

626  
D-27

# ТРУДЫ

Экспедиціи, снаряженной Лѣснымъ Департаментомъ подъ руковод-  
ствомъ профессора Докучаева.

*Ю. Сомовъ*

ОТДѢЛЪ ПРАКТИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ.

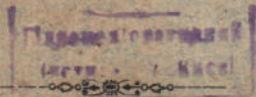
ТОМЪ ВТОРОЙ.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКІЯ СООРУЖЕНІЯ.

Выпускъ 2.

В. Дейчъ.

Гидротехническія работы 1894—96 годовъ.



*110*

С. ПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе Лѣснаго Департамента.

1898.



17

У 626  
Д-27

# ТРУДЫ

Экспедици, снаряженной Лѣснымъ Департаментомъ подъ руководствомъ профессора Докучаева.

ОТДѢЛЪ ПРАКТИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ.

ТОМЪ ВТОРОЙ.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКІЯ СООРУЖЕНІЯ.

✓ В ы п у с к ъ 2.

В. Дейчъ.

Гидротехническія работы 1894—96 годовъ.

4504  
Гидротехническія  
сооруженія  
Вып. 2

проверено  
1966 г.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе Лѣснаго Департамента.

1898.

И

ТЪАДЫ

Составитель: профессор Д. И. Менделѣевъ  
Составитель: профессор Д. И. Менделѣевъ

ОТЪЕДЪ ПЕЧАТЕНЬСКИХЪ РАБОТЪ

ТОМЪ ВТОРОЙ

Печатано по распоряженію Лѣсного Департамента Министерства Земледѣлія  
и Государственныхъ Имуществъ.

Въ Петербургѣ

В. Давыдъ

Тиротекническаго завода 1881—82 года

С. ПЕТЕРБУРГЪ

Въ Лѣсномъ Департаментѣ

Типографія Е. Евдокимова, Троицкая улица, № 18.

# Оглавленіе.

Глава I. Общая часть.		стр.
Результаты изысканій . . . . .		3
Характеръ работъ за отчетный періодъ . . . . .		8
Общій проектъ окончательнаго регулированія водной системы . . . . .		14
Результаты практики по устройству водохранилищъ . . . . .		21
Глава II. Частное описаніе гидротехническихъ работъ.		
Техническое описаніе построенныхъ водохранилищъ . . . . .		38
Укрѣпленные водосливы изъ дерева и камня . . . . .		49
Укрѣпленіе овраговъ . . . . .		65
Правильное орошеніе . . . . .		79
Выпускныя сооруженія . . . . .		80
Водопроводныя сооруженія (главный оросительный каналъ съ акведукомъ, боковыми выпусками, переѣздами и проч.) . . . . .		83
Сооруженія на орошаемомъ участкѣ (распределительные каналы и собственно оросительныя сооруженія) . . . . .		100
Водосборная галлерей . . . . .		111
Глава III. Гидрологическія наблюденія и изслѣдованія.		
Водополье . . . . .		124
Наблюденія надъ жизнью прудовъ . . . . .		138
Грунтовыя воды . . . . .		154

# ОТЧЕТ

## Табла I Общия вѣст

1. Времетрае на изследването  
 2. Характерна работа за отчетния период  
 3. Общия вѣст за осъществяването на работата по изследването  
 4. Състояние на работата по изследването

## Табла II Частно описание на техническите работи

1. Техническо описание на техническите работи  
 2. Уредбата, използвана при работата  
 3. Използваните материали  
 4. Използваните инструменти  
 5. Използваните средства  
 6. Описание на техническите работи (главни резултати, които са постигнати)  
 7. Какво значение имат техническите работи в общото  
 8. Състояние на техническите работи (техническите работи са осъществени)  
 9. Техническите работи са осъществени

## Табла III Техническите работи, извършени и изследователски

1. Техническите работи, извършени  
 2. Техническите работи, изследователски

В. Д е й ч ъ.

Опытъ регулированія и использованія водной  
системы степей (гидротехническія работы на участкахъ  
Экспедиціи Лѣсного Департамента 1894—96 годовъ).





## ГЛАВА I.

### ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

Результаты изысканий.—Характеръ работъ за отчетный періодъ.—Общій проектъ окончательнаго регулированія водной системы на участкахъ Экспедиціи.—  
Результаты практики по устройству водохранилищъ.

**Результаты изысканій.**—Общія изысканія, произведенныя на участкахъ въ первые два года дѣятельности Экспедиціи, были направлены на изученіе рельефа тѣхъ площадей, на которыхъ предстояло производить рядъ опытныхъ мѣропріятій. вмѣстѣ съ тѣмъ были выполнены детальныя съемки въ предѣлахъ будущихъ сооружений—водохранилищъ, закрѣпленій по оврагамъ и проч. Такимъ образомъ изучались детально небольшіе участки, разбросанные на всемъ протяженіи изслѣдуемыхъ площадей.

Для дальнѣйшихъ практическихъ цѣлей и для полноты картины орографіи каждаго участка, съ 1894 года приступлено было къ детальнымъ съемкамъ и нивелировкамъ, продолжавшимся до 1896 года. Работы эти организованы одинаково на всѣхъ трехъ участкахъ; по достигнутымъ результатамъ и въ виду большой общей площади (до 120 квадратныхъ верстѣ), снятой точно и подробно, онѣ представляютъ значительный интересъ съ точки зрѣнія самого производства работъ; поэтому ниже приводится описаніе тѣхъ методовъ, которые были примѣнены для изслѣдованія какъ контура, такъ и рельефа.

Спѣшность работъ и необходимость получать постепенно отдѣльныя планшеты детальной съемки побудили отказаться отъ предварительнаго триангулированія каждаго участка; отдѣльныя план-

шеты сѣбрались съ имѣющимися уже межевыми планами, при чемъ большихъ погрѣшностей при подобномъ сравненіи замѣчено не было. Своеобразный характеръ контура и рельефа степныхъ пространствъ и наѣбченныя задачи предстоящихъ съемочныхъ работъ заставили остановиться на способѣ съемокъ, носящемъ въ геодезіи названіе *способа квадратовъ* или *кварталовъ* и заключающемся въ томъ, что все снимаемое пространство разбивается рядомъ параллельныхъ линій на отдѣльные кварталы; къ сторонамъ кварталовъ приурочиваются *пикеты* (пункты съ опредѣленными отмѣтками высотъ) и относятся всѣ измѣненія контура.

Для примѣра ниже приводится описаніе организаціи и производства съемочныхъ работъ на *Старобѣльскомъ участкѣ*.

Земли, подлежащія съемкѣ — *Даниловскія* и *Городищанскія* оброчныя статьи, представляютъ полосу, вытянутую по направленію съ запада на востокъ <sup>1)</sup>; поэтому магистральная линія съемки проведена параллельно южной границѣ Даниловскихъ оброчныхъ статей; исходнымъ пунктомъ для нивелировки взята точка въ юго-западномъ углу участка, у урѣза воды въ рѣкѣ Деркулѣ. Отъ магистральной проведены ординаты черезъ каждыя 20 сажень въ предѣлахъ склона долины р. Деркула; на водораздѣлѣ и по склону къ р. Камышной ординаты отодвигались одна отъ другой на большее разстояніе въ зависимости отъ степени рельефа и количества подробностей; по ординатамъ отмѣчались точки черезъ каждыя 20, 40 или 80 сажень, — тѣмъ чаще, чѣмъ разнообразнѣе и прихотливѣе рельефъ; независимо отъ этихъ точекъ отмѣчались на ординатахъ промежуточные пункты въ мѣстахъ переломовъ уклоновъ и въ точкахъ пересѣченія ординатъ естественными и искусственными контурами. Такимъ образомъ производилась подробная съемка и готовилась сѣть пикетовъ для нивелированія.

Для проведенія ординатъ служилъ *малый теодолитъ съ буссолюю*, съ точностью нониуса въ 1 минуту; нивелировка выполнена *нивеллирами Герляха*, съ *перекладною трубою* и съ *уров-*

<sup>1)</sup> См. оро-гидрографическій планъ Старобѣльскаго участка.

немъ при обойницѣ. Для нивелировочныхъ журналовъ была принята слѣдующая форма:

№№ пикетовъ по магистральямъ.	№№ ординаръ.	№№ пикетовъ по ординатамъ.	Показаніе рейки.				Условная отмѣтка надъ уровнемъ воды въ р. Деркулѣ.	Отмѣтка надъ уровнемъ моря.	Примѣчанія.
			В а г л я д ы :						
			Читаемые.		Средніе.				
			Задній.	Передній.	Задній.	Передній.			

Изъ каждой стоянки нивелира производились отсчеты по рейкамъ на пикетахъ, установленныхъ въ вершинахъ четырехъ, девяти или шестнадцати квадратовъ, смотря по рельефу мѣстности и размѣрамъ квадратовъ; каждый ходъ нивелира повѣрялся повторнымъ опредѣленіемъ пикетовъ на магистральной линіи, при чемъ эта послѣдняя нивелировалась нѣсколько разъ, до полного совпаденія отмѣтокъ.

Отмѣтки всѣхъ пикетовъ вычислены по журналу и представляютъ возвышеніе ихъ надъ меженнымъ горизонтомъ воды въ р. Деркулѣ (принятымъ за 0); при составленіи оро-гидрографической карты отмѣтки были перечислены на уровень моря, считая высоту метеорологической станціи № 2 въ 24,456 сажени. Общее протяженіе нивелировочныхъ линій за отчетный періодъ на Старобѣльскомъ участкѣ составляетъ 395 веретъ; пикетовъ поставлено 16000 штукъ.

Подобнымъ же образомъ и въ такомъ же размѣрѣ велись съемочныя работы и на остальныхъ двухъ участкахъ Экспедиціи. Результаты съемокъ и нивелировокъ наносились на отдѣльные планшеты въ различныхъ масштабахъ, въ зависимости отъ рельефа; такъ, нижняя часть бассейна оврага Озерки (Каменная степь) и весь бассейнъ Криничнаго яра (Старобѣльскій участокъ) выпол-

нены въ масштабѣ 25 сажень въ дюймѣ, съ горизонталями черезъ четверть сажени <sup>1)</sup>. Остальные планшеты изготовлялись въ масштабахъ 100 и 200 сажень въ дюймѣ, при чемъ горизонтали проводились черезъ 0,5 и 1 сажень; на подлинныхъ планахъ нанесены все нивелировочныя линіи и обозначены пикеты съ отмѣтками въ саженяхъ, съ точностью до 0,01 саж.

Результаты этихъ обширныхъ изысканій собраны въ трехъ отдѣльныхъ картахъ верстового масштаба, приложенныхъ къ отчету. Карты изготовлены литографскимъ способомъ, путемъ уменьшенія съ оригинала, выполненнаго въ масштабѣ 300 сажень въ 1 дюймѣ. Оригиналы составлены по подлиннымъ планамъ болѣе крупныхъ масштабовъ, при чемъ уменьшеніе производилось точнымъ прецизионнымъ пантографомъ системы Корради.

На каждомъ отдѣльномъ листѣ карты помѣщены уменьшенные контуры, съ обозначеніемъ рельефа двумя способами: 1) отгѣненіемъ по высотѣ и 2) линіями водораздѣловъ и тальвеговъ. Все три способа въ совокупности даютъ полную картину орографіи изучаемой мѣстности. Степень крутости склоновъ, линіи наибольшаго ската, направленіе тальвеговъ и степень ихъ паденія — все это ясно и наглядно представляетъ методъ горизонталей (изогицъ), которымъ выполненъ планъ въ крупномъ ( $\frac{1}{42000}$ ) масштабѣ.

Способъ отгѣненія по высотѣ даетъ возможность судить о степени возвышенія одной точки надъ другою; сравнивая планы всехъ трехъ участковъ, легко наблюдать общее направленіе скатовъ и относительный размѣръ площади, занятой подъ долиною, средней частью склона и верхнимъ плато.

Наконецъ, третій планъ, съ обозначеніемъ общихъ и частныхъ водораздѣловъ, даетъ представленіе о формѣ и размѣрахъ бассейна каждой балки или оврага.

---

<sup>1)</sup> Планъ въ горизонталяхъ бассейна Криничнаго яра послужилъ основнымъ матеріаломъ къ выполнению рельефной карты, изготовленной г.г. М. Тимогичемъ и П. Сладковскимъ подъ моимъ руководствомъ къ Всероссийской выставкѣ въ Нижнемъ-Новгородѣ.

На прилагаемыхъ къ отчету планахъ участковъ въ верстовомъ масштабѣ (500 саж. въ дюймѣ) обозначены синими линиями *талвеги* (пониженныя точки долинъ), по которымъ стекаетъ съ бассейна весенняя и дождевая вода; овраги обведены пунктирной линіей и закрашены коричневою краскою въ предѣлахъ *вѣтницъ овраговъ*; этими вѣтницами являются *линіи перелома уклоновъ*, характерныя для ясно выраженныхъ овраговъ, или же *границы уклоновъ болѣе 10°*, тѣхъ *крутостей*, которыя легко размываются водою и должны быть причислены къ системѣ оврага; такимъ образомъ, вся площадь (закрашена на планѣ коричневымъ цвѣтомъ) занятая оврагами должна быть изъята изъ хозяйственного пользованія общаго характера <sup>1)</sup> и представлять арену дѣятельности Экспедиціи. Крутые склоны или бока овраговъ укрѣпляются посадками, плетнями, кольями и проч.; ложе занимаетъ подъ водохранилища, а болѣе пологіе склоны предохраняются отъ размыванія прекращеніемъ распашки, выгона на нихъ скота и другими предупредительными мѣрами.

Включеніе въ общепринятый способъ изображенія рельефа мѣстности горизонталями другого знака (линіи вѣтца оврага) вызывается тѣмъ обстоятельствомъ, что горизонтالي не характеризуютъ переходъ уклоновъ отъ малыхъ къ большимъ и не даютъ границы оврага, столь рѣзко обозначенной и ясно выраженной въ натурѣ.

Оро-гидрографическіе планы участковъ, приложенные къ отчету, далеко не исчерпываютъ весь сырой матеріалъ, накопившійся за отчетный періодъ и обработанный на отдѣльныхъ планшетахъ; большія площади, наиболѣе интересныя въ отношеніи рельефа или предназначенныя для научныхъ и практическихъ работъ Экспедиціи, снятыя въ крупныхъ масштабахъ, дали возможность сблизить горизонтали до 0,25 сажени взаимнаго разстоянія. Выбранный для отчетныхъ плановъ масштабъ (1 : 42,000) не позволяетъ провести горизонтали чаще чѣмъ черезъ одну сажень, такъ какъ на крутыхъ склонахъ взогипсовыя лініи почти сливаются; между тѣмъ слабый

<sup>1)</sup> Въ натурѣ, на участкахъ всѣ вѣтцы овраговъ обведены бороздами, представляющими границу распашки.

рельефъ ровныхъ и плоскихъ плато не можетъ быть выраженъ принятымъ высотнымъ масштабомъ; это относится, напримѣръ, до долины рѣки Деркула (Старобѣльскій участокъ), которая изображена отдѣльно, въ болѣе крупномъ масштабѣ—300 саж. въ дюймѣ, съ горизонталями черезъ 0,25 сажени.

**Характеръ работъ за отчетный періодъ.** Общій характеръ практическихъ мѣропріятій въ области гидротехническихъ работъ Экспедиціи изложенъ и обстоятельно намѣченъ въ „Предварительномъ Отчетѣ“ и въ „Трудахъ Экспедиціи“ за 1892—1893 года. Работы отчетнаго періода, далеко не обхвативъ всего района дѣйствія, тѣмъ не менѣе строго слѣдовали разъ намѣченной программѣ. Въ общей части предлагаемаго отчета умѣстно будетъ дать характеристику работъ, намѣтить тѣ мотивы, которые побудили остановиться на той или другой работѣ, на томъ или иномъ опытѣ.

Учитывая сложные и малоразработанные приемы регулированія воднаго хозяйства въ степяхъ и сообразуясь со средствами и общимъ направленіемъ дѣятельности Экспедиціи по другимъ отдѣламъ, прежде всего пришлось ограничиться работами малосложными и сравнительно дешевыми; мѣсто работъ приходилось выбирать вблизи лѣсныхъ посадокъ, метеорологическихъ станцій и т. д. Въмѣстѣ съ тѣмъ ни на одномъ участкѣ не удалось закончить полностью систему регулированія, отложивъ ее до болѣе благоприятныхъ условий.

Тѣмъ не менѣе выполненное представляетъ уже обширный матеріалъ для изслѣдованія и ни одно сооруженіе не поставлено внѣ района намѣченнаго и строго обдуманнаго плана общаго регулированія водной системы.

Остановившись сначала на работахъ на *Хрѣновскомъ участкѣ*, замѣтимъ, что овраги и балки, пересекающіе Каменную степь, принадлежатъ двумъ системамъ рѣкъ: Таловой и Чиглы <sup>1)</sup>. Басейнъ р. Таловой входитъ въ участокъ среднюю свою частью праваго склона, изборозженнаго глубокими оврагами съ большимъ па-

<sup>1)</sup> См. Оро-гидрографическій планъ Каменной степи (Хрѣновской участокъ).

деніемъ; вторая система — часть бассейна р. Чиглы находится въ лучшихъ условіяхъ: въ предѣлахъ участка по пологому скату пробѣжали на западъ овраги Озерки и Осиновой, при чемъ почти весь бассейнъ ихъ помѣщается въ казенной межѣ. При малыхъ паденіяхъ тальвеговъ и при пологихъ бокахъ, овраги Озерки и Осиновой со всеми отвершками представляютъ систему крайне удобную для регулированія на ней воднаго хозяйства. Это невольно бросается въ глаза по первому взгляду на ровную степь, прерываемую *задержанными верховьями* овраговъ, *среднею частью* съ рѣзко выраженной промоиною и сильно размытымъ глубокимъ ложемъ оврага Озерки въ *нижней трети* склона.

Системою балокъ Озерки и Осиновой издавна пользовались крестьяне-арендаторы для упорядоченія степного хозяйства; черезъ каждую верету попадаютъ по балкамъ крестьянскіе *ставы* (пруды); еще чаще можно встрѣтить слѣды разрушенныхъ плотинъ. Въ предѣлахъ пяти западныхъ оброчныхъ статей Каменной степи насчитывается до 15 подобныхъ попытокъ утилизировать оврагъ для полученія не высыхающаго на лѣто прудка для домашнихъ нуждъ или для водоя скота. „Въ Трудахъ Экспедиціи“ за 1892—93 г. не разъ упоминается о крестьянскихъ прудахъ и о тѣхъ ошибкахъ, которыя постоянно повторяются при возведеніи водохранилищъ; къ сказанному прибавимъ, что слѣды многочисленныхъ прудовъ, существовавшихъ въ степяхъ юга-Россіи въ давніе времена, отнюдь не свидѣтельствуютъ о большемъ ихъ количествѣ, чѣмъ нынѣ, и далеко не подтверждаютъ мнѣніе, что засушливые годы за послѣдній десятокъ лѣтъ появились влѣдствіе повсемѣтнаго уменьшенія искусственной водной площади. Исторія этихъ разрушенныхъ плотинъ крайне проста и она повторяется постоянно на нашихъ глазахъ. Хуторянинъ, облюбовавъ, *на глазъ*, мѣсто подъ плотину, возводитъ ее изъ верхняго слоя земли, чернозема, подмѣшивая иногда подпочву, обыкновенно глинистую; при этомъ объемъ водохранилища не образуется съ тою площадью, съ которой притекаетъ снѣговая и дождевая вода. Водосливъ устраивается копаный въ берегу балки и всегда очень малыхъ размѣровъ; первая весенняя вода портитъ

такое сооруженіе: водосливъ подмывается, откосъ насыпи „къ водѣ“ сползаетъ, а перѣдко и все тѣло плотины не выдерживаетъ перваго натиска воды.

Между тѣмъ хуторянинъ возвелъ уже около става хозяйственныя постройки и принужденъ поддерживать свой прудъ; промоина въ водосливѣ заваливается навозомъ и землею; *иребля* (плотина) подсыпается землею и укрѣпляется живыми ивовыми кольями. Такимъ образомъ ставъ существуетъ, при благопріятныхъ условіяхъ, десятки лѣтъ, пока вода не размоетъ котловину такихъ размѣровъ, что засыпать ее оказывается невыгоднымъ и невозможнымъ. Тогда арендаторъ избираетъ другое мѣсто подъ новый ставъ; съ нимъ повторяется то же самое, а въ оврагѣ на долго сохраняется слѣды плотинъ въ видѣ промоинъ въ бокахъ оврага, глубокой ямы на днѣ и земляной стѣны, примыкающей къ одному изъ береговъ. Еще позже отъ плотины останется излучина въ оврагѣ, навсегда измѣнившая устойчивое положеніе его.

Отсюда видно, что неудачныя попытки использованія оврага приносятъ существенный вредъ системѣ и, быть можетъ, съ лица степи снесено очень много чернозема, благодаря неумѣлому и небрежному стремленію человѣка утилизировать оврагъ для хозяйственныхъ нуждъ.

Возвращаясь къ оврагамъ на Каменной степи, замѣтимъ, что они въ значительной степени пострадали отъ крестьянскихъ ставовъ: многія мѣста, удобныя для возведенія плотинъ, настолько испорчены водосливами въ обоихъ берегахъ, что использовать ихъ для новыхъ водохранилищъ невозможно. Тѣмъ не менѣе, обстоятельное изученіе мѣстности дало возможность устроить систему водохранилищъ, составляющихъ почти непрерывное плесо воды, на протяженіи пяти верстъ по оврагу Озерки, и группу прудовъ въ верховьяхъ оврага Осиноваго. Работами на Хрѣновекомъ участкѣ достигнута упорядоченіе системы двухъ балокъ съ использованиемъ воды для хозяйственныхъ цѣлей и для орошенія. Нижнее водохранилище на Озеркахъ — Большеозерское доставляетъ воду на опытный поливной участокъ, расположенный на лѣвомъ склонѣ, въ 1,5 вер-



стахъ отъ водохранилища; кромѣ того избыточная вода, выливающаяся черезъ водосливъ Большоозерскаго водохранилища, поступаетъ въ небольшой лиманъ.

Закрѣпительныя работы по оврагамъ Каменной стени произведены были въ небольшихъ размѣрахъ въ виду того, что овраги эти мало дѣятельны; тѣмъ не менѣе изъ болѣе крупныхъ работъ слѣдуетъ отмѣтить опыты заиленія отвѣршковъ по способу Йенни, предпринятыя по инициативѣ завѣдующаго участкомъ К. Э. Собѣневскаго въ верховья балки Нужной.

Сооруженія на Каменной стени, помимо значенія ихъ какъ части цѣлой регулирующей системы, представляютъ практической интересъ съ технической стороны ихъ выполнения: значительный бассейнъ оврага Озерки вынуждаетъ солидно укрѣплять водосливы, наконецъ устройство лиманнаго правильнаго орошенія повлекло за собою возведеніе ряда искусственныхъ сооружений — акведуковъ, каналовъ, водоспусковъ и проч. <sup>1)</sup>.

Гидротехническія работы *Старобѣльскаго участка* носятъ за отчетный періодъ иной характеръ, въ зависимости отъ мѣстныхъ условий: рѣзко выраженныя черты степнаго климата и типичныя дѣйствующіе овраги даютъ право назвать Старобѣльскій участокъ *яркимъ и крайнимъ образцомъ южно-русской стени*; здѣсь нельзя урегулировать водную систему такъ легко, просто и скоро, какъ на Каменной стени, и пройдетъ не мало лѣтъ упорнаго труда, пока глубокіе яры перестанутъ дѣйствовать и займется настолько, чтобы ложе ихъ можно было обратить въ невысыхающіе резервуары, а воду изъ этихъ хранилищъ выводить на нижележащіе поля и дуга.

Здѣсь, на этомъ участкѣ прежде всего пришлось взяться за укрѣпленіе овраговъ различными способами, между прочимъ, за сооруженіе небольшихъ водохранилищъ въ мѣстахъ перелома уклоновъ; цѣль такихъ прудовъ заключается въ ослабленіи потоковъ вѣшнихъ водъ и въ заиленіи дна въ предѣлахъ подпора. И только тогда, когда наступитъ полное равновѣсіе между оврагомъ и пробѣгающей

<sup>1)</sup> Описаніе этихъ сооружений во 2-й главѣ.

въ немъ водою, можно будетъ приступить къ сооруже́нiямъ крупнымъ, оросительнымъ <sup>1)</sup>).

Помимо подобнаго, медленнаго и неизбежнаго пути, въ дѣлѣ регулированiя водной системы въ *крайнихъ степеняхъ*, можно искать другіе источники влаги; таковыми являются рѣки и, главнымъ образомъ, почвенная грунтовая вода, — та вода, которая образуется путемъ просачиванiя атмосферныхъ осадковъ въ почву; здѣсь она, огражденная отъ испаренiя, медленно двигаясь по направленiю скатовъ водоносныхъ пластовъ, образуетъ по-истинѣ огромные запасные резервуары, поддерживающіе почти неизмѣнно влажность верхнихъ слоевъ и могущіе, при благоприятныхъ условiяхъ, дать непрерывную струю воды на поверхность земли. Такую воду приходится собирать *по каплямъ*, собирать умѣло, чтобы подобное предпріятіе оказалось экономически выгоднымъ. Лучшимъ и повседневымъ примѣромъ пользованiя грунтовой водою являются колодцы, какъ сооруже́нiя искусственныя, и ключи (*криницы*), какъ естественные собиратели грунтовой влаги. Для увеличенiя притока воды примѣняются, помимо колодцевъ, *водосборныя галлерей*, располагаемая по *перпендикулярному направленiю* къ линiи наибольшаго ската водоноснаго пласта; естественные выходы грунтовой воды, надлежащимъ образомъ обдѣланные, точно также могутъ служить обильнымъ источникомъ воды.

Водосборная галлерей экономически выгодна лишь въ случаѣ неглубокаго залеганiя грунтовой воды, когда верхняя, не работающая часть ея, не превосходитъ въ вышину одной сажени. При большихъ глубинахъ открытыя галлерей замѣняютъ закрытыми штольнями, но подобное устройство, затрудняя наблюденіе надъ правильнымъ ихъ дѣйствіемъ, можетъ примѣняться лишь въ богатыхъ водою пластахъ <sup>2)</sup>).

---

<sup>1)</sup> Полная возможность съ технической стороны такого предпріятiя подтвердилась еще въ 1893 году произведенными изысканiями и составленнымъ проектомъ (См. «Труды Экспедиціи», Отдѣлъ практическихъ работъ, томъ II, выпускъ I, стр. 37).

<sup>2)</sup> Въ южной Калифорніи (Америка) очень распространенъ способъ полученiя грунтовой воды закрытыми галлерейми, построенными изъ дерева.

Въ долині р. Деркула заложена была въ 1894 году открытая водосборная галлерей, на мѣстѣ небольшого лиманчика, вблизи метеорологической станціи № 2; подробности устройства ея и результаты наблюденій изложены во 2-й главѣ настоящаго отчета; здѣсь-же замѣтимъ, что изученіе подобнаго способа добычи воды представляется дѣломъ большой важности: удачно построенная галлерей, соединенная съ запаснымъ или сборнымъ бассейномъ, можетъ дать громадное количество воды, пригодной не только для хозяйственныхъ нуждъ, но и для цѣлей орошенія.

Водопроницаемый грунтъ участка, не позволяющій, покажется, сохранять воду въ водохранилищахъ въ теченіе цѣлаго лѣта, не мѣшаетъ устройству плоскихъ водовмѣстителей, затопяемыхъ весною на нѣсколько недѣль. Такіе *лиманы* устроены на Старобѣльскомъ участкѣ и приносятъ существенную пользу въ дѣлѣ использования снѣговой и дождевой воды.

На *Великоанадольскомъ участкѣ* за отчетный періодъ произведено мало гидротехническихъ работъ; особенность оро-гидрографіи лѣсничества и специальный характеръ изслѣдованій на этомъ южномъ участкѣ Экспедиціи принуждаютъ отказаться отъ попытки полностью урегулировать водную систему. За все время дѣятельности Экспедиціи пришлось ограничиться устройствомъ четырехъ прудовъ и нѣсколькихъ колодцевъ, поставленныхъ въ различныя условія по отношенію къ рельефу и характеру мѣста; такъ, одинъ изъ прудовъ (Верхній) представляетъ водный резервуаръ, водосборная площадь котораго сплошь покрыта лѣсомъ; другое водохранилище (Степное) расположено въ открытой степи; третій прудъ (Въздной) представляетъ емкій резервуаръ, согласованный по объему съ водосборною площадью (большую частью лѣсистую); ложе этого водохранилища, мало проницаемое для воды, даетъ возможность производить на немъ рядъ наблюденій и учетовъ надъ жизнью пруда, особенно надъ испареніемъ со свободной поверхности воды. Наконецъ, четвертый прудъ (Большой) является довольно крупнымъ техническимъ сооруженіемъ: плотина его снабжена широкимъ каменнымъ водосливомъ со шпунтовыми рядами и досчатыми полами.

Общій проект окончательнаго регулированія водной системы на участках Экспедиціи. —Пятилѣтнее изученіе степеней со стороны *рельефа, водъ, климата* и вообще *ихъ жизни* дало возможность выработать и намѣтить, а въ нѣкоторыхъ частяхъ и выполнить общій проектъ регулированія водной системы на опытныхъ участкахъ Экспедиціи. Если предлагаемый проектъ будетъ исполняться въ натурѣ, то въ немъ могутъ произойти нѣкоторыя несущественныя измѣненія въ деталяхъ, не нарушающія, въ общемъ, основныхъ предположеній; эти предположенія, какъ уже было замѣчено, основаны на близкомъ знакомствѣ съ мѣстностью и подтверждаются первыми шагами въ дѣлѣ осуществленія ихъ въ натурѣ.

Напомнимъ здѣсь не разъ высказываемое положеніе, что задачи Экспедиціи не исчерпываются устройствомъ хозяйства на выбранныхъ участкахъ; напротивъ, эта задача можетъ явиться лишь слѣдствіемъ тѣхъ опытныхъ работъ, которыя предпринимаются для полного учета ихъ *природности* для степныхъ пространствъ и ихъ выгоды для южно-русскаго хозяйства. Поэтому нѣкоторыя меліораціи, предпріятыя Экспедиціей, могутъ лечь непроизводительнымъ расходомъ на хозяйство данной площади; другія—прямо могутъ быть не пригодны для даннаго случая, въ виду мелкаго масштаба сооруженія или дорога стоящихъ матеріаловъ, — *таковъ удѣлъ всякаго опыта*. На работы подобнаго рода слѣдуетъ смотрѣть именно, какъ на опытыя, разрѣшающія вопросъ о возможности ихъ при иныхъ мѣстныхъ условіяхъ; такія работы окупаются, въ сомнѣніи, впоследствии, когда опытъ Экспедиціи дастъ опредѣленныя *нормы меліораціи, установленныя типы сооруженій и точныя указанія, когда и гдѣ можно* воспользоваться тѣмъ или инымъ мѣропріятіемъ въ дѣлѣ упорядоченія степного хозяйства.

На основаніи сказаннаго выясняются причины, побудившія Экспедицію къ нѣкоторымъ экономически невыгоднымъ мѣропріятіямъ; таковымъ является, на примѣръ, орошеніе въ бассейнѣ оврага Озерки (Каменная степь), потребовавшее крупныхъ затратъ на проведеніе воды къ ограниченной площади орошаемаго участка.

Изученіе Каменной степи даетъ намъ первый стройный проектъ проекта урегулированія водной системы, частью выполненный въ натурѣ.

Регулированію подлежатъ бассейны двухъ балокъ—Озерки и Осиновая съ системою отвершковъ<sup>1)</sup>; мѣропріятія должны заключаться въ слѣдующемъ:

1) Границы всѣхъ балокъ и отвершковъ опахиваются кругомъ по линіямъ вѣнцовъ; распашка внутри вѣнцовъ прекращается (*выполнено въ натурѣ*).

2) Сильно размытые отвершки, продолжающіе свой ростъ послѣ прекращенія распашки, укрѣпляются легкими плетнями, запрудами и проч., а размывающіеся скаты ограждаются валиками, канавами и плетнями (*часть этихъ работъ выполнена*).

3) Для окончательнаго закрѣпленія овраговъ по пологимъ склонамъ, въ верховьяхъ, а мѣстами въ днѣ и на берегахъ балокъ производятся посадки различныхъ древесныхъ породъ. Эти мѣропріятія относятся къ спеціальному лѣсокультурному отдѣлу работъ Экспедиціи и описаны въ соотвѣтствующихъ выпускахъ „Трудовъ“.

4) Для задержанія влаги на водораздѣлахъ примѣняются разнаго рода собиратели снѣга—щиты, снѣжные валы и лѣсныя защитныя полосы.

5) Ложа глубокихъ овраговъ утилизируются какъ мѣста для водохранилищъ, прудовъ. На оврагахъ Озерки и Осиновой съ ихъ отвершками примѣнены всѣ четыре типа прудовъ, установленныхъ Экспедиціей: I) водохранилище съ водоемомъ<sup>2)</sup>, II) лиманъ, III) прудъ хозяйственнаго пользованія и IV) гуртовой прудъ.

Начиная съ точки впаденія Осиноваго оврага въ Озерки, вверхъ по теченію располагаются слѣдующія сооруженія (чертежъ 1): 1<sup>3)</sup> Усть-лиманъ (существующій); 2) Большеозерское водохрани-

<sup>1)</sup> См. оро-гидрографическую карту Каменной степи (Хрѣновской участокъ).

<sup>2)</sup> Водоемъ—труба съ запоромъ, заложена въ тѣло плотины на высотѣ мертваго горизонта воды.

<sup>3)</sup> Цифры соотвѣтствуютъ №№-мъ на чертежѣ.

лице (существующее); 3) *Гуртовой прудъ* — необходимый для хозяйственныхъ цѣлей и предохраняющій ниже лежащее водохранилище отъ загрязненія; 4) *Старо-Конюховскій прудъ* хозяйственного пользованія (существовавшій раньше, при условіи капитальнаго ремонта плотины и водослива); 5) *Ново-Конюховское водохранилище*, исправленный и снабженный водоемомъ, существующій крестьянскій прудъ; 6) *Николаевское водохранилище* (существующее, снабженное водоемомъ); 7) *Новое водохранилище*, поставленное нѣсколько выше предыдущаго, тоже снабженное водоемомъ; 8), 9) и 10)—три пруда гуртовыхъ и хозяйственного пользованія (*Нижне* и *Верхне-рогатые* и *Шкаринскій*); 11) *Круглое водохранилище* на лѣвомъ отвершкѣ Озерокъ (существующее) служить для хозяйственныхъ цѣлей. Оврагъ Осинový на протяженіи двухъ веретъ имѣетъ глубокое, сильно размытое ложе, не удобное для установки на немъ водохранилищъ; но выше, передъ впаденіемъ въ него балки Нужной, оврагъ расширяется и здѣсь можетъ быть заложенъ *лиманъ*, 12-ое по счету сооруженіе; еще выше по оврагу находится крестьянскій прудъ (*Дегтеревъ*), а на двухъ отвершкахъ расположены построенные Экспедиціей пруды четвертаго типа — *Безгиланный* и *Нужный*.

