A	10	0—20	25,45 22,74	19,86 17,90	5,59 4,87	27,8
B	30	20—40	29,07 23,44	23,04 19,03	6,03 5,41	27,2
	50	40—60	22,05 24,63	17,04 19,22	5,01 5,74	29,4
C	70	60—80	16,48 25,01	12,63 19,07	3,85 5,94	30,7
Средняя для слоя h = 0,80 мтр. = 28,8						

Заметим, что изменение капиллярной влагоемкости в зависимости от кажущегося удельного веса происходит следующим образом: одна и та же почва с увеличением плотности повышает свою капиллярную влагоемкость до тех пор, пока она не достигнет своего максимального предела. Этот предел—есть полная влагоемкость почвы, и наступит он тогда, когда почва от уплотнения лишится всех крупных пор, а будет иметь лишь капиллярные ходы. С этого момента дальнейшее уплотнение почвы или увеличение ее кажущегося удельного веса d_1 будет вызывать понижение капиллярной влагоемкости, т. к. она все время будет равна полной влагоемкости, а эта последняя, как мы видели из анализа формулы ее $\left(r_n = 100\frac{d-d_1}{d\ d_1}\right)$ с увеличением кажущегося удельного веса—уменьшается.

13. Гигроскопичность. Под гигроскопичностью разумеется способность почвы конденсировать парообразную атмосферную влагу. Опыт был поставлен в лабораторной обстановке 17 августа в разных пунктах на орошаемом клину. Было взято 24 пробы из пахотного слоя в 20 см. общей навеской в 850,88. Вся навеска почвы была рассыпана тонким слоем на лист бумаги, помещена в комнате для воздушного просушивания и ежедневно тщательно перемешивалась. Через 10 дней, т. е. 27 августа было начато взвешивание, которое производилось в 9 часов вечера, и вес сопоставлялся с данными относительной влажности за этот день. До 1-го сентября вес пробы уменьшался независимо от изменений влажности воздуха, а с 1-го сентября (т. е. на 15-й день) с повышением относительной влажности увеличивался и вес пробы. С этого момента он дает колебания на повышение и понижение в зависимости от соответствующих изменений влажности воздуха. Это обстоятельство дает основание считать вес пробы 1-го сентября—748,08 гр.—весом воздушно-сухой почвы. Ежедневное взвешивание производилось в течение целого месяца, т. е. по 1-ое октября. Затем проба была высушена в термостате при 100—105° С до постоянного веса 720,80 гр., каковой и является весом абсолютно-сухой почвы. Потеря веса от высушивания—есть вес гигроскопической воды.

Выражая гигроскопичность как % веса гигроскопической воды от веса абсолютно-сухой почвы, получим:

$$\alpha = 100\frac{B_c - A_c}{A_c}$$

или $= 100\left(\frac{B_c}{A_c} - 1\right)\%$

где α—гигроскопичность почвы; A_c—вес абсолютно-сухой почвы; B_c—вес воздушно-сухой почвы.

В этой формуле A_c—величина постоянная для данного образца почвы, а B_c—изменяющаяся с изменением относительной влажности воздуха, как это показали наблюдения. Результат этих наблюдений изложен в таблице 16 и изображен на диаграмме, рис. 4.

Рис. 4.

Таблица 16.

Дата	Вес почвы		Вес гигроскопич. воды	% гигроскопичн.	% относ. влажнос.	Дата	Вес почвы		Вес гигроскопич. воды	% гигроскопичн.	% относ. влажности
	Воздушно сухой	Абсолютно сухой					Воздушно сухой	Абсолютно сухой			
17/VIII	850,88					14/IX	749,09	720,80	28,29	3,93	88
						15 »	748,29	»	27,49	3,81	79
29 »	759,55					16 »	748,37	»	27,57	3,82	77
30 »	751,05					17 »	747,78	»	26,98	3,74	64
31 »	748,80	720,80	28,00	3,88	63	18 »	748,01	»	27,21	3,77	70
1/IX	748,08	»	27,28	3,78	72	19 »	748,43	»	27,63	3,83	81
2 »	747,86	»	27,06	3,76	70	20 »	748,22	»	27,42	3,80	71
3 »	748,44	»	27,64	3,83	79	21 »	748,29	»	27,49	3,81	76
4 »	748,22	»	27,42	3,80	76	22 »	747,86	»	27,06	3,76	66
5 »	748,52	»	27,72	3,84	72	23 »	747,99	»	27,19	3,77	69
6 »	749,32	»	28,52	3,95	89	24 »	747,22	»	26,62	3,10	63
7 »	748,73	»	27,93	3,87	82	25 »	747,93	»	27,13	3,76	66
8 »	748,01	»	27,21	3,77	78	26 »	748,95	»	28,15	3,91	83
9 »	748,21	»	27,41	3,80	80	27 »	749,09	»	28,29	3,93	87
10 »	748,02	»	27,22	3,77	73	28 »	749,16	»	28,36	3,94	89
11 »	747,86	»	27,06	3,76	73	29 »	748,06	»	27,26	3,78	74
12 »	749,79	»	28,99	4,02	90	30 »	748,29	»	27,49	3,81	78
13 »	748,67	»	27,87	3,87	80	Среднее				3,82	76

Таким образом, средняя гигроскопичность исследуемых почв (верхнего 20 см. слоя) при средней относительной влажности в 76% выражается в 3,82%.

Но приведенная мной гигроскопичность является не полной. Полная или максимальная гигроскопичность получилась бы при насыщении окружающей почву атмосферы парами воды, т. е. при состоянии относительной влажности воздуха, окружающего почву—в 100%. В наших условиях опыта такого случая не было. Создать же искусственно такую обстановку было невозможно за отсутствием приборов и реактивов.

Полную гигроскопичность исследуемой почвы предположительно можно считать около 5%.

14. Критическая влажность. Необходимая для развития растений влажность почвы должна иметь свои пределы как минимальный, так и максимальный.

В условиях Моздокской степи предел максимальной влажности никогда естественно в почве не возникает и поэтому изучение его не имеет существенного смысла. Что же касается минимальной влажности почвы, потребной для развития растений, то она безусловно подлежит

определению, так как по климатическим условиям район Моздокских степей часто подвергается засухам.

Наименьшая критическая влажность почвы или «граница увядания» по американским данным соответствует полуторной гигроскопичности.

При определении гигроскопичности почвы в наших условиях было указано, что полная гигроскопичность (при 100% относительной влажности) предположительно может быть очень близка к 5%. Таким образом, критическая минимальная влажность для наших почв должна выражаться $(5 \times 1^1/_2) = 7{,}5\%$ или 8%.

Для определения критической минимальной влажности почв участка был поставлен опыт, который заключался в следующем:

На делянке, засеянной овсом, при выходе его в трубку было взято два монолита на глубину до 50 см. с сохранением растительного слоя. Глубина взятия монолита определялась глубиной распространения корней. Эти монолиты были поставлены под навесом для предохранения от увлажнения осадками. Так как монолиты были закрыты со всех сторон, кроме поверхности, то расход влаги совершался равномерно через поверхность почвы и через растения. Первое время растения чувствовали себя так же хорошо, как и в естественном грунте. Но, затем, начали подсыхать сначала кончики листьев, а затем листья начали желтеть. Стебли же все время оставались зелеными.

Наконец, стебли изогнулись, завяли и начали засыхать. В этот момент ящики были разбиты и из монолитов были взяты пробы на влажность, которая была определена и показала ту влажность, при которой начинается умирание. Независимо от сего в поле были взяты пробы с тех же глубин на всходах проса, которое от недостатка влаги засохло и совершенно не дало урожая.

Данные этих определений привожу в таблице 17.

Таблица 17.

Скважина	Название культуры и условия опыта	Горизонт	Слой	Влажность почвы: По отношен. к сухой почве	Влажность почвы: По отношен. к сырой почве
1	Овес в монолите	A	0—10	9,5	8,7
			10—20	8,3	7,7
		B	20—30	9,4	8,6
			30—50	8,4	7,8
		Среднее	0—50	8,9	8,2
2	» »		0—10	6,6	6,2
			10—20	8,5	7,8
			20—30	7,2	6,9
			30—50	7,3	6,8
		Среднее	0—50	7,4	6,9
	Среднее 2-х образцов			8,15	7,5

Скважина	Название культуры и условия опыта	Горизонт	Слой	Влажность почвы	
				По отношен. к сухой почве	По отношен. к сырой почве
3	Просо на делянке в поле	A	0—10	7,3	6,8
			10—20	6,8	6,3
		B	20—30	7,5	6,9
			30—50	6,2	5,9
		Среднее	0—50	6,9	6,5
		A	0—10	8,6	7,9
			10—20	7,2	6,7
		B	20—30	7,2	6,7
			30—50	7,5	6,7
		Среднее	0—50	7,6	7,0
	Среднее 2-х образцов			7,25	6,75

В этой таблице приведены данные влажности, вычисленной по отношению и к влажной почве.

Обычно оценка влажности разумеется по отношению к сухой почве. Но так как имеющиеся в литературе таблицы определения об'емных запасов почвенной влаги составлены по данным влажности, вычисленной к влажной почве, то зачастую вычисления влажности ограничивают этим последним значением.

Но имея данные влажности, вычисленной по отношению к влажной почве, можно по ним определять значения по отношению к сухой почве и наоборот.

15. Испарение. Попытки выразить испарение эмпирическими формулами не дают удовлетворительных результатов. Эти формулы построены на зависимости метеорологических элементов и совершенно игнорируют свойства испаряющего тела. На испарение воды почвой большое влияние оказывают: цвет почвы, плотность верхнего горизонта, капиллярность, соотношение мертвого и подвижного запасов влаги, растительный покров и пр., и пр.

Не пытаясь точно определять зависимость испарения от указанных свойств почвы, я в своей работе имел целью выявить величину испарения в естественных залеганиях почв, свойства которых уже описаны. Для этого на одном из участков Моздокской Опытно-Мелиоративной станции был поставлен опыт 7/V по следующей схеме (см. рис. 5).

Три рядом расположенных полосы A, B и C перпендикулярными валиками были разбиты на 4 серии (делянок) по 200 мтр. (приблизительно), каждая.

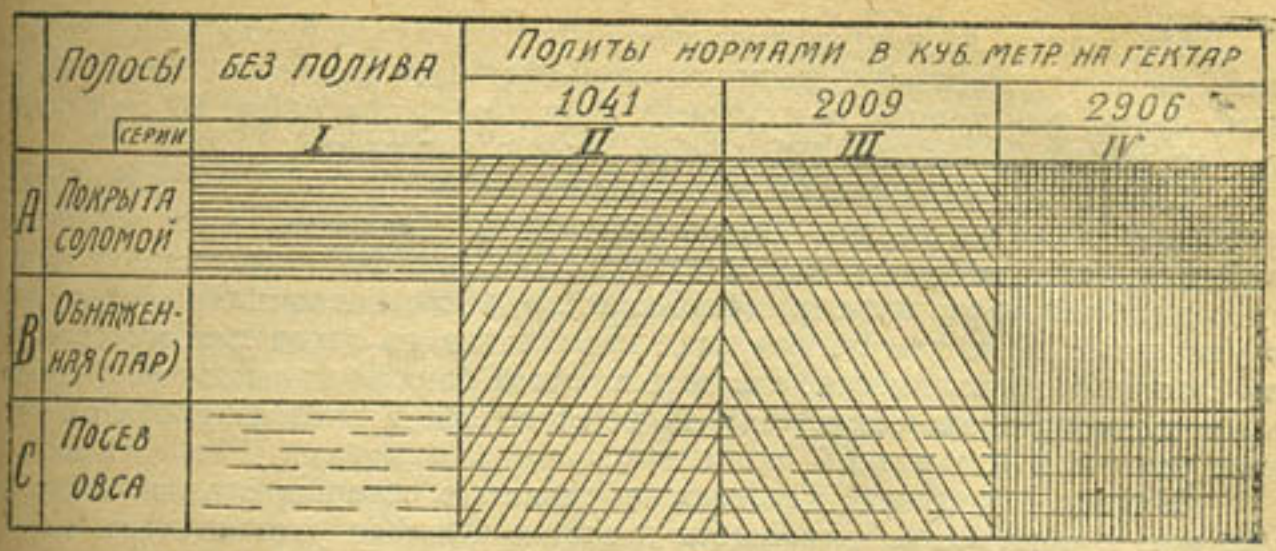

Рис. 5.

На каждой полосе

I серия без полива.
II с однократным поливом 1041 мтр.³/га.
III » » » 2009 » »
IV » » » 2906 » »

После полива полоса А на протяжении всех IV серий была покрыта соломой, полоса В—оставлена обнаженной в состоянии пара, а полоса С была посеяна овсом.

Начальный запас влаги был определен в 80 см-овой толще и выраженный миллиметровым слоем, на всех полосах оказался для

I серии по вычислению из влажн. 220 м/м —220 м/м.
II » » » » 220 + полив 104—324 »
III » » » » 220 + » 201—421 »
IV » » » » 220 + » 291—511 »

Опыт был закончен 31 августа и к этому времени запасы влаги на каждой полосе оказались существенно различными, но по сериям почти одинаковы.

Результаты определения запасов влаги в конце опыта привожу в таблице 18.

Таблица 18.

№№ серий	Начальный запас влаги в почве	Дано поливной воды	Исходный перед началом опыта запас влаги	Запас влаги в конце опыта		
				Полоса А покрытая соломой	Полоса В обнаженная (пар)	Полоса С посев овса
	м/м.					
I	220	—	— 220	188	170	130
II	220	+ 104	— 324	196	171	141
III	220	+ 201	— 421	190	166	130
IV	220	+ 291	— 511	206	176	130
	Средний по полосам			195	170	130

На полосе А, покрытой соломой, потери влаги имели место только вниз на просачивание и капиллярно-нисходящее движение. Таким образом, путем фильтрации в глубокие слои подпочвы (ниже 80 см.) почва теряет все запасы сверх 195 м/м за период вегетации.

Потери на фильтрацию совершаются не только из запасов свободно-порозной воды по закону гидростатического давления, но и по закону капиллярного распространения от пункта с большей влажностью к пункту с меньшей и от пункта с большим диаметром капилляров к пункту с меньшими. При чем потери эти происходят до определенного предела до статической влажности, соответствующей данному горизонту. Падение влажности от предельной полевой до статической совершается в различных условиях и с разной скоростью.

Наиболее медленно в наших условиях это совершалось на полосе А, так как в понижении влажности здесь принимает участие лишь просачивание, испарение же было устранено. На другой же день после полива, несмотря на большую разницу поливных норм на разных делянках, влажность на них устанавливалась почти одинаковой, близкой к 29%, т. е. почва через сутки после полива оставляет в активном горизонте влагу, соответствующую предельной полевой влагоемкости. Так, делянки по вышеуказанным сериям имели:

	1-я серия	2-я серия	3-я серия
Непосредственно после полива . .	324 м/м	421 м/м	511 м/м
На другой день после полива . .	267 »	289 »	291 »

Полоса В во все время с 7 мая по 31 августа, была открытой и поддерживалась в состоянии чистого пара. Она имела потери как на просачивание, так и на испарение. При чем, испарение в данном случае происходило через рыхлую поверхность почвы и поэтому было сведено к сравнительно малому значению.

Из таблицы видно, конечный запас влаги на этой полосе равен 170 м/м, т. е. он на (195—170)—25 м/м меньше, чем на полосе А.

Полоса В, как обнаженная, получила 252 м/м. осадков, выпадавших в различное время сравнительно невысокими нормами и которые не могли опуститься ниже активного горизонта, а следовательно, их целиком можно отнести к расходу на испарение. Тогда величина испарения за указанный период (115 дней) на пару фактически может быть выражена суммой 252+25=277 м/м, или по 2,4 м/м в день в среднем.

Полоса С была посеяна овсом и расходовала влагу на транспирацию, на питание растений, на испарение почвой и на просачивание.

Растительный покров весьма значительную долю осадков не допускал до поверхности почвы и тем самым определил их на испарение.

Овес был посеян поздно и во время вегетации не получил ни одного полива. Предпосевный же полив мог обеспечить такую влажность почвы, каковой она является в естественном состоянии (без полива) весной после обнажения из под снега (т. е. в нормальную пору посева овса). Поэтому, потерю влаги почвой на испарение по этой делянке можно считать соответствующей испарению почвой, занятой неорошаемой культурой или степной растительностью.

Из таблицы 18 видно, что к концу опыта запас влаги в почве по всем сериям полосы С выравнялся и приблизился к величине

130 м/м. Таким образом, расход на транспирацию, питание растений и испарение выразился в условиях 1927 г. с площади, занятой растительностью: 195—130+252—317 м/м за 115 дней, или 2,76 м/м в 1 день.

Саратовский климатолог Давид[1]) для Приволжских и Калмыцких степей определяет испарение почвой, покрытой растительностью, по формуле:

$$v=0,5\ n\ (E-e)\ м/м,$$

где v—средняя величина испарения за сутки в данный период,
E—средняя упругость паров, насыщающих пространство;
e—средняя упругость паров, не насыщающих пространства, или абсолютная влажность при той же температуре за тот же период;
n—число дней в данном периоде.

Применяя эту формулу к нашим условиям, имеем при средней суточной температуре 21,5°, абсолютную влажность e=13,66 м/м; относительную влажность R=71%.

Если абсолютная влажность воздуха 13,9 м/м составляет 71% полного насыщения, то полное насыщение составляет:

$$E=\frac{13,66.100}{71}=19,25\ м/м.$$

Подставим в формулу Давида соответствующие значения, получим

$$v=0,5\ n\ (E-e)$$

$$v=0,5\times115\ (19,25-13,67)=320.85\ м/м\ за\ период,$$

при v=0,5 (19,25—13,67=2,79 м/м в сутки).

Эта формула имеет небольшое отклонение от данных, полученных опытным путем 317 м/м и не превышает допустимую ошибку вычислений.

Вероятно, этой формулой Давида можно иногда пользоваться и в наших условиях.

Чтобы установить величину потерь влаги орошаемой почвой по декадам, мною велись наблюдения над влажностью почвы под разными орошаемыми культурами, в течение 3-х лет: за 1925—26 и 27 гг. Периоды между двумя определениями влажности не превышали 10 дней, а в некоторых случаях они сокращались до 7 и даже до 5 дней.

Так как абсолютная величина потерь влаги зависит в значительной степени и от величины наличной влажности почвы, то мною принимались для исследования делянки, дававшие наилучший урожай, т. е. предполагалось, что эти делянки имели условия, наиболее близкие к оптимальным.

Данные почвенной влажности перечислялись на об'емный запас воды в почве в куб. мтр. на га. Потери определялись из разности запасов влаги в начале и конце периода с учетом и влияния осадков.

Принимая запас влаги в почве на га в начале периода w_1 куб. м.
« « « « « в конце « w_2 «
осадки за период C «

Потери v_t за период t можно определить так:

$$v_t=w_1+C-w_2,$$

а потери в сутки за данный период

$$v=\frac{w_1+C-w_2}{t}$$

В смежных периодах, w_2 предыдущего составляло w_1 для последующего. В случае же поливов, w_2 для предполивного периода и w_1 послеполивного определялись отдельно.

[1]) Климат и хоз. возможности Калмыцкой области.

Полученные результаты были выровнены и приведены в таблице 19 и на диаграмме рис. 6.

Ежедневные потери влаги в куб. метрах под некоторыми поливными культурами в течение вегетационного периода по декадам.

(по данным за 3 года: 1925/26—26/27 и 27/28) *Таблица 19.*

Месяцы	Декады	Оз. пшеница		Овес		Кукуруза		Кенаф		Хлопок	
		Фазы	Потери	Фазы	Потери	Фазы	Потери	Фазы	Потери	Фазы	Потери
Апрель	I	Куш.	30	—	—	—	—	—	—	—	—
	II		35	Посев	—	Посев	—	—	—	—	—
	III		36	Всход	29	—	—	—	—	—	—
Май	I	Труб.	37	2 л.	32	Всход	24	—	—	Посев	—
	II		38	3 л.	37		25	Посев	—		20
	III		40	Кущен. труб.	40		28	Всходы	24	Всход	20
Июнь	I	Колош. Цвет.	50		45	Образ. прид. корк.	30	2 лист.	28		22
	II		41		48		35	3 «	32		25
	III		30	Колош. и цвет.	50		38		39		28
Июль	I	Уборка	28	Налив.	30	Образ. почат.	40		42		30
	II		—		28		44		48	Бутон.	38
	III		—	Уборка	23	Цвет.	50		56		40
Август	I		—		—		45		65		43
	II		—		—		38	Бут.	68	Цвет.	45
	III		—		—		36		78	Обр. кар.	48
Сентябрь	I		—		—	Уборка	20	Цвет.	82		45
	II		—		—		—	Убор.	60		43
	III	Посев	—		—		—		30		34
Октябрь	I	Всход	20		—		—		—	Уборка	20
	II	2 л.	23		—		—		—		—
	III	3 л.	21		—		—		—		—
Итого за вегетац. год			4490		3620		4530		6520		4910

Оп.-Исслед. Инстит. Библиотека Вод. Хозяйства

Из таблицы 19 видно, что в одну и ту же декаду различные культуры расходуют различное количество влаги. Это убеждает нас, что потери влаги из почвы зависят не только от метеорологических условий, но и от свойств культуры. При чем заметно, что с увеличением общей испаряющей поверхности вегетативных органов увеличиваются и потери. Почти у всех культур это увеличение достигает максимума при цветении и затем круто падает.

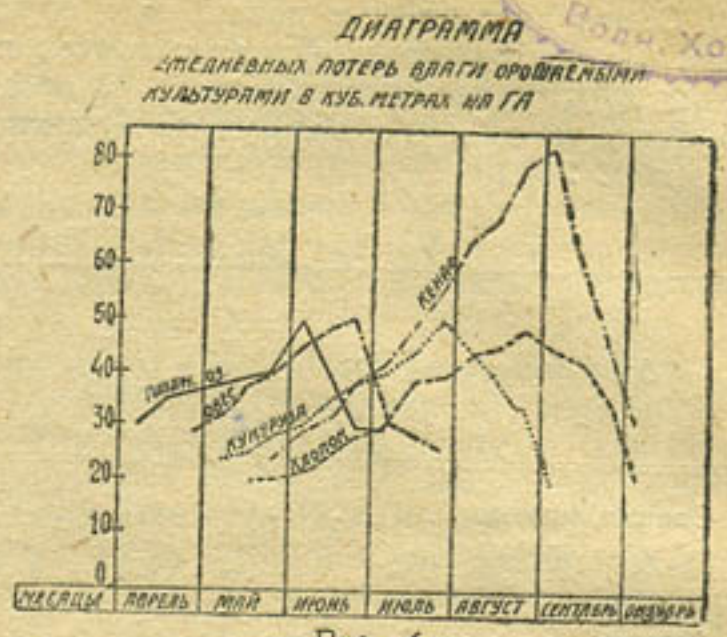

Рис. 6.

16. Практическое значение изучения водных свойств почвы.

Полученные количественные значения водных свойств почвы и климата для средней террасы Моздокских степей дают возможность сделать некоторые выводы, имеющие практическое значение.

1. Климатическая характеристика района, определяющаяся недостаточной суммой осадков и усиленным испарением в летний период, свидетельствует о том, что устойчивость и интенсификация сельского хозяйства возможны лишь при искусственном орошении.

2. Предельная минимальная влажность или установленный опытом коэффициент умирания (для овса 8,15 и для проса 7,25) указывает на то, что влажность почвы под местными зерновыми культурами нельзя опускать до 8%.

3. Излишнее увлажнение почвы путем искусственного орошения а) уплотняет ее, в) уменьшает количество воздушных пор и тем лишает почву ценной аэрации, с) вызывает ненужные излишние расходы на оплату труда и воды, а поэтому необходимо избегать переувлажнения. Проф. Костяков считает необходимым иметь запас воздуха в пашне 20% от полной скважности. Проф. Крюгер удовлетворяется 15-ю %-ами.

Максимальный предел влажности при поливах проф. Костяков определяет не свыше 90% от полной влагоемкости данной почвы. Имея в виду почвы 2-й группы табл. 5, скваж. 3 и табл. 6, группа 2-я, для которых в слое 0,80 мтр.

Средний кажущ. удел. вес $d_1 = 1,27$;

Общая порозность (скважность) $A = 48,2$;

Полная влагоемкость $\frac{A}{d_1} = \frac{48,2}{1,27} = 37,9$

Можно определить предел максимальной влажности непосредственно после полива

$$r_{max} \frac{37,9}{100} \times 90 = 34,1.$$

Достичь такого высокого процента влажности почв в наших условиях никогда не удастся, в виду сильной фильтрации и большой глубины залегания грунтовых вод, а потому опасаться снижения урожая от переувлажнения не приходится. Максимальный предел влажности почвы в наших условиях определяется предельной полевой влагоемкостью почв. Эта величина установлена опытом с разными нормами полива по § 15 и на поливных почвах близка к 29%.

Свеже распаханные почвы при определении их влажности до и после полива показали, что этот предел полевой влажности не превосходит 23% в верхнем горизонте. В среднем же она даже ниже этого. Это видно из таблиц влажности почв, приложенных к отчету за 1925—26 г. (см. табл. 20).

Таблица 20.

Название культуры	Время полива	Поливная норма	Средняя влажность почвы	
			До полива	После полива
Озимая пшеница	6/X	1000	6,4	20,4
	9 V	1212	13,5	20,5
Ячмень	»	1296	12,5	19,6
Рожь	»	1243	12,6	20,6
	»	1185	12,8	20,9
Яров. пшеница	8/VI	568	11,1	20,7
	»	1074	11,1	20,7
	»	1538	11,1	21,3
Овес	3/VI	500	13,6	19,3
	»	1000	13,6	19,9
	»	1500	13,6	21,2
Картофель	29/IV	500	15,4	19,3
	»	1000	15,4	20,0
	»	1500	15,4	19,2
Кенаф при 13 поливах . .	15/V	750	16,2	18,4
	27/V	»	16,1	19,9
	7/VI	»	16,6	19,9
	18/VI	»	18,8	21,3
	29/VI	»	15,1	19,8
	10/VII	»	14,3	19,5
	21/VII	»	16,2	19,0
	31/VII	»	18,2	15,7
	12/VIII	»	15,7	17,8
	24/VIII	»	16,9	20,0
	4/IX	»	17,0	19,7
	14/IX	»	17,5	19,3
	25/IX	»	17,4	18,1

Несмотря на различную величину поливных норм для разных серий культур яровой пшеницы, овса и картофеля, влажность после полива у них оказалась почти одинаковой—19—20%. У озимой пшеницы одинаковой поливной нормой были даны разные дополнения почвенной влажности, которая приняла после полива одинаковые значения 20,5—20,4%.

При таких условиях поливная норма должна рассчитываться на дополнения почвенной влажности не свыше, как до 20 — 23%, полагая, что избыток влаги против расчетного не увеличит влажность почвы сверх указанного предела.

Водно-активным горизонтом почвы может считаться корнеобитаемый слой, допускающий свободное передвижение капиллярной влажности от пунктов большего насыщения к пунктам меньшего насыщения, от пунктов с большим диаметром капилляров к пунктам с меньшими диаметрами. Для наших почв можно признать, что водно-активный горизонт почвы простирается на глубину до 80 см., при чем для различных культур глубина его будет различна, в зависимости от глубины распространения корневой системы.

Оптимальное значение влажности почвы, принимавшееся до сих пор в 60% от полной влагоемкости, следует отвергнуть. Необходимо искать не оптимальную влажность данной почвы, а оптимальную влажность, потребную данной культуре (r). Различные культуры для наиболее благоприятного своего развития пред'являют совершенно различные требования к воде. Так, если ковыль и полынь легко выживают и хорошо себя чувствуют при 8% влажности степных почв, то для проса и подсолнуха требуется 14—15%, а для риса, камыша, осоки и мха даже насыщение до полной влагоемкости. В связи с этим и оптимальный физиологический гидромодуль или необходимое потребление воды каждой культурой будет различно, при чем шкала оптимальных влажностей для всяких культур расположится в пределах от молекулярной до полной влагоемкости.

Различные культуры имеют различную скорость транспирации, а потому будучи, поставлены одновремен но в самые благоприятные водные условия, разновременно почувствуют угнетение: одни из них быстрее израсходуют свою влагу и потребуют ее дополнения, другие позже. Кроме того, пределы оптимальной влажности (r_0) в почве для каждой культуры различны, для одних они очень сужены (огородные), для других имеют значительно большее значение (колосовые). Отсюда вытекает, что правильное снабжение растений водой может быть регулируемо только искусственно, т. е. путем орошения, полива.

В таком случае величина транспирации с испарением (v) и предел оптимальных влажностей (r_0) определяют межполивные периоды (t).

При правильном орошении нормы полива будут различны. Они зависят от свойств климата, почвы и от свойств растения.

Климат влияет на баланс почвенной влаги путем внесения в почву влаги в виде осадков (C) и путем удаления ее из почвы в виде транспирации и испарения (v) и таким образом влияет на величину межполивного периода и поливной нормы.

Почва оказывает влияние свойствами скважности, отраженной через кажующийся удельный вес (d_1) а также и наличным состоянием влажности (r_c).

Растение влияет на величину поливных вод своим оптимумом потребной влажности (r_0), глубиной корнеобитаемого (и значит увлажняемого) горизонта (H).

Следовательно, формула, определяющая величину поливной нормы—m_1, должна включать в себе значения всех приведенных факторов.

$$m_1 = Hrd_1\omega$$

где H—увлажняемый слой в метрах; r—дополняемая влажность в %, d_1—кажущийся удельный вес; ω—поливная площадь в кв. мт.

В этой формуле дополняемая влажность определяется из разности оптимальной влажности для данной культуры—r_0 и существующей в почвах во время полива r_n, т. е.

$$r = r_0 - r_n$$

Если поливную площадь принять в 1 га, то ω=10.000 и тогда формула поливной нормы может быть приведена в таком виде:

$$m_1 = 10.000\,H\left(\frac{r_0 - r_n}{100}\right) d_1;$$

$$m_1 = 100\,H\,(r_0 - r_n)\,d_1.$$

Такой поливной нормой влажность почвы непосредственно после полива может быть приведена к оптимальному значению для данной культуры и на всем протяжении периода до следующего полива или до конца вегетации (если полива не последует) эта влажность будет опускаться и иметь значения ниже оптимального, так как в этом районе в летнее время потери влаги почвой превосходят накопления ее. Эти потери выражаются величиной—«а», которая представляет собой алгебраическую сумму потерь на транспирацию испарения и фильтрацию «v» с компенсацией части их осадками «С», т. е.

$$a = v - C.$$

Чтобы влажность почвы за межполивной период не имела больших отклонений от оптимальной, необходимо поливную норму увеличить на $^1/_2$ а, тогда в начале периода почва будет иметь избыток влаги $^1/_2$ а, а в конце недостаток $^1/_2$ а.