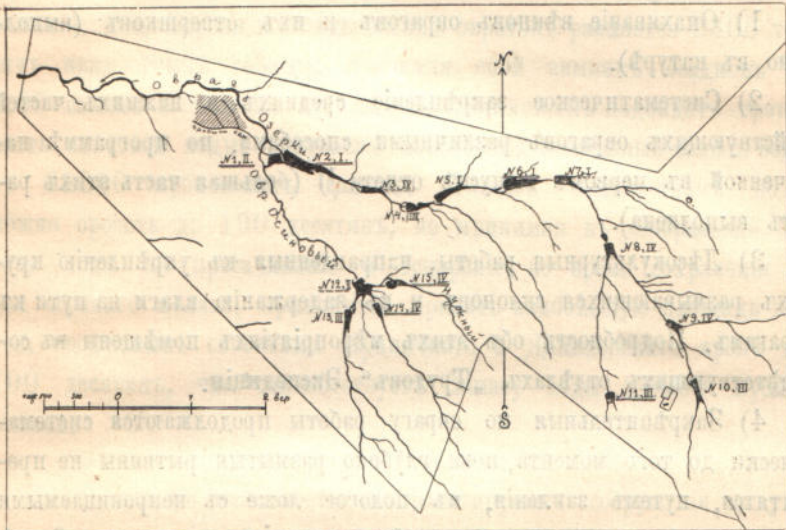
Такимъ образомъ въ окончательно регулированную систему войдутъ 15 прудовъ; изъ нихъ 4 водохранилища, 2 лимана, 4 пруда хозяйственного пользованія и 5 гуртовыхъ прудовъ.

До настоящаго времени изъ общаго числа водохранилищъ построено 6; существующіе 6 крестьянскихъ прудовъ необходимо ремонтировать, а 3 возвести вновь.

Общая емкость всѣхъ существующихъ и проектируемыхъ прудовъ составитъ 35000 кубическихъ сажень; изъ нихъ до 15000 приходится на водохранилища съ водоемами, которыми можетъ быть орошена площадь до 70 десятинъ.

Оросительныя работы относятся къ послѣднему — *шестому пункту* общаго проекта регулированія водной системы на Каменной степи; онѣ частью уже выполнены въ натурѣ, а именно проведенъ каналъ

(съ акведукомъ черезъ Осиновый оврагъ), доставляющій воду на орошаемый участокъ; этотъ послѣдній расположенъ на лѣвомъ пологомъ склонѣ оврага Озерки (см. чертежъ 1). Пользуясь тѣми-же водопроводными сооружениями и утилизируя избыточную весеннюю воду, въ долину Озерокъ можетъ быть устроено *рыбное прудовое хозяйство*; мелкіе прудки для метанія икры и для молоди запроектированы на орошаемомъ участкѣ, а главнымъ рыбнымъ прудомъ можетъ служить одно изъ водохранилищъ.



Черт. 1. Планъ западной части Каменной степи, съ обозначеніемъ системы существующихъ и предполагаемыхъ водохранилищъ; римскими цифрами обозначены типы прудовъ.

Вотъ въ общихъ чертахъ, проектъ окончательнаго регулированія бассейна балокъ Озерки и Осиноя; на основаніи подробныхъ изысканій проектъ этотъ разработанъ со всѣми деталями и можетъ быть приведенъ въ исполненіе во всякое время <sup>1)</sup>. Добавимъ къ сказанному, что при выполненіи отдѣльныхъ частей проекта въ

<sup>1)</sup> Многія подробности, касающіяся этого проекта приведены во второй главѣ настоящаго отчета.

настоящее время, въ будущемъ а также и во время дѣйствія всей системы, предположенъ точный научный учетъ всѣхъ хотя-бы самыхъ незначительныхъ явленій; только при такой постановкѣ дѣла можно опѣнить и опредѣлить пригодность и цѣлесообразность осуществляемыхъ Экспедиціей мѣропріятій.

На *Старобольскомъ участкѣ* исключительное вниманіе было обращено на бассейны Криничнаго и Даниловскаго яровъ. Проектъ регулированія водной системы заключается на данномъ участкѣ въ слѣдующихъ мѣропріятіяхъ.

1) Опахиваніе вѣнцовъ овраговъ и ихъ отвершковъ (выполнено въ натурѣ).

2) Систематическое закрѣпленіе среднихъ и нижнихъ частей дѣйствующихъ овраговъ различными способами, по программѣ намѣченной въ первомъ выпускѣ отчета <sup>1)</sup> (большая часть этихъ работъ выполнена).

3) Лѣсокультурныя работы, направленные къ укрѣпленію крутыхъ размывающихся склоновъ и къ задержанію влаги на пути къ оврагамъ. Подробности объ этихъ мѣропріятіяхъ помѣщены въ соотвѣтствующихъ отдѣлахъ „Трудовъ“ Экспедиціи.

4) Закрѣпительныя по оврагу работы продолжаются систематически до того момента, пока глубоко размытыя рывины не превратятся, путемъ заиленія, въ пологое ложе съ непроницаемымъ дномъ и стѣнками; для той-же цѣли заиленія дна служатъ 6 водохранилищъ, устроенныхъ Экспедиціей въ днѣ Криничнаго яра.

5) По заиленіи дна, въ устьѣ Криничнаго яра предполагается заложить *Большое водохранилище* съ водоемомъ (см. чертежъ 2, А), служащее для орошенія ниже лежащихъ земель. Результаты изысканій въ этомъ направленіи приведены въ отчетѣ за 1893 годъ <sup>2)</sup> при дальнѣйшемъ развитіи гидротехническихъ сооружений, оросительная площадь можетъ быть расширена, при чемъ недостающее количество воды пополнится изъ выше лежащихъ водохранилищъ,

<sup>1)</sup> Гидротехническія работы 1893 года. Отдѣлъ практическихъ работъ, томъ II вып. 1 стр. 57.

<sup>2)</sup> J—dem. стр. 37.



при условіи окончательнаго заиленія ихъ дна. Кромѣ того, для той-же цѣли можетъ служить Даниловское водохранилище (В), расположенное на оврагѣ того-же названія; въ мѣстѣ пересѣченія этого оврага съ оросительнымъ каналомъ проектируется запасной резервуаръ Г. Оросительный каналъ, проходя на высотѣ 6 сажень надъ меженнымъ горизонтомъ воды въ р. Деркулѣ захватываетъ площадь казенныхъ земель въ 280 десятинъ; вся эта площадь не можетъ быть поливаема снѣговою водою, собираемою съ бассейна Криничнаго и Даниловскаго яровъ на основаніи слѣдующихъ соображеній. Водосборная площадь обоихъ овраговъ равняется 2300 тысячъ квадратныхъ сажень; принимая слой зимнихъ осадковъ въ 0,05 сажени и полагая что къ водохранилищамъ подойдетъ третья часть снѣговой воды, получаемъ наибольшій возможный запасъ воды въ 38000 кубическихъ сажень. Такимъ количествомъ воды можно оросить до 190 десятинъ, но принимая въ соображеніе потери воды на просачиваніе и испареніе во время сохраненія ея для осеняго полива, приходится принять наибольшую площадь полей, орошенныхъ системами Криничнаго и Даниловскаго яровъ въ 100 десятинъ, что соотвѣтствуетъ запасу воды 20000 кубич. сажень.

Имѣющіяся въ наличности и проектируемыя сооруженія дадутъ нѣсколько меньшей объемъ воды, а именно:

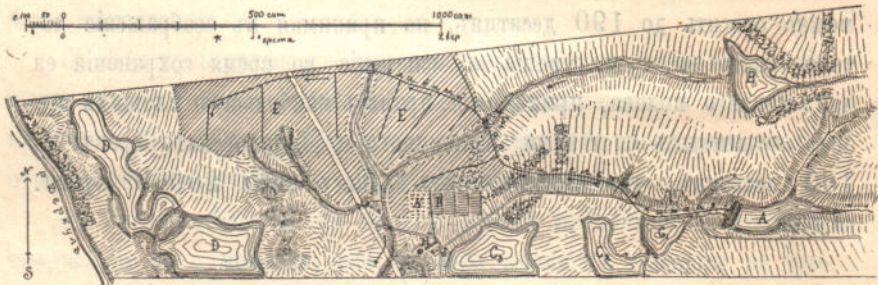
Среднее водохранилище . . . . .	1600	куб. саж.
Южное . . . . .	342	" "
Даниловское . . . . .	1220	" "
Сѣверное . . . . .	1387	" "
Верхнее . . . . .	355	" "
Ляманъ на Даниловскомъ водохранилищѣ . . . . .	5300	" "
Каменное . . . . .	461	" "
Большое . . . . .	5500	" "

а всего . 16165 куб. саж.

Этимъ количествомъ воды можно оросить до 80 десятинъ.

6) Излишняя весенняя вода Криничнаго яра можетъ быть утилизирована для наполненія лимановъ: перваго (существующаго, черт. 2, С<sub>1</sub>), площадью въ 3 десятины и двухъ проектируемыхъ въ низинѣ, расположенной на востокъ отъ метеорологической станціи № 2 (С<sub>2</sub> и С<sub>3</sub>), общию площадью до 15 десятинъ, всего 18 десятинъ лимановъ.

7) Для цѣли выпелачиванія солончаковъ и для кольматированія наносами бесплодной при-деркульской низины, проектируется *береговой лиманъ*, затопляемый весенними водами р. Деркула (черт. 2 D, D), здѣсь можно, воспользовавшись береговыми дюнами и закрывъ интервалы между ними невысокими дамбами, затоплять до 35 десятинъ.



Чертежъ 2. Планъ при-деркульской низины съ расположеніемъ оросительныхъ сооружений. А—Большое водохранилище; В—Даниловскій лиманъ; С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> С<sub>3</sub>—Лиманы бассейна Криничнаго яра; Д—Деркульскій лиманъ; Е—Орошаемый участокъ; F—запасный резервуаръ на оросительномъ каналѣ; H—водосборная галлерей; К—питомникъ и фруктовый садъ, орошаемые водою изъ галлерей.

8) Сооруженная въ 1895 году водосборная галлерей около метеорологической станціи № 2 (черт. 2, H), можетъ давать количество воды, достаточное для орошенія фруктоваго сада, питомника и огородовъ на площади до 7 десятинъ; для этого около галлерей долженъ быть установленъ насосъ съ двигателемъ, поднимающій воду на высоту до 2 сажень; вода можетъ быть проведена къ мѣсту расходованія деревяннымъ лоткомъ на столбахъ.

Итакъ изъ 280 десятинъ при-деркульской низины можетъ быть орошаемо:

а) снѣговою водою собранною въ водохранилища . . . . .	80 дес.
б) весеннею водою, выпускаемою въ лиманы . . . . .	53 „
в) грунтовою водою, поднимаемою насосомъ . . . . .	7 „
	<hr/>
	всего . 140 дес.

Остальные 140 десятинъ приходятся на усадебныя земли, дороги, на прибрежную полосу между р. Деркуломъ и дюнами, на овраги и на высокіе бугры, проходящіе грядою, параллельно берегу въ разстояніи 300—400 сажень и составляющіе естественную преграду между береговымъ лиманомъ и остальными оросительными площадями.

**Результаты практики по устройству водохранилищъ.**—Первымъ мѣропріятіемъ, съ котораго начала Экспедиція свою дѣятельность въ области гидротехническихъ работъ,—было устройство *водохранилища на сухой балкѣ*.

Подобнаго рода сооруженія, столь-же древнія, какъ сама культура въ степныхъ пространствахъ, являются насущными, неизбѣжными, нерѣдко единственными мѣрами въ борьбѣ съ крайнимъ климатомъ, съ капризнымъ распредѣленіемъ атмосферныхъ осадковъ въ степяхъ вообще и въ особенности на югѣ Россіи. Отсутствие (почти повсемѣстное) артезианской воды, выступающей на земную поверхность, низменное положеніе русель рѣкъ, не позволяющее выпускать рѣчную воду на прилегающіе склоны долины, наконецъ, ничтожное количество грунтовой воды въ плотныхъ, мало-проницаемыхъ грунтахъ,—все это заставляеть, по крайней мѣрѣ на первыхъ порахъ, прибѣгать къ улавливанію, задержанію и использованію той воды, которая мощными потоками сбѣгаетъ каждую весну по оврагамъ, снося со степи черноземъ и не возмѣщая эту потерю влаги, столь необходимой въ періодъ вегетативнаго процесса.

Самымъ простымъ, примитивнымъ пріемомъ для достиженія означенной цѣли является прегражденіе оврага плотиною; за плотиною

образуется водохранилище, питаемое бассейномъ — тою площадью земли, съ которой сбѣгаетъ весенняя или дождевая вода.

Въ отчетѣ за 1893 годъ были намѣчены, въ общихъ чертахъ, тѣ соображенія, которыя руководили Экспедиціею при возведеніи первыхъ водохранилищъ; тамъ же сдѣланы указанія о тѣхъ техническихъ приемахъ, которые примѣнялись Экспедиціею.

Къ исходу 1895 года на участкахъ было устроено 23 водохранилища и запроектировано до десятка новыхъ; практика исполненныхъ работъ, личный опытъ и наблюденіе за подобными сооружениями въ районахъ дѣятельности Экспедиціи, позволяютъ выработать и установить, какъ окончательные типы сооружений, такъ и техническіе приемы, наиболѣе цѣлесообразные для выполненія подобныхъ работъ.

*Соотношеніе между объемомъ водохранилища и бассейномъ его.*— Чтобы обезпечить ежегодное наполненіе водохранилища, — объемъ его долженъ находиться въ нѣкоторой зависимости отъ размѣра той площади, которая собираетъ для него зимніе осадки; зависимость эта опредѣляется обыкновенно формулою:

$$N_{\min} = A \cdot m \cdot \varphi.$$

$N_{\min}$  — объемъ водохранилища;  $A$  — площадь бассейна;  $m$  — высота слоя осадковъ за зимніе мѣсяцы;  $\varphi$  — коэффициентъ свободного стока опредѣляющій ту часть зимнихъ осадковъ, которая стекаетъ къ водохранилищу, не испаряясь и не просачиваясь.

Переходя отъ этой общей зависимости къ мѣстнымъ условіямъ, замѣтимъ, что высота слоя зимнихъ осадковъ можетъ быть опредѣлена по даннымъ ближайшей метеорологической станціи; при этомъ необходимо брать *среднія изъ наименьшихъ* цифръ. Для общихъ соображеній можно принять, что при годовомъ слое въ 0,4 метра (для степной полосы Россіи), на зимніе осадки надо отнести всего  $\frac{1}{5}$  этого количества, т. е. 0,08 метра; эта минимальная высота всегда обезпечитъ ежегодное наполненіе пруда водою <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Не слѣдуетъ забывать, что помимо возможнаго minimum'a, приходится считаться съ случайнымъ уменьшеніемъ слоя зимнихъ осадковъ въ бассейнѣ водохранилища; таковымъ является *выдуваніе* снѣга съ водораздѣловъ въ долины сосѣднихъ базокъ.

Величина коэффициента свободного стока, зависящая от многих причинъ, можетъ быть принята для степныхъ пространствъ (по Köstlin'у и другимъ): при площади бассейна до 1 квадратной версты  $\varphi = 0,3$ ; до 6 квад. вереть  $\varphi = 0,12$ ; до 10 квад. вереть  $\varphi = 0,07$ .

Взявъ указанные среднія цифры и считая площадь А въ десятинахъ, а объемъ N водохранилища въ кубическихъ саженьяхъ, получимъ:

$$N = 25 A \text{ до } 6 A$$

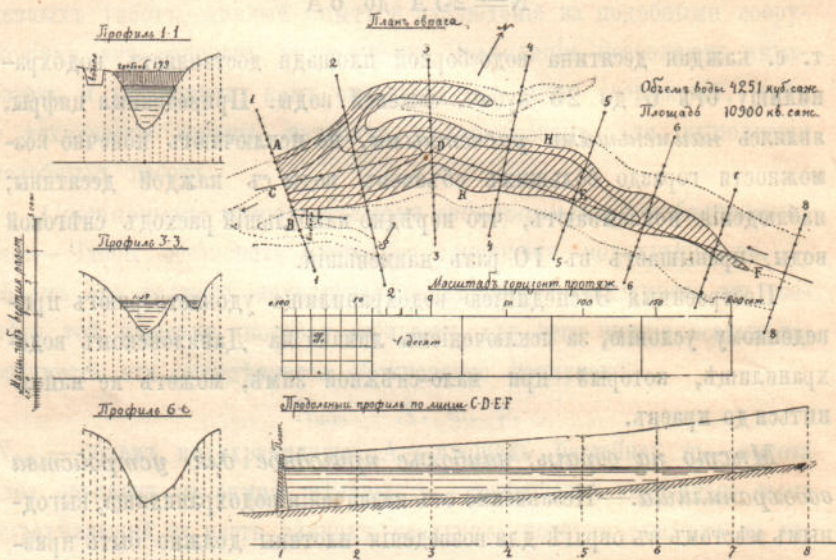
т. е. каждая десятая водосборной площади доставляетъ водохранилищу отъ 6 до 25 кубич. саженьей воды. Приведенныя цифры, являясь *наименьшими расчетными*, не исключаютъ конечно возможности гораздо бѣльшихъ объемовъ воды съ каждой десятины; наблюденія показываютъ, что нерѣдко наибольшій расходъ снѣговой воды, превышаетъ въ 10 разъ наименьшій.

Построенныя Экспедиціею водохранилища удовлетворяютъ приведенному условію, за исключеніемъ лимана на Даниловскомъ водохранилищѣ, который при мало-снѣжной зимѣ, можетъ не наполниться до краевъ.

*Мѣсто на оврагѣ, наиболее пригодное для устройства водохранилища.*— Независимо отъ назначенія водохранилища, выгоднымъ мѣстомъ въ оврагѣ для возведенія плотины должно быть признано такое, гдѣ при наименьшемъ объемѣ насыпи, можетъ быть задержано наибольшее количество воды или образовано наибольшее зеркало водной площади. Крімъ того, при выборѣ мѣста подъ плотину необходимо, изслѣдовавъ грунтъ, убѣдиться въ его прочности и непроницаемости для воды. Предварительный выборъ долженъ производиться при непосредственномъ обзорѣ мѣстности, а окончательное рѣшеніе можетъ быть сдѣлано лишь послѣ подробныхъ изысканій; изысканія состоятъ въ развѣдкѣ грунта, въ предѣлахъ сооружаемаго водохранилища и въ составленіи профилей и плана въ горизонталяхъ. Такъ, положимъ, что по предварительнымъ соображеніямъ и обзору мѣстности, мѣсто подъ плотину назначено въ сѣченіи АВ оврага (чер. 3).

Для выясненія формы и объема водохранилища, проводятъ магистральную линію CDEF, совпадающую съ линією тальвега и назначаютъ линіи поперечныхъ профилей, обозначенныя на чертежѣ номерами (1, 2 и т. д.); по всѣмъ линіямъ производятъ нивелировку, сообразуя мѣста пикетовъ со степенью измѣненія рельефа.

Вычертивъ профили по магистральной линіи и по линіямъ поперечнымъ, получаемъ все необходимое для выясненія размѣра плотины и водохранилища: на черт. 3 намѣчена плотина, поднимающая



Черт. 3. Планъ и профили оврага въ мѣстѣ предполагаемаго водохранилища. воду ровень съ берегами оврага. По надписаннымъ на планѣ отмѣткамъ, можно вчертить контуръ водохранилища и изогипсы ложа его; эти линіи дадутъ матеріалъ для сужденія о площади зеркала воды и объѣмѣ водовмѣстилища.

Форма водохранилища и его мѣсто на оврагѣ, въ зависимости отъ назначенія. — Сборъ снѣговой воды производится для различныхъ цѣлей: для увлажненія почвы, для полива полей въ засушливое время, для хозяйственныхъ нуждъ и проч.; сообразно съ назначеніемъ водовмѣстилища, измѣняется его форма. Экспедиціе установлены слѣдующіе четыре типа прудовъ:

Типъ I. Водохранилища, собирающія сыловую воду, сохраняющія ее до лѣта и выпускающія воду по мѣрѣ надобности на поля орошенія. Такіе резервуары должны быть емкими, съ отношеніемъ объема воды къ испаряющей площади, не меньше половины <sup>1)</sup>).

Они снабжаются приспособленіями для выпуска рабочей воды (водоемами, водоспусками) и особенно тщательно охраняются отъ возможности потерь воды; такъ, для уменьшенія испаренія воды со



Черт. 4. Типъ водохранилища, приспособленнаго для цѣлей орошенія (Николаевское водохранилище въ Каменной степи).

свободной поверхности, такія водохранилища окружаются защитными лѣсными полосами, шириною во 10—20 сажень; на плотинѣ, урѣзъ воды засаживается ветлами; оврагъ выше плотины укрѣпляется плетнями, задерживающими наносы, наконецъ прудъ ограждается отъ доступа къ нему скота, который, выбивая задернѣлую почву способствуетъ быстрому заилению, заплыванію водохранилища. Черт. 4 изображаетъ одинъ изъ прудовъ Экспедиціи (Николаевскій), приспособленный для цѣлей орошенія.

<sup>1)</sup> Это отношеніе можетъ быть представлено наглядно отношеніемъ площади верхняго квадратнаго основанія прямоугольнаго параллелепипеда къ объему его, если высота равна половинѣ стороны основанія.

Что касается мѣста такого сооруженія на оврагѣ, то надо замѣтить, что, чѣмъ оно расположено ниже къ теченію, тѣмъ большій ему можетъ быть приданъ объемъ, въ зависимости отъ возрастающаго бассейна и тѣмъ меньшую площадь можетъ оросить такое водохранилище.

Представимъ идеальный бассейнъ балки въ видѣ прямоугольника, вытянутаго по линіи тальвега; водохранилище раздѣляетъ эту площадь на двѣ: верхнюю, питающую и нижнюю, орошаемую; если считать, что для орошенія одной десятины требуется 200 куб. сажень воды и что каждая десятина бассейна доставляетъ въ водохранилище отъ 25 до 6 куб. сажень воды, получаемъ простое разрѣшеніе вопроса о мѣстѣ водохранилища. Чтобы утилизировать наибольшее количество снѣговой воды, водохранилище должно быть расположено въ нижней части балки, на разстояніи отъ устья въ  $\frac{1}{30}$  всего протяженія оврага; это отношеніе можетъ быть доведено до  $\frac{1}{8}$  при особо благоприятныхъ условіяхъ.

Распространяя это соотношеніе между снѣгосборною и орошаемою площадями на весь югъ Россіи, не трудно вывести заключеніе, что независимо отъ мѣстныхъ условій, наибольшая площадь возможнаго орошенія снѣговою водою никоимъ образомъ не можетъ превысить  $\frac{1}{8}$  площади всего степного пространства; на самомъ дѣлѣ это отношеніе, конечно, гораздо меньше.

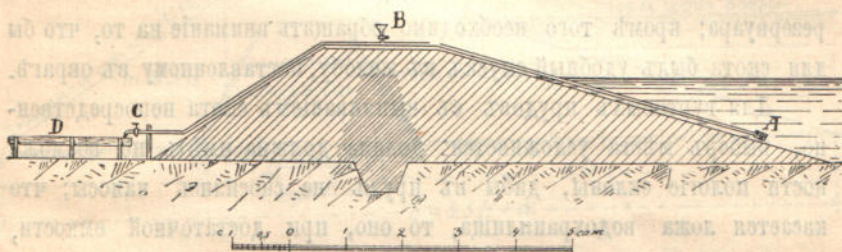
*Типъ II. Лиманы*,—плоскіе резервуары, собирающіе весеннюю воду и освобождающіеся отъ нея черезъ 2—3 недѣли. Вода изъ лимановъ выпускается черезъ особые водосливы, а въ случаѣ проницаемаго грунта и незначительной глубины, обнаженіе дна лимана совершается естественнымъ путемъ. Плотина для такихъ водовмѣстителей возводится съ меньшими предосторожностями, чѣмъ для другихъ типовъ и представляетъ изъ себя невысокую насыпь — *дамбу*, ограниченную довольно пологими откосами. Категоріи лимановъ (поперечные, продольные) и приемы ихъ сооруженій описаны въ первомъ выпускѣ отчета <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> «Труды Экспедиціи». Отдѣлъ практическихъ работъ, томъ II, выпускъ I, стр. 24.



*Типъ III. Пруды хозяйственнаго пользованія* устраиваются вблизи хуторовъ, усадебъ, отдѣльныхъ экономій и т. под.; такого рода водохранилища не представляютъ никакихъ особенностей ни въ ихъ устройствѣ, ни въ формѣ; главное ихъ назначеніе, — имѣть достаточный запасъ воды, обусловливаетъ ихъ емкость и возможно большую глубину. Въ виду того, что хозяйственные пруды приурочиваются къ хутору или усадьбѣ, выборъ выгоднаго мѣста подѣ такое водохранилище значительно стѣсняется.

*Типъ IV. Гуртовые пруды.* Въ виду большого распространенія гуртового хозяйства въ степяхъ, необходимо установить типъ водохранилища, служащаго для выпаиванія домашнихъ животныхъ,



Чертежъ 5. Типъ плотины гуртового пруда съ сифономъ (Нужное водохранилище на Каменной степи).

пасущихся въ степи въ лѣтнее время. Дача воды животнымъ можетъ производиться при помощи особыхъ желобовъ, въ которые вода спускается изъ пруда или же выпаиваніе сопровождается съ купаніемъ животныхъ, которыя загоняются прямо въ прудъ. Второй способъ, имѣющій преимущество съ гигиенической стороны, не можетъ быть признанъ рациональнымъ для водопойнаго сооруженія, такъ какъ животныя выбиваютъ задернѣлые берега пруда и способствуютъ его засоренію.

Въ первомъ случаѣ (при поеніи изъ желоба), плотина снабжается *водоемомъ* — трубою, выпускающею изъ нее воду; этотъ водоемъ можетъ быть заложенъ въ тѣло плотины на высотѣ дна оврага, или-же примѣняются *сифонные водоемы*. Устройство ихъ показано на черт. 5.

Железная труба ABC, діаметромъ отъ 1—2 дюймовъ, укладывается поперекъ плотины: верхній ея конецъ А снабженъ сѣткою съ клапаномъ, а на нижнемъ концѣ расположенъ створный кранъ С. Для приведенія сифона въ дѣйствіе, его заливаютъ водою черезъ воронку, съ краномъ В: когда вся труба наполнится водою, то закрывъ кранъ В и открывъ С, получаемъ струю воды въ желобъ Д, расположенный въ днѣ оврага. Подобное приспособленіе удобно въ томъ отношеніи, что на зимнее время трубы могутъ быть убраны; кромѣ того такой сифонъ можно переносить съ одного пруда на другой, по мѣрѣ опоражниванія ихъ.

Выборъ мѣста подъ такое водохранилище подчиняется условію наивыгоднѣйшаго соотношенія между насыпью плотины и емкостью резервуара; кромѣ того необходимо обращать вниманіе на то, что бы для скота былъ удобный спускъ къ желобу, поставленному въ оврагѣ.

Для гуртовыхъ прудовъ съ выпашиваніемъ скота непосредственно, выборъ мѣста усложняется: долина должна имѣть по возможности пологіе склоны, дабы въ прудъ не сносились наносы; что касается ложа водохранилища, то оно, при достаточной емкости, должно имѣть въ нѣсколькихъ мѣстахъ пологіе скаты безъ крутыхъ обрывовъ. Такіе пруды для уменьшенія испаренія слѣдуетъ окружать лѣсными посадками, при чемъ въ защитныхъ полосахъ оставляютъ интервалы, — шириною отъ 30—40 саж., противъ мѣсть пруда, удобныхъ для водопоя.

*Размѣры земляныхъ плотинъ.* Въ первомъ выпускѣ отчета приведены главные размѣры земляныхъ плотинъ, въ зависимости отъ высоты подпора воды; цифры эти подтвердились на практикѣ и здѣсь, для подноты изложенія, приводятся размѣры элементовъ плотинъ, отнесенные къ глубинѣ воды за плотиною  $h$  (черт. 6).

*Высота насыпи*  $H$  опредѣляется слѣдующимъ выраженіемъ:

$$H = 1,05 (h + 0,4)$$

0,4 саж. — средняя высота сухого гребня (отъ 0,3—0,5); 1,05 — коэффициентъ осадки земляной насыпи ( $1/20$  по высотѣ).

*Ширина по верху* —  $a$  не должна быть меньше 1,5 саж.; при небольшой глубинѣ  $h$  (до  $2\frac{1}{2}$  саж.) ширина по верху равна высотѣ насыпи; при значительной величинѣ  $h$ , ширина по верху  $a = \frac{2}{3} h$

*Внутренний откос* дѣлается исключительно полукторный; впрочемъ, при укрѣпленіи откоса кольями, посадками, мощеніемъ и т. под., можно допускать одиночные откосы.

*Внутренний откосъ*, по опытамъ экспедиціи, достаточно дѣлать тройнымъ, при чемъ обширные резервуары требуютъ предохраненія откоса отъ размывающаго дѣйствія волнъ.

*Размѣры замка* плотины находятся въ зависимости отъ грунта; наименьшіе размѣры, принятыя экспедицію слѣдующіе: глубина  $h' = 0,5$  саж., ширина по верху  $a' = 1$  саж.



Черт. 6. Поперечный разръзъ плотины, нормальныхъ размѣровъ.

*Глиняный стержень* возводится до высоты горизонта воды за плотиною; при насыпкѣ глины (одновременно съ остальною насыпью) слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы ширина ея нигдѣ не была меньше 1 сажени.

*Соотношеніе между размѣрами плотины и водохранилища*, характеризуетъ, какъ извѣстно, *выгодность сооруженія*, и дѣйствительно, главный расходъ на устройство земляной плотины составляетъ стоимость насыпи ея, а основная цѣль сооруженія — образовать возможно большій запасъ воды, (по объему или по площади). Въ отчетѣ за 1893 годъ приведены были частныя и среднія цифры сказаннаго соотношенія для 9 водохранилищъ: теперь же, когда экспедиціе сооружено 23 водохранилища, можно получить болѣе надежныя цифры и весьма близкіе къ истинѣ результаты.

## ТАБЛИЦА

размѣровъ водохранилищъ, сооруженныхъ экспедиціей на опытныхъ участкахъ.

	НАЗВАНІЕ ВОДОХРАНИЛИЩА.	Типъ водохранилища.	№. водохранилища.	Годъ сооруженія.	Объемъ насыпи плотинъ въ куб. саж.	Размѣры водохранилища.				Водооборная площадь, въ десятинахъ.	На 1 куб. сажень насыпи приходится.		Стоимость.	
						Объемъ воды въ куб. саж.	Площадь зеркала воды въ квадр. саж.	Глубина воды.			Объема воды дькуб. саж.	Площади зерк. воды кв. саж.	Общ.	1 кубической сажени.
								Наибольшая.	Средняя.					
Старобѣльскій участокъ.														
1	Среднее . . . . .	III	1	1893	462	1,600	1,270	2,50	1,24	160	3,46	2,74	623	1,38
2	Южное. . . . .	III	2	1893	239	342	665	1,50	0,51	75	1,43	2,36	356	1,49
3	Даниловское . . . . .	I	3	1893	442	1,220	2,850	1,50	0,40	140	2,75	6,44	651	1,56
4	Сѣверное . . . . .	IV	11	1894	599	1,387	1,412	2,60	0,91	190	2,31	2,52	838	1,40
5	Верхнее . . . . .	IV	12	1894	167	355	810	1,00	0,43	155	2,11	4,84	251	1,50
6	Усть-лиманъ . . . . .	II	13	1894	852	4,700	7,440	2,24	0,63	750	5,20	8,23	1,299	1,44
7	Проѣздное . . . . .	III	14	1894	318	599	1,561	1,43	0,38	85	1,88	4,90	463	1,44
8	Степной лиманъ . . . . .	II	15	1894	458	5,300	14,700	0,50	0,31	140	11,56	32,09	667	1,24
9	Каменное . . . . .	—	20	1895	92	461	655	1,55	0,70	500	—	—	605	—
10	Опытное . . . . .	I	21	1895	233	1,380	1,870	1,87	0,73	735	5,93	8,03	331	1,42

НАЗВАНІЕ ВОДОХРАНИЛИЩА.	Типъ водохранилища.	№ водохранилища.	Годъ сооруженія.	Объемъ насыпи плотины въ куб. саж.	Размѣры водохранилища.				Водооборотныя площади, въ десятинахъ.	На 1 куб. сажень насыпи приходится.		Стоимость.		
					Объемъ воды въ куб. саж.	Площадь зеркала воды въ квадрат. саж.	Глубина воды.			Объема воды куб. саж.	Площади зерн. воды кв. саж.	Общ.	1 кубической сажени насып.	
							Наибольшая.	Средняя.						Руб.
					пог. сажени									
<b>Х р ѣ н о в с к о й у ч а с т о к ѣ .</b>														
11	Большеозерское . . . . .	I	4	1893	574	6,000	12,000	2,13	0,50	2,433	10,45	20,90	844	1,32
12	Нужное . . . . .	IV	5	1893	352	3,700	8,500	1,48	0,43	190	10,51	24,14	415	1,19
13	Круглое . . . . .	III	6	1893	107	1,500	7,000	0,71	0,21	100	9,86	44,70	282	1,86
14	Усть-лиманъ . . . . .	II	10	1893	185	950	4,000	0,55	0,24	2,433	5,14	21,62	299	1,62
15	Осиновое . . . . .	IV	16	1894	178	700	1,750	1,33	0,40	312	3,93	9,83	308	1,73
16	Дмитріевское . . . . .	IV	17	1894	118	156	519	1,18	0,30	33	1,27	4,38	197	1,66
17	Ново-Хорольское . . . . .	III	18	1894	239	500	1,106	1,67	0,45	150	1,89	4,62	369	1,54
18	Хорольское 2-е . . . . .	IV	22	1895	398	1,323	1,890	2,41	0,59	150	3,13	4,47	583	1,46
19	Николаевское . . . . .	I	23	1895	269	4,251	10,900	1,39	0,39	950	16,54	42,41	390	1,44
<b>В е л и к о а н а д о л ь с к і й у ч а с т о к ѣ .</b>														
20	Большое . . . . .	I	7	1893	351	1,900	3,855	2,20	0,49	1,370	5,41	10,97	618	1,76
21	Въздное . . . . .	I	8	1893	423	1,700	3,350	1,84	0,51	390	4,00	7,92	652	1,54
22	Верхнее . . . . .	III	9	1893	190	800	1,900	1,05	0,42	250	3,64	8,54	270	1,50
23	Степное . . . . .	IV	19	1894	180	840	2,500	1,00	0,34	370	4,70	13,88	272	1,51

Въ прилагаемой таблицѣ (стр. 30) собраны все данныя, относящіяся до 23 водохранилищъ. Если взять среднія цифры, въ выражающія выгодность сооруженій для каждаго участка и сопоставить ихъ съ цифрами отчета 1893 года, то получится слѣдующее.