Если принять, что ежедневные потери влаги выражаются величиной E, то v=Et, где t—число дней и $^1/_2\,a = \frac{Et - C}{2}$.

Внося эту поправку в формулу поливной нормы, последняя получит такой вид:

$$m = 100\,H\,(r_0 - r_n)\,d_1 + \frac{Et - C}{2}.$$

Оптимальная влажность колосовых культур, как установлено многими лабораторными опытами, составляет 40—60% от полной влагоемкости. При влагоемкости наших почв около 39—41%, оптимальная влажность будет иметь 20% от веса сухой почвы (беру средние).

Сильная фильтрационная способность не позволяет более или менее значительно поднять влажность этих почв и создать в них допустимый избыток для более длительного периода расходования (см. табл. 20), а потому весьма целесообразным является применение частых поливов небольшими нормами, с допущением колебания почвенной влажности от 40 до 60% полной влагоемкости, т. е. от 16 до 24% от веса абсолютно сухой почвы.

Так как весной почвы имеют насыщения влажностью почти до оптимальных размеров, то следует признать, что культуры весеннего сева в предпосевном поливе не нуждаются. Первый срок полива их должен быть установлен в зависимости от времени иссушения почвы. Это время может быть определено по данным примерной таблицы 21 потерь влаги. Что же касается озимых, то первый полив их безусловно должен быть предпосевным.

Водные свойства почвы Моздокской опытно-мелиоративной станции.

Таблица 22

Группы	Название свойств.	Обозначения	Глубина горизонтов в сантиметрах					
			0—20	20—40	40—60	60—80	80-100	0—100
1.	Делянки, не получавшие орошения.							
	Истинный удельный вес . . .	d	2,40	2,45	2,47	2,56	2,62	2,50
	Кажущийся « «	d_1	1,17	1,19	1,24	1,29	1,36	1,25
	Общая скважность	A	51,3	51,5	49,8	49,6	48,1	50,0
	Полная влагоемкость	$r_{пол}$	43,6	43,0	40,2	38,3	35,2	40,0
	Количество воды, потребное для повышения влажности на 1% в слое от поверхности почвы до дна данного горизонта, в куб. мт. на га. . .	m	23,4	47,2	72,0	97,8	125,0	125,0
2.	Делянки, получавшие двухкратный полив в течение 1 года.							
	Истинный удельный вес . . .	d	2,40	2,43	2,46	2,54	2,64	2,49
	Кажущийся « «	d_1	1,19	1,27	1,30	1,31	1,38	1,29
	Общая скважность	A	49,6	47,7	47,1	48,4	47,8	48,1
	Полная влагоемкость	$r_{пол}$	41,7	37,6	36,3	36,9	34,6	37,6
	Количество воды, потребное для повышения влажности на 1% в слое от поверхности почвы до дна данного горизонта, в куб. мт. на га. . .	m	23,8	49,2	75,2	101,4	129,0	129,0
3.	Делянки, получавшие усиленное орошение в течение 2-х лет.							
	Истинный удельный вес . . .	d	2,40	2,42	2,45	2,51	2,58	2,47
	Кажущийся « « . . .	d_1	1,34	1,34	1,34	1,37	1,42	1,36
	Общая скважность	A	45,1	45,0	45,3	45,4	44,9	44,9
	Полная влагоемкость	$r_{пол}$	33,6	33,6	33,8	33,1	31,7	33,0
	Количество воды, потребное для повышения влажности на 1% в слое от поверхности почвы до дна данного горизонта, в куб. мт. на га. . .	m	26,8	53,6	80,4	107,8	136,2	136,0

Многократное определение почвенной влажности по парам к моменту посева дает величину от 8 до 10%, в зависимости от осадков.

Так как предпосевный полив озимых должен обеспечить влагой почву до мертвого периода (до морозов) или до фазы кущения культуры, то нет нужды увлажнять слой почвы глубже распространения корневой системы за осенний период, каковое по Прянишникову доходит до 50 снт.

При среднем кажущемся удельном весе этого слоя почвы в 1,25 поливная норма будет

$$m_1 = 100 \times 0{,}5 \times 1{,}20 \times 10 = 600.$$

Понятно, что эта поливная норма должна быть еще увеличена на половину потерь за межполивной период. (Половина а).

По такому расчету мною определены примерные поливные нормы некоторых культур. Расчет этих норм приведен в таблице 21. Эта таблица является лишь ориентировочной, так как при поливе кажущийся удельный вес почвы из года в год изменяется. Предполивная

Примерные поливные нормы

Название культур	Время полива		Увлажняемый слой	Кажущийся удельный вес	Влажность почвы		
	Дата	Фаза			Оптимальная	Существующая	Доп[illegible]
			H	d_1	r_o	$r_п$	$r=r_o-$
Озимые (Пшеница).	15/30/IX	Пред посев.	0,50	1,20	20	10	[illegible]
	15/30/IV	Трубка.	0,80	1,27	20	16	4
	20/V—10/4	Налив.	1,00	1,30	20	16	4
Яровые (Овес).	25/4—20/5	Кущение.	0,80	1,27	20	16	4
	1—15/6	Колошен.	1,00	1,30	20	16	4
Хлопок.	1—15/6	Пос. всх.	0,80	1,27	20	16	4
	1—15 8	» цвет.	1,00	1,30	20	16	4
Кукуруза.	1—15/6	» всх.	0,50	1,20	20	16	4
	15—30/VII	Пред цвет.	0,80	1,27	20	16	4

*) *Примечание:* Так как при осеннем поливе озимых источник орошения [illegible] 1500 куб. метр. на га. Это повышение хоть и не увеличит [illegible] глубокие горизонты с выносом туда и избыточных со[illegible] от возвращения этих солей в активный горизонт. А пот[illegible]

влажность принята средняя по многократным наблюдениям и может колебаться в зависимости от климатических изменений.

При личных моих наблюдениях над поливами в течение 4-хлетней работы, я заметил, что для более равномерного распределения воды по орошаемой делянке с наиболее распространенным уклоном до 0,0020 при поливе колосовых культур затоплением или напуском без стока, при впуске воды через одно отверстие наиболее удачны и экономичны сочетания размеров площадки 20×20=400 кв. мет. с поливным расходом 20 литр/сек.

При таких условиях поливной минимум близок к 700 кб. мт. (га), а при уплотнении почвы катком, этот минимум может быть опущен до 600 мт/га.

Для огородных культур при поливе их затоплением грядок размерами 1×5=5 кв. мт. или глубоких борозд размерами 10×0,5=5 кв. мт. током 3 литр/сек. этот минимум приближается к 360 куб. мт. на гектар. Таким образом следует принять возможный поливной минимум для колосовых культур 700 кб. м/га и для огородных 400 кб. м/га.

для некоторых культур.

Таблица 31.

Требуется об'ем воды до оптимального увлажнения в куб. метр.	Межполивной период в днях	Потеря воды почвой в кубических метрах		Сред. сум. осад. за межполив. период	Надбавка на потери	Поливная норма $m = 100Hd(r_o - r_n) + \frac{Et-C}{2}$	
		За сут.	За пер.				
$m_1 = 100\ Hdr$	t	E	Et	C	$\frac{Et-C}{2}$	Вычисленная	Округленная
600	30	21	640	240	200	800	800*)
406	35	36	1260	560	350	756	800
520	20	45	900	340	280	800	800
406	35	35	1225	570	330	736	750
520	35	40	1400	580	410	930	1000
406	60	28	1680	1010	335	735	750
520	30	36	1080	650	215	735	750
240	40	36	1440	760	340	580	600
406	30	44	1320	540	390	796	800

избыток водных запасов, то осенняя поливная норма может быть повышена до влажности активного слоя, но зато усилит фильтрацию избыточных вод в более Отсутствие более или менее ощутительного испарения в зимний период обеспечивает такое повышение осенних поливных норм может быть рекомендовано.

Н. М. Трофимов.

К вопросу о режиме грунтовых вод в Чарджуйском и Керкинском округах Туркменской ССР.

(Районы Эрсаринского и Бассага-Керкинского каналов).

Вводное замечание. Изложение в общем весьма краткое, ибо фактического материала, безусловно, недостаточно для сколько-нибудь всестороннего и в полной мере обоснованного заключения. Выводы следует рассматривать в значительной мере как предварительные, частично нуждающиеся в проверке, на основе анализа последующих данных, а частично—как выдвигаемые лишь в порядке постановки вопроса.

Мне кажется, что имеющиеся фактические данные вполне достаточны для того, чтобы подходить к вопросу о режиме грунтовых вод с изложенной точки зрения.

Полагаю, кроме того, что и своевременность освещения данного вопроса не может быть серьезно оспариваема, особенно, если подходить к задаче с меркой достаточно крупного масштаба.

Литературные сведения о грунтовых водах. По данным гидрогеолога А. И. Макерова, производившего в 1926 году исследования в Керкинском округе, грунтовые воды имеют движение от реки Аму-Дарьи к пескам со скоростью 4—5 метров в сутки.

Эта же цифра фигурирует и в записке к проекту переустройства в мелкой сети в районе командования распределителя первого порядка № 2 Бассага-Керкинского канала, составленной инженером В. В. Богатыревым[1]). Принимая для некоторых подсчетов скорость воды равной 5 метрам в сутки, названный автор полагает, что скорость эта «по всей вероятности преувеличена». Справедливость такого предположения ничем в записке не мотивирована.

В опубликованной в «Вестнике Ирригации» (№ 11-12 за 1928 г.) статье гидрогеолога Н. В. Назаревского, по району Пальварт-Чарджуй, не представляющему резких отличий от района Бассага-Керкинского канала, говорится, что «воды движутся по песчаным грунтам со скоростью, приблизительно, 4—5 метров в сутки». Поскольку мне известно, гидрогеолог Н. В. Назаревский скорость движения воды не измерял, а в несколько иной формулировке счел возможным принять для района Пальварт-Чарджуй скорости, определенные А. И. Макеровым. Означенную оговорку полагаю уместной, во избежание ложного впечатления, что

[1]) Имеется в Туркменводхозе.

результаты наблюдений обоих исследователей сходятся. Для некоторых подсчетов Н. В. Назаревский принимает скорость движения воды равной 4 метрам в сутки.

По мнению Н. В. Назаревского, в условиях обследованного им района имеет место следующее:

1. По мере удаления от р. Аму-Дарьи, в сторону барханных песков, грунтовые воды понижаются, приблизительно на 1 метр на каждые два километра.

2. Максимальный под'ем грунтовых вод можно установить в 1 метр.

3. Под'ем грунтовых вод в местах безарычных и неполивных, а также в полосе закрепленных песков—крайне незначителен.

4. Грунтовые воды поднимаются весною и летом в местах, близких к арыкам, наполненным водою, и в ближайшей полосе к р. Аму-Дарье, шириною в 0,3—0,5 километра.

5. Р. Аму-Дарья оказывает весьма малое влияние на колебание грунтовых вод на участках, расположенных далее 0,5 километра, и это колебание, во всяком случае, не превышает 10 сантиметров.

6. При скорости движения в 4 метра, вода может пройти от начала летнего паводка до конца вегетационного периода (октябрь) расстояние не более 0,3—0,5 километра от берега р. Аму-Дарьи.

7. Грунтовые воды в полосе, расположенной от р. Аму-Дарьи далее 0,5 километра, остаются на одной высоте до того момента, пока не действуют арыки.

В заключительной части своей статьи Н. В. Назаревский, говоря о будущем Эрсаринском канале, утверждает, что «вследствие сравнительно высокого стояния грунтовых вод, в особенности в вегетационный период, сам канал будет проявлять свойства дренирующего водоема», что «после переустройства ирригационной сети под'ем уровня грунтовых вод в вегетационный период будет *гораздо меньше*[1]) того под'ема, который наблюдается в настоящее время (один метр), и уменьшение поднятия уровня грунтовых вод можно считать в несколько десятков сантиметров».

Нельзя не отметить чрезвычайную важность такого заключения и его весьма благоприятный и оптимистический характер.

В упоминавшейся ранее записке к проекту переустройства мелкой сети говорится, что «после переустройства создаются условия для под'ема грунтовых вод более затруднительные, вследствие повсеместного снижения горизонта грунтовых вод и дренажа поливных вод каналами водосборной сети в средней зоне». И далее: «некоторое снижение горизонта грунтовых вод ожидать можно; величину этого снижения определить *весьма затруднительно*, но, принимая во внимание колоссальное количество движущейся грунтовой воды вдоль реки, снижение это при низких горизонтах в р. Аму-Дарье будет *незначительно*».

Остановлюсь теперь на опубликованной работе Ю. А. Скворцова[2])

По мнению названного автора, грунтовые воды играют исключительную роль в почвообразовательных процессах долины р. Аму-Дарьи.

«В долине р. Аму-Дарьи наблюдается сильное поднятие уровня грунтовых вод в зависимости от уровня воды в реке, при чем это изменение происходит в короткий промежуток времени.

Причину этого быстрого поднятия грунтовых вод в зависимости от поднятия уровня воды в реке, повидимому, нужно рассматривать, главным образом, не как поступление воды в берега реки, а как результат просачивания поливных вод... На это указывает прежде всего то обстоятельство, что грунтовые воды при равных прочих условиях наиболее

[1]) Курсив везде мой. Н. Т.

[2]) 4 вып. Изв. Инст. Почвов. и Геоботаники САГУ.

высоки в долине в тех районах, в которых под поливные поля отведен наибольший процент всех земель; хорошим примером такого района может служить Дейнаусский район...

В то время, как обычно на второй террасе используется под пашнею не свыше 60—70%, здесь % используемых земель для этой же части долины поднимается до 80—85%. Интенсивное орошение этого района, повидимому, является одной из причин высокого стояния в этом районе грунтовых вод в вегетационный период. В начале августа нам сплошь и рядом приходилось видеть (около аула Дейнау и аула Буюн-Узун) грунтовые воды, стоящими на поверхности культурных полей, а обычная их глубина залегания в момент обследования, для этой местности равнялась 50—60 см.».

Значение % использования земель с точки зрения режима грунтовых вод—общеизвестно, и я остановился на этом вопросе исключительно, имея в виду увеличение % использования земель после переустройства туземных систем на инженерные.

Это увеличение будет и по осуществленному Бассага-Керкинскому каналу и по предположенному к постройке каналу Эрсаринскому.

Кроме того, Ю. А. Скворцов отмечает три момента в режиме грунтовых вод:

1. Строгое следование уровня грунтовых вод за рельефом.

2 Грунтовые воды р. Аму-Дарьи часто находятся под сравнительно большим давлением.

3. Неподвижность грунтовых вод в горизонтальном направлении или, во всяком случае, их очень медленное движение.

Наличие давления наблюдалось Ю. А. Скворцовым в большинстве свеже вырытых разрезов. Грунтовые воды, появляясь на дне разреза, очень быстро начинают подниматься, при чем, обычно, бьют ключиками со дна или со стенок около дна.

Под'ем воды довольно быстрый; имеются наблюдения когда в течение 15—20 минут вода поднималась на 30—40 сант., а в некоторых случаях и больше.

Наличие таких явлений мне подтвердили в беседе инженеры Н. С. Богданов (Чарджуйский округ) и С. В. Савостьянов (Керкинский округ) и гидрогеолог Н. В. Назаревский (Чарджуйский округ).

Отмечаю большое значение описанных фактов для понимания гидрогеологии районов и, как будет выяснено ниже, для методики изучения режима горизонтов грунтовых вод.

Подтверждением слабого, а в иных случаях немыслимого прямого подтока воды от берега к колодцу, по мнению Ю. А. Скворцова, служит характер засоления грунтовой воды. Кроме того, оказывается, что под пустырями вода более минерализована, чем под поливающимися участками. Ю. А. Скворцов высказывает, между прочим, предположение, что поступление воды от реки вглубь страны осуществляется по принципу сообщающихся сосудов.

Определенного ответа на весь комплекс вопросов Ю. А. Скворцов не дает, полагая, что «режим грунтовых вод обуславливается причинами, нам пока что недостаточно ясными».

Таковы известные мне данные в основных частях.

Характеристика литературных данных и некоторые соображения о режиме грунтовых вод.

Из сопоставления изложенных выше мнений вытекает, что в вопросе о механизме движения воды от р. Аму-Дарьи нет определенного единства взглядов.

Мнение Ю. А. Скворцова, давшего, с моей точки зрения, наиболее углубленный и, вместе с тем, осторожный анализ фактов, стоит особняком и, по ряду моментов, заслу-

живает серьезного внимания, ибо позволяет внести известную долю ясности в гидрогеологические условия долины р. Аму-Дарьи.

Что можно сказать о скорости движения грунтовой воды?

Из имеющихся материалов не видно, каким методом определялась скорость движения воды и к какому напорному градиенту она относится. Напорный градиент, судя по имеющимся данным, может меняться в довольно широких пределах.

Мне кажется, что отрицать движение воды, направленное от р. Аму-Дарьи, невозможно, хотя бы исходя из наличия фильтрационных потерь в русле реки, признать каковые приходится в результате сравнения гидрометрических данных по Нукусу и Керкам[1]).

Из имеющихся данных, мне кажется, следует, что влияние Аму-Дарьи сказывается более, чем на 0,5 километра, вернее, что оно может быть ощутительней, чем полагает Н. В. Назаревский.

Отметим, что Н. В. Назаревский производил исследования лишь в зимние месяцы, между тем как выводы дает для годового цикла. Принимая, как уже упоминалось, скорость движения воды, определенную А. И. Макеровым, Н. В. Назаревский строит на этих цифрах ряд заключений, имеющих существенное значение для характеристики района. Эти заключения приходится считать не вытекающими из фактического материала, собранного Н. В. Назаревским. Просматривая приведенные выше семь пунктов Н. В. Назаревского, нельзя не отметить, что пятый и седьмой находятся в некотором противоречии друг другу.

Мне кажется, что весьма важное и оптимистическое утверждение Н. В. Назаревского, полагающего, что Эрсаринский канал в вегетационный период будет проявлять свойства дренирующего водоема, нуждается в существенной оговорке.

Н. В. Назаревский, повидимому, упустил из вида, что горизонт воды в Эрсаринском канале будет выше, чем в р. Аму-Дарье.

Эрсаринский и Бассага-Керкинский каналы, рассматриваемые как магистрали, расположенные в среднем параллельно р. Аму-Дарье, могут внести изменения в режим грунтовых вод культурной полосы и эти изменения могут оказаться отрицательного порядка.

Учитывая сопротивления движению воды из р. Аму-Дарьи, нельзя, мне кажется, не признать, что магистрали являются новым фактором в создании картины режима грунтовых вод культурной полосы, ибо могут играть роль барьера, преграждающего отток воды от р. Аму-Дарьи. Может оказаться, что в данном случае мы будем иметь дело с равнодействующей двух параллельных поверхностных потоков. Очевидно, что чем ближе будет проходить магистраль от р. Аму-Дарьи, тем тенденция к под'ему грунтовой воды, при всех прочих равных условиях, будет больше.

Аналогичную, но, повидимому, меньшую роль могут играть и распределители первого порядка.

Если согласиться с предположением Ю. А. Скворцова, что движение воды происходит по принципу сообщающихся сосудов, то и в этом случае роль магистралей может оказаться заметной и, конечно, отрицательной.

Постепенное уменьшение фильтрационных потерь с возрастом системы, которое может быть сведено к увеличению потери напора, будет ослаблять влияние магистралей на режим грунтовых вод, но в какой мере—сказать затруднительно, ибо нет соответствующего фактического материала.

---

[1]) См. работу В. В. Цинзерлинг.

Уменьшения гидромодуля на переустраиваемых системах, уменьшение фильтрационных потерь в каналах—факторы, благоприятные с точки зрения режима грунтовых вод, но, в данном случае, необходимо помнить, что коэффициент использования земель после переустройства системы увеличивается и что меняется %%-ный состав культур.

Необходимо также учесть, что при вытянутой форме переустраиваемых районов, вода магистралей, для большинства участков, считая от головного сооружения, является транзитной и, тем самым, ухудшает гидрогеологические условия, ибо некоторые участки культурной полосы будут находиться под действием масс воды больших, чем до переустройства туземной системы на инженерную.

При наличии двухстороннего питания из магистрали, что имеет место в проекте Эрсаринского канала, значение этого обстоятельства должно проявиться сильнее.

По совокупности изложенных соображений, полагаю весьма затруднительным согласиться с категорическим утверждением Н. В. Назаревского, что под'ем грунтовой воды в переустроенной системе будет гораздо меньше, чем до переустройства. Отмечу, кстати, что само расположение сети, предполагающей полный переход на самотечное орошение, может также способствовать большему, чем до переустройства, под'ему грунтовых вод.

Я склонен предполагать, находя подтверждение этому в некоторых фактах действительности, что при известных условиях под'ем грунтовых вод может оказаться больше, чем до переустройства.

Мне кажется, кроме того, что сооружение сбросной сети полностью не решает вопроса и что потребуется комплекс мероприятий по эксплоатации системы.

Я полагаю, что в большинстве случаев этот комплекс мероприятий явится достаточным оружием для регулирования режима грунтовых вод. Учитывая соображения экономические, можно дать более общую формулировку только что сказанного: *задача регулирования режима грунтовых вод технически разрешима в пределах определяемых экономической рентабельностью данного водохозяйственного мероприятия*. Эта формулировка предполагает, что вопросы эксплоатации находят достаточно ясное отражение в проекте переустройства системы.

Остановлюсь теперь на явлениях поднятия воды в свеже вырытых шурфах. Эти явления невольно заставляют вспомнить известные опыты Клибборна над просачиванием воды через песок, производившиеся в горизонтальной трубе, длиною около 36,5 метра, с внутренним диаметром около 0,6 метра, туго набитой песком.

Каждый заложенный шурф мы можем рассматривать, как пьезометр, соединенный с пространством, где движется грунтовая вода. Такая аналогия невольно напрашивается, если принять во внимание, что по определению Ю. А. Скворцова, «долина р. Аму-Дарьи во многих местах *прикрыта чехлом* ирригационно-культурных наносов».

Если строение шурфа позволяет говорить о наличии горизонтов незначительной водопроницаемости, или, вообще говоря, меньшей по сравнению с нижележащим горизонтом, то закладка шурфа может рассматриваться как вскрытие *чехла* (полное или частичное в данном месте), уменьшающее сопротивление движению воды находящейся под чехлом в условиях неполной потери напора. Наличие остаточного напора и вызывает неизбежное поднятие воды в свеже вырытом шурфе.

Просмотр описаний некоторых разрезов, приведенных в работе Ю. А. Скворцова, подтверждает указанную аналогию с опытами Клибборна. Так как, по мере удаления от р. Аму-Дарьи, потеря напора должна

увеличиваться, то при всех прочих равных условиях, поднятие воды в свеже вырытых шурфах должно уменьшаться по мере удаления от р. Аму-Дарьи, ибо уменьшается остаточный напор.

Какую форму имеют кривые равного пьезометрического давления—неизвестно, а поэтому не представляется возможным сказать что-либо о размере влияния глубины шурфа на величину пьезометрического напора.

Наличие напора можно связать и с поливными водами, просачивающимися в почву и сжимающими почвенный воздух, производящий давление на зеркало грунтовых вод. Это давление, повидимому, также служит, при известных условиях, причиной поднятия горизонта воды в шурфах. Несомненно, что это поднятие грунтовых вод менее длительно, чем первое. Полагаю, кроме того, что может иметь место и случай отрицательного давления, т.-е. когда вода в свеже вырытых шурфах будет опускаться. И, наконец, при известных условиях, не исключается возможность образования вторичного горизонта грунтовой воды, лежащего выше потока грунтовых вод, непосредственно связанных с р. Аму-Дарьей.

Из всего сказанного вытекает следующее общее заключение, относящееся к методике наблюдений за горизонтом грунтовых вод в условиях культурной полосы р. Аму-Дарьи: *наблюдения за горизонтом стояния грунтовых вод, производимые по шурфам, дают не совсем верное представление о зеркале грунтовых вод*, ибо, закладывая шурфы, мы нарушаем существующие условия движения воды и фиксируем или преувеличенные или преуменьшенные горизонты. Судя по данным Ю. А. Скворцова, ошибки в сторону преувеличения могут достигать 40 и более сант..

Это—такие цифры, пренебрегать коими совершенно невозможно. По существу говоря, мы фиксируем шурфами не положение грунтовых вод, не зеркало, а кривую пьезометрических уровней или поверхность, соответствующие определенным точкам профилей, при данной глубине шурфов.

Если изложенные выше данные Ю. А. Скворцова верны, то наблюдения за грунтовыми водами культурной полосы р. Аму-Дарьи, производимые по шурфам, требуют некоторой переоценки или, во всяком случае, обязательных оговорок, а сама задача изучения режима грунтовых вод несколько осложняется с методологической точки зрения. Мне кажется, что измерение пьезометрического напора на различных глубинах позволило бы внести ясность в общую картину гидрогеологических условий. В частности было бы желательно испытать в условиях долины пьезометр системы инженера А. Д. Брудастова.

На основе изложенных выше соображений, можно определенно считать, что общая картина режима грунтовых вод представляется достаточно сложной и не во всех частях ясной.

Можно считать бесспорным наличие движения от р. Аму-Дарьи в сторону песков и обратно и весь вопрос заключается в выяснении механизма этого движения.

Если принять за основу схему прямого оттока, то необходимо учесть различие в водопроницаемости чехла культурно-поливных наносов и горизонтов ниже лежащих, более водопроницаемых. Этот учет по существу и приводит к признанию схемы сообщающихся сосудов, о которой говорит предположительно Ю. А. Скворцов.

Можно считать несомненным, что годовой цикл движения воды складывается из ряда моментов фильтрации воды из р. Аму-Дарьи и поступления воды в реку из культурной полосы. Проект Эрсаринского канала и осуществленное уже переустройство туземных систем в районе

Бассага-Керкинского канала (еще не полностью) включают в себе ряд предпосылок, идущих, мне кажется, в разрез с гидрогеологическими условиями этих районов, имеющими место до переустройства. Эти предпосылки могут повлечь за собою некоторое ухудшение режима грунтовых вод. Количественную оценку значения этих предпосылок дать невозможно за отсутствием фактических данных по указанным выше двум проблемам.

С другой стороны, в проектных предположениях имеется ряд предпосылок благоприятного порядка, долженствующих улучшить существующее положение. Результативная картина—следствие взаимодействия всех факторов, и прогноз ее—ответственнейшая задача, требующая для своего разрешения, как и всякая задача, достаточного количества данных.

Ведь сущность дела заключается в правильном учете эффекта переустройства системы, разумея под этим сочетание природных факторов с мероприятиями мелиоративного и гидротехнического порядка. В противном случае мы встретимся с динамикой явлений, отличной от предположенной и, быть может, совершенно отрицательной по своему характеру.

Учитывая экономику, надо сказать, что недостаточное количество данных отразится и на реальной экономике водохозяйственного мероприятия, создавая ножницы между предположениями и реальной картиной. Я считаю, что вопрос о прогнозе гидрогеологических условий после переустройства как в районе Бассага-Керкинского канала, так и в районе канала Эрсаринского, не может считаться поставленным и разрешенным с достаточной ясностью и убедительностью, вследствие чего неизбежно возникает целый ряд вопросов, ответы на которые, как будто, начинает давать жизнь.

Мне приходилось беседовать по вопросу о переустройстве систем с местными работниками и, в частности, по вопросу о замене нескольких туземных голов на р. Аму-Дарье одной и эти беседы подтвердили справедливость изложенных выше соображений относительно поднятия грунтовых вод после переустройства.

Старший инженер Чарджуйского водного округа, Н. С. Богданов, приводил мне конкретные примеры переустройства систем в округе, выявившие картину заметного под'ема грунтовых вод. По словам инженера С. Р. Оффенгенден, работавшего в Керкинском водном округе, выходит, что опасения за под'ем грунтовых вод высказываются и отдельными дехканами, когда встает вопрос о замене нескольких голов одной и о создании общей магистрали, примерно, параллельной р. Аму-Дарье. Мне лично пришлось наблюдать в средних числах июля сего года поднятие грунтовых вод в районе Бассага—Керкинского канала (участок у 10-го распределителя первого порядка). Дорога в трех местах совершенно затоплена водою и на культурных площадях уровень воды почти на поверхности. Из бесед с местными работниками удалось выяснить, что такого сильного под'ема грунтовых вод в этом месте ранее не наблюдалось. Из этих же бесед удалось выяснить, что тенденция к более сильному под'ему грунтовых вод подмечена и в других местах района командования Бассага-Керкинского канала.

Я не склонен утверждать, что эти факты—несомненные доказательства значительного ухудшения положения в результате переустройства и допускаю, что в последних случаях могли сыграть роль недостатки водопользования текущего года, фактически наблюдавшиеся.

Я считаю, однако, что регистрация и анализ этих фактов необходимы и что подобные явления заслуживают пристального внимания, ибо на очереди стоят аналогичные проблемы, оцениваемые в десятках миллионов рублей.

Оп.-Исслед. Институт Водн. Хозяйства. БИБЛИОТЕКА

Заключение. Мне кажется, из всего сказанного можно сделать вывод о недостаточной изученности гидрогеологических условий левобережной части культурной полосы в пределах Чарджуйского и Керкинского округов, проистекающей от недооценки значимости гидрогеологии в общем решении проблем. Опыта эксплоатации систем, переустроенных на инженерные, на р. Аму-Дарье пока что не имеется, а тем более для систем, работающих с полной нагрузкой. Бассага-Керкинский канал—первый опыт инженерного строительства и при том еще незаконченного, и я бы сказал, не совсем уверенного. Этот опыт, мне кажется, должен быть подвергнут всестороннему изучению, в целях более целесообразного разрешения других проблем по переустройству и, в частности, проблемы Эрсаринской, Пальвартской и Эскинской. И не будет ли более целесообразным подходом к делу озаботиться накоплением фактов о действии уже осуществленной инженерной системы прежде, чем приступать к новым переустройствам туземных систем на инженерные?

Технические органы, рассматривавшие проектные предположения по р. Аму-Дарье, неоднократно склонялись к положительному ответу. Я полагаю, что это единственно правильный подход к делу. Форсирование темпа строительства, при наличии некоторых неясностей в вопросе о грунтовых водах, возможно лишь на основе признания предпосылки, что последующий комплекс эксплоатационных мероприятий явится достаточным для нужного регулирования режима грунтовых вод. Полагаю, что такой подход к делу может сказаться на точности экономических расчетов, разумея расхождение реальной экономики с предположенной в проекте. Нужно признать, что накопление фактов до сего времени происходило слабо, и даже в текущем году, по ряду причин, организовано не в достаточном об'еме. Имея в виду лишь вопрос о грунтовых водах, а вообще-то неясных много, я полагаю, что с 1929/30 года работа по изучению режима грунтовых вод должна быть развернута в широком масштабе. Перспективы строительства на р. Аму-Дарье, особо ответственная роль грунтовых вод в условиях культурной полосы—все это вполне оправдывает целесообразность широкой постановки вопроса, ибо в перспективе громадные затраты на строительство.