НА КАКОМЪ УЧАСТКѢ.	На единицу объема насыпи пло- тины приходится:			
	Единицу объема воды.		Единицу площади зеркала воды.	
	До 1893 г.	Къ исходу 1895 г.	До 1893 г.	Къ исходу 1895 г.
На Старобѣльскомъ участкѣ .	2,54	4,07	3,85	8,02
» Хрѣновскомъ » .	10,27	6,97	29,91	19,67
» Великоанадольск. » .	4,34	4,44	9,14	10,33
Среднее . . .	5,72	5,16	14,3	16,00

Изъ сопоставленія цифръ видимъ, что на Старобѣльскомъ и Великоанадольскомъ участкахъ сооруженія послѣднихъ лѣтъ болѣе выгодны; уменьшеніе выгоды сооруженій на Хрѣновскомъ участкѣ произошло въ слѣдствіе сооруженія 3 хозяйственныхъ прудовъ въ бассейнѣ р. Таловой, — представляющемъ на участкѣ совершенно безводную степь.

Для лучшаго сужденія о среднихъ цифрахъ выгоды, приводимъ тѣ же соотношенія для бассейновъ трехъ балокъ, — Криничной, Озерки и Кашлагачной; эти балки, расположенныя на всѣхъ трехъ участкахъ являютя типичными представителями, къ которымъ можно приурочить почти все овраги юга Россіи.

Таблица даетъ въ двухъ столбцахъ тѣ же соотношенія на емкость (1-й столбецъ) и на водную площадь (2-й столбецъ).

1) Водоохранилища бассейна Криничнаго яра (Старобѣльскій участокъ) . . . . .	3,05	4,09
---	------	------

2) Водохранилища бассейна балки Озерки (Хръновской участокъ) . . . . .	9,40	27,27
3) Водохранилища бассейна балки Кашлагача (Великоанадольскій участокъ) . . . . .	4,34	9,14

Для полной характеристики сооруженныхъ водохранилищъ, приведемъ тѣ же цифры для прудовъ различныхъ типовъ; такъ соотношеніе объема насыпи плотины съ объемомъ воды въ водохранилищахъ I-го типа будетъ:

для Старобльскаго участка . . . . .	8,74
„ Хръновскаго участка . . . . .	13,49
„ Великоанадольскаго участка . . . . .	4,70
среднее . . . . .	8,98.

Въ лиманахъ (типъ II) на 1 кубич. сажень объема насыпи приходится площади зеркала воды:

для Старобльскаго участка . . . . .	20,16
„ Хръновскаго участка . . . . .	21,62
среднее . . . . .	21,39

Для прудовъ III-го типа (хозяйственные) на 1 куб. сажень насыпи приходится кубическихъ саженей объема воды:

На Старобльскомъ участкѣ . . . . .	2,26
„ Хръновскомъ участкѣ . . . . .	4,34
„ Великоанадольскомъ участкѣ . . . . .	3,64
среднее . . . . .	3,41.

Наконецъ для гуртовыхъ прудовъ то же отношеніе будетъ:

на Старобльскомъ участкѣ . . . . .	2,21
„ Хръновскомъ участкѣ . . . . .	5,86
„ Великоанадольскомъ участкѣ . . . . .	4,70
среднее . . . . .	4,26.

Водовмѣстителища характеризуются еще степенью ихъ емкости по отношенію къ свободной испаряющей поверхности; это отношеніе (объема воды къ площади зеркала), выражающее среднюю глубину воды въ саженьяхъ приведено въ слѣдующихъ таблицахъ.

Средняя глубина прудовъ:

на <i>Старобльскомъ участкѣ</i> . . . . .	0,62	саж.
„ <i>Хрньновскомъ участкѣ</i> . . . . .	0,39	„
„ <i>Великоанадольскомъ участкѣ</i> . . . . .	0,44	„
общая средняя . . . . .	0,48.	

Средняя глубина прудовъ въ бассейнахъ балокъ:

<i>Криничной</i> . . . . .	0,74	саж.
<i>Озерки</i> . . . . .	0,36	„
<i>Кашлагачъ</i> . . . . .	0,48	„

Средняя глубина прудовъ различныхъ типовъ:

I. <i>Водоохранилищъ, пригодныхъ для оросительныхъ цѣлей</i> . . . . .	0,51	саж.
II. <i>Лимановъ</i> . . . . .	0,30	„
III. <i>Прудовъ хозяйственнаго пользованія</i> . . . . .	0,48	„
IV. <i>Гуртовыхъ прудовъ</i> . . . . .	0,50	„

На основаніи вышеприведенныхъ выводовъ, можно предложить слѣдующую характеристику прудовыхъ вмѣстителищъ среднихъ размѣровъ.

1) Наиболѣе пригодными мѣстами для возведенія водохранилищъ любого назначенія слѣдуетъ считать овраги, прекращающіе свой ростъ, съ малымъ паденіемъ дна (около 0,003), съ невысокими берегами (до 3 сажень); такіе овраги мы можемъ характеризовать *типомъ Озерокъ* (Каменная степь). Менѣе всего пригодны дѣятельные овраги, съ большимъ паденіемъ дна (0,01) и высокими берегами (до 5 саж.),—*типа Криничнаго яра*.

2) Возможнымъ для устройства водохранилища слѣдуетъ при-



знать участокъ оврага съ паденіемъ дна, не превосходящимъ 0,005, при чемъ на каждую куб. сажень насыпи должно приходиться не меньше 3-хъ кубич. сажень воды; среднее отношеніе объема воды къ объему насыпи равняется 5 и наибольшее 15 <sup>1)</sup>).

3) Если водохранилище представляетъ типъ *лимана*, то отношеніе площади зеркала воды къ объему насыпи не должно быть меньше 20 и можетъ, при благопріятныхъ обстоятельствахъ доходить до 40.

4) Наибольшая глубина воды въ прудѣ, сформированная съ глубиною оврага, зависитъ отъ характера его: меньшая приходится на овраги типа Озерокъ, большая на яры, типа Кричного; отъ тѣхъ же причинъ зависитъ и средняя глубина пруда, она колеблется въ предѣлахъ 0,35—0,75. Наибольшая изъ среднихъ глубинъ приходится на пруды 1-го типа, наименьшая на лиманы (II типъ).

*Стоимость водохранилищъ*, построенныхъ за земляными плотинами опредѣляется расходомъ на 1 кубич. сажень насыпи, считая въ томъ числѣ расходы на вырытіе замковъ, устройство копанныхъ водосливовъ (безъ укрѣпленія), планировку и проч. Расходы на устройство водохранилищъ, построенныхъ экспедиціей, приведены въ общей таблицѣ (см. выше), здѣсь же мы приведемъ среднія цифры, по участкамъ.

Одна кубическая сажень насыпи плотины обошлась:

на <i>Старобльскомъ участкѣ</i> . . . . .	1 р. 43 коп.
„ <i>Хрѣновскомъ участкѣ</i> . . . . .	1 „ 53 „
„ <i>Великоанадольскомъ участкѣ</i> . . . . .	1 „ 58 „
и въ среднемъ . . . . .	1 р. 52 коп.

Въ каждомъ частномъ случаѣ стоимость 1 куб. сажени колебалась въ предѣлахъ отъ 1 р. 86 к. до 1 р. 19 к. <sup>2)</sup>, въ зависимости отъ цѣны на рабочія руки, плотности грунта, величины замковъ, дальности возки и проч. Хозяйственный и подрядный спо-

<sup>1)</sup> Это отношеніе для Николаевского водохранилища=16,54.

<sup>2)</sup> Оба предѣла на Хрѣновскомъ участкѣ.

собы веденія работъ, испытанные экспедиціею, мало вліяють на общую стоимость работъ.

Пользуясь цифрами соотношенія между размѣрами водохранилища и объемомъ плотины, мы можемъ теперь вывести среднія цифры стоимости 1 куб. единицы воды, собранной за плотину или стоимость одной квадратной единицы площади. Для большей наглядности, ниже приведена стоимость 200 куб. саженой воды, собранной въ водохранилище; этимъ объемомъ возможно оросить (за 2 раза) 1 десятину поля; для лимановъ же опредѣлена стоимость одной десятины его площади.

Водохранилища, построенныя для цѣлей орошенія, или хозяйственного пользованія, обходятся на каждыя 200 куб. сажень ихъ емкости:

1) На бассейнахъ овраговъ <i>типа Кричиного Яра</i> (Старобѣльскій участокъ). . .	95,3	рубля.
2) „ типа <i>оврага Озерки</i> . . . . .	32,4	„
3) „ „ „ <i>Кашилагачъ</i> . . . . .	72,8	„
Наименьшая стоимость. . . . .	18,4	„ <sup>1)</sup>
Наибольшая „ . . . . .	200,0	„ <sup>2)</sup>

Средняя стоимость 200 куб. саж. емкости водохранилищъ типа I (исключительно для цѣлей орошенія):

На Старобѣльскомъ участкѣ . . . . .	32,7	р.
„ Хрѣновскомъ „ . . . . .	23,4	„
„ Великоанадольскомъ участкѣ . . . . .	67,2	„
Среднее. . . . .	33,8	р.

Средняя стоимость 1 десятины лимана для Старобѣльскаго и Хрѣновскаго участковъ опредѣляется въ 170 рублей; наименьшая (Степной лиманъ Старобѣльскаго участка) въ 107 рублей.

Резюмируя все сказанное выше относительно расходовъ на возведеніе водохранилищъ, приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ.

<sup>1)</sup> Николаевское водохранилище (Каменная степь).

<sup>2)</sup> Южное водохранилище (Старобѣльскій участокъ).

1) При возведеніи въ оврагахъ *водохранилищъ за земляными плотинами*, расходъ на задержаніе воды, потребной для полива одной десятины поля (за два раза въ лѣто) можетъ быть опредѣленъ, въ среднемъ, въ 30 рублей. Въ эту сумму не входятъ расходы по проведенію и расходованію воды, на сооруженіе водослива, водоема или водоспуска, главнаго канала и распределительныхъ канавъ съ искусственными сооружениями на нихъ. Средняя цифра въ 30 рублей можетъ колебаться въ предѣлахъ отъ 70—20 рублей, въ зависимости отъ характера оврага и размѣра водохранилищъ.

2) При устройствѣ *лимановъ*, расходъ на затопленіе 1 десятины дуга опредѣляется, въ среднемъ, въ 170 рублей; наименьшая стоимость 107 рублей. При этомъ надо имѣть въ виду форму лимана: при поперечной формѣ, главный расходъ ложится на устройство насыпи поперегъ оврага; при лиманахъ продольныхъ и при малыхъ склонахъ долины, стоимость 1 десятины лимана можетъ понизиться до 50 рублей.

3) *Хозяйственные и гуртовые* пруды, обыкновенно меньшей емкости, чѣмъ водохранилища перваго типа, требуютъ большихъ расходовъ; по даннымъ Экспедиціи средняя стоимость 100 куб. саженой емкости такихъ прудовъ опредѣляется въ 25 рублей. Колебаніе этой цифры можетъ происходить въ широкихъ предѣлахъ, въ зависимости отъ стѣненія въ выборѣ мѣста подъ водохранилище—съ одной стороны (до 75 рублей) и отъ формы русла оврага—съ другой стороны (до 12 рублей) <sup>1)</sup>.

Стоимость хозяйственныхъ и гуртовыхъ прудовъ можетъ быть выражена также въ единицѣ площади зеркала пруда; при надлежащей средней глубинѣ (0,5 саж.), расходъ на каждую десятину водовмѣстилища опредѣляется въ 300 рублей, наименьшая стоимость можетъ достигнуть 100 рублей, а наибольшая (при малыхъ прудахъ и большой глубинѣ) до 1000 рублей.

---

<sup>1)</sup> Примѣромъ такой исключительно выгодной формы русла оврага можетъ служить ложе Нужнаго водохранилища (Хрѣновской участокъ); 100 куб. саж. емкости этого пруда обошлись 11 р. 25 коп.

## ГЛАВА II.

### ЧАСТНОЕ ОПИСАНІЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХЪ РАБОТЪ НА УЧАСТКАХЪ ЭКСПЕДИЦІИ.

Техническое описаніе построенныхъ водохранилищъ на Хрѣновскомъ, Старобѣльскомъ и Великоанадольскомъ участкахъ. Укрѣпленные водосливы на Хрѣновскомъ и Великоанадольскомъ участкахъ. Укрѣпленіе овраговъ. Правильное орошеніе на Хрѣновскомъ участкѣ. Водосборная галлерей на Старобѣльскомъ участкѣ.

Сдѣлавъ въ первой главѣ общія указанія на характеръ работъ за отчетный періодъ и на тѣ мѣропріятія, которыя подлежатъ къ исполненію въ послѣдующіе годы дѣятельности Экспедиціи, переходимъ къ частному описанію гидротехническихъ сооружений. Въ этой главѣ, на ряду съ сухимъ перечнемъ размѣровъ плотинъ и образованныхъ ими водохранилищъ, приводятся техническія описанія такихъ сооружений, какъ водосливы, акведуки, каналы, которые являются постройками новыми, возводимыми Экспедиціею *впервые*; типы ихъ еще не установлены въ виду того, что Экспедиція не имѣла времени испытать и произвести учетъ ихъ пользы и цѣлесообразности; тѣмъ не менѣе дѣйствіе многихъ изъ этихъ сооружений и за этотъ малый промежутокъ времени оказалось настолько удовлетворительнымъ, что они могутъ служить образцомъ для построекъ подобнаго рода.

Техническое описаніе построенныхъ водохранилищъ.  
*Хрѣновской участка. Устройство водохранилища № 18 (Новохорольское).* Водохранилище построено въ нижней трети ов-

рага, впадающаго въ балку Таловую. Водосливъ, вырытый въ правомъ берегу, имѣеть ширину 5 саж., при двойныхъ откосахъ; онъ выходитъ въ небольшой отвершекъ, параллельный Хорольскому оврагу. Плотина, длиною 30,5 саж., имѣеть ширину по верху отъ 2-хъ до 1,5 саж.; наружный откосъ полуторный, внутренній четверной. Объемъ насыпи въ плотинѣ составляетъ 239 куб. саж.; наибольшая высота плотины 2,07 саж.; изъ замка вырыто 27,5 кубич. саж. земли.

Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ копанымъ водосливомъ въ правомъ берегу* <sup>1)</sup>.

Объемъ задерживаемой въ водохранилищѣ воды равенъ 500 куб. саженьмъ; площадь зеркала воды равна 1106 кв. с., наибольшая глубина воды 1,67 саж. Водосборная площадь = 150 десятинамъ.

*Устройство водохранилища № 16 (Осиновое).* Плотина построена въ нижней части балки Средней, недалеко отъ впаденія ея въ Осиновый оврагъ. Насыпь плотины продолжается въ видѣ дамбы на лѣвомъ берегу оврага и подходитъ къ мѣсту соединенія Средняго оврага съ маленькимъ отвершкомъ, впадающимъ въ Осиновый оврагъ; здѣсь обѣ балки образуютъ сѣдловину, въ высшей степени благопріятную для спуска весенней воды: такія сѣдловины вполнѣ обезпечиваютъ естественный, почти не размывающійся водослив <sup>2)</sup>.

Плотина имѣеть длину 82,5 пог. саж., при наибольшей высотѣ насыпи 1,83 саж.; ширина по верху измѣняется отъ 2 до 1,5 сажень; наружный откосъ полуторный, внутренній четверной. Объемъ насыпи въ плотинѣ составляетъ 178 куб. сажень; изъ замка вырыто 36 куб. сажень земли.

Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины*

<sup>1)</sup> Работы произведены были въ маѣ 1894 года. Стоимость 1 куб. сажени насыпи, считая и замокъ—1 руб. 54 коп.; общая стоимость сооруженія 369 рублей.

<sup>2)</sup> Точно такой же водосливъ имѣеть смежное съ этимъ водохранилище «Нужное» на балкѣ того-же названія (см. «Труды Экспедиціи», Отдѣлъ практическихъ работъ, томъ второй, выпускъ I, стран. 45).

съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ естественнымъ водосливомъ, въ сторонѣ отъ плотины <sup>1)</sup>).

Объемъ задерживаемой въ водохранилищѣ воды 700 куб. сажень; площадь зеркала воды равна 1750 кв. саж.; наибольшая глубина 1,33 саж.

Водосборная площадь равна 312 десятинамъ.

*Устройство водохранилища № 17 (Дмитріевское).* По ходатайству крестьянъ села Орловки, арендующихъ Дмитріевскую 2-ую оброчную статью, было предположено, еще въ 1893 году устроить прудъ для водопоя на названной оброчной статьѣ. Земли эти, расположенныя на водораздѣлѣ между балками Таловой и Озерки, входятъ въ районъ мѣропріятій Экспедиціи и представляютъ безводную степь, спускающуюся на востокъ и западъ къ участкамъ балокъ, лишенныхъ воды; мелкіе отвершки, впадающіе въ эти балки, выражены очень слабо и, при значительныхъ уклонахъ, совершенно лишены мѣсть, выгодныхъ для устройства водохранилищъ. Тѣмъ не менѣе, тщательно обследовавъ рельефъ, рѣшено было построить небольшой прудъ, обезпеченный удобнымъ, естественнымъ водосливомъ.

Плотина устроена въ средней части лѣваго отрога, отвершка, впадающаго въ балку Таловую; насыпь плотины заворачивается по правому берегу до естественной сѣдловины, образующей водосливъ.

Плотина имѣетъ длину 70 пог. саж.; ширина по верху вездѣ 1,5 саж.; наибольшая высота плотины 1,58 саж.; наружный откосъ полуторный, внутренній четверной. Объемъ насыпи въ плотинѣ 118,5 куб. саж.; изъ замковъ вырыто 24,5 куб. саж.

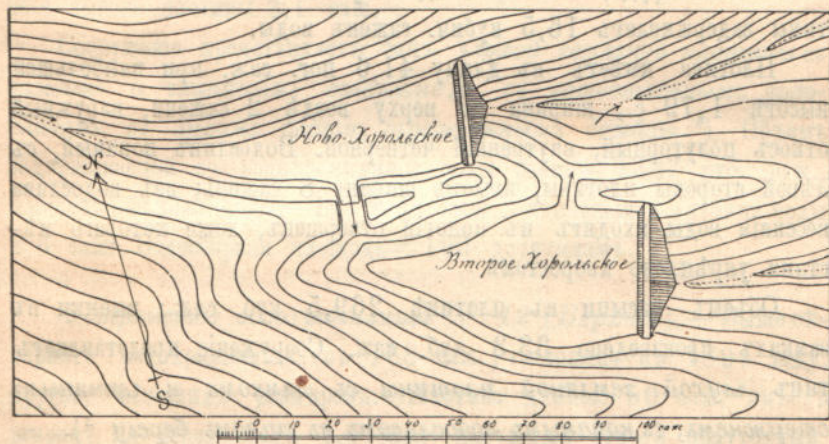
Плотина представляетъ типъ *глухой земляной плотины, съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ естественнымъ водосливомъ у праваго крыла плотины* <sup>2)</sup>).

<sup>1)</sup> Работы произведены были въ маѣ 1894 года; стоимость одной куб. сажени насыпи 1 руб. 73 коп.; общая стоимость сооруженія 308 рублей.

<sup>2)</sup> Работы были произведены въ маѣ и юнѣ 1894 года, стоимость 1 куб. сажени насыпи—1 р. 66 к.; общая стоимость сооруженія—197 рублей.

Водоохранилище, образуемое плотиною, имѣеть объемъ 156 куб. саж., при наибольшей глубинѣ 1,18 саж.; площадь зеркала воды равна 519 кв. саж. Водосборная площадь равна 33 десятинамъ.

*Устройство водоохранилища № 22 (2-ое Хорольское).*—Для полной утилизаціи весенней воды, протекающей черезъ Хорольскій оврагъ, въ 1895 году построено водоохранилище на томъ отъершкѣ, въ который сливается вода изъ Ново-Хорольскаго пруда (чер. 7); преградивъ этотъ отъершекъ насыпью плотины, оказалось возможнымъ перепускить воду обратно въ Хорольскій оврагъ ниже первой плотины. На черт. 7 показанъ планъ обѣихъ водоохранилищъ и путь воды черезъ водосливы во время весенняго водополюя.



Чер. 7.—Система двухъ прудовъ съ естественными водосливами, на Хорольскомъ оврагѣ.

Плотина имѣеть длину 39 сажень; наружный откосъ полуторный, внутренній 1 : 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>; наибольшая высота насыпи 2,81 саж., ширина по верху вездѣ 2 сажени. Водосливъ, въ лѣвомъ берегу, шириною въ 10 сажень, немного подкопанъ.

Объем насыпи въ плотинѣ составляетъ 398,5 куб. саж.; изъ замка вырыто 31 куб. саж.

Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины, съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ водосливомъ въ лѣвомъ берегу* <sup>1)</sup>.

Объемъ задерживаемой въ водохранилищѣ воды равенъ 1323 куб. саж., при наибольшей глубинѣ въ 2,41 саж.; площадь зеркала воды равна 1890 кв. саж., водосборная площадь равна 150 десятинамъ.

*Устройство водохранилища № 23 (Николаевское).* На балкѣ Озерки, въ средней части, между двумя крестьянскими прудами (Ново-конюховскомъ и Нижне-рогатомъ) сооружено водохранилище, наиболѣе удачное по соотношенію между объемомъ насыпи и емкостью пруда, именно, каждая кубическая сажень объема плотины задерживаетъ 16,5 кубич. сажень воды.

Плотина имѣетъ въ длину 41,6 пог. саж. при наибольшей высотѣ 1,79 с., ширина по верху вездѣ 2 сажени, наружный откосъ полуторный, внутренній четверной. Водосливъ копанный, съ лѣвой стороны плотины, имѣетъ ширину 8 сажень; изъ водослива весеннія воды входятъ въ пологій отвершекъ, ложе котораго мѣстами укрѣплено хворостомъ.

Объемъ насыпи въ плотинѣ 269,5 куб. саж.; выемки въ замкахъ произведено 33,3 куб. саж. Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ копаннымъ водосливомъ въ лѣвомъ берегу* <sup>2)</sup>.

Объемъ задерживаемой водохранилищемъ воды равенъ 4251 куб. саж., при наибольшей глубинѣ воды 1,39 саж.; площадь зеркала воды равна 10900 кв. саж.; водосборная площадь водохранилища составляетъ 950 десятинъ.

<sup>1)</sup> Работы были произведены весной 1895 г., стоимость 1 куб. саж. насыпи (считая и замокъ) 1 р. 46 к.; все сооруженіе обошлось въ 583 руб.

<sup>2)</sup> Работы произведены были весной 1895 г.; стоимость 1 куб. саж. насыпи 1 р. 44 коп.; общая стоимость сооруженія 390 рублей.



*Старобольскій участокъ. Устройство водохранилища № 11 (Съверное).*—Въ Съверномъ отверстіи Криничнаго Яра, въ средней его части въ 1894 г. устроено водохранилище съ естественнымъ водосливомъ въ лѣвомъ берегу оврага. Плотина пересѣкаетъ оврагъ въ узкомъ, но глубокомъ мѣстѣ, немного выше прежде существовавшей плотины; воспользоваться старою насыпью оказалось невыгоднымъ въ виду глубокихъ рывинъ и промоинъ, образовавшихся вълѣдствіе прорыва плотины.

Отъ южнаго конца плотины насыпана невысокая (до 0,4 саж.) дамба, длиною 70 саж., пересѣкающая ближайшій отвершекъ яра и отводящая весеннюю воду на ровное мѣсто, гдѣ она идетъ широкимъ и тонкимъ слоемъ.

Плотина, длиною 60 саж., имѣетъ ширину по верху отъ 1,5—2,5 саж.; наружный откосъ полуторный, внутренний 1 : 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Объемъ насыпи въ плотинѣ составляетъ 599 куб. саж.; наибольшая высота плотины 3,1 саж.

Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ естественнымъ водосливомъ въ лѣвомъ берегу, огражденнымъ дамбою* <sup>1)</sup>. Объемъ задерживаемой въ водохранилищѣ воды равенъ 1387 куб. саж., площадь зеркала воды—1412 кв. саж.; наибольшая глубина воды 2,6 саж. Водосборная площадь=190 десятинамъ.

*Устройство водохранилища № 12 (Верхнее).*—Выше съвернаго водохранилища (въ 168 саж.) заложено въ 1894 году, другое, меньшихъ размѣровъ. Плотина длиною 50 саж. имѣетъ ширину по верху вездѣ 1,5 саж.; наружный откосъ полуторный, внутренний 1 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Объемъ насыпи равняется 167 куб. саж.; наибольшая высота насыпи 1,5 саж.; изъ замка, шириною въ 1 саж. вынута земли 23 куб. саж. Для отвода весенней воды отъ лѣваго крыла, проведена дамба, длиною 23 саж., высотой въ 0,6 саж.

Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины, съ*

<sup>1)</sup> Стоимость 1-ой куб. сажени насыпи, считая и замокъ 1 р. 40 к.; все сооруженіе обошлось въ 838 рублей.

замокъ и глинянымъ стержнемъ, съ естественнымъ водосливомъ въ лѣвомъ берегу. Объемъ задерживаемой въ водохранилищѣ воды равенъ 355 куб. саж.; площадь зеркала воды = 810 квад. саж.; наибольшая глубина воды = 1 саж. Водосборная площадь = 155 десятинамъ.

*Устройство пруда-лимана № 13. (Усть-Криничный лиманъ, представляющій верхнюю ступень предполагаемаго трехъ-яруснаго лимана). Земляная насыпь, удерживающая воду, раздѣляется на 3 части: на среднюю, носящую характеръ плотины, и на двѣ боковыхъ дамбы.*

Длина плотины 56,4 пог. саж., ширина по верху, въ средней части 2 саж., по краямъ 1,5 саж.; наибольшая высота 2,66 саж.; наружный откосъ полуторный, внутренний 1 : 3,5; длина дамбы 80 саж.; ширина по верху 1 саж.; внутренний откосъ двойной, наружный полуторный.

Подъ тѣло плотины и дамбы снятъ дернъ и вырытъ замокъ на протяженіи 130 пог. саж., емкостью въ 45 куб. саж.

Объемъ насыпи земли въ плотинѣ и дамбахъ 852 куб. саж., объемъ выемки въ копаномъ водосливѣ, шириною 10 саж., 54 куб. саж. <sup>1)</sup>

Сооруженіе представляетъ типъ *глухой земляной плотины съ замкомъ и глинянымъ стержнемъ, съ дамбами и съ копанымъ, въ правомъ берегу, водосливомъ, и образуетъ поперечный лиманъ съ выпускомъ воды черезъ водосливъ.*

Половодье 1895 года показало, что вся вода, собранная за дамбы, просачивается въ грунтъ черезъ 2—3 недѣли, слѣдовательно въ выпускной трубѣ нѣтъ надобности, но въ послѣдствіи, когда дно лимана заилится, придется заложить въ правой дамбѣ деревянную выпускную трубу.

Лиманъ задерживаетъ 4700 куб. саж. воды, при площади зеркала воды въ 7440 кв. саж.; наибольшая глубина воды, въ

<sup>1)</sup> 1 куб. саж. насыпи плотины и выемки водослива обошлась 1 р. 44 к., все сооруженіе стоитъ 1299 руб.

днѣ Криничнаго яра—2,24 саж. Водосборная площадь лимана 750 десятинъ.

*Устройство водохранилища № 14 (Провздное).*—Въ вершинѣ *Крейдянаго яра*, на Городищанской оброчной статьѣ № 6, близъ метеорологической станціи № 1, устроено небольшое водохранилище. Плотина длиною 72 саж., расположена на линіи провзджей дороги, а потому ширина гребня вездѣ задана въ 2,3 саж.; наружный откосъ полуторный, внутренній тройной. Объемъ насыпи равенъ 318 куб. саж.; наибольшая высота плотины 1,9 саж. Подъ тѣломъ плотины снятъ дернъ и вырытъ замокъ (26 куб. саж.)<sup>1)</sup>.

Объемъ задерживаемой водохранилищемъ воды составляетъ 599 куб. саж.; площадь зеркала воды равняется 1561 кв. саж.; наибольшая глубина воды 1,43 саж. Водосборная площадь 85 дес.

*Устройство степнаго лимана № 15 (Даниловскаго).* Даниловское водохранилище, построенное осенью 1893 года<sup>2)</sup>, носить типичный характеръ степнаго пруда, расположеннаго въ пологой чашкѣ съ неразмытымъ дномъ и потому мало проницаемымъ для воды.

Дальнѣйшее изслѣдованіе рельефа и успѣшное дѣйствіе пруда лѣтомъ 1894 года побудили расширить водную поверхность, „настроить“ надъ нимъ обширный лиманъ. Поднявъ воду на 0,6 сажени, оказалось возможнымъ образовать естественный водосливъ на водораздѣлѣ и такимъ образомъ избыточная весенняя вода переливается прямо въ область Криничнаго яра, минуя Даниловскій оврагъ.

На плотинѣ и по обомъ берегамъ оврага насыпана дамба, длиною 225 пог. сажени, высотой въ среднемъ 0,55 саж. Въ средней части, надъ плотиною ширина дамбы по верху 1,5 сажени а по краямъ на остальныхъ 140 саж.—1 сажень. Внутренніе откосы двойные и тройные, наружные полуторные. Объемъ насыпи составляетъ 458 куб. саж.<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> 1 куб. сажень насыпи (считая и замокъ) обошлась 1 р. 44 коп.; все сооруженіе стоить 463 рубля.

<sup>2)</sup> См. Труды Экспедиціи, отдѣла практическихъ работъ, томъ II, выпускъ I, стр. 51.

<sup>3)</sup> Сооруженіе дамбы обошлось въ 667 руб., что составитъ стоимость куб. сажени насыпи 1 р. 24 коп.

Сооруженіе представляетъ типъ *земляной дамбы, образующей поперечный лиманъ, съ выпускомъ у лѣваго крыла.*

Площадь зеркала воды лимана равняется 14700 кв. саж. (болѣе 6 десятинъ); объемъ воды, задержанной дамбами, равенъ 5300 куб. сажень (не считая 1,220 куб. сажень воды въ водохранилищѣ, за плотиною). Водосборная площадь равна 140 десятинамъ.

*Устройство водохранилища № 20 (каменное).*— Въ Криничномъ яру у слиянія трехъ его отвершковъ устроена въ 1895 году глухая сливная плотина изъ земли, одѣтая толстымъ слоемъ камня. Главная цѣль этого сооруженія—урегулировать дно Криничнаго яра, сильно страдающее весной, благодаря встрѣчѣ въ этомъ мѣстѣ трехъ потоковъ, изливающихся съ разною силою изъ трехъ развѣтвленій оврага; съ теченіемъ времени наносы, осаждающіяся за плотиною, запынять большую часть водохранилища, а плотина будетъ представлять изъ себя прочно обдѣланный перепадъ въ днѣ оврага; высота перепада будетъ съ теченіемъ времени, уменьшаться, благодаря кольматажу dna ниже плотины.

Длина плотины, упирающейся двумя концами въ высокіе берега, равна 28 саж., ширина по верху 2,25 саж., высота въ средней части 1,55 саж. Плотина состоитъ изъ замка, шириною въ 1 сажень (объемъ выемки 5 куб. саж.), изъ глинянаго стержня, объемомъ 91,5 куб. саж. и каменной одежды толщиной отъ 0,15—0,3 саж. на площади 69,3 квадр. сажени.

На одежду употребленъ мѣстный *сливной песчаникъ*, уложенный въ видѣ мостовой, на соломѣ въ два и три ряда. Каменная одежда покрываетъ весь гребень плотины, немного вогнутый къ серединѣ, весь нижній (наружный откосъ) и верхнюю треть внутренняго откоса.

Владка укрѣплена кольями и плетнями и составляетъ объемъ въ 15 куб. сажень<sup>1)</sup>. Сооруженіе представляетъ типъ *сливной глухой земляной плотины, съ замкомъ, глинянымъ стержнемъ и каменною одеждою.*

<sup>1)</sup> Сооруженіе обошлось въ 605 руб.

Сообразно съ назначеніемъ плотины—перепускать черезъ себя вешнюю воду, откосы ея заданы очень пологими, особенно внѣшній: въ верхней своей части онъ трехъ-съ-половинный, къ низу постепенно переходитъ на пятерной. Объемъ задерживаемой воды за плотиною 461 куб. саж., при площади зеркала воды въ 655 кв. саж. и при наибольшей глубинѣ въ 1,55 саж.

*Сооруженіе водохранилища № 21 (Опытное).*—Водохранилище устроено въ нижней трети Криничнаго яра, на мѣстѣ предполагаемаго Большаго водохранилища.

Цѣль этого сооруженія заключается въ испытаніи степени просачиванія воды черезъ размытое ложе Криничнаго яра въ толщѣ мѣла. Высота гребня плотины сообразована во-первыхъ съ рельефомъ оврага—правый берегъ его на высотѣ 2 сажень надъ дномъ имѣетъ довольно широкую террасу, удобную для прорытія въ ней водосливнаго канала; во-вторыхъ, образующійся за плотиною горизонтъ воды покрываетъ все выходы мѣла, въ днѣ оврага и такимъ образомъ возможно будетъ производить наблюденія надъ просачиваніемъ воды и надъ постепеннымъ заплненіемъ дна.

Длина сооруженной плотины 36 пог. саж., ширина по верху 1,5 саж., наибольшая высота 2,27 саж.; внутренній откосъ 1 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, наружный полуторный; объемъ насыпи плотины 233 куб. саж. Подъ тѣло плотины вырытъ замокъ на протяженіи 20 саж., шириною 1 саж., глубиною 0,35 саж., объемомъ 7 кубич. саж. 1).

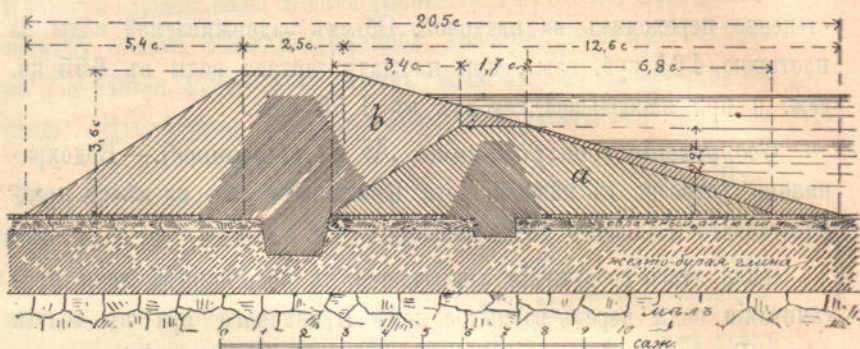
Правое крыло плотины упирается въ копаный водосливъ, шириною 6 саж., водосливъ огражденъ отъ оврага съ лѣвой стороны дамбою, длиною 7 саж.; шириною по верху 1 сажень и высотой въ среднемъ 0,45 саж.

Объемъ водохранилища равенъ 1380 куб. саж., при площади зеркала воды въ 1870 кв. саж.

Впослѣдствіи, когда дно криничнаго яра зайлится окончательно, возможно будетъ возвести на томъ же самомъ мѣстѣ плотину ббль-

1) Сооруженіе обошлось въ 331 руб.; стоимость 1 куб. сажени насыпи, считая замки, составляетъ 1 р. 42 коп.

шихъ размѣровъ, причемъ существующая насыпь расположится подъ внутреннимъ откосомъ (черт. 8).



Чер. 8 изображает поперечный разрѣзъ, существующей плотины *a* и предполагаемой большой *b*.