Ограничивать наблюдения только фиксацией горизонтов стояния воды в шурфах не приходится. Нужно, мне кажется, заняться и выяснением картины движ ния грунтовых вод, организовав наблюдения за режимом пьезометрических давлений в различных пунктах культурной полосы. Все это должно быть выявлено на фоне различий в почвенных условиях и поставлено в связь с работой оросительной сети и режимом р. Аму-Дарьи. Весьма вероятно, что некоторые явления целесообразно изучить на моделях, представив их в более простом виде, в целях изучения роли отдельных факторов. Только широкая постановка вопроса даст возможность получить ясные ответы и, следовательно, с полной уверенностью использовать их в практике новых проектировок и строительства, а также и эксплоатации.

Только широкая постановка вопроса позволит говорить о серьезном и устойчивом базисе, определяющем техническую целесообразность и экономическую рентабельность проектных предположений.

Я не причисляю себя к пессимистам, отрицающим целесообразность переустройств, аналогичных Бассага-Керкинскому или Эрсаринскому, а полагаю, что проектные предположения должны являться логическим следствием из анализа природных и экономических условий и учитывать опыт прошлого строительства как инженерного, так и туземного.

Я не причисляю себя и к пессимистам, склонным переоценивать значимость выявившихся неблагоприятных явлений в режиме грунтовых вод, а полагаю, что изучение их полезно как в целях устранения таких явлений, так и в целях будущей практики проектировочных и эксплоатационных работ на р. Аму-Дарье, в пределах левобережной части культурной полосы Керкинского и Чарджуйского округов.

Я готов согласиться с тем, что некоторые выводы следует рассматривать не только в порядке постановки вопроса, но и некоторого заострения его.

Последнее, мне кажется, своевременно.

В. И. Толстов.

Озеро Балхаш как водохранилище для орошения низовьев рек Чу и Сыр-Дарьи.[1])

В последние 2—3 года вопросу использования р. Или, этой, пожалуй, единственной из значительных водных артерий, менее всех других в Средней Азии использованной для орошения, уделяется особое внимание.

Вопросом использования реки Или занималась Илийская Изыскательная партия (19.2—19.6 г.). Работа этой партии распространялась не на всю Илийскую долину, а лишь на часть ее, а именно на левый берег Или от китайских пределов и до почтового тракта Алма-Ата—Семипалатинск.

Так как указанной партией было установлено, что, вследствие крайне незначительного уклона р. Или в русских пределах (0,0002—0,0003), вывести воду для целей орошения совершенно невозможно, то для разрешения этого вопроса изысканиями была захвачена и китайская часть р. Или. Изыскания установили, что канал из р. Или можно вывести лишь в китайских пределах (на ур. Картам), где уклон реки вполне достаточен ($i = 0,0012$) для вывода большого оросительного канала. Канал этот по ориентировочному подсчету мог бы дать прирост орошенных земель: самотечного орошения до 100.000 гект. в китайских и до 200 0.0 гект. в пределах СССР.

Для постройки этого канала требуется, однако, соглашение между правительствами Китая и СССР. Вопрос этот благодаря указанному обстоятельству, является пока что очень неопределенным, да вряд ли и будет приемлем по политическим соображениям. В самом деле иметь голову канала, орошающего на территории СССР до 200.000 гект. в чужих пределах, это значит при малейших политических осложнениях рисковать сразу же потерять не один десяток миллионов рублей денег, вложенных в посев указанной площади орошенных земель.

Со времени работ Илийской изыскательной партии прошло более 10 лет. Политические события, следовавшие одно за другим, сначала европейская война, а затем гражданская в СССР, заставили отложить временно разрешение многих хозяйственно-экономических вопросов, в том числе и разрешение Илийской проблемы.

И только в 1927 г. последний вопрос выплыл снова и важность разрешения его в связи с проведением Туркестано-Сибирской железной дороги приобретает совершенно исключительное значение.

По указанным выше обстоятельствам частичное разрешение вопросов использования реки Или началось, однако, не с восстановления работ бывшей Илийской изыскательской партии, а с изысканий в районе, лежащем вниз по р. Или по правому берегу ее (старое русло реки Или—Баканасы).

---

[1]) Печатается в дискуссионном порядке.

Из имеющихся материалов—донесение сотника Сазонтова Семиреченскому Областному Статистическому комитету, исследования профессора Сапожникова, экспедиция инж. Корнеева к озеру Балхаш, исследование проф. Берга и в последнее время исследование инженера Зацепина и Института почвоведения и геоботаники при САГУ, можно было заключить, что район в низовьях Илийской долины, расположенной между рек Или, Караталом и озером Балхаш, не является настолько безнадежным, как это показывалось на старых картах (сыпучие пески), а содержит огромные площади плодородных земель. Эти земли были когда то заселенными и орошенными, о чем свидетельствуют сохранившиеся развалины крепостей и городов. Частичное разрешение Илийской проблемы в этом районе не представляет столь больших трудностей, как в верхней части ее, т. к. в данном случае весь район Баканасов находится в пределах Союза и вывод воды для его орошения по особенностям правобережного рельефа в этот месте не является затруднительным.

Илийская обследовательская партия, работавшая в прошлом году и предполагающая работать в текущем году, значительно дополнит тот материал по освещению Илийской долины, в смысле выявления сельскохозяйственных возможностей на ее территории, каковой оставался от работ Илийской изыскательской партии (1912—1916 г.).

Было бы, однако, большой ошибкой утверждать, что работой указанных двух партий завершается обследование всех возможностей, которые тем или иным порядком связаны с указанной рекой и тем или иным порядком влияют в большей или меньшей степени на народно-хозяйственную жизнь нашего Союза вообще и Казакской республики, в частности. Мне бы хотелось указать еще на одну возможность, связанную с Илийской проблемой, на возможность, которая при условии благоприятных факторов может иметь огромное значение для Казакской ССР.

Казакстан с его огромной территорией обследован слишком мало. На этой территории имеется весьма значительное количество земель, которые или обследованы слишком поверхностно при случайных переездах, или необследованы совсем (белые пятна на картах). Таким мало обследованным местом по сути дела до последнего времени являются и Баканасы. Ведь, нельзя же признать злостного умысла в том, что на старых картах указанный район весь покрыт непроходимыми сыпучими песками. Это указывало лишь на то, что в этих местах не работала мысль обследователя. Таким же малообследованным местом является и водораздел между озером Балхаш и рекою Чу.

Сёмки Военно-топографического отдела здесь не было.

А между тем высотная сёмка этого района могла бы раз'яснить очень многое. Нам известно лишь, что горизонт озера Балхаш должен быть выше горизонта воды русла р. Чу у села Гуляевки не менее, чем на 45 мет. Предпосылки к этому следующие. Абсолютная отметка среднего горизонта воды у ст. Илийской равна кругло 207.00 саж. Поверхностный уклон реки в этом месте в среднем 0,0002. Если даже принять этот уклон на всем протяжении от ст. Илийской до оз. Балхаш (что невероятно, ибо уклон реки должен по природе вещей уменьшаться по направлению к устью), то мы при расстоянии от ст. Илийской до оз. Балхаш в 400 клм должны получить отметку горизонта воды в озере, равной в саженях

$$207 - \frac{400 \times 0{,}0002 \times 1000}{2{,}14} \cong 170 \text{ сажен.}$$

Если мы теперь обратим внимание на продольный профиль р. Чу[1]), то увидим, что в голове старого русла р. Чу у сел. Гуляевка, т.-е,

[1]) См. проект орошения долины р. Чу инж. Васильева—атлас чертежей.

месте кратчайшего расстояния Чу от озера Балхаш, абсолютная отметка равна кругло 147 саж. Следовательно, горизонт воды в озере Бахлаш на 170 — 147 = 23 саж. выше, чем горизонт воды р. Чу в указанном месте.

Какие же можно сделать предположения из этого и какое это может иметь значение?

Озеро Балхаш можно рассматривать как водохранилище с огромным запасом воды Вода в этом резервуаре несмотря на его замкнутость, пресная. Этот факт, по словам профес. Берга, исследователя Балхаша, заслуживает внимание. Он говорит:

«Пресное озеро без истока, в стране с сухим континентальным климатом, среди пустынь, где выпадает менее 200 м'м осадков в год, есть географический парадокс. Озеро Иссыкуль лежит в горах, где выпадает гораздо более осадков в год кроме того, оно сравнительно недавно имело исток и при всем том солоновато, тогда как Балхаш, который никогда не мог иметь истока—пресен».

Профессор Берг об'яснение этому находит в том, что озеро Балхаш сравнительно молодое. Подтверждение этому он находит в том, что драгирование в Балхаше не обнаружило на дне представителей животного царства.

Видимо, Балхаш не успел еще заселиться. Профессор Скорняков в статье «Водное Хозяйство и искусственное орошение», помещенной в Сборнике «Туркестано-Сибирская магистраль», пишет:

«Существует предположение (Чайковский и друг.), что река Чу в прежнее время была значительно большей рекой, чем теперь, и под именем реки Гихон достигала Каспийского моря, при чем реки Сары-су, Сыр-Дарья, Аму-Дарья и друг. были ее притоками. Река эта, расходы воды в которой достигали 600 м³/с, орошала большие пространства, на которых процветала высокая культура. Здесь, будто бы, была колыбель Арийской расы Если сопоставить эти несколько фантастические предположения с несомненным фактом, что озеро Балхаш есть молодое водовместилище (почти еще не заселенное, несмотря на его замкнутость), то они приобретают некоторую реальность. Легко могло случиться, что на водосборной площади реки Гихон в горах Тянь Шаня несколько столетий или тысячелетий тому назад произошел геологический переворот, после которого главная масса ее воды потекла в другую сторону, образовав новую реку Или и новое озеро Балхаш. Сама же река Гихон обеднела водой и превратилась в небольшую реку Чу. Подтверждением этому могут служить часто повторяющиеся катастрофы в горах Тянь-Шань и в настоящее время (землетрясения 1887 г. и 1910 г. и наводнение в 1921 г. и проч.)».

Предположения, что река Чу под именем р. Гихон когда то была многоводна и несла до 600 куб. мет. расхода, вызывает, однако, некоторые сомнения, так как канон р. Чу слишком мал для того, чтобы пропустить такой огромный расход. Вполне допуская, что в вопросе образования оз. Балхаш главную роль сыграл какой то геологический переворот, гораздо вероятнее результирующий центр этого переворота искать не в горах Тянь-Шань, а в другом месте.

Взглянув на карту, можно заметить, что озеро Балхаш имеет конфигурацию, отличную от других замкнутых озер. Оно слишком вытянуто в длину. К востоку от него, служа как бы его продолжением, находятся еще 4 озера в пределах Союза: Сасык-куль, Уялы, Ала-куль и Джаланаш. Между озерами Сасык-куль и Балхашем в 1913 г. бывш. Переселенческим управлением была произведена нивелировка (материалы имеются в округе), из которой видно, что горизонт воды в оз. Сасык-

куль примерно, на 2 мет. выше, чем горизонт воды в оз. Балхаш. Принимая во внимание указанное обстоятельство, невольно возникает вопрос: не есть ли оз. Балхаш вместе с четырьмя последними озерами долиной огромной реки, которая когда то брала начало в горах Джунгарского Ала-тау, принимая до Илийского водораздела целый ряд мощных источников—Тентек, Лепса, Ак-су, Каратал и, наконец, Или, прорезывала этот сравнительно невысокий водораздел и выходила в Чуйскую долину, где, приняв расход реки Чу, становилась уже мощной водной артерией, несущей свои воды к слиянию с рекой Сыр-Дарьей.

Если оз. Балхаш обязано своим существованием геологическому перевороту, то не следует ли искать центра его не в горах Тянь-Шань, а в водоразделе, отделяющем озеро от долины реки Чу. Не было ли это явлением, примерно, того же порядка, что и явление, результатом которого получилось Сарезское озеро (так называемый Уссойский завал). Не явилось ли и здесь результатом геологического переворота завал ущелья, которым проходила река в Чу-Илийском водоразделе.

Если это так, то образование озера становится вполне понятным. Так как русло реки было загорожено, то вода стала заполнять долину реки до размеров, когда наступил водный баланс: количество воды, испаряющейся с его зеркала и может быть фильтрующейся (это неизвестно), сравнялось с тем количеством ее, которое несут впадающие в него источники. Насколько близко подходит высказанное предположение к истине, может выяснить лишь продольный профиль Чу-Илийского водораздела, от залива озера Балхаш Ала-куль к реке Чу, примерно, к ее старому руслу у села Гуляевки.

В данный момент, как это было уже сказано, у нас его нет. Известно лишь со слов проезжающих от Балхаша к Чу (в частности—прошлогоднешняя экспедиция инженера Недзведского), что водораздел этот почти ровный, без больших возвышенностей. Необходимо указать, что указанная экспедиция проезжала по дороге восточнее самого узкого места между озером Балхаш и Чу. А чем дальше на восток, тем водораздел становится все выше и выше, переходя в конце концов в хребет Заилийский Ала-тау. Таким образом, принимая во внимание выведенную цифру превышения озера над долиной р. Чу, вполне допустимо предположение о возможности перебросить воду из озера Балхаш в Чуйскую долину. Какое же это имело бы значение в случае благоприятного разрешения этой задачи?

Площадь зеркала оз. Балхаш равна кругло 22.800 кв. клм. Рассматривая озеро, как резервуар с огромным запасом воды, искусственное понижение горизонта в нем всего лишь на 0,05 мтр. даст об'ем воды в $22.800 \times 1000 \times 1000 \times 0,05 = 1.140\,000.000$ кб. мтр. Указанного об'ема при поливной норме грубо в 5.000 куб. мет. на гектар с потерями хватило бы для орошения $\frac{114.000.000}{5.000} = 228.000$ гектар.

Не вдаваясь здесь глубоко как в количественную сторону оросительной способности рассматриваемого водоема, так и в отношении практического претворения в жизнь самой идеи использования его, ибо говорить об этом без каких бы то ни было обследований и изысканий пока что преждевременно, необходимо здесь лишь указать на то значение, которое имело бы место для Казакстана в случае благоприятных результатов этого обследования.

Известно, что территория орошаемых и могущих быть орошенными земель Казакстана расположена в устьях рек: Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи и пожалуй, даже Чу, так как низовья ее целиком принадлежат Казакстану.

Воду рек Сыр-Дарьи и Чу легко полностью разобрать в их верхних и средних частях, где и более теплый климат, и лучшие почвы, дающие возможность культивировать хлопок, рис и сады. Земли в низовьях этих рек, имеющих большое народно-хозяйственное значение, при отсутствии воды, благодаря примыкающим к самому руслу реки пескам по обоим ее сторонам, весьма быстро превратятся в пустыню.

Таким образом, оросив в среднем течении р. Чу несколько десятков тысяч гектар земли, Казакстан должен потерять в низовьях реки не меньшее количество земли, используемых теперь казакским населением, хотя бы и кочевым.

Второй такой же вопрос с р. Сыр-Дарьей: проведенное в жизнь орошение всей Голодной степи по проекту профессора Ризенкампфа в количестве 500 000 гектар неминуемо вызовет обеднение водой низовьев этой реки. В этом случае без регулирования ее стока и устройства дорого стоющих водохранилищ в верховьях р.р. Нарын и Чаткал вопрос о расширении площадей под орошением в низовьях реки Сыр-Дарьи, которых здесь насчитывается гораздо более 1.000.000 гектар, будет весьма затруднительным, если не невозможным. На основании изложенных соображений рано или поздно должен встать вопрос об освещении возможности использования озера Балхаш как водохранилища для ирригационных целей, захватывающих как низовья р. Чу, так и низовья р. Сыр-Дарьи, в случае пропуска из озера Балшаш в Чу большего количества воды, так как в этом случае соединение реки Чу с Сыр-Дарьей по ее старым руслам будет обеспечено.

Выдвигаемый вопрос в смысле освещения Чу-Балхашского водораздела считаем необходимым произвести в текущем же году.

Средств на это потребуется не более 3.978 р. 70 к. и вся работа будет состоять из

1. Рекогносцировочного обследования на площади в 1000 кв. километров;

2. Нивелировки в два нивелира хода между р. Чу и Балхашем с выявлением расстояний дальномером (для удешевления работы);

3 Закрепления хода реперами: одним на оз. Балхаш и другим на р. Чу.

4. Рекогносцировочного бурения по пунктам трассы для выявления глубины залегания грунтовых вод.

Г. И. Маргасинский.
Сот. Оп. Иссл. Инст. В. Х.

Об ускорении вычисления и проверки расходов воды.

От редакции: Изложенное в статье Г. И. Маргасинского предложение не является чем то новым в методологическом отношении. Редакция помещает статью на страницах Вестника Ирригации, так как она преследует рационализацию по некоторым вопросам, связанным с обработкой гидрометрических материалов, тем самым снижает себестоимость выработки, без ущерба для качества вырабатываемого, что составляет один из главных об'ектов социалистического соревнования, и может иметь интерес среди более широкого круга лиц и учреждений.

Исходя из долголетнего опыта обработки гидрометрического материала как личного участника, так и наблюдающего за этой обработкой, я нашел, что на некоторых участках этой работы можно изменить методы обработки, в частности в вычислениях и проверке расходов воды, с тем, чтобы ускорить процесс подсчета и проверки без ущерба для точности результатов.

В настоящее время для подсчета средних скоростей на вертикали ($v_{ср.}$) измеренных расходов воды (Q) приняты три формулы, именно: 1) $v_{ср.} = v_{0,6}$; 2) $v_{ср.} = \frac{v_{0,6} + v_{0,8}}{2}$ и 3) $v_{ср.} = \frac{v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}}{4}$, в которых $v_{0,2}$; $v_{0,6}$; $v_{0,8}$ есть скорость, измеренная на 0,2; 0,6; и 0,8 глубины вертикали.

В затронутом мною вопросе, в смысле экономии времени, при подсчете и проверке Q мы будем касаться подсчета и проверки $v_{ср.}$ на вертикали по двум последним формулам.

Посмотрим, как вычисляются и фиксируются результаты, полученные из данных измерений расхода воды, в бланке форма № 84.

Начнем с графы 9, так как с нее, собственно, и начинается вычисление и проверка расхода воды; в этой графе записывается общее число оборотов за весь период наблюдения в каждой точке вертикали, как результат произведения числа оборотов лопастей вертушки на количество приемов. В графе 10 записывается число оборотов лопастей в одну секунду, как результат деления общего числа оборотов на время последнего приема, вернее на накопленное время всех приемов в данной точке. В графе 11 записывается скорость течения в метрах в секунду в каждой точке, как результат вычисления ее по уравнению вида: $v = \alpha n + \beta$, где n—число оборотов лопастей вертушки в одну секунду, v—скорость в метрах в секунду. В графе 12 записывается средняя скорость на вертикали, как результат, полученный от применения одной из трех формул, указанных выше. В графе 13 записывается площадь скоростей или элементарный расход на вертикали, полученный как результат умножения средней скорости вертикали на глубину вертикали. Заметим,

что в графе 11 средняя скорость в одну секунду вычисляется и фиксируется в каждой точке самостоятельно, что совершенно излишне. Предложение мое сводится к следующему: в графу 11 продолжать заносить вычисленную поверхностную скорость, как и прежде, но среднюю скорость перенести сюда же из графы 12, предварительно вычислив ее следующим образом: коэффициент α уравнения тарировочной кривой (1) умножаем на число оборотов лопастей в одну секунду n, складываем результаты и полученную сумму произведений делим на 2 или на 4, в зависимости от того, по какой из последних двух указанных выше формул должна быть вычислена средняя скорость, и после проделанной операции для получения средней скорости прибавляем свободный член (1).

Обоснование предлагаемого изменения следующее (ограничимся доказательством для трехчленной формулы).

Пусть имеем:

$$v_{ср.} = \frac{v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}}{4} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

при соответствующем числе оборотов лопастей вертушки $n_{0,2}$ $n_{0,6}$ и $n_{0,8}$ . . . . . (3)

тогда

$$v_{0,2} = \alpha n_{0,2} + \beta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$v_{0,6} = \alpha n_{0,6} + \beta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$v_{0,8} = \alpha n_{0,8} + \beta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

подставляя (4), (5), (6) в уравнение (2), имеем:

$$v_{ср.} = \frac{(\alpha n_{0,2} + \beta) + 2(\alpha n_{0,6} + \beta) + (\alpha n_{0,8} + \beta)}{4} \quad \ldots\ldots (7)$$

или наконец:

$$v_{ср.} = \frac{\alpha(n_{0,2} + 2n_{0,6} + n_{0,8})}{4} + \beta \quad \ldots\ldots (8)$$

что и требовалось доказать.

Площадь скорости переносим из 13 графы в 12. За счет 13 графы мы можем несколько увеличить наши остальные 12, что даст возможность свободнее заносить цифры. Таким образом, предлагаемый способ избавляет от вычисления, записи и проверки целой колонны чисел, что, несомненно, сокращает время, необходимое на вычисление и проверку каждого отдельного расхода.

Ниже в таблице приводим результаты, полученные опытным путем (хронометраж) при подсчете и проверке одного и того же расхода обоими способами, при чем обычный способ, применяемый в настоящее время, будет условно обозначаться I, а предлагаемый II.

Итого на вычисление одного расхода в среднем потребуется обычным способом 55 минут, на проверку 38 мин.
предлагаемым 44 » » 29 »

Экономия времени на вычисление и проверку составляет 20 минут, в процентном отношении выразится:

$$\frac{20 \cdot 100}{93} = 21{,}4\%.$$

Считая, что в среднем в году таких расходов будет 1500 шт. и что средний оклад лиц, ведущих обработку, вычисление и проверку расходов, составит 125 руб., находим следующую экономию в рублях:

$$\frac{125 \cdot 1500 \cdot 20}{60 \cdot 6 \cdot 24} = 434 \text{ руб.}$$

1	2	3	4	5	6	7	8					9	10	11	12	13
№№ вертикалей	Расстояние между вертикалями в мт.	Глубины вертикалей в метр.	Разность глубин соседн. вертикалей / Длина гипотенузы.	Состав и твердость дна	Глубины точек наблюд. в мт. (от поверхн.)	Ч. сло оборот. лопастей вертуш. за прием.	Продолжительность наблюдений в секундах за прием					Общее число оборотов за весь период	Число оборот. лопастей в 1 сек.	Скорость течения в мт. в 1 сек.	Средняя скорость на вертик. в мт. в сек.	Площадь скоростей
							I	II	III	IV	V					
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	12,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	3,14	—	—	0,00	150	29,6″	1′0,2″	1′30,6″	2′1,2″	—	600	4,95	1,452	—	—
—	—	—	0,32/12,00	—	0,63	150	31″	1′2,6″	1′32,4″	2′3″	—	600	4,88	1,432	—	—
—	—	—	—	—	1,88	150	34,4″	1′13″	1′48,4″	2′27,4″	—	600	4,07	1,196	—	—
—	—	—	—	—	2,51	125	35″	1′6,8″	1′44″	2′19″	—	500	3,60	1,060	1,221	3,834

1	2	3	4	5	6	7	8					9	10	11	12	13
№№ вертикалей	Расстояние между верт. в метрах	Глубины вертикалей в метрах	Разность глубин соседн. вертикалей / Длина гипотенузы	Состав и твердость дна	Глубины точек наблюд, в мт. от поверхн.	Число оборотов лопастей вертушки за прием	Продолжительность наблюдений в секундах за прием					Общее число оборотов за весь период наблюд.	Число оборотов лопастей в 1 секунду	Поверхн. скор. / Средн. скорость на верт.	Площадь скорости	
							I	II	III	IV	V					
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	12,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	3,14	—	к. т.	0,00	150	29,6″	1′0,2″	1′30,6″	2′1,2″	—	600	4,95	1,452	—	—
—	—	—	0.32/12,00	—	0,63	150	31″	1′2,6″	1′32,4″	2′3″	—	600	4,88	—	—	—
—	—	—	—	—	1,88	150	34,4″	1′13″	1′48,4″	2′27,4″	—	600	4,07	1,221	3,834	—
—	—	—	—	—	2,51	125	35″	1′6,8″	1′44″	2′19″	—	500	3,60	—	—	—

№№ по порядку	I	Колич. минут
1	Вычисление числа оборотов вертушки в одну секунду с выписыванием результатов в графе 10-й	15
	Проверка	11
2	Вычисление скоростей на каждой точке вертикали по уравнению тарировочной кривой с выписыванием результатов в графе 11-й	10
	Проверка	8
3	Вычисление средних скоростей на вертикалях по уравнению тарировочной кривой и пользуясь формулой вида: $v_{ср.} = \frac{v_{0.2} + 2v_{0.6} + v_{0.8}}{4}$ с выписыванием результатов в графе 12	7
	Проверка	6
4	Вычисление площадей скоростей на вертикалях с выписыванием результатов в графе 13	4
	Проверка	3
5	Выписывание №№ вертикалей, глубин, расстояний между вертикалями, средн. скоростей и площ. скорост. из р сходного листа в лист чертежа профиля живого сечения	5
	Проверка	3
6	Подсчет на участке с одинаковыми расстояниями между вертикал. и на концевых участках	3 1
	Проверка	2
7	В виду того, что хронометраж производился при вычислении и проверке только одного расхода, не исключена возможность некоторой напряженности в темпе работы, каковую необходимо ослабить. Полагаю для ослабления темпа на вычисление .	10
	На проверку	5

№№ по порядку	II	Колич. минут
1	То же	15
	»	11
2	Вычисление поверхностной скорости на каждой вертикали по уравнению тарировочной кривой и выписыв. результатов в графе 11 . . .	2
	Проверка	2
3	То же, но пользуясь формулой вида: $v_{ср.} = \frac{\alpha(n_{0.2} + 2n_{0.6} + n_{0.8})}{4} + \beta$ с выписыванием результатов в графу 11	4
	Проверка	3
4	То же с выписыванием результатов в графе 12	4
	Проверка	3
5	То же	5
6	Проверка	3
	То же	3 1
	Проверка	2
7	То же	10
		5

Вести из Закавказья.

Орошение Самгорской долины.

В 1929—30 году начнутся подготовительные работы по орошению Самгорской долины. Сейчас Грузводхоз заканчивает составление проекта и экономические изыскания по сооружению крупной ирригационной системы. По проекту предположено проведение канала длиной в 52 километра, который оросит 75.000 гектаров плодороднейшей долины. Канал берет начало из реки Рион, где оборудуются два больших водохранилища емкостью в 285 миллионов куб. метров. Сооружение всей ирригационной системы, включая и постройку трех электростанций, обойдется по предварительным подсчетам в 23 миллиона рублей.

Осуществление проекта даст возможность ввести севооборот и наладить рациональную обработку почвы в Самгорской долине. Доходность всего района с 4 миллионов рублей увеличится до 30.500.000 рублей. Такое резкое увеличение доходности базируется на исключительном росте животноводства. Особое развитие получит молочное хозяйство; количество коров удвоится и дойдет до 35.000 голов, удой коровы повысится с 640 кило до 1600 кило молока в год. Все водное хозяйство будет обобществлено.

Для рациональной обработки почвы оборудуются 2 машино-тракторные станции. Намечается создание целой сети товариществ по обобществленной обработке земли и двух крупных совхозов—хлопкового и сахарно-свекловичного. Доходность крестьянского хозяйства увеличится в 3 раза—с 500 до 1500 рублей.

Кроме того, введение в эксплоатацию новых крупных участков земли даст возможность переселить в Самгорскую долину из западной Грузии до 9000 крестьянских хозяйств.

Проведение канала приобретает исключительное значение и в связи с постройкой трех крупных гидростанций. Канал образует три больших перепада—Сацхенисский, Мартыопский и Татрисхевский, на которых и предположено по проекту устройство гидростанций, которые дадут годовую энергию в 120 миллионов киловат-часов. Эти станции в комбинированной работе ЗАГЭС, РионГЭС и АбГЭС обеспечат полностью потребность республики в электроэнергии. Система СамГЭС значительную часть энергии будет вырабатывать зимой и этим будет восполнять недостаток энергии в зимний период.

Значительная часть орошаемой площади будет использована для развития культуры сахарной свеклы, под которую предполагается отвести 6.600 гектаров. По предварительным подсчетам, стоимость 16 кило сахара в Самгори будет значительно дешевле, чем на Украине. 6.600 гектаров будут давать около 12 миллионов пудов свеклы, что даст около 2 миллионов пудов чистого сахара.

После орошения Самгорская долина станет продовольственной базой Тифлиса.

Насколько важно значение Самгорского канала для Тифлиса, можно судить хотя-бы по тому, что стоимость огородной продукции уменьшится на 20 % фруктов—на 25 %, молока—на 40 % и винограда—на 30 %.

Кроме того, оросительная система даст возможность выделить около 6.600 гектаров свободных земель, которые можно использовать, по примеру Москвы и Ленинграда, для устройства летних дешевых дач для рабочих и служащих. Стоимость благоустроенной летней дачи не превысит 1 000—1.500 рублей. Этот участок можно будет отвести и для строительства теплых дач, что смягчит остроту жилищного кризиса в Тифлисе.

А-ко.

Опыты на Мугани дают положительные результаты.

(Азербайджан).

На Мугани производятся опытно-строительные работы—устраиваются различные системы дренажа для понижения уровня соленых грунтовых вод. Работы эти, начатые по постановлению СТО, имеют большое значение для разрешения проблемы орошения Муганской, Ширванской, Сальянской и части Милской степей. Опыты на небольших участках должны ответить на вопрос, какими инженерными сооружениями и агрикультурными мерами можно не допустить появления новых солончаков в орошаемых районах и ликвидировать существующие (опыты с промывкою солончаков). Работы концентрируются вокруг Муганской опытной солончаковой станции.

Сейчас там строится главный коллектор, куда будут впадать закладываемые на территории первого опытного участка дрены (закрытые трубы и открытые глубокие канавы).

В виду особенностей рельефа степи, понижение и отвод грунтовых вод глубокими дренами невозможны без применения механической перекачки этих вод. Поэтому, в конце главного коллектора построена насосная станция.

Научно-исследовательские работы (наблюдение за изменением почв, режима и состава грунтовых вод, за жизнью культурных растений, возделываемых на опытном участке) также развиваются вполне успешно. Здесь же производятся работы по выяснению наиболее рационального способа полива, ведется учет поливных вод и проч. Вскоре закончится постройка здания лаборатории (оборудование для нее почти полностью имеется) для анализов вод, почв и грунтов. Эти анализы до сих пор в большинстве приходилось производить в Баку, Москве или Тифлисе.