**Великоанадольскій участокъ. Устройство стеного водохранилища № 1 (Прудъ Тахлы).** Въ западной части Великоанадольскаго лѣничества, занятой фермекими оброчными статьями и представляющей собою равную степную поверхность, съ легкимъ скатомъ на сѣверо-западъ, въ восточномъ отворшкѣ балки Тахлы устроено плоское водовмѣстилище прегражденіемъ отворшка плотиною—дамбою, длиною 95,7 саж.; средняя часть насыпи имѣетъ ширину по верху 1,7 саж., боковыя 1,25 саж. Высота насыпи, наибольшая 1,25 наименьшая 0,25 саж. Объемъ насыпи равняется 180 куб. саж., изъ замковъ вынуто 15,5 куб. саж. земли <sup>1)</sup>.

Сооруженіе представляетъ типъ легкой глухой земляной плотины — дамбы съ замкомъ въ средней части и образуетъ блюдцеобразный прудъ въ открытой степи.

Площадь зеркала воды 2500 кв. саж., объемъ воды 840 куб. саж. при наибольшей глубинѣ воды въ 1 саж.

Водосборная площадь этого водохранилища 370 десятинъ.

<sup>1)</sup> Сооруженіе обошлось въ 272 рубля, 1 куб. сажень насыпи стоитъ 1 р. 51 коп.

## Укрѣпленные водосливы на Хрѣновскомъ и Великоанадольскомъ участкахъ.

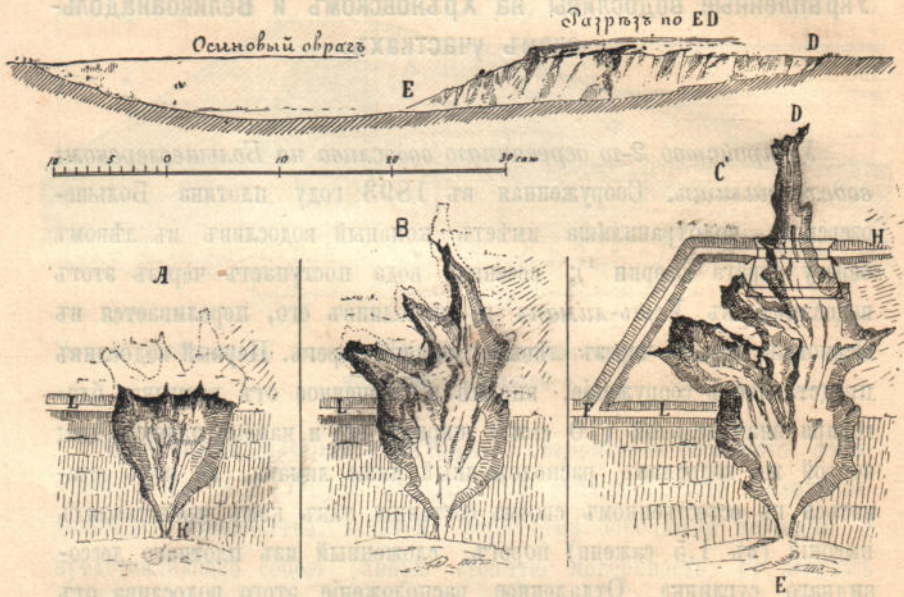
*Устройство 2-го деревяннаго водослива на Большеозерскомъ водохранилищѣ.* Сооруженная въ 1893 году плотина Большеозерскаго водохранилища имѣетъ копаный водосливъ въ лѣвомъ берегу оврага Озерки <sup>1)</sup>; весенняя вода поступаетъ черезъ этотъ водосливъ въ *Усть-лиманъ* и, наполнивъ его, переливается въ Осинный оврагъ черезъ лѣвый, высокій берегъ. Первый водосливъ представляетъ сооруженіе, вполне обезпеченное отъ размыва, благодаря значительной (10 саж.) ширинѣ его и малому паденію дна; второй же водосливъ, расположенный ниже лимана, не могъ оставаться въ естественномъ своемъ состояніи, такъ какъ представлялъ высокій (въ 1,5 сажени) порогъ, сложенный изъ плотнаго лессовиднаго суглинка. Отдаленное расположеніе этого водослива отъ плотины позволило оставить его на первый годъ не укрѣпленнымъ для того, чтобы характеръ и размѣры образовавшейся послѣ половодья промоины могли указать на наиболѣе рачіональный способъ укрѣпленія.

Водополье 1894 года произвело, дѣйствительно, значительное поврежденіе естественнаго водослива, размывъ на его мѣстѣ небольшой оврагъ.

Черт. 9 изображаетъ въ планѣ постепенное развитіе промоины въ періодъ водополя, съ 28-го марта по 4-е апрѣля. Сначала образовалась небольшая рытвина въ точкѣ К (чер. 9, А); въ 5 часовъ утра 28 марта она имѣла въ ширину и длину 1 аршинъ; къ вечеру того же дня промоина приняла видъ, изображенный на

<sup>1)</sup> См. Гидротехническія работы 1893 года, стр. 41.

чертежъ (А), при чемъ ширина ея достигла 12 саженой. На томъ же рисунокѣ изображенъ пунктиромъ контуръ промоины къ 5 часамъ утра слѣдующаго дня (29 марта); здѣсь уже ясно вы-



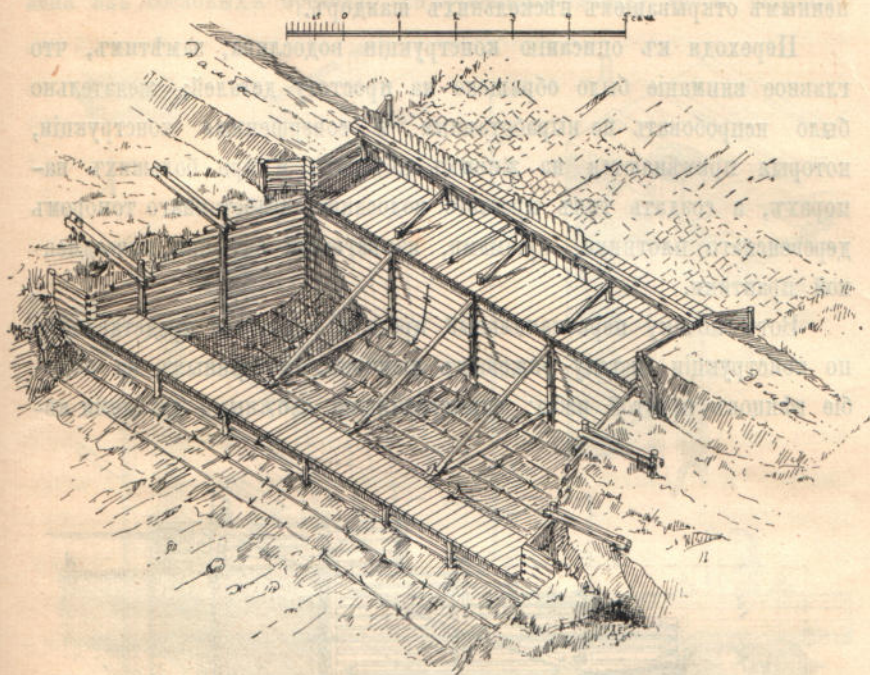
Черт. 9. Промоина на мѣстѣ 2 водослива Большеозерскаго водохранилища.

разились три отвершка промоины; къ 7 часамъ вечера оврагъ принялъ форму, изображенную на рисунокѣ В, при чемъ общая длина промоины составляла болѣе 25 сажень; на другой день разрослись веѣ четыре отвершка промоины на нѣсколько сажень въ длину (пунктиръ на рисунокѣ В); 31 марта дѣятельность воды сосредоточилась, главнымъ образомъ, на удлинении и углублении главной промоины, а къ 4 апрѣля (концу половодья) оврагъ получил окончательное свое развитіе, изображенное на рисунокѣ С—въ планѣ и на разрѣзѣ ED. Глубина промоины не превышаетъ 1,4 саж., при наибольшей ширинѣ въ 15 саж.—по вѣнцу Осиноваго оврага. Размѣръ и форма вымытаго весной 1894 года оврага указали на болѣе цѣлесообразный способъ укрѣпленія водослива; съ другой стороны, близость казенной лѣсной дачи и дороговизна камня по-



будили остановиться на деревѣ, какъ на выгоднѣйшемъ строительномъ материалѣ для водослива.

По вѣшной формѣ проектированный водосливъ (см. черт. 10) представляетъ 2 порога съ перепадами между ними въ 1 сажень; нижній порогъ возвышается надъ дномъ оврага на 0,4 сажени.



Черт. 10. Изометрическая проекція деревяннаго водослива (второго) на Большезерскомъ водохранилищѣ.

Между порогами расположенъ водобойный ящикъ глубиною въ 0,5 саж. и длиною въ 2,7 саж.

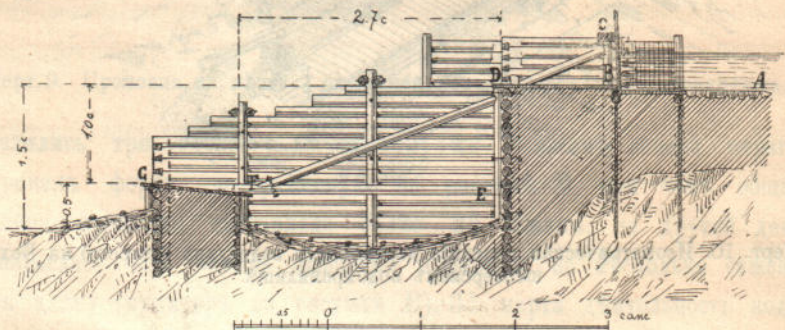
Ширина верхняго порога опредѣлена въ 6 сажень—сообразно съ ожидаемымъ наибольшимъ расходомъ воды; нижній порогъ имѣетъ большую ширину (10,5 саж.), дабы ослабить силу удара воды, выходящей изъ водослива въ оврагъ.

Сливной гребень водослива заложенъ на высотѣ дна лимана.

поэтому, для возможности затопленія его, водосливъ снабженъ над-ставкою, состоящею изъ ряда вертикальныхъ *шандоръ*; благодаря имъ, проходъ воды черезъ водосливъ регулируется: такъ, пропу-стивъ черезъ открытый водосливъ главную массу воды, можно на-полнить лиманъ, закрывъ шандоры; выпускъ воды изъ лимана, помимо особой выпускной трубы, можетъ быть совершенъ посте-пеннымъ открываніемъ нѣсколькихъ шандоръ.

Переходя къ описанію конструкціи водослива, замѣтимъ, что главное вниманіе было обращено на простоту деталей; желательно было испробовать не выработанныя и совершенныя конструкціи, которыя примѣняются на живыхъ потокахъ и при большихъ на-порахъ, а создать типъ простого водослива, сработаннаго топоромъ деревенскаго плотника, пріемами, извѣстными ему изъ повседнев-ной практики.

Вотъ почему первоначальный проектъ водослива представляетъ по конструкціи систему-ряжевыхъ ящиковъ, срубленныхъ на подо-біе вѣнцовъ простой избы; единственными сложными деталями яв-



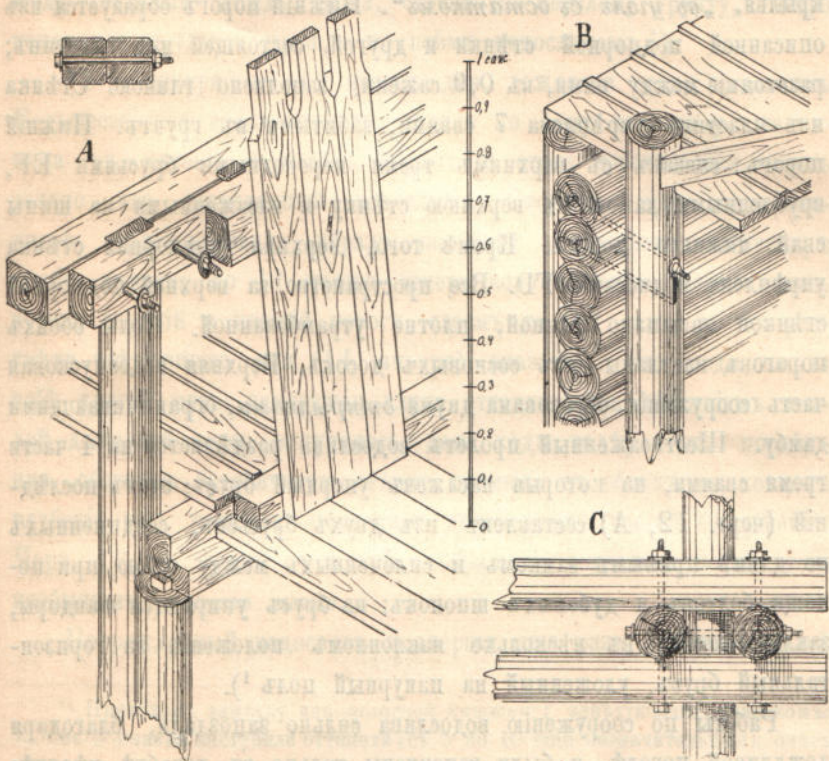
Черт. 11. Вертикальный разръзъ по оси деревяннаго водослива на Большоозер-скомъ водохранилищѣ.—Подъ упорнымъ брусомъ, въ В, въ 1896 году проведенъ шпунтовый рядъ.

ляются *сжимы* длинныхъ стѣнокъ, *упорный брусъ* для шандоръ и *анкерное укрѣпленіе* боковыхъ подпорныхъ стѣнъ.

Черт. 10 представляетъ изометрическую проекцію водослива, чер. 11—вертикальный разръзъ по его оси; здѣсь АВ—панурный

поль; В — шандоры; С — упорный брусь для них; ВД — водобойный поль водоспускной части и вмѣстѣ съ тѣмъ сливной гребень водослива; ЕФ — водобойный ящикъ, выложенный по дну фашинами; FG — второй порогъ водослива, черезъ который вода сливается на дно оврага, выложенное фашинами.

Верхняя подпорная стѣнка ED высотой въ 2 сажени срублена изъ сосновыхъ бревень, сплоченныхъ между собою шипами;



Черт. 12. Детали деревяннаго водослива на Большоозерскомъ водохранилищѣ. — А — упорный брусь съ шандорами. В — сжимы вертикальной стѣнки. С — анкера для сжимовъ.

стѣна укрѣплена семью парами свай, схваченныхъ въ трехъ мѣстахъ дюймовыми болтами; такое скрѣпленіе носить названіе *сжимовъ* и изображено въ изометрической проекціи на черт. 12. По длинѣ бревна сопряжены замкомъ. Отъ верхней подпорной стѣнки идутъ подъ тупымъ угломъ два крыла изъ такихъ же бревень, вруб-

ленныхъ въ главную стѣну, *въ уголъ съ остаткомъ*; боковыя стѣны тоже снабжены сжимами, схваченными, въ свою очередь, анкерами; чер. 12, С изображаетъ видъ сверху мѣста скрѣпленія анкерныхъ брусевъ со сжимами; другой конецъ анкера зажимаетъ сваю, забитую въ землю, какъ это видно на чер. 10.

Нижняя подпорная стѣнка высотой въ 1 саж. (черт. 11, Г) состоитъ также изъ сосновыхъ бревенъ, врубленныхъ въ боковыя крылья, *„въ уголъ съ остаткомъ“*. Нижній порогъ образуется изъ описанной подпорной стѣнки и другой, состоящей изъ пластинъ; разстояніе между ними, въ 0,9 сажени, заполнено глиною. Стѣнка изъ пластинъ укрѣплена 7 сваями, забитыми въ грунтъ. Нижній порогъ связанъ съ верхнимъ тремя переводными брусьями EF, врубленными лапою въ верхнюю стѣнку и насаженными на шипы свай нижняго порога. Кромѣ того, верхняя подпорная стѣнка укрѣплена подкосами FD. Все пространство за верхней подпорной стѣнкой засыпано глиной, плотно утрамбованной. Полы обоихъ пороговъ настланы изъ сосновыхъ досокъ. Верхняя водоспускная часть сооруженія образована двумя *открылками*, ограничивающими дамбу. Шестисаженный пролетъ водослива раздѣляется на 4 части тремя сваями, на которыя насаженъ упорный брусъ; этотъ послѣдній (черт. 12, А) составленъ изъ двухъ брусевъ, соединенныхъ по длинѣ прямымъ замкомъ и сплоченныхъ между собою при помощи болтовъ и дубовыхъ шпонокъ; на брусъ упираются шандоры, закладываемыя въ нѣсколько наклонномъ положеніи за горизонтальный брусъ, уложенный на панурный полъ <sup>1)</sup>.

Работы по сооруженію водослива сильно запоздали, благодаря дождливой погодѣ, и были закончены только въ декабрѣ мѣсяцѣ; вслѣдствіе этого засыпка за стѣны производилась замерзшею гли-

<sup>1)</sup> Водосливъ построенъ изъ казеннаго лѣса; на него израсходовано:

На подвозку лѣса и плотничныя работы . . . . .	315 р. — к.
» болты и гвозди . . . . .	61 » 72 »
» земляныя работы . . . . .	169 » 54 »
» фашинныя работы . . . . .	138 » 68 »
» каменныя работы . . . . .	45 « — »

Итого . . . . . 729 р. 94 к.

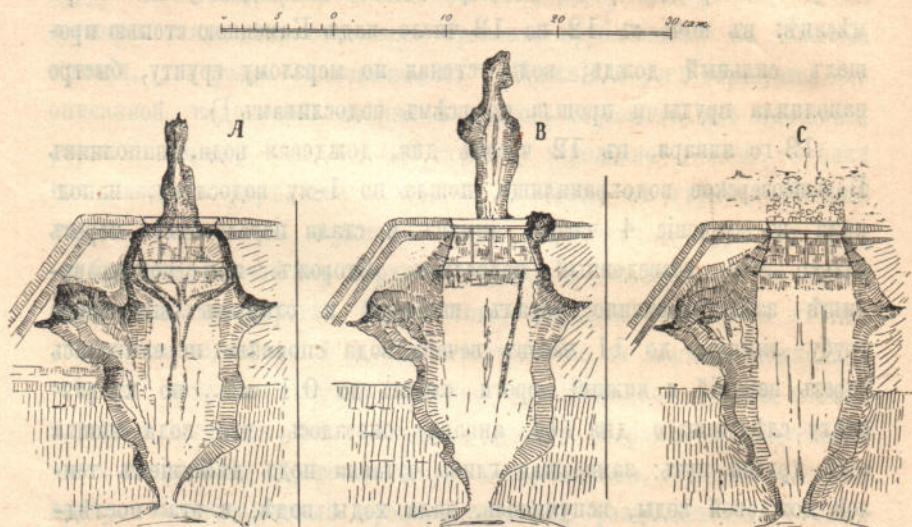
ною, что сильно затрудняло трамбованіе. Поэтому рѣшено было обратитъ особое вниманіе на первое половодье, ожидаемое весною 1895 года; предполагалось заготовить у водослива мѣшки съ землею, хворостъ и проч. для удержанія воды въ томъ случаѣ, если-бъ она начала производить поврежденіе водослива. Однако половодье наступило гораздо раньше, сверхъ всякаго ожиданія, въ январѣ мѣсяцѣ: въ ночь съ 12 на 13 число надъ Каменною степью прошелъ сильный дождь; вода, стекая по мерзлomu грунту, быстро наполнила пруды и прошла по всѣмъ водосливамъ<sup>1)</sup>.

13-го января, въ 12 часовъ дня, дождевая вода, наполнивъ Большеозерское водохранилище, пошла по 1-му водосливу, наполнила въ теченіе 4 часовъ лиманъ и стала переливаться черезъ только что возведенный водосливъ. Сторожъ при водохранилищѣ заблаговременно убралъ шандоры и открылъ выпускную трубу лимана; до 11 часовъ вечера вода спокойно переливалась черезъ верхній и нижній пороги слоємъ до 0,1 саж., но къ разсвѣту слѣдующаго дня (14 января) оказалось, что вода нашла себѣ другой путь: замерзшая глина оттаяла подъ дѣйствіемъ теплої дождевой воды, вспучилась, дала ходы водѣ, и эта послѣдняя, обогнувъ бревенчатую стѣнку, промыла съ обоихъ ея концовъ глубокіе рвы, почти не повредивъ деревянныхъ частей сооруженія. Черт. 13, А даетъ въ планѣ изображеніе водослива послѣ этого необычнаго *зимняго ливня*.

Поврежденный водосливъ подвергся еще разъ дѣйствію полої

<sup>1)</sup> Приводимъ замѣтку изъ *записной книжки* г. завѣдующаго участкомъ: «.....съ 5 января наступили оттепели (съ 5 по 10 еще незначительныя); снѣгъ началъ таять, на стени показались кое-гдѣ проталины; къ 12 января снѣгъ значительно осыпъ, и таяніе его усилилось. Въ ночь съ 12 на 13 января пошелъ дождь, давшій 4,3 м. м. осадковъ. 13 января температура воздуха (+1,4°C) и на поверхности почвы (-0,6°C) повысились; въ этотъ же день шелъ дождь—11,8 м. м. Вслѣдствіе того, что дожди выпали на *мерзлую* землю, такого сравнительно небольшого количества его (сумма осадковъ за 11, 12 и 13 числа равна всего 18,9 м. м.) оказалось вполне достаточно, чтобы произвести *сильнѣйшій* зимній паводокъ. Кромѣ дождевыхъ водъ, въ овраги потекли потоки отъ растаявшаго снѣга; наибольшей силы паводокъ достигъ въ ночь съ 13 на 14 января, когда стаялъ почти весь снѣгъ и произвелъ настоящее весеннее половодье, надѣлавшее не мало бѣдъ»...

воды — послѣ другого сильнаго дождя, прошедшаго въ Каменной степи въ ночь съ 20 на 21-ое февраля; послѣ дождя наступила оттепель, а 22-го февраля шедшій весь день дождь растопилъ большую часть снѣга; по оврагамъ снова пошла вода, хотя и въ меньшемъ, противъ перваго паводка, количествѣ. Въ 2 часа по по-



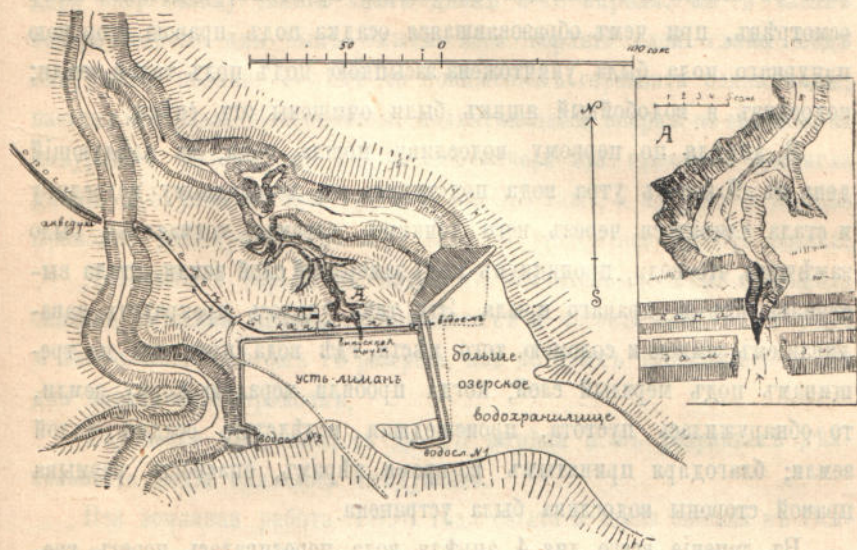
Черт. 13. Деревянный водослив Большеозерскаго водохранилища. А—подмывъ земляной работы водослива послѣ зимняго паводка (съ 12—14 января) 1894 года). В—поврежденіе водослива, произведенное паводкомъ 1896 г. (5 апрѣля). С—окончательный видъ исправленнаго и снабженнаго шпунтовымъ рядомъ водослива.

лудни вода пошла по первому водосливу и, быстро наполнивъ лиманъ, начала выливаться сначала въ промону въ дамбѣ, образовавшуюся во время январскаго паводка, а затѣмъ и через промону 2-го водослива. Къ 23 февраля паводокъ прекратился и, по освидѣтельствованіи промонь, оказалось, что онѣ произвелъ лишь ничтожныя поврежденія.

Слѣдующій весенній паводокъ происходилъ съ 13-го по 15-ое марта. Чтобы предотвратить дальнѣйшее поврежденіе водослива, вся весенняя вода изъ лимана направлена была въ промону въ дамбѣ, на мѣстѣ устроенной трубы для спуска воды (см. черт. 14. А); вершина оврага, въ который стекала вода, надвинулась при этомъ

къ дамбѣ и каналу сажени на три и подошла на столько близко къ нимъ, что пришлось укрѣпить промону рядами плетней.

Наконецъ, четвертый паводокъ былъ произведенъ дождемъ 16 марта; вода окончательно прошла къ 6 апрѣля, сильно размывъ оврагъ за дамбою и повредивъ устроенные плетни. Поврежденія, причиненныя полою водою въ выпускѣ дамбы, изображены на черт. 14, А.



Черт. 14. Общее расположеніе гидротехническихъ сооружений у Большоозерскаго водохранилища.—А—промоина, образовавшаяся послѣ спуска весенней воды, въ обходъ водосливу № 2.

Подробный осмотръ поврежденій, произведенныхъ водою на укрѣпленномъ деревянномъ водосливѣ, убѣдилъ въ томъ, что построенныя подпорныя стѣнки достаточно прочны и хорошо сопротивляются напору; и дѣйствительно, вода размывала земляную насыпь, вымывала нетронутый грунтъ, не опрокидывая и не сдвигая при этомъ стѣнки водослива; эти послѣднія вѣсѣли мѣстами надъ глубокимъ рвомъ, прорытымъ потокомъ.

Не рѣшаясь переходить сразу къ болѣе дорогому типу укрѣпленія, именно, къ шпунтовымъ рядамъ, и желая окончательно убѣдиться въ свойствахъ мѣтнаго грунта (лѣс-свидный суглинокъ), засыпаннаго за подпорныя стѣнки, водосливъ

оставленъ былъ въ прежнемъ видѣ до слѣдующаго паводка, т. е. до весны 1896 года. Для этого были исправлены тѣ незначительныя поврежденія, которыя произошли въ деревянныхъ частяхъ его, — промоины были засыпаны тщательно утрамбованною землею, а фашинное дно водобойнаго ящика снова переложено <sup>1)</sup>).

Къ половодью 1896 года у водослива были заготовлены мѣшки съ землею и солома для заваливанія промоинъ; водосливъ былъ осматривать, при чемъ образовавшаяся осадка подъ правою стороною панурнаго пола была уничтожена засыпкою подъ полъ талой земли; водосливъ и водобойный ящикъ были очищены отъ снѣга.

3 апрѣля по первому водосливу пошла вода; на слѣдующій день въ 9 часовъ утра вода подступила къ деревянному водосливу и стала сливаться черезъ него тонкимъ слоемъ; тотчасъ-же было замѣчено, что вода, проникнувъ подъ замерзшій слой земли, стала выступать изъ-за праваго крыла. Эту течь удалось прекратить заваливаніемъ землею и соломой того мѣста, гдѣ вода проникла по трещинамъ подъ мерзлый слой; когда пробили мерзлую корку земли, то обнаружилась пустота, происшедшая вслѣдствіе осадки талой земли; благодаря принятымъ во-время мѣрамъ, опасность размыва правой стороны водослива была устранена.

Въ теченіе всего дня 4 апрѣля вода переливалась черезъ гребень слоемъ въ 10 сантиметровъ совершенно спокойно и не производя, повидимому, поврежденій; но въ 5 часовъ вечера было замѣчено, что на серединѣ площадки, передъ панурнымъ поломъ, вода образовала воронку; это явленіе указывало на проникновеніе воды внутрь земляной засыпки. Мѣсто, гдѣ появилась воронка, было забито соломой и землею, и правильное движеніе воды тотчасъ-же возстановилось.

Утромъ 5-го апрѣля, чтобы удостовѣриться въ устойчивости сооружеія, была пробита у лѣваго крыла верхняя корка мерзлой земли толщиною въ 6 вершковъ; при этомъ обнаружилось осѣданіе талого грунта на всемъ протяженіи лѣвой половины водослива, до-

---

<sup>1)</sup> Исправленіе водослива обошлось въ 242 р. 50 к. (Земляная работа 112 р. 50 к., фашинная—38 руб., каменная—92 рубля).



ходившее до 1 аршина въ глубину. Несмотря на принятыя мѣры (заваливаніе промоины землею, соломой и мѣшками съ землею, отведеніе воды въ сторону), оказалось невозможнымъ прекратить движеніе воды по промоинѣ и приостановить разрушеніе земляныхъ частей водослива.

Разрушенію много способствовало усилившееся половодье, благодаря энергичному таянію снѣга днемъ 5-го апрѣля; къ 9 часамъ вечера того-же дня былъ смытъ весь верхній слой глины подъ панурными полами. Вслѣдъ за пониженіемъ горизонта слива воды, наступило образованіе промоины, надвигающейся вверхъ по теченію, за панурнымъ поломъ; къ 11 часамъ вечера эта промоина достигла длины 2,5 сажень, при глубинѣ въ 0,3 саж., а къ утру 6 апрѣля промоина расширилась до 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> саж. и углубилась до 0,6 сажени.

Дальнѣйшей борьбѣ съ водою въ значительной мѣрѣ помѣшала сильная снѣжная мятель, начавшаяся съ 4 часовъ ночи 6-го апрѣля и засыпавшая снѣгомъ тѣ резервы, изъ которыхъ вынималась земля для заваливанія промоинъ.

Водополье продолжалось до 23 апрѣля и въ результатъ дѣятельности воды оказалось слѣдующее.

Вся земляная работа 1895 года смыта и земля снесена въ Осинный оврагъ; кромѣ того прибавилась глубокая рывтина у лѣваго крыла водослива (см. черт. 13, В.), значительно повредившая ражевую рубку; часть стѣны обрушилась ночью 12 апрѣля и была снесена въ Осинный оврагъ, благодаря прибывшей въ это время водѣ. Сваи, поддерживающія верхній край панурнаго пола, оказались на вѣсу, вслѣдствіе глубокаго подмыва грунта подъ среднюю и лѣвою частью водослива. Наконецъ, каменная мостовая за панурнымъ поломъ тоже повреждена, а частью снесена внизъ. Общій видъ разрушенія земляной части водослива изображенъ въ планѣ на чер. 13, В.)<sup>1)</sup>

Описанное половодье, прошедшее при довольно нормальныхъ усло-

---

<sup>1)</sup> Поврежденія водослива описаны по официальнымъ актамъ, составленнымъ Г. завѣдующимъ Хрѣновскимъ участкомъ, К. Э. Собѣнскимъ, 6 и 14 апрѣля 1896 года.

віяхъ, и эффектъ дѣйствія воды на мѣстный грунтъ убѣдили въ томъ, что построенный водосливъ, представляющій сооруженіе устойчивое и прочное, можетъ быть пригоднымъ для грунтовъ болѣе плотныхъ и труднѣе поддающихся размыванію водою, чѣмъ мѣстный лессовидный суглинокъ; въ такомъ грунтѣ необходимо устраивать непроницаемую стѣнку подъ среднюю часть водослива.

Обычный способъ устройства такой стѣнки заключается въ проведеніи подъ осью водослива *шпунтовой стѣнки* изъ брусевъ или досокъ.

Такимъ образомъ, шагъ за шагомъ, былъ выработанъ типъ *водослива въ два порога съ водобойнымъ ящикомъ, съ ряжевыми стѣнками и досчатыми полами, со шпунтовымъ рядомъ подъ серединою верхняго порога*; въ частномъ случаѣ, этотъ водосливъ снабженъ еще *водоспускною частью*, поставленною надъ верхнимъ гребнемъ и состоящею изъ *упорнаго бруса съ вертикальными шандорами*.

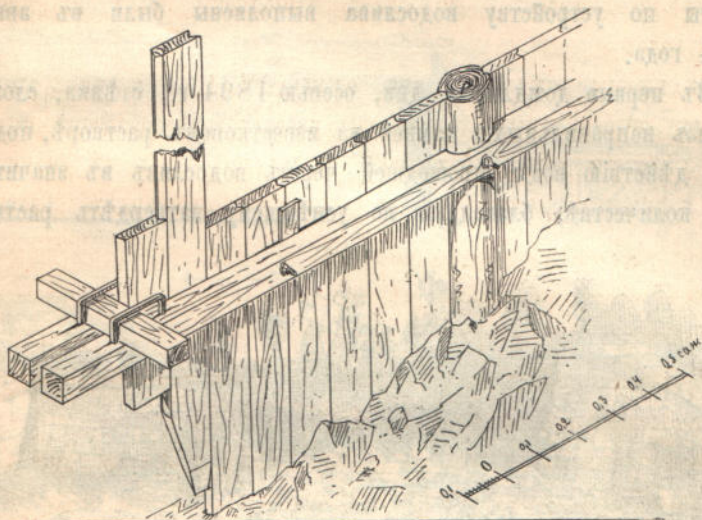
Послѣдняя передѣлка водослива, не нарушивъ общую конструкцію и вѣшній видъ (см. черт. 11 и 10), состояла лишь въ добавленіи шпунтоваго ряда, проходящаго подъ упорнымъ брусомъ (см. черт. 11 В)

Работа по устройству шпунтоваго ряда произведена была въ маѣ и въ сентябрѣ (окончена 12 октября), причѣмъ все протяженіе шпунтоваго ряда составляетъ 15 саж.; каждая досчатая свая толщиной 3 дюйма забита на глубину отъ 1,5—3,0 саж.; линія досчатого ряда прерывается круглыми сваями, забитыми въ землю на глубину 1,5—3 саж. Войка свай производилась ручнымъ копромъ съ чугуною бабою вѣсомъ 28 пудовъ, при 25 рабочихъ.

Не входя въ техническія подробности производства работы (приемы употреблялись обычные), помѣщаемъ черт. 15, изображающій въ изометрической проекціи одинъ изъ моментовъ работы по проведеніи шпунтоваго ряда. Забивка шпунтоваго ряда затруднялась въ значительной степени смежными частями водослива: ряжевою стѣнкою, открылками, брусьями и т. под.; поэтому пришлось нѣкоторыя ближайшія части разобрать, а затѣмъ уложить вновь. По окончаніи плотничной работы, произведена была засыпка промоинъ

и замощеніе 30 квадратныхъ сажень площади за панурнымъ поломъ. Окончательный видъ водослива въ промоинѣ, образовавшейся въ 1894 году, представленъ въ планѣ на черт. 13, С.

*Устройство каменнаго водослива на Большомъ водохранилищѣ.* Сооруженное на Великоанадольскомъ участкѣ въ 1893 году Большое водохранилище <sup>1)</sup> снабжено было копанымъ водосливомъ длиною 30 пог. саж.; устье водослива, отрывающееся въ пологій



Черт. 15. Устройство досчатого лпунтового ряда на водосливѣ Большеозерскаго водохранилища.

откосъ балки Кашлагачикъ, оставлено было въ 1893 году безъ укрѣпленія, съ тѣмъ, чтобы послѣ весенняго водополя приступить къ фашинной кладкѣ, мощенію или устройству порога—въ зависимости отъ степени размыва грунта.

Освидѣтельствованіе поврежденій, причиненныхъ водою нетронутому задернѣлому откосу, побудило остановиться на устройствѣ порога, при чемъ матеріаломъ для этой цѣли былъ выбранъ имѣющійся на мѣстѣ камень. Что касается половъ, панурнаго и

<sup>1)</sup> См. Труды Экспедиціи «Отдѣлъ практическихъ работъ». Томъ 2, выпускъ I, (Гидротехническія работы 1893 г.), стр. 63. Тоже атласъ картъ и чертежей къ Трудамъ, табл. VII и Оро-Гидрографическій планъ Великоанадольскаго участка, приложенный къ настоящему отчету.