Опыты с растениями, в отношении их устойчивости к различному содержанию солей в почве и воде, будут поставлены с окончанием постройки вегетационного домика.

Между прочим, постройка части главного коллектора и работы перекачивающей станции уже значительно повлияли на понижение уровня грунтовых вод в окружающем районе.

Это дает уверенность, что устройство дренажа и глубоких коллекторов разрешит проблему понижения уровня грунтовых вод.

А-ко.

Обзор иностранной литературы.

A. von Vajda.—(Baku).—Wooden pipe construction in the Caucasus. «Wasserer. u. Wasserwirtsch». Sept. 1928.

Выгодность применения в условиях Кавказа деревянных бочарных труб для строющихся и существующих гидросиловых установок. Описание трубопровода у г. Нуши, его конструкция, материал и время, затраченное на постройку.

— The Coolidge Dam in Arisona. «The Engineer» Jan. 1929. p. 64—65.

Описание бетонной многоарочной плотины на р. Gila. Детали проекта и конструкции со многими чертежами и иллюстрациями.

C. Slagg and F. Johnston Taylor.—Water Engineering. Crosby Lockwood & Co. London 1929. Pp. 154.

В эту работу включены все самые существенные элементы практики и теории производства гидротехнических работ. гл. обр. для целей водоснабжения;—водосборные площади, накопление запасов воды, плотины, водоводы, напор, нагнетание и очистка вод. Приведены также некоторые данные о турбо-насосах и турбинах. Все вычисления и математические изложения приведены в значительно упрощенном виде.

— Le barrage voûte de Caneadea (Etats—Unis). «Génie Civil» 1929, No 1, p. 21.

Описание арочной плотины Caneadea в САСШ. Размеры, отдельные части сооружения, закладка основания плотины, методы работ. 1¼ стб. тек., план и разрез плотины.

C. S. Hill.—Mississippi river flood control. «Eng. News Rec.» Jan. 17, 24, 31—1929.

Проектируемые работы по регулированию р. Миссисипи, их об'ем, условия производства и организация. Обсуждение наилучших типов защитной одежды и установление определенного типа таковой.

M. Wharton —The world's largest concrete dam for flood control of San Gabriel river, California. «Explosives Engineer» Jan. 1929, p. 9—11.

Самая крупная бетонная плотина для регулирования паводков. Описание плотины San Gabriel в Калифорнии. Высота 492 ф., длина основания—660 ф., длина по гребню 2.400 ф., ширина основания—412 ф. и верхней части—20 ф. Геология и топография месторасположения плотины и метод работ. Тяжелые условия подготовки основания плотины в сплошном граните. Подрывные работы. В тексте снимки законченного сооружения и чертежи сечения плотины.

Ransome.—Die Bodenkunde und ihre Beziehung sum Bau hoher Staumauern. «Eng. News Rec.»—v. 101—No 18—1928.

Грунтоведение и его отношение к строительству высоких подпорных плотин.

Описываются подробно проводимые до постройки подпорных плотин исследования грунта: устойчивость, поверхностные качества,

Обзор иностранной литературы.

A. von Vajda.—(Baku).—Wooden pipe construction in the Caucasus. «Wasserer. u. Wasserwirtsch». Sept. 1928.

Выгодность применения в условиях Кавказа деревянных бочарных труб для строющихся и существующих гидросиловых установок. Описание трубопровода у г. Нуши, его конструкция, материал и время, затраченное на постройку.

— The Coolidge Dam in Arisona. «The Engineer» Jan. 1929. p. 64—65.

Описание бетонной многоарочной плотины на р. Gila. Детали проекта и конструкции со многими чертежами и иллюстрациями.

C. Slagg and F. Johnston Taylor.—Water Engineering. Crosby Lockwood & Co. London 1929. Pp. 154.

В эту работу включены все самые существенные элементы практики и теории производства гидротехнических работ. гл. обр. для целей водоснабжения;—водосборные площади, накопление запасов воды, плотины, водоводы, напор, нагнетание и очистка вод. Приведены также некоторые данные о турбо-насосах и турбинах. Все вычисления и математические изложения приведены в значительно упрощенном виде.

— Le barrage voûte de Caneadea (Etats—Unis). «Génie Civil» 1929, No 1, p. 21.

Описание арочной плотины Caneadea в САСШ. Размеры, отдельные части сооружения, закладка основания плотины, методы работ. $1^1/_2$ стб. тек., план и разрез плотины.

C. S. Hill.—Mississippi river flood control. «Eng. News Rec.» Jan. 17, 24, 31—1929.

Проектируемые работы по регулированию р. Миссисипи, их об'ем, условия производства и организация. Обсуждение наилучших типов защитной одежды и установление определенного типа таковой.

M. Wharton —The world's largest concrete dam for flood control of San Gabriel river, California. «Explosives Engineer» Jan. 1929, p. 9—11.

Самая крупная бетонная плотина для регулирования паводков. Описание плотины San Gabriel в Калифорнии. Высота 492 ф., длина основания—660 ф., длина по гребню 2.400 ф., ширина основания—412 ф. и верхней части—20 ф. Геология и топография месторасположения плотины и метод работ. Тяжелые условия подготовки основания плотины в сплошном граните. Подрывные работы. В тексте снимки законченного сооружения и чертежи сечения плотины.

Ransome.—Die Bodenkunde und ihre Beziehung sum Bau hoher Staumauern. «Eng. News Rec.»—v. 101—No 18—1928.

Грунтоведение и его отношение к строительству высоких подпорных плотин.

Описываются подробно проводимые до постройки подпорных плотин исследования грунта: устойчивость, поверхностные качества,

водопроницаемость и растворимость и в конце концов возможность землетрясений и сравниваются с уроками последних несчастных случаев при водоудержательных и подпорных плотинах в САСШ. 4 ст.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

— Der Gebrauch von Holzkonstruktionen bei der Baustelleneinrichtung für das Shannon-Kraftwerk. «Siemens Progress on the Shannon»—1928—Oktober.

Применение деревянных конструкций на постройке гидросиловой станции Shannon.

Описание обширных деревянных построек для промывки строит. материалов, камнедробилок, силоса для цемента, лесов и опалубок, временного моста и водонапорной башни. 7 столбц.—7 рис.

— Der zeitgemässe Ziegelbau. «Bauzeitung Stuttgart»—1928—No 47.

Современные кирпичные постройки.

— Tests of welds at Lehigh University. «Eng News Rec.» v 98—No 15

Испытания стыкобалочных конструкций, сделанных автогенной сваркой.

Даются краткие указания о примененной при опытах конструкции, напряжениях, характере разрушений, 1 столб. текста 1 табл. 1 фиг.

Welter G.—Dauerschlagfestigkeit und dynamische Elastizitätsgrenze. «V. D. I.»—1926—No 20.

Исследование предела упругости металлов при динамическом воздействии и явления усталости металлов (многократная перемена действующих сил). 7 столб. текста, 1 табл. 40 диаграмм, чертежей и фигур в тексте.

Meurer L.—Stoffverfall und Stofferhaltung. «V. D. I.»—1926—No 14.

Предохранение металлов от окисления.

Разбор явлений при окислении металлов (в частности железа) и оценка различных способов защиты: окрашивание, оцинковка, покрытие слоем металла путем разбрызгивания. 10 столб. текста 15 фиг. в тексте.

Koerber.F. — Der heutige Stand der Werkstoff — (Metall) Forschung. «V. D. I».—1926—No 15.

Современное состояние знаний в области исследования металлов (металлографии).

Обзорная статья современных достижений в области методики исследований и результатов таковых. 6 столб. текста. 21 фиг. в тексте.

— Machine pour essais de longue durée des matériux. «Génie Civil» 1929 No 7; p. 178.

Краткое описание приборов для испытания строительных материалов на изгиб, неравномерное скручивание, срок службы и пр. 1 стб. текста, 2 илл.

БЕТОН.

Emperger.—Eisenbetonschwellen «Beton und Eisen»—1928—No 23.

Железо-бетонные шпалы. Сообщается о проведенных Австр. жел.-бет. союзом продолжительных опытах с различными моделями железо-бетонных шпал и их результатах. 4 столб.—5 рис.

Kleinlogel.—Die Veredelung der Zuschlagstoffe. «Beton und Eisen»—1928—No—23.

Облагораживание добавочных материалов (бетон.) Автор приводит свое предложение, внесенное им на II Международном

Конгрессе гражданского строительства в Вене, относительно облагораживания добавочных (к бетону) матер алов. $2^1/_2$ стб.

P. J. Freeman.—L ng time tests of concrete using various coarse aggregates. «Eng. News Rec.» – v. 99—No 22—192/.

Исследование изменения крепости бетонов—при различных инертных материалах—от возраста.

Автором даются результаты для 15 серий образцов на сроки; 14 дней, 30 д., 60 д., 180 д., 1 год, 2 г., 3 г., 4 г., 5 лет и 10 лет. 2 столб. текста, 2 табл.

A. S. Levens.—Tests show chrinkage effect of calcium chloride in concrete. «Eng. News Rec.»—v. 99—No 23—1927.

Влияние примесей $Ca\ Cl_2$ на усадку бетона.

Прим си $Ca\ Cl_2$ до 6% увеличивают размер усадки. Усадка уменьшается вместе с удлинением срока схватывания. 2 столб. текста, 2 диаграммы.

Graf Otto.—Beton bestimmter Widerstandsfestigkeit. «V. D. I.» —1926—No 12.

Проектирование состава бетона на заданную крепость.

Известная в мировой литературе работа проф. О Графа в области теории Абрамса.

Кривая распределения фракции в смеси, крепости в ф-ии водоцементного отношения и вр. сопр. нормального раствора 1 : 3 $5/_2$ столб. текста. 9 диагр. и фиг. в тексте.

F. R. Mc. Millan.—Density of concrete and the water-cement ratio. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 11—1927.

Зависимость между плотностью, водоцементным отношением и крепостью бетона. 3 столбца текста. 5 диаграмм.

A. C. Goldbeck.—Comparative tests of crushed stone and gravel concrete in New York. «Concrete»—v. 32—No 6—1928

Сводка результатов испытаний по докладу Бюро общественных дорог.

H. S. Mattimore.—Advantages of quick hardening cement. «Concrete»—v. 32—No 6—1928.

Способы достижения ранней крепости при нормальном цементе. 1 стр.

A. A. Jakkula.—Heat changes during setting of Alumina and Portland cements. «Eng. News Rec.»—v. 99—No 24 1927.

Температурные изменения во время твердения глиноземистых и портланд-цемент в.

Результаты произведенных опытов показали, что повышение температуры для глиноземистого цемента до 4-х раз больше портланд-цемента, а количество выделенной теплоты—до 2-х раз. $2/_2$ столб. текста, 3 графика.

— Absturz einer Brandmauer infolge des Seitendruckes von flüssigen Beton. «Zement»—1928—No 47.

Обвал брандмауера вследствие бокового давления жидкого бетона.

При устройстве добавочной железо-бетонной балки сечения 0,6×0,9 метр для укрепления перекрытия, обрушился—когда новая балка была изготовлена на половину—частично уже существовавший брандмауер.—Производитель работ был судом оправдан, т. к. свойства литого бетона и опасности, возникающие при работе с ним, необходимо считать недостаточно изученными в настоящее время. $2^1/_2$ ст.—3 рис.

H. R. Lordly.—The waterproofing of concrete structures. «Wat. & Wat. Eng». 1929 No 363, p. 110.

До настоящего времени вопрос о придании бетону водонепроницаемости имеет весьма важное значение как фактор, удешевляющий эксплоатацию сооружения и увеличивающий срок его службы. Различные типы сооружений из водонепроницаемого бетона. Добавляемые в бетон примеси. Пропитывающие растворы. Выбор и стоимость методов придания бетону водонепроницаемости. 6 стб. тек.

— High early strenght concrete speeds stadium building. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 12—1927.

Описание работ по сооружению стадиона для Northwestern University Evanston, Ill, при которых крепость бетона 7-мидневного возраста достигала 200 кгр/см². Техника производства работ, состав бетона. 3 столб. текста, 2 черт., 3 фот.

— California job shows modern methods of concrete pavement construction. «Concrete»—v. 32—No 6—1928.

Весовая и об'емная дозировка компонентов бетона. Расчет бетона. Употребление отощающих материалов разной крупности. Конструктивные детали мостовой. 4 стр. 9 рис.

F. R. Zaugg—Design of mix for small size pipe. «Concrete»—v. 32—No 6—1928.

Достижение водонепроницаемости бетона, выбор отощающих материалов; проектирование бетона; результаты испытания. 2 ½ стр. 2 рис.

Ralph G. Wadsworth.—Gunite repair of 36" pipe line. «Eng. News. Rec.»—v. 98—No 12—1927.

Описание исправления разрушенной железобетонной трубы D = 920 мм. при посредстве цемент-пушки. 2 столб. тек та 1 фот.

James R. Griffith.—Reinforced concrete design simplified. «Concrete»—v. 32—No 5, 1928.

Метод расчета собств. веса и моментов от собств. веса железобетонных балок. Дается рабочая номограмма. 3 стр. текста, 1 лист чертежей.

Joseph A. Kitts.—Concrete production control. «Concrete»—v. 32—No 5—1928.

Анализ требований, пред'являемых при изготовлении бетона и контроле работ в поле с точки зрения качества и экономии. Даются графики для проектирования бетона. 2 ½ стр. 2 фиг.

— Winter construction of road bridges in Michigan. «Eng. News Rec.»—v. 99—No 23—1927.

Описание приемов производства бетонных работ в зимнее время по устройству мостов в штате Мичиган за время 1923—27. 3½ столб. текста, 1 ведомость, 1 табл., 6 снимков.

СМОЛЫ И БИТУМЫ; АСФАЛЬТОВЫЙ БЕТОН.

Mallison H.—Teer und Bitumen. Begriffserklärung, Einteilung und Benennung. «V. D. I.»—1926—No 12.

Смолы и битумины. Основные понятия и терминология. На основании мировой литературы автор предлагает классификацию смолистых и битуминозных веществ. 3½ столб текста.

— Rock asphalt road construction with new devices. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 1—1927.

Применение асфальтового бетона в дорожном строительстве. Изложение некоторых усовершенствований, ускоряющих производство работ. 2¾ столб. текста. 1 чертеж и 6 снимков.

Mc Donald Preserving road investiment by asphalt surfacing. «Eng. News Rec.»—v. 99. No 23—1927.

Ряд заметок видных американских специалистов в области дорожного строительства о выгодах применения асфальтовых дорож-

До настоящего времени вопрос о придании бетону водонепроницаемости имеет весьма важное значение как фактор, удешевляющий эксплоатацию сооружения и увеличивающий срок его службы. Различные типы сооружений из водонепроницаемого бетона. Добавляемые в бетон примеси. Пропитывающие растворы. Выбор и стоимость методов придания бетону водонепроницаемости. 6 стб. тек.

— High early strenght concrete speeds stadium building. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 12—1927.

Описание работ по сооружению стадиона для Northwestern University Evanston, Ill, при которых крепость бетона 7-мидневного возраста достигала 200 кгр/см². Техника производства работ, состав бетона. 3 столб. текста, 2 черт., 3 фот.

— California job shows modern methods of concrete pavement construction. «Concrete»—v. 32—No 6—1928.

Весовая и об'емная дозировка компонентов бетона. Расчет бетона. Употребление отощающих материалов разной крупности. Конструктивные детали мостовой. 4 стр. 9 рис.

F. R. Zaugg —Design of mix for small size pipe. «Concrete»—v. 32—No 6—1928.

Достижение водонепроницаемости бетона, выбор отощающих материалов; проектирование бетона; результаты испытания. 2 1/2 стр. 2 рис.

Ralph G. Wadsworth.—Gunite repair of 36" pipe line. «Eng. News. Rec.»—v. 98—No 12—1927.

Описание исправления разрушенной железобетонной трубы D = 920 мм. при посредстве цемент-пушки. 2 столб. тек та 1 фот.

James R. Griffith.—Reinforced concrete design simplified. «Concrete»—v. 32—No 5, 1928.

Метод расчета собств. веса и моментов от собств. веса железобетонных балок. Дается рабочая номограмма. 3 стр. текста, 1 лист чертежей.

Joseph A. Kitts.—Concrete production control. «Concrete»—v. 32—No 5—1928.

Анализ требований, пред'являемых при изготовлении бетона и контроле работ в поле с точки зрения качества и экономии. Даются графики для проектирования бетона. 2 1/2 стр. 2 фиг.

— Winter construction of road bridges in Michigan. «Eng. News Rec.»—v. 99—No 23—1927.

Описание приемов производства бетонных работ в зимнее время по устройству мостов в штате Мичиган за время 1923—27. 3 1/2 столб. текста, 1 ведомость, 1 табл., 6 снимков.

СМОЛЫ И БИТУМЫ; АСФАЛЬТОВЫЙ БЕТОН.

Mallison H.—Teer und Bitumen. Begriffserklärung, Einteilung und Benennung. «V. D. I»—1926—No 12.

Смолы и битумины. Основные понятия и терминология. На основании мировой литературы автор предлагает классификацию смолистых и битуминозных веществ. 3 1/2 столб текста.

— Rock asphalt road construction with new devices. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 1—1927.

Применение асфальтового бетона в дорожном строительстве. Изложение некоторых усовершенствований, ускоряющих производство работ. 2 3/4 столб. текста. 1 чертеж и 6 снимков.

Mc Donald Preserving road investiment by asphalt surfacing. «Eng. News Rec.»—v. 99. No 23—1927.

Ряд заметок видных американских специалистов в области дорожного строительства о выгодах применения асфальтовых дорож-

ных одежд в САСШ. Различные области применения. 6 столбцов текста.

ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО.

C. G. Nichols.—Copping and widening the Boston post road. «Eng News Rec.»—v. 98—No 8—1927.

Описание современных методов устройства бетонных дорог. Оборудование. Техника производства работ. 4 столб. текста, 1 чертеж, 11 снимков.

Fred M. Garnett.—Office checking field operations on Georgia roads «Eng. News Rec.»—v. 99—No 22—1927.

Учет производства работ на местах в применении к дорожному строительству.

Автором даются указания относительно отчетных форм, порядка прохождения отчетности и достигнутых результатов учета 3 столб. текста, 5 образцов отчетных форм.

— An examination of highway problems and practice. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 1—1927.

Обзор дорожного строительства САСШ. Разделы: Проекты дорог. Планирование дорожного строительства. Изучение условий пересечения в одной плоскости. Ремонтное содержание дорог. Исследование в дорожном деле. Примеры иностранных дорог и т. д. 4 столб. текста, 6/чертежей.

— Government statistics of road construction from 1904 through 1925. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 1—1927.

Спубликованные данные правительственной статистики САСШ по дорожному строительству за 1904—25 г.г. (включительно). 1 столб. текста, 4 диаграммы, 2 таблицы.

H. J. Spelman—Handling landslides on mountain roads. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 11—1927.

Описание различных случаев оползней и мер, принятых для борьбы с ними. Затрагивается с точки зрения дорожного строительства. $8^1/_2$ стлб. текста. 7 снимков.

E. E. R. Tratman.—Industrial railways for factory and construction work Part I. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 9—1927.

Механический транспорт на предприятиях и строительстве. Первая из серии 2 статей, описывающих различные виды механического рельсового транспорта. Путь, локомотивы и подвижной состав. Применение к различным условиям. Стандарт. 5 стлб. текста 9 фот.

МОСТЫ

Arthur G. Hayden.—Rigid frame solid section design applied to skew bridges. «Eng. News Rec.»—v. 99—No 22—1927.

Устройство косых рамных мостов. Статья останавливается на методике проектирования, выполнении и экономическом сравнении железобетонных рамных косых мостов со сплошной стенкой. 3 стлб. текста. 3 черт. 1 снимок.

George J. Calder.—Deep water caisson sinking, Carquinez Strait Bridge. «Eng. News Rec.»—v. 98—No 12—1927.

Описание работ и устройств при опускании кессонов для моста через пролив Carquinez около гор. Сан-Франциско. Глубина воды ок. 30 м. при быстром течении. $7^1/_2$ стлб. текста. 4 черт. 1 фиг.

G. W. Maker.—Foundation problems in enlarging center pier of swing bridge at Providence. «Eng News Rec.»—v 99—№o 23—1927.

Уширение быка, осложненное слабым основанием. Пример применения перемычек в слабых грунтах. 5 стлб. текста. 3 фиг. в тексте.

Keller.—Erschütterungen an Massivbrücken. «Der Bauingenieur»—1928—No 44.

Сотрясение у массивных мостов. Автор останавливается на весьма существенном вопросе усиления массивных мостов, построенных даже в последнее время, вызванное более значительным весом товарных поездов: это необходимо выполнить, по мнению автора, не только таким образом, чтобы сообщить им соответствующую статическую форму, а чтобы придать им одновременно такую массу, при которой колебания не передавались бы в фундамент, и чтобы они погашались действием самой массы сооружения. При этом автор выясняет также, какие размеры с одной стороны достаточны, с другой экономичны для достижения поставленной цели, далее, как следует вести доказательство статической и динамической безопасности. Описываются также устройство и проведение соответствующих опытов и их результатов. 6 стлб., 7 рис.

Leon. Der II Internationale Kongress für Hoch—und Brückenbau. «Deutsche Bauwirtschaft»—1928—No 12.

II й Международный конгресс гражданского и мостового строительства. Приводится краткое содержание докладов из области массивного строительства, прочитанных на конгрессе Saliger'ом—Вена. Применение высококачественной стали в железобетонных балках; Mörsch—Штутгарт: к вопросу прочности сдвига бетона; Probst, Karlsruhe—свойства железобетонных конструкций при часто повторяемых напряжениях; Spangenberg—Мюнхен и Lossieur-Argenteuil:—сводчатые мосты больших пролетов; Hawranek—Brio и Ostenfeld—Копенгаген: Боковая жесткость открытых ж.-б. мостов и Kleinlogel:—контроль бетона на месте постройки.

— Die Untersuchungen an der Brücke von Corbeil. «Ciment»—1928—No 11.

Исследования у жел.-бет. моста Corbeil. Описание проведенных у названного моста опытов с разными нагрузками и измерений прогибов. 10 стлб., 4 рис.

Kropf. Der Abbruch von zwei alten Brückenpfeilervorköpfen und Grundbauten. «Eisbrechern» in der Fulda zu Kassel. «Tiefbau»--1928—No 97/98.

Снос двух старых ледорезов и оснований моста на р. Фульда. Описание подготовительных работ, забивки железных шпунтов, сноса старых стен, удаление старых шпунтов и др. в области сооружений, регулирующих паводки. $4^1/_2$ столбца, 2 рис.

— Das Lehagerüst für die Lorraine Brücke in Bern. «Schweiz. Bauzeitung» v. 92, N 19. 1928.

Леса и опалубки для моста Lorraine в Берне. Краткое описание построенных с заслуживающей внимания экономией материала высоких лесов, сводящих всю нагрузку только на шесть точек и законченных в течение всего только одного месяца. 1 рис.

Jacob.—Der maschinelle Kanalbau. «Bauingenieur» N 48. 1928.

Механический способ рытья каналов.

Описание ряда крупных машин для перемещения земляных масс, особенно для специальных целей постройки каналов, относительно их конструкции, эксплоатации и производительности. $6^1/_2$ столб. 7 рис.

— Die Förderung von Beton bei modernen Bauausführungen. «Concrete» Oct. 1928.

Транспортирование бетона на современных постройках.

Сообщается о приготовлении, транспортировании и переработке бетона на современных крупных постройках с помощью различных систем приспособлений. 6 стлб., 5 рис.

Gutberlet.—Leistungfähigkeit von Raupenbaggern. «Die Bautechnik» N47,1928.

Производительность экскаваторов на гусеничном ходу.

Описание ряда находящихся в эксплоатации экскаваторов, фотоснимки и данные о производительности. 3 столбца, 5 рис.

Gutberlet—Der Raupenbagger im Wasserbau. «Zentrbl. d. Bauverwaltung» N 46—1928.

Гусеничные экскаваторы в водостроительном деле.

Описание ряда типов экскаваторов на гусеничном ходу относительно эксплоатации и их производительности. 4 стлб., 6 рис.

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО.

— Conditions and prospects on the Colorado delta. «End. News Rec.»—v. 98, N 11, 1927.

Выдержки из трех статей, освещающие водохозяйственную проблему дельты р. Колорадо. 10 стлб. текста, 3 карты, 3 снимка.

Sorger.—Wasserwirtschaftliche Plannungen im Weisseritzgebiet bei Dresden. «Bautechnik» N 1, 1929.

Водохозяйственные проекты в области р. Вайсериц близ Дрездена.

Описание проекта использования вод района р. Вайсериц для промышленных, гидросиловых целей и водоснабжения. 7 ст. 3 рис., 4 фотоснимка.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ.

Charton, Oldenburg.—Neubau eines Sammelbrunnens für das Wasserwerk zu Oldenbug i. O. «Die Bautechnik»—1929—No 2.

Постройка сборного колодца для водоснабжения гор. Ольденбурга.

Подробное описание колодца и его оборудования, а также хода постройки. Размеры колодца: диаметр 5 метр., глубина 19 метров 4 стлб.—3 рис., 4 фот.

Reuther.—Wodurch kennzeichnet sich die neue Berechnungsart für Wasserleitungen. «Gesundheits-Ingenieur»—1928—No 46.

Чем отличается новый способ расчета водопроводов.

Ссылаясь на статью о том же предмете в упомянутом журнале № 6/1928, автор показывает на примере существенные различия в результатах при расчетах по принятому в настоящее время методу и по новому, доказывая, что научные преимущества склоняются в сторону последнего. 7½ стлб., 7 рис. и 7 табл.

— Maxborough Water Undertaking. New water softening installation. «Wat. & Wat. Eng» 1929 No 363, p. 113.

Описание аппарата для смягчения жестких вод водопроводной установки Mexborough. Насосные аггрегаты. Химический и производственный процессы смягчения вод. Расположение отдельных частей установки. 4 стб. тек., 2 илл.

— Mill Meece Pumping Station. Large horisontal compaund pumping plant. «Wat. & Wat. Eng.» 1929 No 363, p. 109.

Описание устройства насосной установки Mill Meece. Характеристика работы установки. Размеры нагнетания, общий под'ем, расход пара и пр. 3 стлб. тек., 4 индикаторн. диаграм.

ГИДРОЛОГИЯ.

— British floods and draughts. «Wat. & Wat Eng.» 1929, No 361, p. 2.

Подробная рецензия на недавно опубликованный в Англии труд Dr. C. E. P. Brooks'a—«British Floods and droughts», посвященный вопросу чередования излишне дождливых и засушливых годов в Англии и о возможных причинах этих явлений, поставленных в зависимость от географического положения страны и метеорологических факторов. История предмета, метеорологические, орографические и циклонные влияния на количество выпадающих осадков; отдельные наблюдения, статистика и учет излишне дождливых лет, наводнений и лет с недостатком осадков; вероятность и возможность предсказаний метеорологического характера. $4^1/_2$ ст. тек.

НАНОСЫ.

— Sedimentation study in the Mississippi river. «Eng. News Res.» Nov. 1928, No 8, p. 691.

Замечания по поводу анализа 235 образцов наносов и взвешенных веществ, взятых на протяжении 500 миль течения р. Миссисипи. Шесть главных типов осадочных материалов доступных механическому анализу. Приведены также некоторые данные о движении наносов.

C. D. H. Braine.—Soil erosion and its prevention. «Journ. of S.-Afric. Inst. of Eng. Nov. 1928, p. 62—80.

Разрушения и размывы поверхности почвы в Южн. Африке. Каньоны особого типа. Причины возникновения и меры борьбы с ними.

ДРЕНАЖ.

R. D. Walker.—The principles of underdrainage. Chapman & Hall, London. Pp. 224.

Принципы подземного дренирования почв, описание и характеристика основных дренажных работ. Первая часть книги посвящена теории дренирования и определению терминологии грунтовых вод, борьбе с заболачиванием местности и связанной с ним малярией. Различные виды подлежащих дренированию площадей. В последних главах дано описание различных дренажных сооружений, вычисления расходов отводимых вод и пр. (Обзор библиографии в «Génie Civil» 1929, № 7).

СТАТИКА, ДИНАМИКА, МАТЕМАТИКА.

Anders Bull.—Brass wire models used to solve indeterminate structures. «Eng News Rec.»—1927—v. 99—No 23.

Решение статически неопределимых конструкций посредством упругих проволочных моделей. Решение пространственных задач. 3 стлб. текста, 5 черт.

ФОТОГРАФИЯ.

Sperling—Das Luftbild im Flussbau. «Zentralblatt der Bauverwaltuug»—1929—No 1.

Аэроснимки в применении к гидротехнике. Автор сообщает, основываясь на чертежах и аэроснимках, об использовании последних с большим успехом при предварительных работах (изысканиях) канала Дортмунда—Эмс (область в 105 кв. клм.). 10 ст.—8 рис.

ОПЫТНО-ИССЛ. УЧРЕЖДЕНИЯ.

J. Ehrenberg.—Berlin. Die Erdbauabteilung der Staatlichen Versuchsanstalt für Wasserbau unb Schiffbau, Berlin. «Die Bautechnik»—1929—No 2.

Отдел земляных работ Государственного Исследовательского Института Водного и Судового строительства в Берлине.

Описание вновь открытого отделения земляных работ. 7 ст.—4 рис.—4 фотоснимка.

John R. Freeman.—European river—and harbor laboratories revised. «Eng. New. Rec.»—1927—v. 99—No 22.

Обзор европейских гидротехнических лабораторий.

Автор останавливает свое внимание главным образом на германских, австрийских и итальянских лабораториях. Даются краткие сведения об основных проблемах, средствах осуществления и достигнутых результатах. 5 стлб. текста, б/илл.

ЭКОНОМИКА.

200.000.000 doll. for Industrial Research. «Eng. News Rec.»—1927—v. 99—No 25.

Краткая заметка о затраченных в САСШ суммах на промышленные исследования в 1927 г.—двести миллионов долларов. $^1/_2$ столбца текста.

СООБЩЕНИЯ, ЗАМЕТКИ, ОБЗОРЫ.

— Statistik der Krafterzeugung und—verteilung in Frankreich im Jahre 1926. «Ann. d. P. et Chs.»—1928—No 4.

Статистика производства энергии и ее распределение во Франции в 1926 г. $2^1/_2$ стр.

—Proposed tentative American standard abbreviations. «Engin. World», 1929, v. 34, No 1.

Предположенные С. А. Комитетом по выработке научных и технических обозначений сокращения наиболее распространенных в технической литературе символов. $6^1/_4$ столб.

Оп.-Исслед. Институт
БИБЛИОТЕКА
Водн. Хозяйства.

Зам. ответствен. редактора

инж. В. М. Аполлосов.