водобойнаго, то первый предположено было сдѣлать въ видѣ мостовой на соломѣ, а второй—досчатый на переводахъ и каменныхъ столбахъ.

Вся высота порога, въ одну сажень, раздѣлена на 2 части: отъ верхняго сливнаго гребня до водобойнаго пола—0,8 саж. и отъ пола до фашинной подстилки, расположенной ниже пола,—0,2 сажени. Ширина гребня водослива опредѣлена была въ 5 саж. Работы по устройству водослива выполнены были въ августѣ 1894 года.

Въ первые дождливые дни, осенью 1894 г., стѣнка, сложенная изъ неправильныхъ камней на известковомъ растворѣ, подверглась дѣйствию воды, прошедшей черезъ водосливъ въ значительномъ количествѣ; благодаря не успѣвшему затвердѣть раствору,

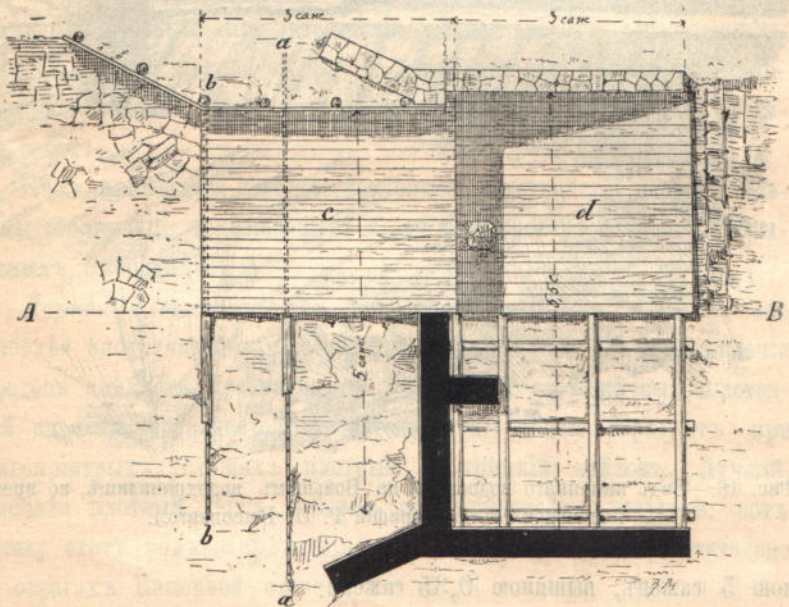
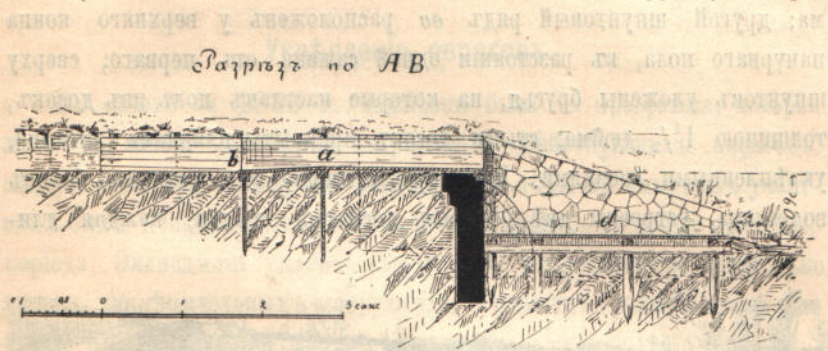


Рис. 16. Водосливъ Большаго водохранилища на Великоанадольскомъ участкѣ послѣ весенняго половодья 1895 года (съ фотографіи Г. Н. Высоцкаго).

стѣнка была сильно повреждена и не могла выдержать напора внешней воды 1895 г., очень обильной въ дѣдствіе необычнаго количества снѣга и быстрого таянія. Обрушеніе стѣнки произошло постепенно, ближе къ правой сторонѣ водослива. Рисунокъ 16 представляетъ перспективное изображеніе водослива послѣ поврежденія.

Главною причиною разрушенія каменной подпорной стѣнки слѣдуетъ признать ея провицаемость для воды; примѣненіе же тесан-

наго камня и гидравлическаго раствора, по мѣстнымъ условіямъ, оказывается экономически невыгоднымъ; въ виду этого, оставляя каменную стѣнку, какъ опорную для верхняго порога, предложено было преградить къ ней доступъ воды неглубокимъ шпунтомъ (1 сажень), забитымъ въ плотный глинистый грунтъ, и верх-



Черт. 17. Продольный разрѣзъ и планъ водослива Большаго водохранилища (Великоанадольскій участокъ).

нимъ досчатымъ поломъ, уложеннымъ на насадки шпунта и на прогонъ вдоль каменной стѣны.

Черт. 17 даетъ изображеніе въ продольномъ разрѣзѣ и планѣ

каменного водослива на Большомъ водохранилищѣ въ томъ видѣ, въ которомъ онъ выполненъ въ августѣ мѣсяцѣ 1895 года.

Въ разстояніи двухъ сажень отъ каменной подпорной стѣнки (построенной въ 1894 г. и исправленной въ 1895 г.) проведенъ шпунтовый рядъ *aa* изъ досокъ, толщиною въ  $2\frac{1}{2}$  дюйма; другой шпунтовый рядъ *bb* расположенъ у верхняго конца панурнаго пола, въ разстояніи одной сажени отъ перваго; сверху шпунтовъ уложены брусья, на которые настланъ полъ изъ досокъ, толщиною  $1\frac{1}{2}$  дюйма; стыки досокъ прикрыты планками (латами), укрѣпленными гвоздями. Для предохраненія отъ размыва боковъ водослива, устроены двѣ боковыя досчатыя стѣнки, каждая дли-

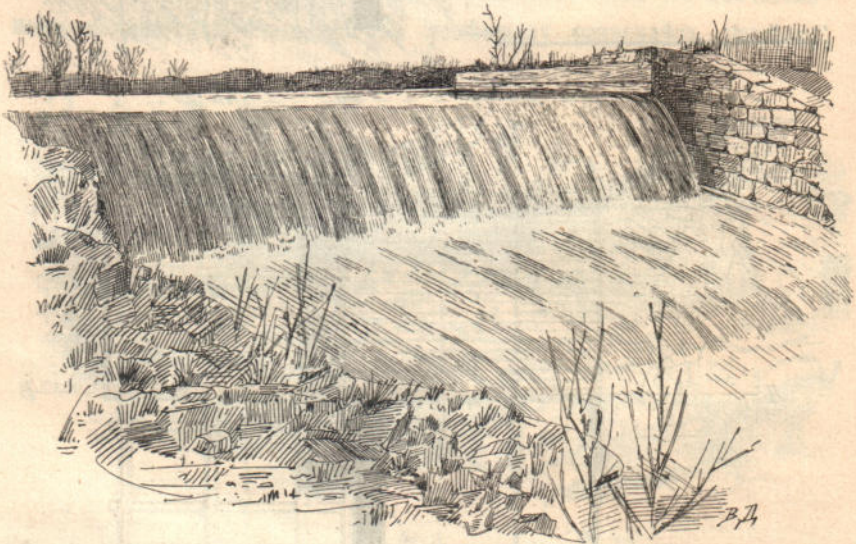


Рис. 18.—Видъ каменнаго водослива на Большомъ водохранилищѣ, во время половодья (съ фотографіи Г. Н. Высоцкаго.).

ною 5 сажень, вышиною 0,35 сажени.

Нижній досчатый полъ, боковыя крылья и фаншанная настилка подъ поломъ оставлены въ томъ видѣ, въ какомъ они были устроены въ 1894 г.

Дно водосливнаго канала, выше панурнаго пола, вымощено мѣстнымъ камнемъ въ предѣлахъ размывающаго дѣйствія воды.

Такимъ образомъ это сооруженіе представляетъ новый *типъ каменнаго водослива съ деревянными полами—панурнымъ и водобойнымъ, съ двумя шпунтовыми поперечными рядами.*

Рисунокъ 18 даетъ копію съ фотографическаго снимка водослива во время водополюя.

### Укрѣпленіе овраговъ.

Въ отчетѣ за 1893 г. намѣчена была та программа, которая легла въ основу работъ по закрѣпленію дѣйствующихъ овраговъ; слѣдую этой программѣ, въ послѣдующіе годы на опытныхъ участкахъ были испытаны многіе приемы; при этомъ, къ концу отчетнаго періода Экспедиціи удалось выработать и установить нѣсколько типовъ закрѣпительныхъ сооружений. Главнымъ матеріаломъ для этихъ работъ служили хворостъ и колья, какъ болѣе дешевые и всегда сподручные: при отсутствіи вблизи работъ естественныхъ зарослей, всегда можно въ 3—4 года развести плантацію кустарниковыхъ породъ и имѣть, слѣдовательно, хворостъ и колья на мѣстѣ работъ.

Ниже приводится техническое описаніе устройства закрѣпительныхъ сооружений, примѣненныхъ и, въ большинствѣ случаевъ, испытанныхъ Экспедиціею.

*Дерновыя плотины въ верховьяхъ овраговъ.* Однимъ изъ наиболѣе сподручныхъ и дешевыхъ матеріаловъ для закрѣпленія овраговъ слѣдуетъ признать *дернъ*—верхній слой почвы, сплетенный корнями травянистой растительности; корни образуютъ при благоприятныхъ условіяхъ плотный и крѣпкій войлокъ. Лучшій, наиболѣе плотный дернъ найденъ на Хрѣновекомъ участкѣ; вотъ почему этотъ родъ закрѣпленія и былъ примѣненъ исключительно на оврагахъ Каменной степи.

Первыя дерновыя плотинки были устроены еще въ 1893 г. на легкихъ промоинахъ, расположенныхъ вблизи метеорологической станціи № 4; онѣ преграждаютъ рывтину поперекъ, отъ берега до берега, и складываются изъ дернинъ около одного квадратнаго фута площадью, въ видѣ стѣнки толщиной 0,3 — 0,5 саж.

и высотой, равной глубинѣ промоины; дернины въ нѣкоторыхъ плотинкахъ прибиты деревянными спицами, въ другихъ оставлены безъ скрѣпленія.

Весенняя вода 1894 года указала на тѣ недостатки, которые существуютъ въ конструціи закрѣпленія подобнаго рода. Благодаря горизонтальному гребню, вода сливается по всему ребру плотины и подмываетъ правый или лѣвый берегъ; кромѣ того оказалось, что дерновой войлокъ плохо сопротивляется размывающему дѣйствию сильной струи воды, а отсутствіе водобойнаго пола влечетъ за собою вымываніе рытвинъ въ днѣ оврага подъ падающею струею.

Поэтому исключительное пользованіе дерномъ для устройства закрѣпительныхъ плотинъ можетъ быть примѣнено лишь на очень малыхъ рытвинахъ съ ничтожнымъ расходомъ воды; при этомъ гребень плотины долженъ быть выгнутъ къ серединѣ, а подъ дерновою кладкою дно рытвины необходимо устилать тѣмъ же дерномъ.

Болѣе прочное устройство дерновыхъ запрудъ, испытанное Экспедиціей, заключается въ слѣдующемъ:

Подъ запруду укладывается вдоль промоины хворостъ, образующій водобойный полъ; дерновая кладка ведется тщательно, съ соблюденіемъ перевязки швовъ и съ прибавленіемъ каждой дернины двумя спицами; съ двухъ сторонъ или съ одной нижней запруда ограждается хворостявымъ плетнемъ, а гребень ея дѣлается пониженнымъ къ серединѣ.

Такія запруды, устроенныя Экспедиціей на Хрѣновскомъ участкѣ, въ числѣ 7, удовлетворительно выдерживаютъ напоръ весенней воды, задерживаютъ воду за собою въ теченіе нѣсколькихъ дней и способствуютъ отложенію наносовъ въ оврагѣ за запрудой.

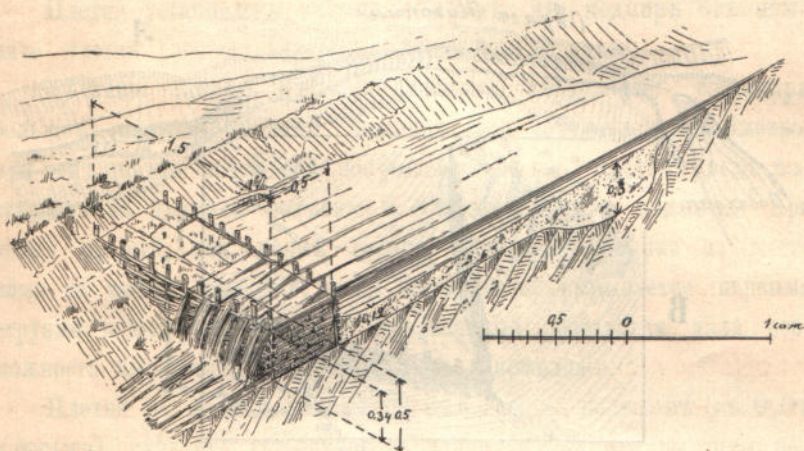
По наблюденіямъ, сдѣланнымъ надъ заплывающимъ дѣйствиемъ плотинокъ въ 1895 г., оказалось, что каждая изъ нихъ отложила, въ среднемъ, слой наносовъ толщиной 0,1 саж., распространяющійся вверхъ по теченію на 4—8 сажень.

Черт. 19 изображаетъ въ разрѣзѣ и изометрической проекціи дерновую плотинку № 7 въ овражкѣ, впадающемъ въ балку Таловую; глубина оврага — 0,5 саж., высота плотины 0,35 саж.,



длина 3 саж., ширина 0,5 саж.; за плотиною, въ разстояніи отъ нея 2,5 сажень, была промоина глубиною въ 0,3 саж., шириною 0,8 саж. Послѣ первой вешней воды вся промоина была занесена; кромѣ того, толщина наносовъ около плотины достигла 0,12 саж.

Укрѣпленіе рытвинъ по способу *Tennu*. Оврагъ Нужный (Каменная степь) выше водохранилища, построеннаго въ 1893 году <sup>1)</sup>, представляетъ неглубокую рытвину, проходящую въ очень пологомъ тальвегѣ. Рытвина эта дѣятельна на всемъ протяженіи, при чемъ правый берегъ почти вездѣ подмывается больше, чѣмъ лѣвый.



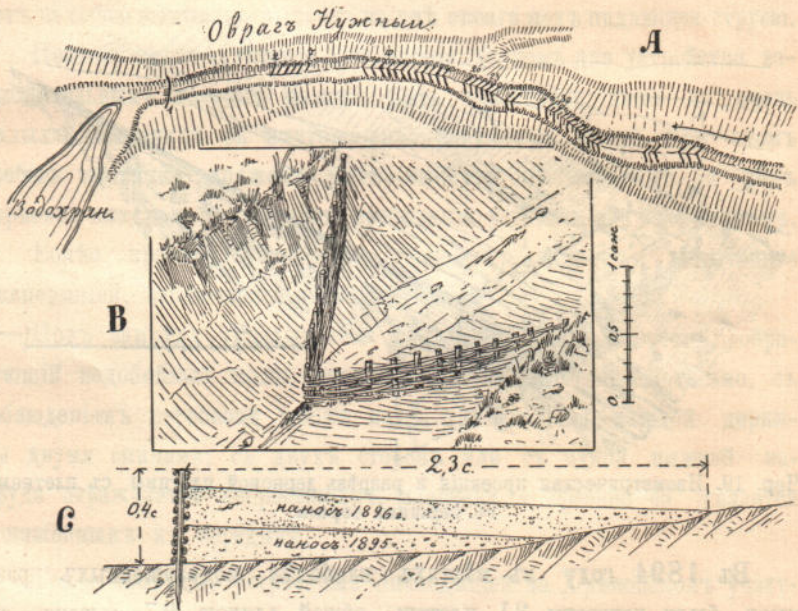
Чер. 19. Изометрическая проекція и разръзъ дерновой плотины съ плетнемъ въ вершинѣ оврага.

Въ 1894 году въ мѣстахъ наиболѣе подверженныхъ размыву были устроены 31 плетень, общей длиною 97 сажень, во взаимномъ разстояніи въ 1, 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, 2 и 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> сажени, въ зависимости отъ крутизны рытвины. Каждый плетень состоитъ изъ двухъ крыльевъ, наклоненныхъ по теченію подъ угломъ 45° къ оси рытвины; высота плетней уменьшается къ серединѣ. Такія запруды, отклоняя струю воды къ серединѣ потока, способствуютъ отложенію наносовъ у береговъ и планируютъ постепенно промоину, придавая ей профиль правильного лотка.

Весенняя вода 1895 года убѣдила въ цѣлесообразности тако-

<sup>1)</sup> См. Оро - гидрографическій планъ Каменной степи.

го способа закрѣпленія; за каждымъ плетнемъ отложились наносы, при чемъ многіе плетни занесены до самаго гребня. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ плетни упираются въ очень крутой правый берегъ, замѣчено подмываніе его подъ плетнями, что указываетъ на то, что въ мѣстахъ односторонняго подмыва симметричныя плетни не пригодны. Поэтому въ 1895 году въ закрѣпительную систему оврага были введены еще *односторонніе плетни*, — *поперечныя полузапруды*, наклоненныя къ оси рытвины подъ угломъ въ  $45^{\circ}$ ; та-



Черт. 20. Укрѣпленіе оврага по способу Jenpu. А.—Планъ оврага Нужнаго. В.—Видъ плетня. С.—продольный разрѣзъ по оси оврага, за плетнемъ.

кихъ плетней устроено 6 штукъ. Кромѣ того, въ этомъ же году произведено было наращиваніе всѣхъ плетней, закрытыхъ наносами на 0,12—0,20 сажени, устроено 11 новыхъ плетней типа Jenpu, и проведенъ широкій плетень съ водобойнымъ поломъ изъ хвороста въ верховьяхъ Нужнаго водохранилища. На чертежѣ 20 показано общее расположеніе закрѣпительныхъ сооружений на Нужномъ оврагѣ (А), изометрическая проекція плетня Jenpu (В) и

продольный разръзъ по рывинѣ (С), съ обозначеніемъ наносовъ, отложившихся въ 1895 и 1896 годахъ.

*Укрѣпленіе небольшихъ рывинъ поперечными плетнями.*  
На небольшомъ овражкѣ, впадающемъ въ балку *Таловую* (Хрѣновской участокъ), устроено въ 1894 г. 11 небольшихъ плетней, высотой отъ 0,25—0,35 сажени; около каждаго плетня, со стороны напора воды, сдѣлана небольшая земляная отсыпь, а подъ плетнемъ не толстымъ слоемъ уложенъ хворостъ, для образованія водобойнаго пола.

Плетни установлены такимъ образомъ, что подпоръ отъ нижняго плетня распространяется до флутбета верхняго.

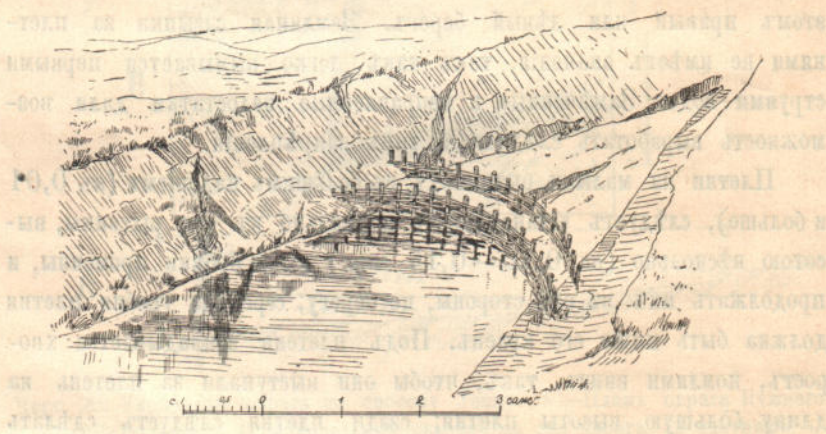
Дѣйствіе такихъ плетней оказалось слѣдующее: благодаря большому паденію рывины, весенняя вода сбѣгаетъ очень быстро, при чемъ плетни почти все покрываются водою; мѣстами вода выступаетъ за предѣлы рывины и обходитъ плетни, подмывая при этомъ правый или лѣвый берегъ. Земляная засыпка за плетнями не имѣетъ значенія, такъ какъ легко вымывается первыми струями воды. Замѣченные и исправленные недостатки дали возможность выработать слѣдующій типъ закрѣпленія.

Плетни на малыхъ рывинахъ, съ большимъ паденіемъ (въ 0,01 и больше), слѣдуетъ устанавливать нормально къ оси рывины, высотой нѣсколько (на 0,10—0,15 саж.) выше бровки промоины, и продолжать ихъ въ обѣ стороны, по берегу; середина гребня плетня должна быть ниже его краевъ. Подъ плетень закладывается хворостъ, колами внизъ, такъ, чтобы они выступали за плетень на длину большую высоты плетня; сзади плетня слѣдуетъ сдѣлать отсыпь изъ земли съ соломой, бурьяномъ или мелкимъ хворостомъ. Плетни ставятся на такомъ взаимномъ разстояніи, чтобы подпоръ воды отъ нижняго плетня доходилъ до подошвы верхняго. Пригодны такіе плетни на рывинахъ глубиною до 0,4 саж. и шириною до 0,7 саж.

*Хворостяныя запруды въ вершинахъ водохранилищъ, служащія для предохраненія отъ засоренія водныхъ емкостей наносами.* Такіе плетни устроены на всѣхъ участкахъ, въ верши-

нахъ почти всѣхъ прудовъ; строятся они изъ колѣвъ и хвороста и имѣютъ прямолинейную или вогнутую форму, выпуклостью въ сторону движенія воды; въ зависимости отъ силы потока и количества осадковъ, ихъ можно дѣлать одиночными, двойными или тройными. Если въ вершинѣ пруда расположена промоина, то она укрѣпляется болѣе солидно—хворостяною запрудою, а надъ нею устанавливается плетень, захватывающій дно оврага въ предѣлахъ весенняго потока.

Черт. 21 изображаетъ одинъ изъ построенныхъ Экспедиціею двойныхъ плетней вогнутой формы, расположенный у самой вершины пруда; въ первый же годъ дѣйствія его замѣчается кольматированіе дна оврага тѣми наносами, которые были-бы снесены въ водохранилище.



Черт. 21. Хворостяная запруда въ вершинѣ водохранилища.

*Поперечныя запруды изъ хвороста и плетней въ дни большихъ овраговъ.* Подобныя сооруженія, закрѣпляя вершину промоины въ дни оврага, способствуютъ также отложенію наносовъ и общему кольматированію дна. Устройство одной изъ такихъ запрудъ было описано въ отчетѣ за 1893 г., при чемъ описаніе пояснено

детальнымъ чертежемъ. <sup>1)</sup> Практика послѣднихъ лѣтъ, подтвердивъ цѣлесообразность первоначальнаго устройства, указала на слѣдующіе общіе приемы построения поперечныхъ запрудъ изъ хвороста.

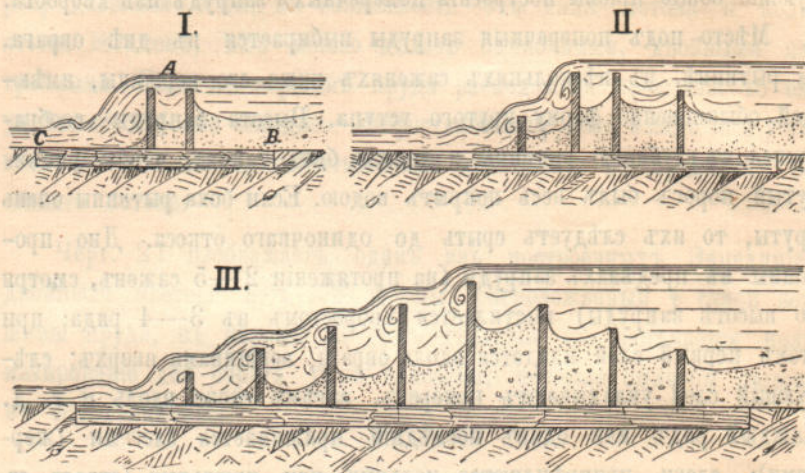
Мѣсто подъ поперечныя запруды выбирается въ днѣ оврага, на рывинѣ, въ нѣсколькихъ саженьяхъ ниже его вершины, имѣющей обыкновенно форму крутого уступа. Высота запруды сообразуется съ глубиною рывины и должна быть такова, чтобы упомянутый порогъ былъ весь покрытъ водою. Если бока рывины очень круты, то ихъ слѣдуетъ ерять до одиночнаго откоса. Дно промоины въ предѣлахъ запруды (на протяженіи 2—5 сажень, смотря по высотѣ запруды) выстилается хворостомъ въ 3—4 ряда; при этомъ первый слой кладется вдоль оврага, вершинами вверхъ; слѣдующій слой укладываютъ поперекъ, затѣмъ снова вдоль и т. д. Каждый рядъ или одинъ послѣдній прижимается слегами (жердыми); слѣги прикрѣпляются кольями или крючьями (стволь съ коротко срубленной вѣткой, забиваемый комлемъ вверхъ).

Поверхъ хворостяной настилки, образующей флютбетъ сооруженія, устанавливаются плетни, числомъ не меньше двухъ; чѣмъ глубже промоина, чѣмъ сильнѣе вѣшній потокъ, тѣмъ больше должно быть плетней. Гребни отдѣльныхъ плетней слѣдуетъ располагать на различной высотѣ. Гребень средняго плетня, самаго высокаго, опредѣляетъ полную высоту запруды и располагается на высотѣ верха промоины; остальные плетни понижаются въ обѣ стороны такъ, что верхніе образуютъ панурный полъ, нижніе же играютъ роль водобойныхъ ящиковъ. Черт. 22 изображаетъ въ схемѣ продольные разрѣзы хворостяныхъ запрудъ въ 2, 4 и 8 плетней; А — сливной гребень, АВ — панурный полъ; АС — водобойный полъ; СВ — флютбетъ изъ хвороста.

Расстояніе между плетнями дѣлаютъ отъ 0,3—1 сажени, причемъ, для большей прочности, верхушки кольевъ двухъ смежныхъ плетней скрѣпляютъ между собою поперечными брусками въ 2—4 мѣстахъ. Въ случаѣ высокихъ плетней, примѣняется укрѣпленіе ихъ

<sup>1)</sup> См. Гидротехническія работы 1893 года стр. 59 и Атласъ чертежей, таблица VIII.

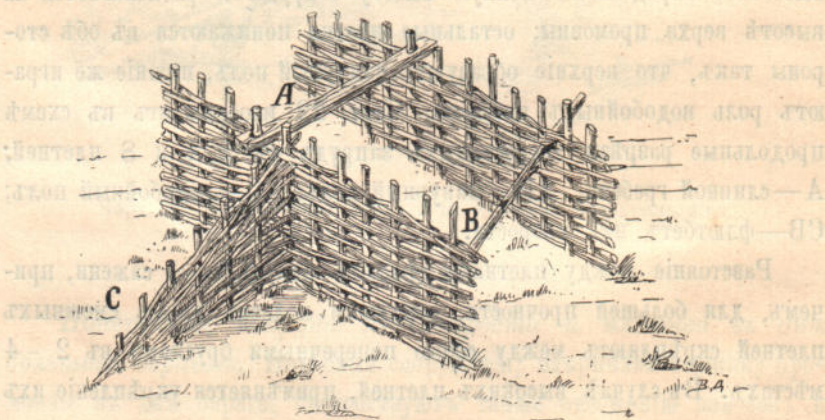
*укосинами*, забитыми въ дно оврага, или же продольными плетнями, имѣющими форму треугольника и упирающимися въ попереч-



Черт. 22. Схемы поперечныхъ хворостяныхъ запрудъ.

ные плетни. На чертежѣ 23 показана конструкция плетней и способы ихъ укрѣпленія.

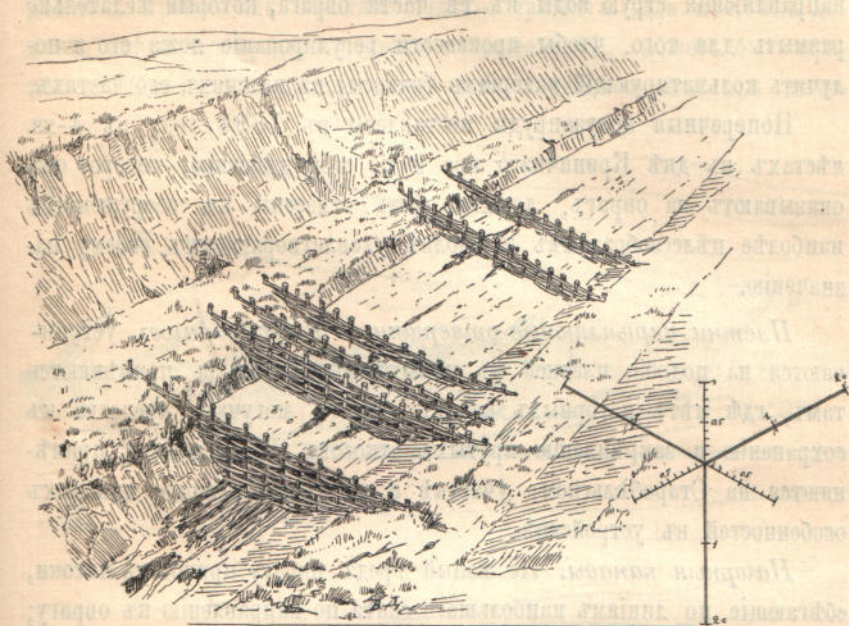
При слабо выраженной проминѣ и при пологомъ днѣ оврага, примѣняются болѣе легкія запруды, состоящія изъ ряда плетней проведенныхъ поперекъ дна, отъ берега до берега; назначеніе та-



Черт. 23. Устройство плетней и способы ихъ укрѣпленія; А—поперечными брусками, В—укосинами и С—треугольными уорными плетнями.

кихъ плетней исключительно откладывать наносы. Черт. 24 даетъ изометрическую проекцію закрѣпительнаго сооруженія № 5 въ днѣ Криничнаго яра, въ 80 саж. ниже впаденія въ него сѣвернаго отвершка.

*Плетневая полузаграда*—прочные, длинные плетни, идущіе до середины оврага отъ крутого, размываемаго берега; назначеніе такихъ сооруженій—отклонять размывающую струю воды къ проти-



Черт. 24. Поперечная заграда № 5 въ днѣ Криничнаго яра.

воположному пологому берегу; высота этихъ плетней, сообразованная съ глубиною вѣшняго потока, уменьшается по направленію къ оси оврага. Плетень, образующій полузаграду, имѣетъ наклонное къ оси оврага направленіе въ сторону теченія, при чемъ уголъ наклоненія находится въ зависимости отъ направленія струи воды. Наилучшій уголъ можетъ быть опредѣленъ по плану оврага, а еще правильнѣе, по непосредственному наблюденію движенія водъ весеннихъ потоковъ; такія наблюденія безошибочно укажутъ наилучшее мѣсто плетня и положеніе его оси.

Устройство плетней не представляетъ въ этомъ случаѣ никакихъ особенностей, — все вниманіе должно быть обращено на ихъ

прочность; подмывовъ дна подъ плетнями обыкновенно не замѣчается въ виду того, что полузапруды расположены не въ промоинѣ, а по краямъ ложа оврага и дѣйствуютъ въ то время, когда по оврагу идетъ широкій потокъ воды, не производящій мелкихъ подмывовъ дна. Кромѣ описанныхъ поперечныхъ полузапрудъ, отклоняющихъ потокъ отъ берега, примѣняются *обратныя полузапруды*, направляющія струю воды въ тѣ части оврага, которыя желательно размыть для того, чтобы произвести регулированіе ложа его и получить кольматирующій матеріалъ (наносы) въ нижнихъ его частяхъ.

Поперечныя полузапруды поставлены въ 1894 году въ 4-хъ мѣстахъ въ дни Криничнаго яра и по тому дѣйствию, которое онѣ оказываютъ на оврагъ, должны быть отнесены къ сооруженіямъ наиболѣе цѣлесообразнымъ и вполне удовлетворяющимъ своему назначенію.

*Плетни, укрѣпляющіе отвершки въ бокахъ овраговъ*, устраиваются на подобіе плетней въ малыхъ рытвинахъ и примѣняются тамъ, гдѣ нѣтъ нагорныхъ канавъ,—этого могучаго средства къ сохраненію и закрѣпленію крутыхъ откосовъ. Такіе плетни примѣняются на Старобѣльскомъ участкѣ и не представляютъ никакихъ особенностей въ устройствѣ.

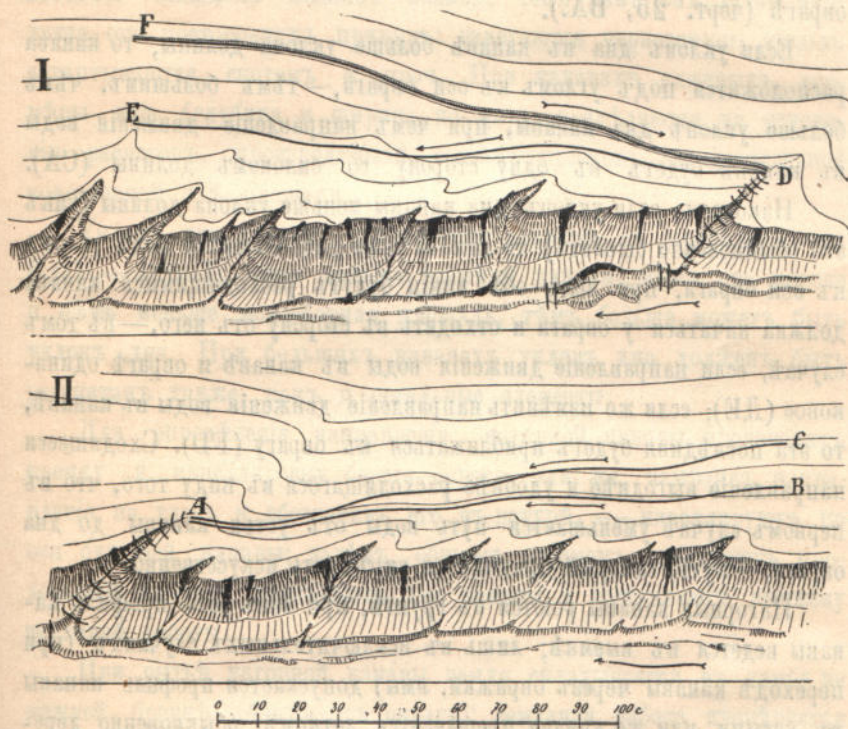
*Нагорныя канавы.* Не малый вредъ оврагу приносятъ потоки, сбѣгающіе по линіямъ наибольшаго ската по направленію къ оврагу; здѣсь, бороздя крутой бокъ оврага, они сносятъ громадное количество чернозема и подпочвы и быстро увеличиваютъ размѣры оврага въ ширину.

Нагорныя канавы закладываются вдоль крутого берега оврага, на которомъ образуется большое число боковыхъ отвершковъ и рытвинъ. Располагается нагорная канава съ такимъ расчетомъ, чтобы она обошла возможно большее число береговыхъ рытвинъ; канава перехватываетъ на пути вѣшнія воды, несущія большое количество ила и быстро размывающія встрѣчныя плуговыя борозды, мелкія рытвины, ерики и проч.

Нагорныя канавы устроены на Старобѣльскомъ участкѣ въ числѣ четырехъ, по правому берегу Криничнаго яра, общемою длиною 547 пог. сажень. Полезное ихъ дѣйствіе сказалось въ первую же весну: изъ



года въ годъ размываемые откосы сразу и разъ навсегда прекратили свой ростъ, обусловленный дѣятельностью нагорной воды. Практика устроенныхъ канавъ и обще-употребительные приемы ихъ возведенія позволяютъ остановиться на ниже-слѣдующихъ правилахъ и указаніяхъ по сооружеію нагорныхъ канавъ. Общее направленіе нагорной канавы, зависящее отъ мѣстныхъ условій, можетъ быть двойное: прямое или обратное паденію тальвега. Для пологихъ долинъ, имѣющихъ среднее паденіе меньше 0,01, можетъ быть примѣнено направленіе канавы въ сторону паденія оврага; при доли-



Черт. 25. Нагорныя канавы, ограждающія бока оврага отъ размыванія. I— оврагъ съ паденіемъ больше 0,01, II—съ малымъ паденіемъ.

нахъ крутыхъ это направленіе должно быть обратное. Сказанное поясняетъ черт. 25, на которомъ изображены въ горизонталяхъ 2 участка долины съ оврагомъ и нагорными канавами; паденіе первой долины крутое (круче 0,01), второй—пологое.

Паденіе дна нагорныхъ (и всякихъ другихъ) канавъ можетъ измѣняться въ нѣкоторыхъ предѣлахъ вълѣдствіе того, что при большихъ паденіяхъ развивается большая скорость движенія воды и происходитъ размывъ дна; малое паденіе дна, сопровождающееся слишкомъ медленнымъ движеніемъ воды, наоборотъ, способствуетъ засоренію канавъ осаждающимися изъ воды наносами. Если величина уклона долины равна уклону дна канавы, то эта послѣдняя приметъ направленіе параллельное берегу, причемъ движеніе воды въ канавѣ будетъ происходить въ сторону движенія воды въ оврагѣ (черт. 25, ВА.).

Если уклонъ дна въ канавѣ больше уклона долины, то канава расположится подъ угломъ къ оси оврага, — тѣмъ большимъ, чѣмъ больше уклонъ дна канавы, при чемъ направленіе движенія воды въ канавѣ будетъ въ одну сторону со склономъ долины (СА).

Наконецъ, если уклонъ дна канавы меньше уклона долины (какъ это обыкновенно бываетъ), то канава тоже расположится подъ угломъ къ оси оврага, при чемъ обѣ линіи будутъ расходящимися: канава должна начаться у оврага и отходить въ сторону отъ него, — въ томъ случаѣ, если направленіе движенія воды въ канавѣ и оврагѣ одинаковое (ДЕ); если же измѣнить направленіе движенія воды въ канавѣ, то эта послѣдняя будетъ приближаться къ оврагу (FD). Сходящееся направленіе выгоднѣе и удобнѣе расходящагося въ виду того, что въ первомъ случаѣ уменьшается путь воды отъ устья канавы до дна оврага, — путь, который приходится укрѣплять искусственно.

Нагорныя канавы роются въ грунтѣ, при чемъ весь профиль канавы ведется въ выемкѣ; лишь въ исключительныхъ случаяхъ (при переходѣ канавы черезъ овражки, ямы) допускается профиль канавы въ насыпи, или же канава прерывается лоткомъ, обыкновенно деревяннымъ.

Поперечное сѣченіе канавы состоитъ изъ слѣдующихъ элементовъ: *дна, откосовъ и глубины*. Дно (всегда въ поперечномъ сѣченіи горизонтальное и прямолинейное) задается наименьшихъ размѣровъ въ 0,15 саж. (ширина лопаты). *Откосы* канавы измѣняются отъ одиночнаго до двойного; одиночный откосъ можно дѣлать въ торфя-

нистыхъ грунтахъ и черноземныхъ—при очень малыхъ размѣрахъ; полуторные откосы задаются въ черноземныхъ, супесчаныхъ и глинистыхъ грунтахъ, при условіи быстрого ихъ задержанія (Хрѣновской участокъ); двойные откосы—для тяжелыхъ глинистыхъ грунтовъ (Старобѣльскій участокъ).

Глубина нагорныхъ канавъ можетъ измѣняться на каждомъ шкелѣ, при чемъ средняя глубина зависитъ отъ той водосточной способности, которая требуется отъ канавы: для обыкновенныхъ канавъ она можетъ быть наименьшая—0,25 сажени; слѣдуетъ избѣгать слишкомъ мелкихъ канавъ, такъ какъ онѣ легко портятся отъ постороннихъ причинъ: заметаются черноземною пылью, затаптываются скотомъ и проч. При канавахъ длинныхъ, размѣры ихъ (глубина и ширина по дну) опредѣляются на основаніи расчетовъ, производимыхъ общимъ приѣмомъ по вычисленной водосборной ихъ площади.

Уклонъ дна канавы практически задается въ предѣлахъ отъ 0,01 — 0,001; чѣмъ меньше размѣры канавы, чѣмъ она короче и чѣмъ меньше водосборная площадь, тѣмъ больше можетъ быть уклонъ дна. При большихъ канавахъ уклонъ дна долженъ быть рассчитанъ также, какъ и остальные элементы.

Для опредѣленія направленія нагорной канавы производятъ съемку и нивелировку берега оврага, или же, намѣтивъ направленіе на глазъ и обозначивъ его въ натурѣ, — нивелируютъ по оси будущей канавы; затѣмъ, общимъ приѣмомъ исполняютъ продольный профиль, назначаютъ дно канавы и составляютъ выписку земляной работы.

При рытьѣ нагорной канавы земля складывается въ дамбу на нижней бровкѣ (ближе къ оврагу); земляная работа провѣряется визирками и шаблонами общимъ приѣмомъ <sup>1)</sup>.

Перехваченная нагорной канавой вода отводится въ оврагъ по одному изъ отвершковъ (см. чер. 25), при этомъ отвершекъ долженъ быть тщательно укрѣпленъ, такъ какъ онъ будетъ пропу-

<sup>1)</sup> О подробностяхъ производства земляной работы по устройству канавъ см. Гидротехническія работы 1893 г., приложеніе № 3, стр. 91.

скать большое количество воды, собранное нагорною канавою. Укрѣпленіе отвершковъ производится хворостяными запрудами, выстиланіемъ хворостомъ, мощеніемъ или же устраивается самостоятельный водотекъ въ формѣ деревяннаго желоба. Если нагорная канава расположена вблизи водохранилища, то устье ея очень выгодно устраивать за плотиною, выпуская воду изъ канавы въ прудъ; этимъ увеличивается водосборная площадь пруда и устраняется необходимость въ устройствѣ особаго выпуска нагорной воды <sup>1)</sup>).

*Укрѣпленіе береговъ овраговъ путемъ планированія ихъ* примѣняется въ исключительныхъ случаяхъ и можетъ оказаться выгоднымъ тогда, когда планированіе не требуетъ перемѣщенія большихъ массъ земли.

На Старобѣльскомъ участкѣ, въ Криничномъ Яру предпринято подобное планированіе откоса для производства цѣлаго ряда лѣсокультурныхъ и гидротехническихъ опытовъ надъ мѣловыми почвами и чистымъ мѣломъ.

Для сказанной цѣли выдѣленъ участокъ праваго крутого берега Криничнаго яра, огражденный сверху нагорною канавою, а снизу продольными плетнями и поперечными полузапрудами. Часть этого берега обдѣлана правильными откосами, прерывающимися по высотѣ (черезъ каждую сажень) бермами; остальная часть откоса, представляющая различную степень крутости, оставлена въ нетронутомъ, естественномъ состояніи.

Откосы обдѣланной части имѣютъ различное заложеніе — въ 1,  $1\frac{1}{4}$ ,  $1\frac{3}{4}$ ,  $1\frac{1}{2}$  и 2 высоты и проходятъ по разнымъ грунтамъ: мѣловому, смѣшанному и глинистому. Весь участокъ обрыва подвергается строгому и систематическому учету по отношенію къ нему атмосферныхъ осадковъ, растительности и другихъ внѣшнихъ факторовъ; въ виду малой продолжительности этихъ интересныхъ опытовъ, а также въ виду того, что работы по постановкѣ ихъ еще не вполне закончены, — въ настоящемъ отчетѣ приходится ограничиться только этимъ краткимъ замѣчаніемъ.

<sup>1)</sup> Такимъ образомъ устроена нагорная канава на правомъ берегу сѣвернаго отвершка Криничнаго Яра у Сѣвернаго водохранилища.

Кромѣ перечисленныхъ и описанныхъ выше мѣропріятій, касающихся борьбы съ оврагами, Экспедицію намѣчены, а частью и начаты, другія не менѣ важныя работы по этому отдѣлу; сюда можно отнести опыты по закрѣпленію ложа овраговъ живыми кольями, переплетаемыми собственными отпрысками (Старобѣльскій участокъ), выстиланіе размывающихся откосовъ хворостомъ и фашинами (Великоанадольскій участокъ) и проч. Описаніе этихъ мѣропріятій и результаты ихъ дѣйствія должны быть помѣщены въ слѣдующихъ выпускахъ Трудовъ Экспедиціи.

### Орошеніе въ бассейнѣ балокъ Озерки и Осиновая (Каменная степь).

Въ первой главѣ настоящаго отчета, при изложеніи общаго проекта регулированія водной системы Каменной степи, было указано на тѣ мѣропріятія Экспедиціи, которыя были направлены къ осуществленію проекта правильнаго орошенія въ бассейнѣ балокъ Озерки и Осиновая. Въ приведенномъ ниже техническомъ описаніи подробно разсматриваются какъ отдѣльныя детали оросительныхъ сооружений, такъ и общій характеръ работъ подобнаго рода.

Какъ уже было не разъ указано, главнымъ и единственнымъ запасомъ воды для орошенія Каменной степи является покамѣсть Большеозерское водохранилище (6000 куб. саж.); въ будущемъ, при развитіи орошенія оно можетъ быть усилено тремя другими водохранилищами, расположенными выше по теченію оврага Озерки (*Ново-Конюховское* и *Николаевское* — существующія и *Новое* — проектируемое).

Всѣ сооруженія по устройству правильнаго орошенія могутъ быть раздѣлены на три категоріи, на сооруженія: 1) *выпускныя*, 2) *водопроводныя* и 3) *собственно оросительныя*. Приступая къ детальному ихъ описанію, замѣтимъ, что вода получается изъ лѣваго крыла Большеозерской плотины, при помощи чугунаго

водоема съ щитовымъ краномъ въ колодцѣ; проводится *главнымъ оросительнымъ каналомъ*, пересекающимъ Осиновый оврагъ деревяннымъ *акведукомъ*, и расходуется системою *распределительныхъ и оросительныхъ канавъ*.

### *Выпускныя сооруженія.*

Для небольшихъ оросительныхъ каналовъ наиболѣе удобнымъ типомъ выпускного сооруженія слѣдуетъ признать *водоемы*—трубы, запирающіяся особыми клапанами, щитами или кранами; что касается *водоспусковъ со щитами*, то они окупаются лишь при большихъ расходахъ воды, когда размѣры выпускного отверстія въ плотинѣ переходятъ предѣлы, практически выгодные для устройства водоемовъ. Такъ, наибольшій діаметръ чугунныхъ водоемовъ—1 футъ; каменные и деревянные трубы не слѣдуетъ дѣлать больше 2 футовъ въ поперечникѣ, такъ какъ большіе клапаны и щиты, подверженные значительному напору воды, плохо дѣйствуютъ и открываются съ большимъ трудомъ.

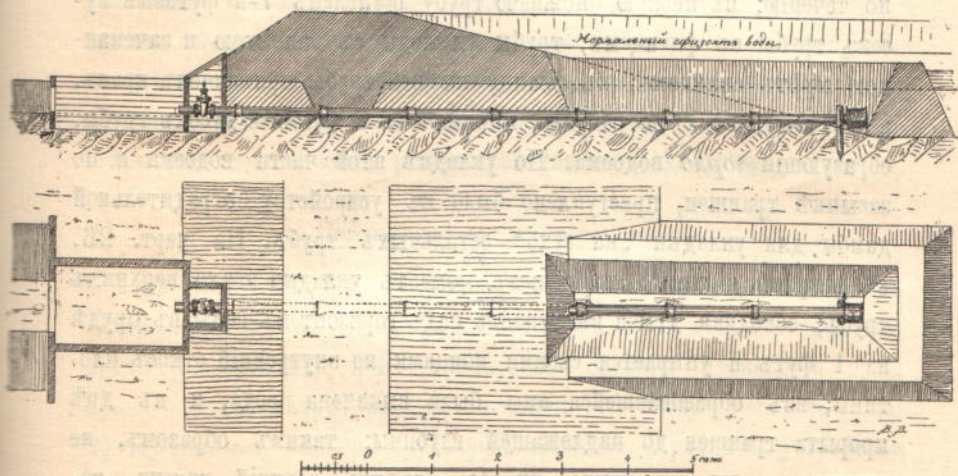
Изъ всѣхъ типовъ *водоемовъ* наиболѣе удобный—*чугунный съ краномъ, расположеннымъ у нижняго конца*; такія трубы совершенно непроницаемы, а регулированіе притока воды совершается поворачиваніемъ *крана*, помѣщенного въ сухомъ колодцѣ; замѣна *крана клапаномъ* удешевляетъ устройство, но въ этомъ случаѣ регулирующий механизмъ (клапанъ) долженъ находиться на верхнемъ концѣ трубы, слѣдовательно подъ водою.

*Размѣръ водоема* (его діаметръ) опредѣляется въ зависимости отъ того количества воды, которое должно быть доставляемо на орошаемый участокъ; согласуя имѣющійся запасъ воды съ предполагаемыми опытами полива, былъ принятъ въ основаніе расчета оросительныхъ сооруженій секундный расходъ воды въ 3 куб. фута; количество воды  $Q$ , вытекающее изъ круглой трубы въ 1 секунду, діаметромъ  $d$  фут., длиною 1 футъ, подъ напоромъ  $h$  фут., опредѣляется формулою:

$$Q = 0,785 \sqrt{\frac{h d^5}{4 \alpha l}}$$

гдѣ  $4 \alpha$ —коэффициентъ, по Вейсбаху, зависящій отъ скорости.

По соображенію со стоимостью чугунныхъ трубъ и крановъ, выбрана была труба, діаметромъ  $d=8$  дюймамъ (0,66 фута); длина трубы опредѣлилась въ 70 футъ. Такой водоемъ по приведенной формулѣ даетъ секундный расходъ въ 3 куб. фута, при напорѣ воды за плотиною въ 3 фута (въ круглыхъ цифрахъ); вся-же высота слоя рабочей воды въ водохранилищѣ опредѣляется въ 7,5 футовъ. Слѣдовательно, восьмидюймовымъ водоемомъ можно выпустить верхніе 4,5 фута воды съ прикрытымъ краномъ; нижніе 3 фута воды будутъ вытекать съ меньшою скоростью, именно: при глубинѣ воды надъ водоемомъ въ 1,4 фута, труба дастъ 2 куб. фута воды въ секунду; при глубинѣ  $h=0,8$  ф.,  $Q=1,5$  кубич. ф. и при  $h=0,4$  ф.,  $Q=1$  куб. фут. въ секунду.



Черт. 26 Чугунный водоемъ въ лѣвомъ крылѣ Большеозерскаго водохранилища. Моментъ укладки верхней части водоема.

Если-бы впослѣдствіи понадобилось выпускать изъ водохранилища нижніе слои воды въ количествѣ 3 куб. фут. въ секунду, то необходимо заложить второй водоемъ такихъ же размѣровъ, какъ и первый. Чугунный водоемъ Большеозерскаго водохранилища состоитъ изъ 7 звеньевъ чугунной трубы съ муфтами, длиною 10 фут.

каждая, и изъ двухъ кусковъ трубы съ фланцами, примыкающихъ къ фланцевому щитовому крану (см. черт. 26).

Труба уложена подъ лѣвнымъ крыломъ плотины на 2 дюйма выше дна оросительнаго канала; на верхнемъ ея концѣ насаженъ колпакъ съ сѣткою, діаметромъ 2 фута; нижній конецъ, снабженный краномъ, помѣщенъ въ деревянномъ срубѣ, закрытомъ крышкой, подъ замкомъ. Укладка водоема произведена была въ сентябрѣ 1895 года, въ то время, когда уровень воды въ трубѣ значительно понизился. Прежде всего была прорыта поперекъ плотины траншея со стороны противоположной водѣ, на протяженіи 6 пог. сажень, шириною по дну 0,5 саж., по верху 1,5 саж. и глубиною въ среднемъ 1,5 саж. На выровненномъ по визиркамъ днѣ уложены первыя четыре 10-футовые чугунныя трубы, муфтами внизъ по теченію; въ первую, нижнюю трубу вставленъ 7-и футовый кусокъ трубы съ фланцемъ; трубы уложены съ заливкою и зачеканкою муфты свинцомъ; къ фланцу нижней трубы привинченъ кранъ, а къ нему, въ свою очередь, привинченъ 2 футовый кусокъ трубы, образующій *горло* водоема. По укладкѣ этой части водоема и по засыпкѣ траншеи, приступлено было къ устройству оградительной дамбы для укладки „на сухо“ остальныхъ трубъ. На черт. 26, въ разрѣзѣ и планѣ изображенъ моментъ укладки этихъ верхнихъ трубъ; обводная дамба выступаетъ надъ горизонтомъ воды въ прудѣ на 1 футъ и упирается своими концами во внутренній откосъ плотины; изъ образовавшейся ямы была выкачена вода, и въ днѣ прорыта траншея до надлежащей глубины; такимъ образомъ, не выпуская воды изъ пруда, удалось уложить верхній конецъ водоема <sup>1)</sup>.

Между горломъ водоема и оросительнымъ каналомъ устроенъ деревянный срубъ длиною 2 сажени, съ окномъ шириною 0,75 саж. (ширина дна канала); вода изъ водоема поступаетъ сначала въ этотъ ящикъ, теряетъ свою скорость и спокойно входитъ въ оросительный каналъ; такой пріемникъ воды относится уже къ дета-

<sup>1)</sup> Устройство водоема съ краномъ въ колодцѣ обошлось 548 рублей.



лямъ водопроводнаго канала и носитъ названіе *головнаго сооруженія*; въ этомъ мѣстѣ желательно, въ будущемъ, устроить *водомѣрный шлюзъ*, при помощи котораго можно было-бы отмѣрять воду, поступающую въ каналъ; къ сожалѣнію, всѣ устройства подобнаго рода требуютъ *потери высоты*, т. е. въ водомѣрномъ сооруженіи вода должна *опуститься* съ нѣкоторой высоты. Признавая пользу такого водомѣра именно въ головѣ оросительнаго канала <sup>1)</sup> и имѣя въ виду устройство его въ будущемъ, Экспедиція не рѣшилась на первое время оставить запасъ по высотѣ, дабы не уменьшить производительной способности оросительныхъ сооружений. Впослѣдствіи, когда запасъ рабочей воды увеличится на счетъ новыхъ водохранилищъ, можно будетъ установить водомѣръ подъ существующимъ водоемомъ, при чемъ мертвый горизонтъ воды Большеозерскаго водохранилища повысится на 2—3 фута, а объемъ рабочей воды уменьшится тысячи на 2 куб. сажени; что касается типа водомѣра, то здѣсь пригодны различнаго вида *модули* съ постояннымъ горизонтомъ (напримѣръ, извѣстный Миланскій модуль), или модули съ открытымъ водосливомъ, распространенныя въ Америкѣ.

### *Водопроводныя сооруженія.*

Тѣ приспособленія, при помощи которыхъ вода проводится отъ мѣста полученія къ мѣсту расходванія, носятъ названіе водопроводныхъ сооружений; всѣ существующіе способы проведенія воды принято подраздѣлять на три категоріи: 1) *открытые каналы*, 2) *трубчатые каналы* и 3) *трубопроводы*. Принципы устройства первыхъ двухъ категорій одни и тѣ-же: вода движется безъ напора по наклонному руслу, лотку, — открытому въ первомъ случаѣ и закрытому во второмъ; что касается третьей категоріи, то здѣсь примѣняются непроницаемыя прочныя трубы, укладываемыя въ землю; по трубамъ вода движется подъ большимъ или меньшимъ

<sup>1)</sup> Подобное устройство дало-бы возможность учитывать потерю воды фильтраціей и испареніемъ по пути къ орошаемому участку, путемъ опредѣленія разности расходовъ воды въ водоемѣ и водомѣрныхъ шлюзахъ, устроенныхъ на орошаемомъ участкѣ.

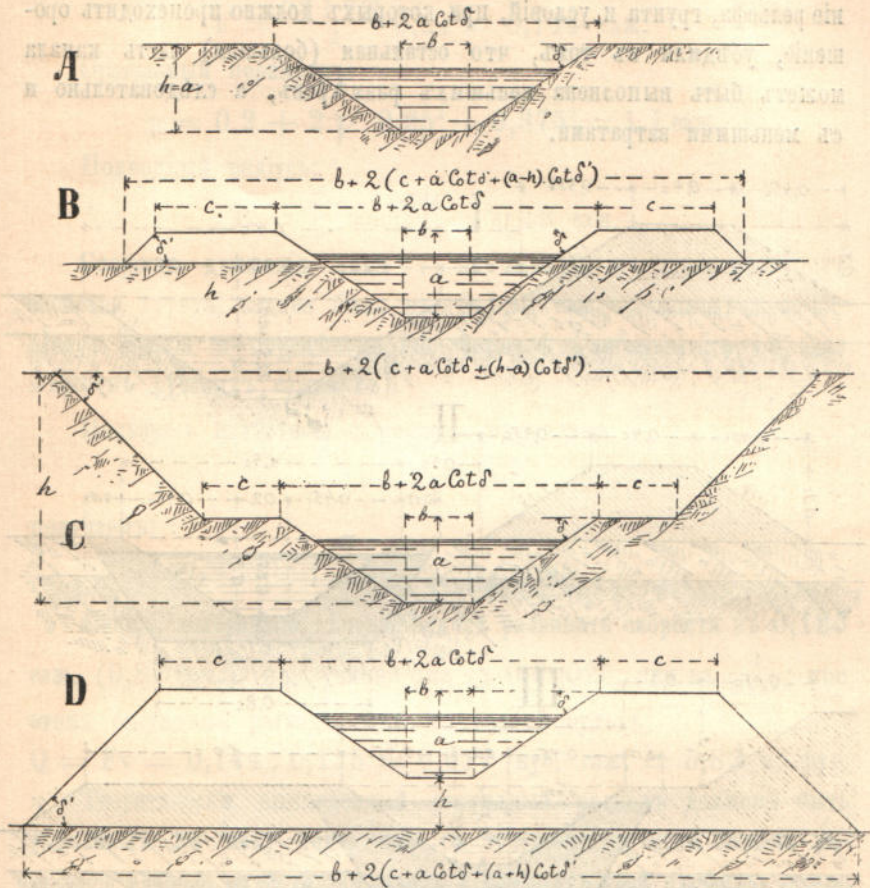
напоромъ, при чемъ частные уклоны трубы не вліяютъ на количество протекающей воды. Изъ этой характеристики типовъ водотоковъ видно, что открытые и трубчатые каналы должны имѣть опредѣленный и однообразный уклонъ дна, выбираемый въ ущербъ длинѣ водопровода, тогда какъ трубопроводъ можетъ быть проложенъ по всякой мѣстности, прямолинейно, лишь-бы верховье его было расположено ниже устья на нѣкоторую опредѣленную величину.

Водопроводныя сооружеія, устраиваемыя при орошеніи, могутъ быть всѣхъ трехъ перечисленныхъ типовъ; слѣдуетъ замѣтить однако, что при большихъ расходахъ воды и при дешевизнѣ ея, по сравненію, напримѣръ, съ питьевой водою, которая доставляется въ заселенные центры, необходимо заботиться о наибольшей простотѣ въ устройствѣ водопроводныхъ сооружеій; слѣдовательно, оставляя право примѣнять въ дѣлѣ орошенія чугунные и другіе трубопроводы, подземныя штольни и инныя дорого стоящія приспособленія, выдѣлимъ на первый планъ наиболѣе рациональный и экономическій типъ *открытаго канала* или *лотка*, какъ водопроводъ въ системѣ оросительныхъ сооружеій.

При благопріятныхъ условіяхъ рельефа и грунта, открытый каналъ можетъ быть проведенъ прямо въ землѣ безъ всякой обдѣлки дна и боковъ его (Черт. 27, А), а если размѣры канала значительны, то, располагая землю, вынутую изъ канала, по краямъ его, получаемъ наиболѣе экономическій типъ канала на половину въ насыпи (Черт. 27 В). Почти въ каждомъ частномъ случаѣ отступаютъ отъ этихъ простѣйшихъ формъ канала; такъ, приходится иногда проводить каналъ въ глубокой выемкѣ (Черт. 27, С), въ насыпи (Д), или же примѣнять обдѣлку боковъ и дна его глиняною насыпкою (Черт. 38, II и III), или же деревомъ, камнемъ и проч. Наконецъ, при переходѣ канала черезъ глубокія лоцины или овраги, открытый земляной каналъ замѣняется лоткомъ—деревяннымъ, каменнымъ, бетоннымъ, металлическимъ (*Акведуки*), или же каналъ переходитъ въ трубопроводъ, уложенный подъ дномъ оврага (*сифоны* или *дюкеры*).

Выяснивъ въ общихъ чертахъ типы водопроводныхъ сооруже-

ний, переходимъ къ описанію устройства главнаго оросительнаго канала въ Каменной степи. Каналъ, начинаясь у водоема Большеозерскаго водохранилища, проходитъ сначала вдоль дамбы *Усть-Лима-*



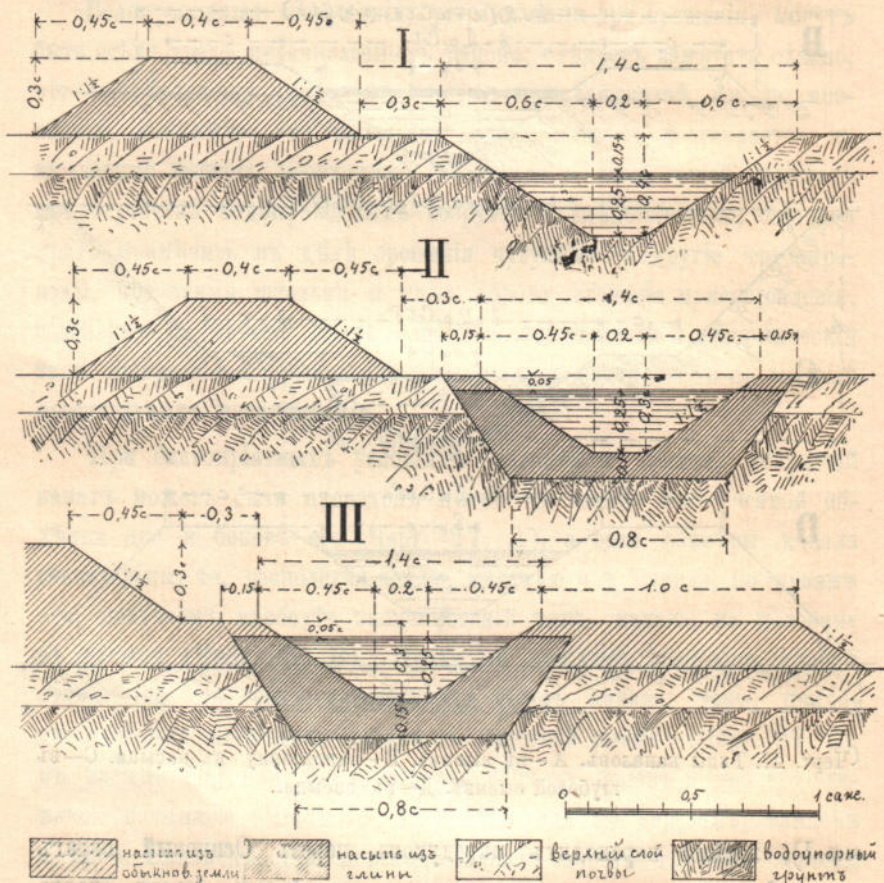
(Черт. 27. Типы каналовъ. А—въ выемкѣ. В—наполовину въ насыпи. С—въ глубокой выемкѣ. Д—въ насыпи.

на <sup>1)</sup>, затѣмъ переходитъ акведукомъ черезъ Основной оврагъ ниже 2-го водослива и направляется по лѣвому берегу оврага Озерки къ орошаемому участку; общее протяженіе канала 778 пог. саж.

Первая часть канала, до акведука, начата была въ 1893 году,

<sup>1)</sup> См. орогидрографическій планъ Каменной степи и черт. 14. или атласъ картъ и чертежей, приложенный къ Трудамъ Экспедиціи за 1893 г.. таблиц. III и IV.

вмѣстѣ съ дамбою лимана; чтобы получить землю для дамбы, каналу приданы значительные размѣры: 0,75 саж. по дну, при глубинѣ въ 0,5 саж. и при двойныхъ откосахъ. Дальнѣйшее изученіе рельефа, грунта и условій, при которыхъ должно происходить орошеніе, убѣдили въ томъ, что остальная (большая) часть канала можетъ быть выполнена меньшихъ размѣровъ, а слѣдовательно и съ меньшими затратами.



Черт. 28. Типы поперечныхъ профилей главнаго оросительнаго канала въ Каменной степи. I.—Каналъ въ выемкѣ, глубиною 0,4 саж. II.—Каналъ въ выемкѣ, съ глиняною обдѣлкою дна и боковъ. III.—Каналъ, частью въ насыпи.

Чер. 28, I изображаетъ нормальный профиль проектирован-

наго и выполненнаго въ натурѣ канала; водопропускная способность его выразится слѣдующимъ образомъ:

Площадь живого сѣченія:

$$F = \frac{0,2 + 0,95}{2} 0,24 = 0,144 \text{ саж.}$$

Орошаемый периметръ:

$$p = 0,2 + 2 \sqrt{0,25^2 + 0,375^2} = 1,1 \text{ саж.}$$

Подводный радиусъ:

$$R = \frac{F}{p} = \frac{0,144}{1,1} = 0,13 \text{ саж.}$$

Скорость движенія воды  $v$  въ каналѣ, въ зависимости отъ свойства грунта, задана была въ 0,125 саж.; наконецъ коэффициентъ тренія  $c$  опредѣленъ (по формулѣ Гангиля) въ 19 (для мѣры въ русскихъ саженьяхъ).

Пользуясь извѣстною формулою гидравлики

$$v = c \sqrt{Ri},$$

получаемъ:

$$i = \frac{v^2}{c^2 R} = 0,00025.$$

Итакъ, выбранное сѣченіе будетъ развивать скорость въ 0,125 саж. (0,87 фут.), при уклонѣ дна въ 0,00025, или въ  $\frac{1}{40000}$ ; при этомъ секунднй расходъ воды въ каналѣ будетъ

$$Q = Fv = 0,144 \cdot 0,125 = 0,017 \text{ куб. саж.} = 5,83 \text{ к. фут.}$$

Теоретически вычисленный секунднй расходъ долженъ быть уменьшонъ въ виду того, что съ теченіемъ времени каналъ заростетъ травой, отчасти заплыветъ и измѣнитъ свой профиль; можно принять, что въ конечной точкѣ канала расходъ всегда можетъ превысить 3 куб. фут. въ секунду <sup>1)</sup>.

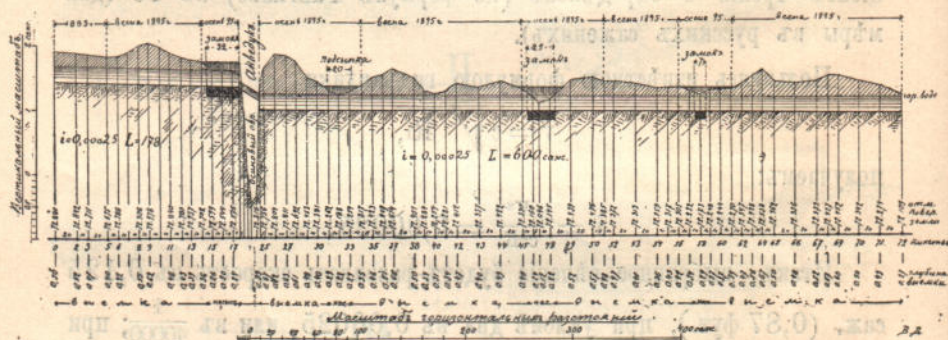
По опредѣленіи элементовъ канала, произведены были изысканія на мѣстѣ и составлены профили канала, — продольный (черт. 29) и поперечные (черт. 28).

<sup>1)</sup> Кромѣ уменьшенія скорости, на секунднй расходъ воды въ устьѣ канала будетъ вліять фильтрація воды по пути, учеть которую до начала дѣйствія канала невозможно.

На продольномъ профилѣ, по оси канала, назначена была линия дна его, сообразно вычисленному уклону. При переходѣ канала черезъ Осинный оврагъ намѣченъ перепадъ въ 0,35 саж. — для акведука (см. ниже).

Въ тѣхъ мѣстахъ профиля, гдѣ глубина канала меньше 0,3 саж., — назначена подсыпка береговъ и глиняный стержень — подъ дномъ и откосами канала.

На черт. 28 изображены поперечные профили канала въ различныхъ точкахъ; первый профиль, нормальный, представляетъ каналъ въ выемкѣ, съ нагорною (по теченію лѣвою) дамбою, пре-



Черт. 29. Продольный профиль главнаго оросительнаго канала въ Каменной степи.

дохраняющею каналъ отъ поврежденія весенними водами. Въ виду того, что сравнительно водоупорный грунтъ переходнаго горизонта на Хруньковскомъ участкѣ залегаетъ на глубинѣ 0,15 саж. (въ среднемъ), — весь орошаемый периметръ канала расположенъ ниже верхняго слоя, проницаемой почвы. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ глубина канала не превосходитъ 0,3 саж., часть орошаемаго периметра входитъ въ верхній слой, и поэтому здѣсь примѣненъ способъ обдѣлки канала плотною глиною (см. черт. 28, II). Нако-

нецъ, тамъ, гдѣ глубина еще меньше, — каналъ возведенъ въ насыпи съ береговыми дамбами, шириною не меньше 1 сажени и съ такимъ же устройствомъ глинянаго замка, какъ во второмъ случаѣ (черт. 28, III).

Въ помѣщаемой на стр. 90, 91, 92 и 93, вѣдомости земляной работы показаны размѣры канала въ выемкѣ и въ насыпи на каждомъ пикетѣ и приведены объемы выемокъ изъ канала и замковъ и объемы насыпей между каждыми пикетами.

Земляныя работы по устройству канала произведены были весною и осенью 1895 г.<sup>1)</sup>; разбивка земляной работы въ натурѣ произведена по выпискамъ приѣмами, описанными въ отчетѣ за 1893 годъ<sup>2)</sup>. Земля для замковъ подвозилась изъ канала въ глубокихъ выемкахъ и изъ особыхъ резервовъ съ правой стороны канала; резервы эти предполагается въ будущемъ утилизировать, какъ небольшіе запасные резервуары.

Нагорная дамба, проходящая на всемъ протяженіи канала, обдѣлана правильнымъ профилемъ, шириною по верху 0,4 саж., высотой 0,3 саж.; съ другой стороны канала кавальеръ насыпанъ лишь тамъ, гдѣ былъ избытокъ земли. Почти все дамбы и кавальеры обсажены по верху кустарниковыми породами (татарскій клеѣ и жимолость), которыя образуютъ впоследствии живую изгородь и будутъ предохранять воду въ каналѣ отъ испаренія. Кроме того, съ нагорной стороны канала подготавливается почва подъ лѣсную защитную полосу<sup>3)</sup>.

Въ 1896 году осенью были произведены первыя пробы выпуска воды въ сооруженный каналъ; непосредственное опредѣленіе скорости движенія воды въ каналѣ указали, что теоретическій расчетъ вполне согласуется съ дѣйствительностью: при полномъ сѣченіи воды въ каналѣ, скорость движенія ея была около 0,8 фута въ секунду, а однообразная глубина воды въ каналѣ на

<sup>1)</sup> Кроме первыхъ 50 сажень, вырытыхъ въ 1892 году.

<sup>2)</sup> Гидротехническія работы 1893 года, приложение № 3, стр. 87.

<sup>3)</sup> 1 пог. сажень канала въ выемкѣ, безъ замковъ, обошлась въ 56 коп., съ замками и въ насыпи около 1 рубля, а въ среднемъ 72 коп.

В Ъ Д О М О С Т Ъ

земляной работы по устройству главного оросительного канала на Хрѣновскомъ участкѣ.

№№ пикетовъ.	Расстояніе въ сажняхъ.	Размѣры канала въ выемкѣ.			Объемъ выемки въ замкахъ куб. саж.	Размѣры канала въ насыпи.		ПРИМѢЧАНІЯ.
		Глубина.	Ширина по верху.	Объемъ выемки куб. саж.		Высота насыпи саж.	Объемъ насыпи куб. саж.	
Часть канала передъ акведукомъ.								
0	—	0,56	2,99	—	—	—	—	<p>Ширина канала по дну отъ пикета 0 до 17—0,75 с.; у пик. 18—0,50 саж., у пик. 19—0,3 саж.; откосы двойные.</p> <p>Отъ пикета 0 до 5 каналъ вырытъ въ 1893 году.</p> <p>Отъ пикета 5 до 14 каналъ вырытъ весной 1895 г.</p> <p>Ширина замка по низу 1,25 саж., по верху 2,5 саж.</p>
1	10	0,51	2,79	9,75	—	—	—	
2	10	0,53	2,37	9,31	—	—	—	
3	10	0,46	2,59	8,63	—	—	—	
4	10	0,26	1,79	5,49	—	—	—	
5	10	0,39	2,32	3,77	—	—	—	
6	10	0,42	2,42	6,32	—	—	—	
7	10	0,44	2,50	6,85	—	—	—	
8	10	0,54	2,92	8,64	—	—	—	
9	10	0,61	3,20	11,02	—	—	—	
10	10	0,60	3,14	11,89	—	—	—	
11	10	0,48	2,68	9,88	—	—	—	
12	10	0,43	2,46	7,53	—	—	—	
13	10	0,40	2,34	6,50	—	—	—	
14	10	0,35	2,16	5,63	—	—	—	
14a	6	0,30	1,97	2,76	} 32,1	0,00	} 24,7	
15	4	0,25	1,75	1,44		0,05		



№ № пикетовъ.	Расстояние въ саженьхъ.	Размѣры канала въ выемкѣ.			Объемъ выемки въ замѣхахъ куб. саж.	Размѣры канала въ насыпи.		ПРИМѢЧАНІЯ.
		Глубина.	Ширина по верху.	Объемъ выемки куб. саж.		Высота насыпи саж.	Объемъ насыпи куб. саж.	
16	10	0,20	1,55	2,70	32,1	0,10	24,7	
17	10	0,24	1,71	2,60		0,06		
18	5	0,18	1,22	1,17		0,12		
19	3	0,00	0,30	0,27		0,30		
Часть канала за акведукомъ.								
24	—	0,33	1,18	—	—	—	—	Ширина канала по дну, вездѣ 0,2 саж.; откосы полукторные.
25	3	0,67	2,21	1,32	—	—	—	
26	10	0,82	2,66	9,78	—	—	—	
27	10	0,83	2,69	11,22	—	—	—	
28	10	0,61	2,04	9,24	—	—	—	
29	10	0,48	1,63	5,29	—	—	—	
30	10	0,41	1,42	3,80	—	—	—	
31	10	0,29	1,07	2,51	—	0,01	0,71	
32	10	0,22	0,86	1,50	—	0,08		
33	10	0,29	1,07	2,51	—	0,01		
34	10	0,35	1,26	2,25	—	—	—	
35	11	0,46	1,58	3,63	—	—	—	Отъ пикета 34 до 45 каналъ вырытъ весною 1895 г.
36	10	0,51	1,73	4,49	—	—	—	

№ № пикетовъ.	Расстояніе въ сажняхъ.	Размѣры канала въ выемкѣ.			Объемъ выемки въ замкахъ, куб. саж.	Размѣры канала въ насыпи.		ПРИМѢЧАНІЯ.
		Глубина.	Ширина по верху.	Объемъ выемки, куб. саж.		Высота насыпи, саж.	Объемъ насыпи, куб. саж.	
37	10	0,66	2,17	5,23	—	—		
38	20	0,50	1,70	10,33	—	—		
39	10	0,33	1,20	3,43	—	—		
40	10	0,31	1,12	2,19	—	—		
41	10	0,34	1,21	2,20	—	—		
42	10	0,47	1,61	3,24	—	—		
43	20	0,40	1,40	7,39	—	—		
44	20	0,49	1,67	7,72	—	—		
45	20	0,40	1,41	7,72	—	—		
5а	6	0,30	1,10	1,47	26,42	0,00	Ширина замка по низу 0,8 саж., по верху 1,4 саж.	
46	4	0,24	0,93	0,62		0,06		
47	6	0,12	0,56	0,49		0,18		19,20
48	10	0,21	0,83	0,71		0,09		
48а	5	0,30	1,10	0,75	—	0,00		
49	15	0,52	1,77	5,05	—	—		
50	20	0,57	1,90	13,08	—	—		
51	10	0,48	1,63	5,13	—	—		
52	10	0,47	1,60	4,29	—	—	Отъ пикета 51 до 56 каналъ вырытъ весной 1895 г.	
53	20	0,41	1,44	7,57	—	—		
54	20	0,36	1,29	6,24	—	—		
55	20	0,43	1,48	6,26	—	—		

№. № пикетовъ.	Расстояніе въ саженьхъ.	Размѣры канала въ выемкѣ.			Объемъ выемки въ замкахъ куб. саж.	Размѣры канала въ насыпи.		ПРИМѢЧАНІЯ.
		Глубина.	Ширина по верху.	Объемъ выемки куб. саж.		Высота насыпи саж.	Объемъ насыпи куб. саж.	
56	10	0,42	1,45	3,52	—	—	—	
57	10	0,35	1,24	2,95	—	—	—	
57a	7	0,30	1,10	1,54	} 5,26	0,00	} 6,42	
58	3	0,29	1,07	0,57		0,01		
58a	4	0,30	1,10	0,57	} 5,26	0,00	} 6,42	
59	6	0,37	1,30	1,38		—		—
60	10	0,37	1,30	2,76	—	—	—	
61	10	0,39	1,38	2,54	—	—	—	Отъ пикета 61 до конца каналъ вырытъ весной 1895 г.
62	10	0,47	1,63	3,72	—	—	—	
63	10	0,56	1,87	5,02	—	—	—	
64	10	0,67	2,21	6,88	—	—	—	
65	10	0,50	1,69	5,77	—	—	—	
66	20	0,48	1,63	9,00	—	—	—	
67	20	0,52	1,75	9,41	—	—	—	
68	10	0,57	1,92	5,56	—	—	—	
69	10	0,60	2,00	6,36	—	—	—	
70	20	0,50	1,69	11,21	—	—	—	
71	20	0,43	1,49	8,21	—	—	—	
72	20	0,27	1,01	5,23	—	—	—	
—	778	—	—	405,5	63,78	—	51,03	

всемъ протяженіи свидѣтельствовала о томъ, что дно вырыто точно и правильно по заданному уклону.

*Искусственныя сооруженія на главномъ оросительномъ каналѣ.*

Подъ этимъ именемъ разумѣютъ различныя добавочныя части на водопроводныхъ каналахъ; сюда относятся: *головныя сооруженія, переходы черезъ посторонніе водотски, боковые выпуски, пропуски черезъ каналъ посторонней воды, водомѣры, уступы, переѣзды и проч.* Ниже разсматриваются лишь тѣ части, которыя устроены на каналѣ въ Каменной степи; при этомъ замѣтимъ, что головное сооруженіе—*деревянный срубъ подъ водосомомъ* описанъ уже выше.

*Акведукъ черезъ Осиновый оврагъ*—представляетъ наиболѣе сложное и дорого стоящее искусственное сооруженіе; акведукъ представляетъ деревянный желобъ, длиною 15 сажень, меньшаго сѣченія чѣмъ каналъ уложенный съ большимъ паденіемъ.

Размѣры деревяннаго желоба слѣдующіе: ширина (въ свѣту) 5 вершковъ (0,1 саж.), высота 9 вершк. (0,19 саж.); живое сѣченіе—*F* должно имѣть нѣсколько меньшую высоту, именно 0,15 саж.; тогда площадь живого сѣченія:

$$F = 0,1 \cdot 0,15 = 0,015 \text{ саж.}$$

Орошаемый периметръ:

$$p = 0,1 + 2 \cdot 0,15 = 0,4 \text{ саж.}$$

Подводный радіусъ:

$$R = \frac{F}{p} = 0,0375 \text{ саж.}$$

Для того, чтобы акведукъ проводилъ воду въ количествѣ 0,01 куб. сажени въ секунду (3,5 фута), въ немъ должна быть развита скорость

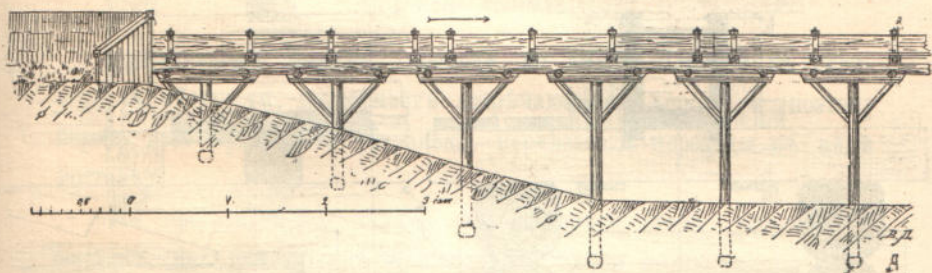
$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,01}{0,015} = 0,66 \text{ саж. въ секунду.}$$

Вычисливъ коэффициентъ тренія  $c = 11$  (по формулѣ Гангиля), получаемъ величину уклона:

$$i = \frac{v^2}{c^2 R} = 0,0095.$$

Въ построенномъ акведукѣ принять уклонъ  $i = 0,01$ .

Нижняя часть акведука (чер. 30) представляет собою 2 ряда столбовъ, закопанныхъ въ землю на 0,6 саж.; разстояніе между столбами каждой пары 0,66 саж., а между парами (пролеты) равно 1,33 саж. На каждомъ рядѣ столбовъ уложенъ брусъ подь уклономъ въ 0,01; столбы сопряжены съ брусьями подбабкомъ и подкосами, а оба бруса связаны между собою поперечинами, врубленными между брусьями и подбабками, по двѣ на каждую пару столбовъ; конструція эта видна на детальномъ чертѣжѣ 31.



Черт. 30. Акведукъ черезъ Осинный оврагъ на главномъ оросительномъ каналѣ въ Каменной степи. Боковой видъ верхней половины акведука.

Поверхъ этого помоста уложены 5 звеньевъ деревяннаго желоба слѣдующаго устройства: желобъ составленъ изъ 5 досокъ толщиною  $1\frac{1}{2}$  вершка, сплоченныхъ между собою въ шпунты и скрѣпленныхъ 4 обвязками; каждая обвязка состоитъ изъ горизонтальнаго бруса длиною 0,8 саж., черезъ который проходитъ пара стоекъ; на стойки насаженъ (гнѣздами) верхній брусокъ длиною 0,4 саж., снабженный снизу выступомъ, за края котораго заходятъ внутреннія грани верхнихъ досокъ желоба.

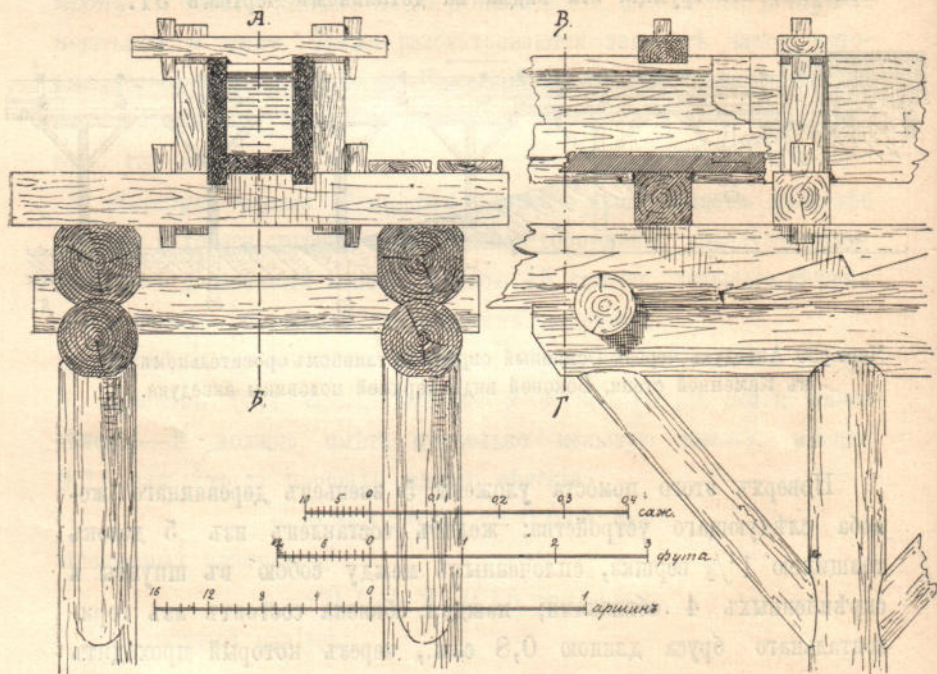
Гнѣзда въ верхнихъ и нижнихъ брусьяхъ сдѣланы съ запасами, въ которые вгоняются клинья; при помощи клиньевъ доски желоба можно сжимать и спланировать по мѣрѣ ихъ ссыхания.

Отдѣльныя звенья желоба сопрягаются между собою глубокими четвертями; желобъ внутри проконопаченъ и осмоленъ. Около желоба, съ правой стороны проложенъ помостъ изъ досокъ для наблюденія за акведукомъ.

Акведуку сопряженъ съ каналомъ слѣдующимъ образомъ.

У начала акведука проведена трехсаженная стѣнка изъ пластинъ, забранныхъ за 4 сваи; къ стѣнкѣ примыкають два саженныхъ открьлка, тоже изъ пластинъ.

Въ разстояніи одной сажени отъ этой стѣнки проведена въ концѣ канала вторая, безъ открьлковъ; между стѣнками проложена деревянная труба, длиною 1,15 саж., равная по сѣченію же-



Черт. 31. Акведукъ черезъ Осиновый оврагъ. Поперечный (по BF) и продольный (по AB) разрѣзы и боковой видъ верхней части акведука.

лобу акведука, а пространство между обѣими стѣнками забито глиною. Часть канала, примыкающая къ акведуку, на протяженіи 1,5 сажень обшита досками, при чемъ профиль этой обшивки представляетъ плавный переходъ отъ сѣченія канала—къ прямоугольному сѣченію, шириною 0,3 саж. и высотой 0,4 саж. Дно этой части канала имѣетъ большое паденіе (0,04), что обезпечиваетъ каналъ отъ подпора, образующагося при входѣ воды въ узкое сѣченіе трубы.

Въ концѣ акведука возведена стѣнка изъ пластинъ, длиною 2 сажени, съ открылками; пластины забраны между столбами, закрытыми въ землю на 0,6 саж. Черезъ стѣнку проходитъ желобъ, длиною 1,5 саж., сопряженный съ желобомъ акведука. Начало канала, на протяженіи 1,5 саж., обшито досками; между стѣнками и каналомъ заложена глина до высоты края желоба <sup>1)</sup>.

### *Устройство переѣздовъ и переходовъ черезъ главный оросительный каналъ.*

Оросительный каналъ, проходя по линіи близкой къ горизонтали мѣстности, пересѣкаетъ встрѣчающіяся дороги, и поэтому черезъ него приходится устраивать переѣзды и переходы въ видѣ мостовъ.

На оросительномъ каналѣ въ Каменной степи устроено 5 мостовъ; изъ нихъ одинъ пѣшеходный, около сторожки при Большезерскомъ водохранилищѣ (см. чер. 14), длиною 3 сажени и шириною 0,5 сажени, построенъ изъ пластинъ на лежняхъ, насаженныхъ на шипы двухъ паръ свай; между сторожкой и мостикомъ черезъ закультивированный резервъ проложена дамбочка шириною въ 0,6 сажени, а къ дамбѣ лимана подсыпанъ пологій подходъ.

Остальные 4 моста устроены на дорогахъ: 1 мостъ длиною 3 сажени, шириною 2 сажени; 1 мостъ длиною и шириною 2 сажени, и 2 моста длиною 2 сажени, шириною 1,5 сажени.

Устройство этихъ мостовъ ясно видно на чертежѣ 32, изображающемъ изометрическую проекцію канала съ мостомъ и съ переѣздами въ дамбахъ для подхода къ мосту <sup>2)</sup>.

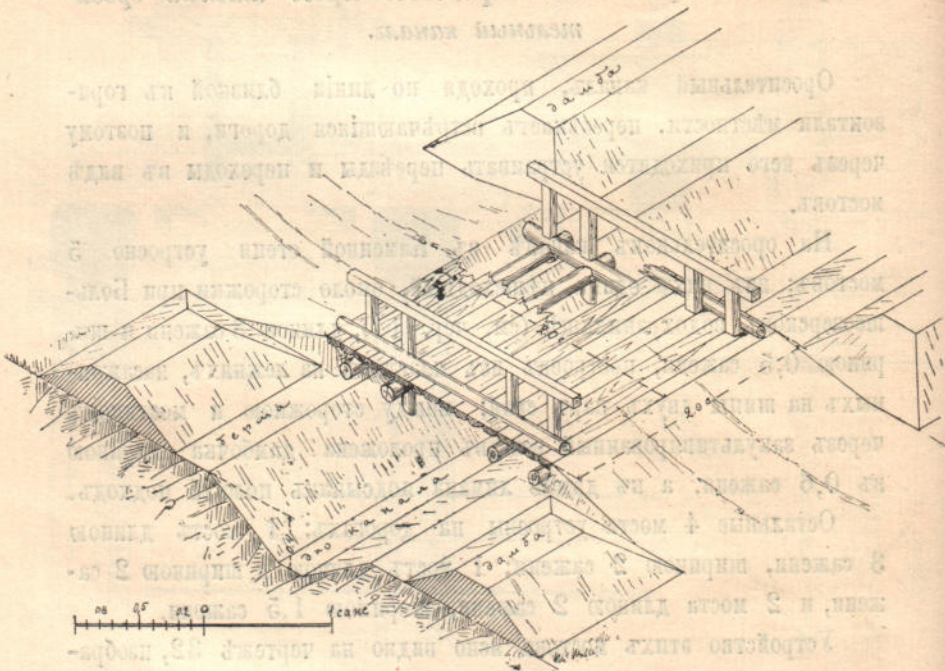
### *Боковые выпуски на главномъ оросительномъ каналѣ.*

Оросительный каналъ, проходя вдоль склона долины, долженъ снабжать водою различныя точки орошаемаго участка; это совер-

<sup>1)</sup> Устройство акведука съ обдѣлкой верха и устья обошлось въ 284 руб., не считая стоимости лѣса, доставленнаго изъ казенной лѣсной дачи.

<sup>2)</sup> Стоимость 5-ти мостовъ, не считая лѣсного матеріала,—68 рублей.

нается при помощи *боковых выпусков*, открывающихся въ такъ называемые *распредѣлительные каналы*. Если главный каналъ имѣеть значительные размѣры и питаетъ одновременно цѣлый рядъ боковыхъ отвѣтвленій, то выпускъ воды совершается безъ прегражденія или стѣсненія струи въ каналѣ ниже выпуска; при малыхъ каналахъ, напротивъ, вся вода направляется въ одинъ изъ распредѣлителей, и поэтому устройство выпусковъ въ этомъ случаѣ услож-



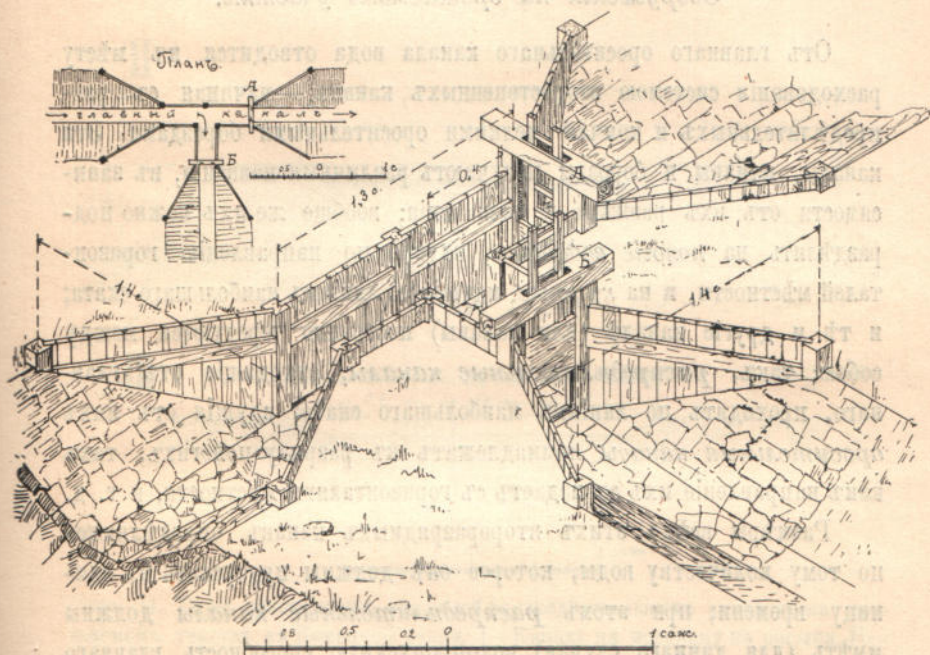
Черт. 32. Мостъ черезъ главный оросительный каналъ въ Каменной степи.

няется заставками, устанавливаемыми, какъ на боковой вѣтви—на распредѣлительномъ каналѣ, такъ и на главномъ, непосредственно ниже распредѣлительнаго. Сооруженіе подобнаго рода называется *двойнымъ полушлюзомъ* и строится изъ дерева, камня, бетона и проч.

На Каменной степи построены 2 двойныхъ полушлюза, соответственно двумъ распредѣлительнымъ каналамъ (см. черт. 39 на стр. 101). Матеріаломъ для ихъ устройства служило исключительно дерево, въ видѣ шпунтовыхъ досокъ и брусевъ.



Двойной полушлюзъ состоитъ изъ (см. черт. 33) двухъ взаимно перпендикулярныхъ лотковъ съ открылками, снабженныхъ полушлюзами, А—на главномъ каналѣ и В—на распредѣлительномъ; открываніе щитовъ полушлюзовъ производится попеременно: при открытомъ щитѣ В (и закрытомъ А) вода проходитъ по главному каналу до слѣдующаго распредѣлителя; при открытомъ щитѣ В (и закрытомъ А) вся вода поступаетъ въ распредѣлитель. Конструкція двойного полушлюза видна на прилагаемомъ чертежѣ.



Черт. 33. Планъ и изометрическая проекція двойного полушлюза на главномъ оросительномъ каналѣ въ Каменной степи.

### *Пропуски посторонней воды черезъ главный каналъ.*

За нагорною дамбою канала, въ пониженныхъ точкахъ, собирается дождевая и весенняя вода, которая, при большомъ скопленіи, можетъ прорвать дамбу и попортить откосы канала; для ея отвода устраиваются различнаго вида *пропуски*, которые могутъ быть расположены въ видѣ трубы подъ дномъ канала или же мо-

гутъ проходить лоткомъ черезъ каналъ. Первое устройство примѣнимо для канала въ высокой насыпи, второе — для остальныхъ случаевъ.

На главномъ оросительномъ каналѣ въ Каменной степи заложены 4 деревянные трубы, проходящія черезъ нагорную дамбу и каналъ и выпускающія воду на нижнюю берму; длина трубъ 3 сажени; онѣ состоятъ изъ 4 сплоченныхъ въ четверть пластинъ; швы проконопачены, и трубы осмодены внутри.

### Сооруженія на орошаемомъ участкѣ.

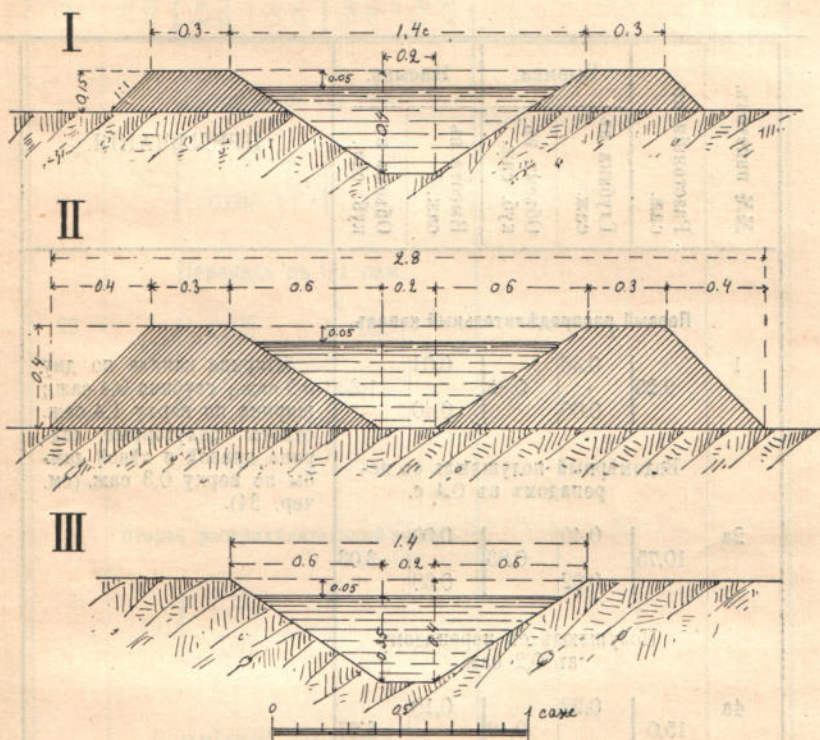
Отъ главнаго оросительнаго канала вода отводится къ мѣсту расходованія системою второстепенныхъ канавъ, — начиная съ распределительныхъ и кончая мелкими оросительными бороздами. Эти каналы, канавы и борозды получаютъ различныя названія, въ зависимости отъ ихъ размѣра и назначенія; вообще же ихъ можно подраздѣлить на *пологіе водотеки*, идущіе по направленію горизонталей мѣстности, и на *крутые*, идущіе по линіямъ наибольшаго ската; и тѣ и другіе каналы (или канавы) постоянно чередуются между собою; такъ, *распределительные каналы*, отходящіе отъ главнаго, проходятъ по линіямъ наибольшаго ската; идущія отъ нихъ *оросительныя канавы* принадлежатъ къ разряду пологихъ, такъ какъ направленіе ихъ совпадаетъ съ горизонталями мѣстности, и т. д.

Размѣры всѣхъ этихъ второразрядныхъ канавъ опредѣляются по тому количеству воды, которое онѣ должны пропускать въ единицу времени; при этомъ *распределительные каналы* должны имѣть (для даннаго случая) водопропускную способность главнаго канала, ибо они проводятъ полное количество воды (до 3 куб. фут. въ секунду) къ той или другой оросительной канавѣ, а такъ какъ скорость движенія воды должна быть та же самая, что и въ каналѣ главномъ <sup>1)</sup>, то и сѣченія ихъ должны быть одинаковы.

На чертежѣ 34 представлены 3 типа поперечныхъ профилей распределительнаго канала: 1) нормальнаго съ площадью насыпи, равной выемкѣ; 2) въ насыпи и 3) въ выемкѣ.

<sup>1)</sup> Одинаковыя скорости обусловлены однообразіемъ грунтовъ, по которымъ пролегаютъ каналы.

Необходимость применения всѣхъ трехъ типовъ каналовъ вызывается тѣмъ обстоятельствомъ, что уклонъ дна распределителя (0,00025) гораздо меньше уклона поверхности земли (въ среднемъ 0,01); поэтому каналъ начинается въ выемкѣ, а когда онъ



Черт. 34. Типы поперечныхъ профилей распределительныхъ каналовъ на орошаемомъ участкѣ въ Каменной степи. I—Каналъ на половину въ насыпи. II—Каналъ въ насыпи. III—Каналъ въ выемкѣ.

выступить надъ поверхностью земли на всю высоту (или на часть ея), то дѣлаютъ *перепадъ*, снова начиная каналъ въ выемкѣ. Такіе перепады устроены на 2 распределителяхъ, числомъ 11, при чемъ применены различные способы обдѣлки ихъ; къ этимъ перепадамъ приурочиваютъ обыкновенно *полушлюзы* и *заставки*, служащія для направленія воды въ оросительныя канавы или за дамбы орошенія затопленіемъ; здѣсь-же, пользуясь перепадомъ, возможно устраивать *водотѣрные водосливы*.

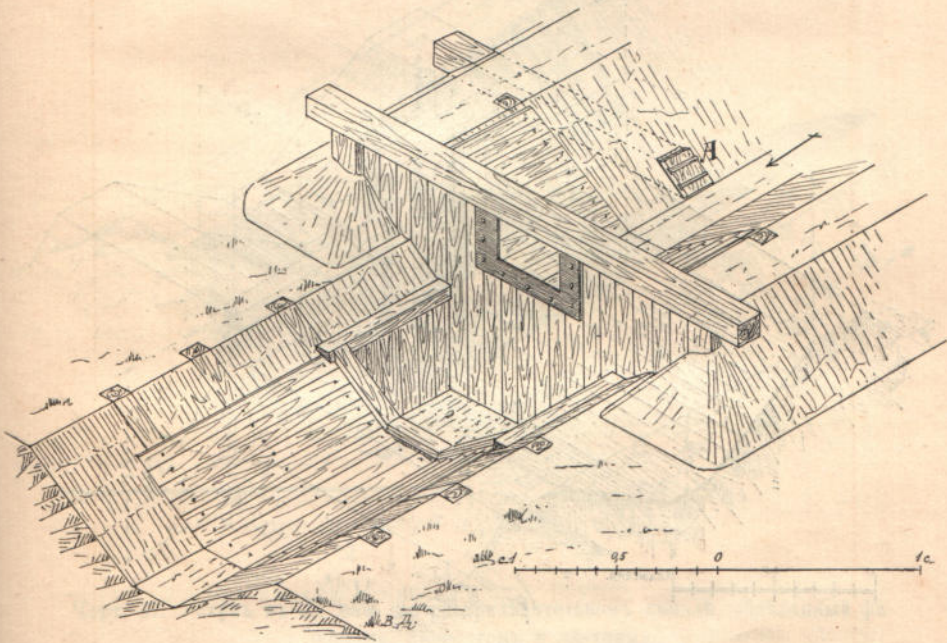
**ВЪ ДОМОСТЬ**  
 земляной работы по устройству распределительныхъ каналовъ на  
 орошаемомъ участкѣ, въ бассейнѣ балокъ Озерки и Осинова  
 (Каменная степь).

№ пикетовъ.	Расстоянія въ саж.	Выемка.		Насыпь.		ПРИМѢЧАНІЯ.	
		Глубина въ саж.	Объемъ въ куб. саж.	Высота въ саж.	Объемъ въ куб. саж.		
<b>Первый распределительный каналъ.</b>							
1	9,25	0,36 0,00	0,85	0,04 0,40	1,33	Ширина канала по дну 0,2 саж.; глубина 0,4 саж.; ширина по верху 1,4 саж. откосы полукоренные, ширина правой и лѣвой дамбы по верху 0,3 саж. (см. чер. 34).	
2а	10,75	0,40 0,02	0,83	0,00 0,38	3,03		
<b>Полушлюзъ съ перепадомъ въ 0,2 саж.</b>							
4а	15,0	0,22 0,08	0,42	0,18 0,32	6,67		
<b>Перепадъ въ 0,1 саж.</b>							
7а	30,0	0,18 0,06	1,25	0,22 0,34	12,10		
<b>Перепадъ въ 0,1 саж.</b>							
13а	27,5	0,16 0,04	0,60	0,24 0,36	6,86		

№№ пикетовъ.	Разстоянія въ саж.	Выемка.		Насыпъ.		ПРИМЪЧАНІЯ.	
		Глубина въ саж.	Объемъ въ куб. саж.	Высота въ саж.	Объемъ въ куб. саж.		
		Перепадъ въ 0,1 саж.					
16а	32,5	0,14 0,03	1,47	0,26 0,37	10,99		
		Перепадъ въ 0,1 саж.					
23	47,0	0,13 0,00	0,98	0,27 0,40	21,82		
	172	—	6,40	—	62,80		
		<b>Второй распредѣлительный каналъ</b>					
1	10,0	0,27 0,00	0,56	0,13 0,40	3,52		
		Водомѣрный полушлюзъ съ перепадомъ въ 0,4 с.					
3	30,0	0,40 0,00	2,44	0,00 0,40	7,85		
		Полушлюзъ съ перепадомъ въ 0,2 саж.					
9	20	0,20 0,00	0,63	0,20 0,40	8,60		

№ пикетовъ.	Расстояніе въ саж.	Выемка.		Насыпь.		ПРИМЪЧАНІЯ.			
		Глубина въ саж.	Объемъ въ куб. саж.	Высота въ саж.	Объемъ въ куб. саж.				
		Перепадъ въ 0,1 саж.							
13	10	0,10	0,12	0,30	5,23				
		0,00		0,40					
		Перепадъ въ 0,2 саж.							
15	31,1	0,20	0,45	0,20	14,11				
		0,00		0,40					
		Перепадъ въ 0,1 саж.							
21a	8,9	0,10	0,14	0,30	4,40				
		0,00		0,40					
		Перепадъ въ 0,1 саж.							
23	22,2	0,10	0,71	0,30	8,94				
		0,00		0,40					
		Перепадъ въ 0,1 саж.							
27a	40,8	0,10	0,66	0,30	19,70				
36		0,00		0,40					
	173	—	5,71	—	72,35				

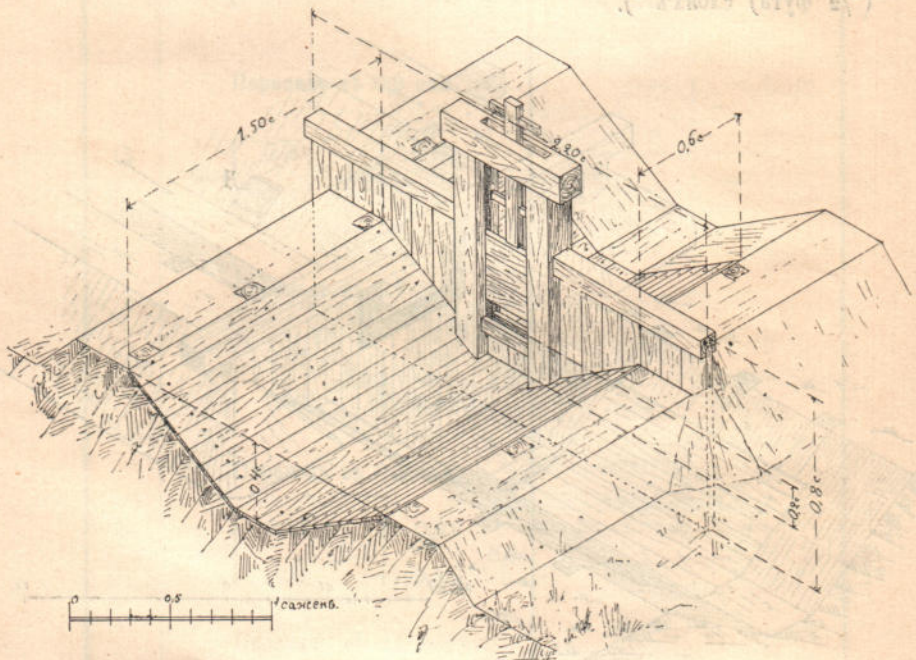
Въ особой таблицѣ, «Вѣдомости земляныхъ работъ по устройству распределительныхъ каналовъ», указаны мѣста перепадовъ, ихъ высота и назначеніе; кромѣ того въ вѣдомости показаны объемы насыпей и выемокъ на участкахъ каналовъ между перепадами, вычисленные по профилю. При производствѣ земляныхъ работъ, верхній слой почвы, вырываемый изъ канала, откидывался къ внѣшнимъ краямъ дамбъ; части насыпи, прилегающія къ периметру канала, складывались изъ глины съ такимъ расчетомъ, чтобы слой ея нигдѣ не былъ тоньше 0,1 саж.; во время насыпки дамбъ земля и глина поливались водою и трамбовались въ тонкихъ ( $1\frac{1}{2}$  фута) слояхъ <sup>1)</sup>).



Чер. 35. Порогъ съ водомѣрнымъ водосливомъ на распределительномъ каналѣ въ Каменной стѣи; въ правомъ откосѣ канала заложена выпускная труба А съ клапаномъ.

Порогъ съ водомѣрнымъ водосливомъ на 1 и 2 распределителяхъ. Въ мѣстѣ порога въ 0,4 саж., образованномъ двумя  
<sup>1)</sup> Земляная работа по устройству распределителей обошлась въ 240 руб., что составляетъ около рубля на каждую погонную сажень.

профилями канала, верхняго въ насыпи и нижняго въ выемкѣ (см. черт. 35), устроена шпунтовая стѣнка длиною 2 сажени, высотой 1,25 сажени; примыкающая къ стѣнкѣ верхняя часть канала обшита досками на 0,65 саж. въ длину, а подъ стѣнкою устроенъ водобойный ящикъ изъ шпунтовыхъ досокъ шириною 1 саж., длиною 0,6 саж. и глубиною подъ дномъ нижняго канала въ 0,2 саж.; къ водобойному ящику примыкаетъ досчатая обшивка части канала — въ выемкѣ длиною 1 саж. Въ шпунтовой стѣнкѣ прорѣзано отверстие, которое оправлено желѣзнымъ листомъ съ окномъ водомѣрнаго водослива.<sup>1)</sup>



Черт. 36. Малый полушлюзъ съ перепадомъ (уступомъ) на распределительномъ каналѣ въ Каменной степи.

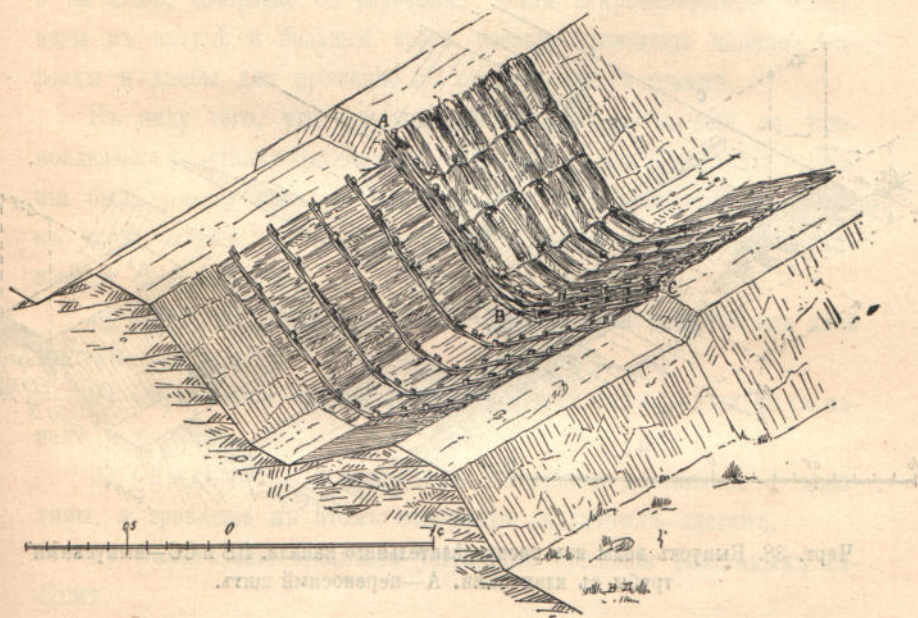
*Малые полушлюзы съ перепадомъ въ 0,2 саж., обѣланные тесомъ, устроены на обоихъ распределителяхъ.*

<sup>1)</sup> Определение расхода воды черезъ окно водослива определяется по известнымъ формуламъ гидравлики, при чемъ скоростью притеканія воды къ водомѣру можно пренебречь.



Они состоятъ (черт. 36) изъ шпунтовой стѣнки длиною 2,2 саж., высотой 0,8 саж., со щитовымъ окномъ по серединѣ; верхній каналъ обдѣланъ досками на протяженіи 0,6 саж., а нижній на протяженіи 1,5 саж. Окно закрывается щитомъ съ вертикальною стойкою и перекладинами для подниманія его.

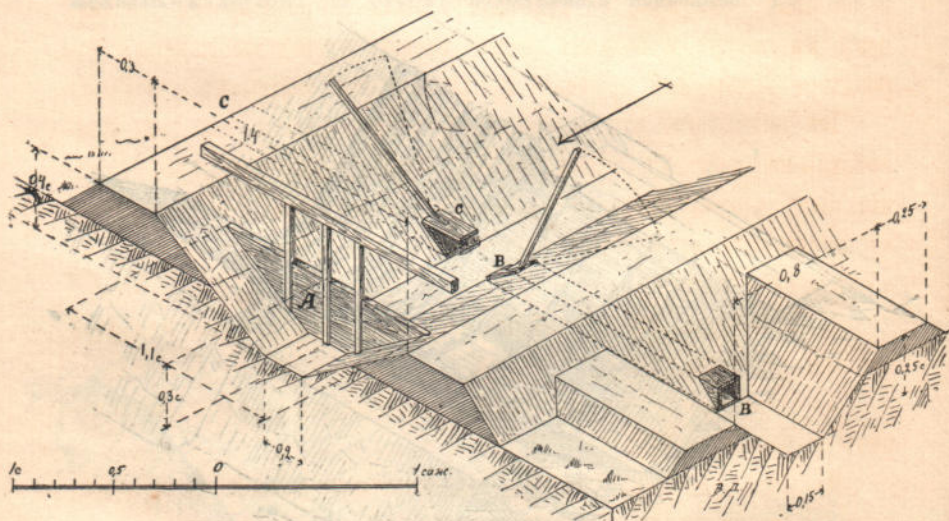
Перепады (уступы) въ 0,2 саж. обдѣланные досками устроены (по одному на каждомъ каналѣ) точно также, какъ предыдущій перепадъ, съ тою разницею, что шпунтовый рядъ доходить только до обшивки верхняго канала.



Черт. 37. Уступъ въ 0,1 саж. на распределительномъ каналѣ, обдѣланный фашинами, хворостомъ и плетнями.

Перепады въ 0,1 саж., по 3 на каждомъ каналѣ, обдѣланы фашинами и хворостомъ; черт. 37 изображаетъ одинъ изъ такихъ перепадовъ, вертикальная стѣнка котораго обдѣлана плетнемъ ABC; для укрѣпленія дна примѣнены фашины въ верхней части канала и хворостяная настилка — въ нижней; фашины прибиты къ дну и бокамъ канала кольями, а хворостъ — небольшими плетешками.

**Выпускные трубы.**—Выпускъ воды изъ распределительныхъ каналовъ совершается при помощи особыхъ приспособлений, которыя могутъ имѣть видъ двойныхъ полушлюзовъ (какъ на главномъ каналѣ, черт. 33). При небольшихъ расходахъ воды, боковой полушлюзъ замѣняется *трубою съ клапаномъ*, заложенною непосредственно выше полушлюза или водослива на распределитель; тогда, опустивъ щитъ полушлюза и отрывъ клапанъ трубы, можно выпускать воду изъ распределительнаго канала въ сторону, подъ значительнымъ напоромъ. Чтобы избѣжать устройства большого числа



Черт. 38. Выпускъ воды изъ распределительнаго канала. ВВ и СС—выпускныя трубы съ клапанами. А—переносный щитъ.

полушлюзовъ (около каждой боковой трубы), примѣняются *переносные щиты* изъ дерева или котельнаго желѣза, соответствующіе по формѣ профилю канала; черт. 38 изображаетъ такой щитъ изъ дерева А, поставленный въ каналъ, ниже *выпускныхъ трубъ* ВВ, СС, проводящихъ воду въ боковыя оросительныя каналы.

Выпускныя трубы, длиною 1,5 саж. каждая, сдѣланы изъ двухдюймовыхъ досокъ и закрываются клапанами В и С, на петляхъ; клапаны снабжены рукоятями. На чертежѣ клапанъ В изображенъ закрытымъ, а С—открытымъ.

Оба распределительныхъ канала снабжены выпускными трубами и 6 переносными щитами <sup>1)</sup>).

### *Устройство орошенія у первого распределительнаго канала.*

Вслѣдъ за устройствомъ распределительныхъ каналовъ—этихъ главныхъ артерій орошенія, приступлено было къ осуществленію первыхъ опытовъ полива. Для этого былъ избранъ участокъ, площадью около 6 десятинъ, прилегающій къ первому распределителю, и на немъ, сообразно съ рельефомъ, были запроектированы, назначены въ натурѣ и большей своей частью проведены канавы, борозды и дамбы для орошенія по различнымъ системамъ.

Въ виду того, что сельскохозяйственные опыты еще не установлены на участкахъ Экспедиціи, — главною цѣлью устройнаго орошенія былъ *учетъ системъ орошенія съ технической стороны*; къ числу задачъ, которыя могутъ быть выяснены при этомъ, относятся слѣдующія:

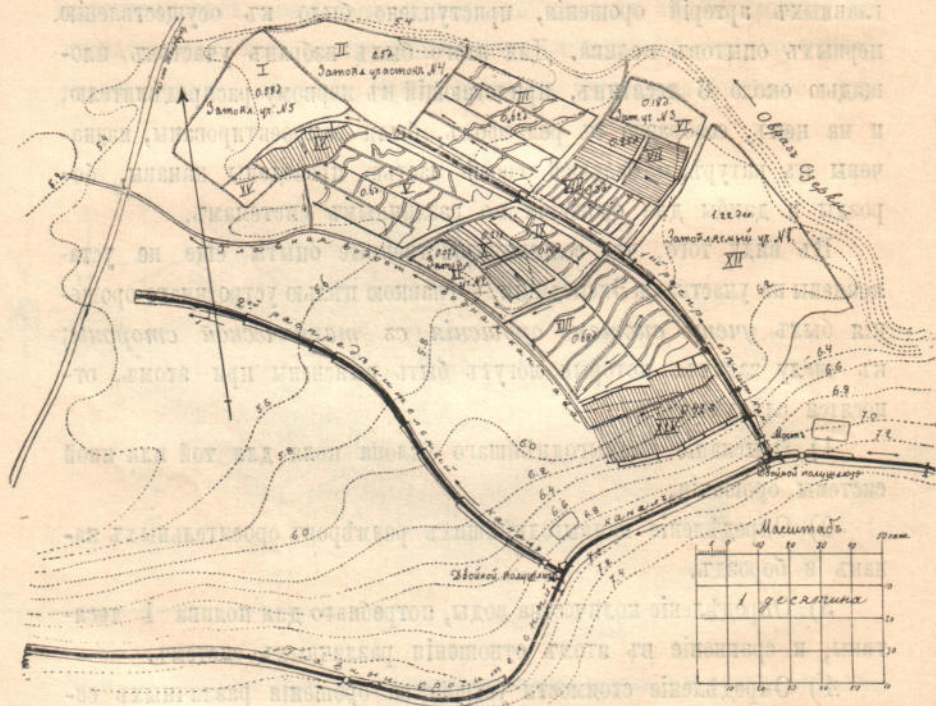
- 1) Изысканіе наивыгоднѣйшаго уклона поля для той или иной системы орошенія.
- 2) Опредѣленіе наивыгоднѣйшихъ размѣровъ оросительныхъ канавъ и бороздъ.
- 3) Опредѣленіе количества воды, потребнаго для полива 1 десятины, и сравненіе въ этомъ отношеніи различныхъ системъ.
- 4) Опредѣленіе стоимости устройства орошенія различныхъ системъ.
- 5) Степень увлаженія почвы при различныхъ системахъ орошенія.
- 6) Опредѣленіе наибольшаго разстоянія между оросительными бороздами подпочвеннаго орошенія въ зависимости отъ уклона мѣстности, глубины бороздъ, ихъ направленія и физическихъ свойствъ почвы.

---

<sup>1)</sup> Устройство всѣхъ выше перечисленныхъ сооружений на распределительныхъ каналахъ, а также сооруженіе двухъ полушлюзовъ обошлось около 147 руб., не считая лѣвеного матеріала.

7) Практика орошения: количество рабочей силы, потребной на орошение одной десятины различными системами и расходъ на поддержаніе канавъ и бороздъ въ исправности.

На чертежѣ 39 показано въ планѣ общее расположеніе оросительныхъ сооружений у перваго распредѣлителя; на первое время подготовлены участки подъ орошеніе слѣдующихъ типовъ.



Черт. 39. Общее расположеніе оросительныхъ сооружений на орошаемомъ участкѣ въ бассейнѣ балокъ Озерки и Осиноява (Каменная степь) къ исходу 1896 года.

- 1) Подпочвенное орошеніе бороздами, проведенными по линиямъ ската мѣстности, на площади 1 десятины.
- 2) Односкатное орошеніе бороздами, проведенными по горизонталямъ мѣстности, на площади 2,23 десятины.
- 3) Орошеніе затопленіемъ, на площади 2,59 десятины.

Въ средней части распредѣлителя выдѣлены по обѣ его стороны два участка, гдѣ сгруппированы все три системы; съ лѣвой

стороны, участки IX, X и XI подготовлены къ орошенію подпочвенному, односкатному и затопленіемъ, съ правой же стороны — участки VIII, VII и VI въ настоящее время не снабжены канавами и бороздами, а служатъ контрольными, для учета дѣйствія орошенія на почву; впослѣдствіи они могутъ быть превращены въ орошаемые тѣми же приемами, какъ и соответственные участки по лѣвую сторону распределителя <sup>1)</sup>).

На стр. 112 приводится вѣдомость проведенныхъ канавъ и бороздъ, съ обозначеніемъ ихъ длины, объема земляной работы, стоимости общей и отнесенной къ 1 десятинѣ площади; изъ вѣдомости видно, что подготовка 1 десятины земли подъ подпочвенное орошеніе обошлось около 80 руб., подъ односкатное — около 37 руб., а подъ затопленіе — около 16 рублей.

Не входя въ дальнѣйшія подробности и детали устроеннаго орошенія на первыхъ 6 десятинахъ орошаемаго участка въ Каменной степи, замѣтимъ, что всѣ оросительныя сооруженія подвинуты и подготовлены на столько, что ждутъ постановки сельскохозяйственныхъ опытовъ, намѣченныхъ уже въ общихъ чертахъ специалистами Экспедиціи <sup>2)</sup>).

### Водосборная галлерей на Старобѣльскомъ участкѣ:

Въ первой главѣ указаны тѣ мотивы, которые побудили изыскивать на Старобѣльскомъ участкѣ *особыя средства* для собиранія воды.

Грунтовая вода Старобѣльскаго участка почти исключительно приурочены къ нижней трети долины р. Дергула; единственнымъ мѣстомъ, гдѣ обнаружена грунтовая вода въ высокой степи, это верхняя часть отлогаго плоскаго склона къ р. Камышной на Нижне-

<sup>1)</sup> Участокъ VI, предназначенный подъ орошеніе затопленіемъ, окруженъ уже дамбою.

<sup>2)</sup> См. Труды Экспедиціи. Сборный отдѣлъ. Выпускъ 1, П. Баракъ. Проектъ сельскохозяйственныхъ опытовъ. Выпускъ 2, его же. «Детальный проектъ организаціи опытныхъ полей».

В Ъ Д О М О С Т Ь

каналъ и бороздъ, проведенныхъ на орошаемомъ участкѣ, около  
перваго распредѣлителя, въ Каменной степи.

КАНАВЫ И БОРОЗДЫ.		Длина въ пог. саженяхъ.	Объемъ земельной работы въ куб. саж.	Стоимость.	
				Общая.	На 1 де- сятину.
				Р.	К.
<b>Подпочвенное орошение.</b>					
<i>Участокъ № XIV (чер. 39), на площ. 0,42 дес.</i>					
1	Оросительная, водопроводная, водоот- водная и напускная канавы . . . . .	180,0	18,42		
2	Оросительная борозды . . . . .	779,2	11,69		
Итого . . . . .		—	30,11	35	23 83 88
<i>Участокъ № IV, на площ. 0,12 дес.</i>					
3	Ороситель . . . . .	39,0	1,80		
4	Водопроводъ . . . . .	33,4	1,69		
5	2 напускная канавы . . . . .	6,0	0,33		
6	Водоотводная канавы . . . . .	19,0	1,43		
7	Оросительная борозды . . . . .	121,7	1,45		
Итого . . . . .		—	6,70	7	70 64 17
Въ среднемъ . . . . .		—	—	—	79 50
<b>Односкатное орошение.</b>					
<i>Участокъ № XIII, на площ. 0,68 дес.</i>					
8	Ороситель 1 порядка . . . . .	41,9	2,59		
9	Ороситель 2 порядка . . . . .	37,3	2,50		
10	3 водоотводная канавы . . . . .	114,1	10,43		
11	5 напускныхъ канавъ . . . . .	14,2	1,01		
12	Оросительная борозды . . . . .	732,2	8,79		
Итого . . . . .		—	16,32	18	77 27 60

КАНАВЫ И БОРОЗДЫ.		Длина въ пог. саженьхъ.	Объемъ земляной работы въ куб. саж.	Стоимость.			
				Общая.		На 1 десятину.	
				Р.	К.	Р.	К.
<i>Участок № V, на площ. 0,59 дес.</i>							
13	Ороситель 1 порядка . . . . .	41,0	2,25				
14	3 оросителя 2 порядка . . . . .	125,0	7,08				
15	3 водоотводныя каналы . . . . .	120,4	7,00				
16	Оросительныя борозды . . . . .	322,7	3,87				
	Итого . . .	—	20,20	23	23	39	32
<i>Участок № III, площ. 0,62 дес.</i>							
17	Ороситель 1 порядка . . . . .	35,7	3,16				
18	3 оросителя 2 порядка . . . . .	133,4	9,67				
19	4 водоотводныя каналы . . . . .	155,9	8,09				
20	Оросительныя борозды . . . . .	300,2	3,60				
	Итого . . . .	—	24,52	28	20	45	48
	Въ среднемъ . .	—	—	70	20	37	14
<b>Орошеніе затопленіемъ.</b>							
21	Дамбы на уч. № XII, на площ. 1,22 д.	125,0	16,65	16	65	13	65
22	» » » № VI, » » 0,18 »	81,5	5,52	6	07	33	72
23	» » » № II, » » 0,50 »	125,0	10,51	10	51	21	02
24	» » » № I, » » 0,58 »	80,0	3,69	4	06	7	—
25	» » » № XV, » » 0,04 »	70,5	2,28	2	28	57	—
	На всю площадь затопленія въ 2,52 десятины, дамбы . . . . .	482,0	38,65	39	57	15	70

КАНАВЫ И БОРОЗДЫ.		Длина въ пог. сажныхъ.	Объемъ земной работы въ куб. саж.	Стоимость.			
				Общая.		На 1 десятину.	
				Р.	К.	Р.	К.
Участок орошенія разныхъ системъ, №№ IX, X и XI, на площади 0,43 десятины.							
26	Ороситель 1 порядка . . . . .	23,0	1,76				
27	3 оросителя 2 порядка . . . . .	95,2	7,74				
28	2 водопривода . . . . .	23,2	1,53				
29	Водоотводныя канавы . . . . .	83,3	6,48				
30	Борозды подпочвеннаго орошенія . .	229,9	2,66				
31	Борозды односкатнаго орошенія . .	160,0	1,92				
32	Дамбы орошенія затопленіемъ . . .	65	3,87				
	Итого . . . . .	—	25,96	29	85	69	42
33	Главная водоотводная канава . . . . .	185	27,59				
Всего проведено:							
	1) Канавъ (оросительныхъ, водоотводныхъ, водоприводныхъ и проч.), шириною по дну 0,1—0,15 саж., глубиною 0,2—0,3 саж. . . . .	1506	—				
	2) Бороздъ, шириною по дну 0,01, по верху 0,2, глубиною 0,08—0,1 саж. . . . .	2645	—				
	3) Дамбъ, шириною по верху 0,2—0,3 высотой до 0,3 саж. . . . .	482	—				



бараниковскихъ оброчныхъ статьяхъ, въ восточной (Закамышинской) части казеннаго участка <sup>2)</sup>. Эта площадь еще не обслѣдована, на ней не производится никакихъ работъ. Что касается перевала Деркуль-Камышная, то на немъ грунтовой воды нѣтъ; самое большое, что въ особенно влажный годъ появляются малыя скопленія воды въ нижнемъ горизонтѣ краснобурой глины. И глубокая артезианская вода не доступна въ высокой степи участка, такъ какъ буровая скважина дастъ только восходящую (не бьющую) струю.

Обращаясь къ грунтовымъ водамъ низинной части участка, замѣтимъ, что онѣ залегаютъ непрерывно на большой площади, захватывая полосу долины шириною версты 2—3. Поверхность ихъ, имѣя общее паденіе къ р. Деркулу, колеблется не въ широкихъ предѣлахъ, въ зависяности отъ формы водоноснаго пласта, каковымъ является здѣсь зеленовато-сѣрая глина; глубина залеганія грунтовой воды, измѣняясь вмѣстѣ съ рельефомъ, не превосходитъ 2—3 сажень, а мѣстами (въ днѣ лиманчиковъ и на крутыхъ склонахъ) выходитъ наружу. Прибавивъ къ сказанному, что колебанія горизонта грунтовой воды по временамъ года крайне незначительны, а расходъ воды постояненъ, убѣждаемся, что бассейнъ грунтовой воды придеркульской низины можно считать обильнымъ и неизсякаемымъ; использованіе его можетъ разрѣшить, хотя отчасти, задачу регулированія воднаго хозяйства на участкѣ, а изученіе пріемовъ добычи грунтовой воды и ея расходованія съ хозяйственными цѣлями, дастъ цѣнный матеріалъ, примѣнимый для многихъ степныхъ хозяйствъ... Правда, грунтовая вода дорогая—ею нельзя поливать полей *самотекомъ*, какъ это мы дѣлаемъ со снѣговой водой, собранною въ высокіе резервуары, но не слѣдуетъ забывать, что однимъ изъ обычныхъ способовъ орошенія прибрежныхъ полей теплыхъ странъ является поливъ водою, поднятою изъ сосѣдней рѣки; если источникъ влаги распространить въглубь долины, если поднять *грунтовую воду*, залегающую подъ по-

<sup>2)</sup> Грунтовая вода обнаружена здѣсь на глубинѣ 6 саж. См. Труды Экспедиціи, научный отдѣлъ. Томъ I, выпускъ 2, стр. 57.

лемъ, то, сокративъ горизонтальный путь воды, расширяются рамки орошаемаго района водою, поднятою механически.

Раземотримъ тѣ принципы, на основаніи которыхъ совершается сборъ грунтовой воды; если проникнуть колодцемъ или шахтою вглубь земли, въ область залеганія грунтовыхъ водъ, то вода въ колодцѣ остановится на опредѣленномъ горизонтѣ, совпадающемъ съ уровнемъ водъ подземнаго бассейна; при откачиваніи, вода въ первый моментъ понизится и это пониженіе распространится на взвѣшенную въ прилегающемъ водоносномъ пластѣ воду; пластъ будетъ опораживаться въ предѣлахъ нѣкотораго района; если нѣтъ *внѣшняго притока воды*, то районъ дѣйствія откачки будетъ увеличиваться безпредѣльно, при чемъ количество притекающей къ колодцу воды станетъ постепенно уменьшаться и въ предѣлѣ получится пониженіе грунтовой воды до горизонта откачки, а объемъ извлеченной воды будетъ равенъ емкости водоноснаго пласта. Другое дѣло, если бассейнъ грунтовыхъ водъ *пополняется*; тогда пониженіе горизонта происходитъ лишь до извѣстнаго предѣла, по наступленіи котораго, объемъ откачиваемой воды станетъ равенъ объему воды, притекающей извнѣ.

Теорія движенія грунтовыхъ водъ даетъ точную зависимость между количествомъ притекающей воды къ водосборному сооруженію, глубиною откачки, свойствами грунта, района пониженія грунтовыхъ водъ и проч.

Выяснивъ эти общія положенія, а также тѣ мотивы, которые побудили Экспедицію включить въ число задачъ и опытовъ первой очереди—использованіе грунтовыхъ водъ на Старобѣльскомъ участкѣ, не входя въ дальнѣйшія подробности даннаго вопроса и не разсматривая здѣсь полностью теоріи водосборныхъ сооружений (она завела бы насъ далеко за рамки перваго скромнаго опыта), приводимъ ниже простое техническое описаніе *водосборной галлерей*, построенной на Старобѣльскомъ участкѣ. На это сооруженіе слѣдуетъ смотрѣть, какъ на одинъ изъ опытовъ, намѣченныхъ Экспедиціей въ самомъ началѣ ея дѣятельности („использованіе грунтовыхъ водъ“); но вмѣстѣ съ тѣмъ необходимо по-

мнить, что этотъ опытъ ложится въ основу цѣлаго ряда изслѣдованій, касающихся, съ одной стороны, теоріи водосборныхъ сооруже- ній, а съ другой, практики утилизаціи грунтовыхъ водъ въ южно-русскихъ степяхъ; этотъ послѣдній вопросъ если и не раз- рѣшить задачу регулированія воднаго хозяйства, то по крайней мѣрѣ хотя немного подвинетъ ее въ дѣлѣ осуществленія.

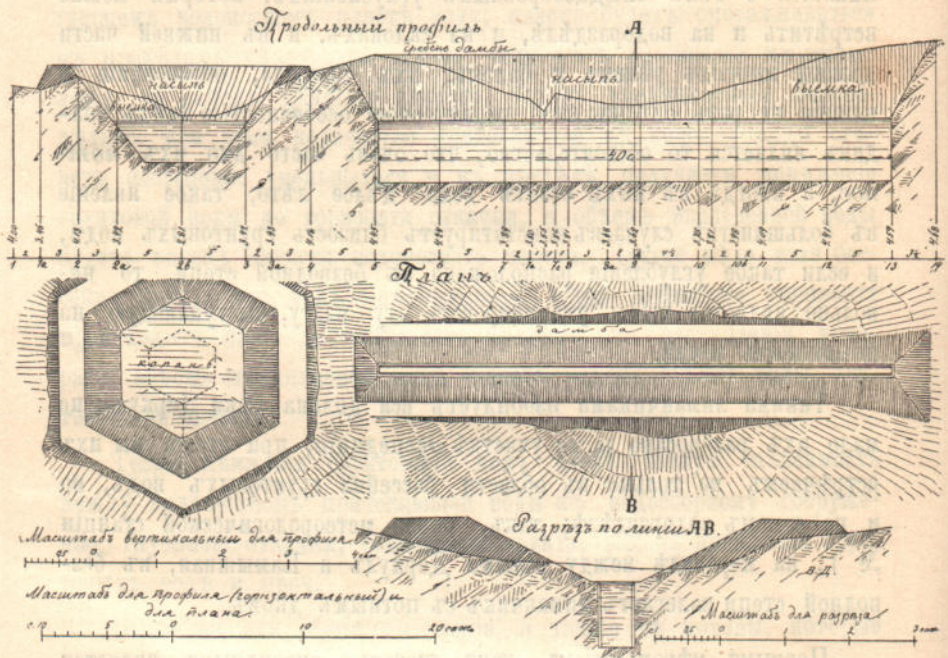
Въ литературѣ, касающейся нашихъ степей, многократно упо- минается о тѣхъ блюдцеобразныхъ углубленіяхъ, которыя можно встрѣтить и на водораздѣлѣ, и на склонахъ, и въ нижней части долины многихъ рѣчекъ и балокъ: ихъ природа, образованіе и вліяніе не разъ описывались; характерною особенностью этихъ впа- динъ является то обстоятельство, что очень часто дно ихъ *пот- ное*, а иногда въ нихъ стоитъ вода цѣлсе лѣто; такое явленіе въ большинствѣ случаевъ констатируетъ близость грунтовыхъ водъ, и если такое углубленіе расположено въ безводной степи, то не- вольно является мысль утилизировать эту влагу, выступающую на поверхность земли.

Такими лиманчиками изобилуетъ вся долина рѣки Деркула; не мало ихъ разбросано и на участкѣ Экспедиціи; при этомъ мы ихъ встрѣчаемъ не только въ области бассейна грунтовыхъ водъ, но и на самомъ водораздѣлѣ; такъ, около метеорологической станціи № 1, на перевалѣ между рѣками Деркуль и Камышная, въ без- водной степи залегаетъ лиманчикъ съ потнымъ дномъ.

Первымъ мѣропріятіемъ, такъ сказать—очевиднымъ, является углубленіе этой естественной впадины; предпріятыя въ этомъ на- правленіи работы дали слѣдующія указанія: углубленіе лиманчика на водораздѣлѣ, какъ и слѣдовало ожидать, не дало постоянного горизонта воды; однако собравшаяся снѣговая вода простояла въ немъ до половины лѣта, тогда какъ соеднѣннй прудъ (Проѣздное водохранилище) высохъ въ первые дни по спадѣ вешнихъ водъ; это указываетъ на то, что дно лиманчиковъ мало проницаемо для воды.

Естественная впадина у метеорологической станціи № 2 (ниж-

ная треть долины р. Деркула) дала другіе результаты: подъ слоемъ почвы, на небольшой глубинѣ, оказался горизонтъ воды съ ничтожно-малымъ въ теченіе всего лѣта колебаніемъ. Это обстоятельство, въ связи съ общимъ изученіемъ бассейна грунтовыхъ водъ, побудило раскрыть это водное богатство, дабы утилизировать его въ болѣе обширныхъ размѣрахъ. Мѣстомъ предполагаемой водосборной галлерей былъ избранъ второй лиманчикъ, лежащій рядомъ съ первымъ, въ десяткѣ саженей отъ метеорологической станціи



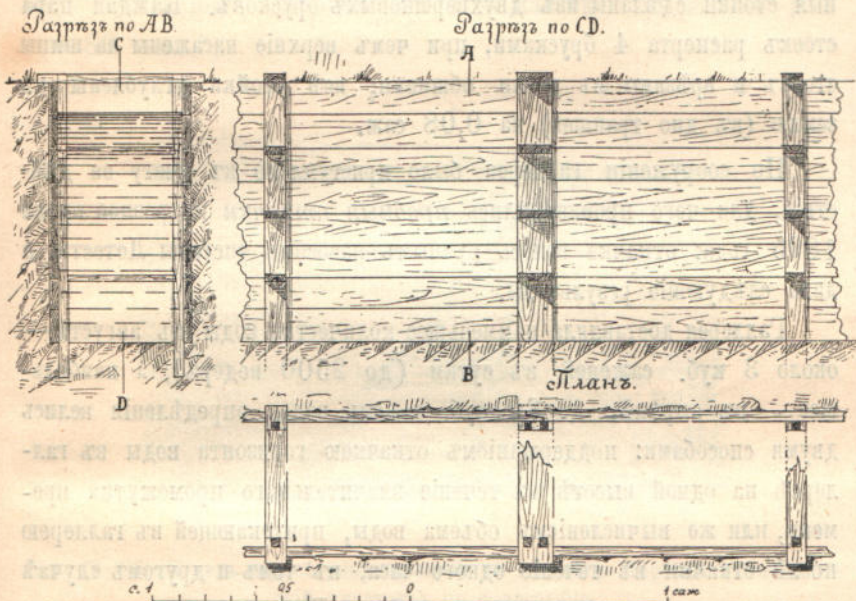
Черт. 40. Водосборная галлерей въ долинѣ рѣки Деркула (Старобѣльскій участокъ). Профиль, планъ и поперечный разрѣзъ галлерей и смежной съ нею копани.

№ 2 и дома завѣдующаго участкомъ; дно этого лиманчика представляетъ въ дождливое время зловонное болото.

На черт. 40 изображена водосборная галлерей, сооруженная въ 1895 г., превратившая болотистую западину въ глубокую траншею съ чистою грунтовой водою; валъво отъ траншеи располо-

жена *копань*, на мѣстѣ лиманчика № 1, представляющая изъ себя форму усѣченной шестигранной пирамиды <sup>1)</sup>).

Водосборная галлея состоитъ изъ двухъ частей: изъ верхней—канала съ двойными откосами и нижней—траншеи съ вертикальными стѣнками, обшитыми досками. Верхняя часть имѣетъ слѣдующіе размѣры: длина 40 сажень, ширина по дну 1,3 саж., глубина въ выемкѣ отъ 0,19 до 1,1 саж.; вырытая изъ канавы земля сложена въ видѣ дамбы, дополняющей форму выемки до ка-



Черт. 41. Укрѣпленіе стѣнокъ водосборной галлеи досками.

навы съ однообразной глубиною въ 1 саж. Дно канавы расположено на горизонтѣ наивысшаго стоянія грунтовыхъ водъ. Объемъ выемки земли изъ канавы равенъ 72,3 кубич. саж.

Нижняя часть водосборной галлеи имѣетъ форму траншеи съ

<sup>1)</sup> Эта искусственная, на первый взгляд, форма копани имѣетъ большое преимущество: подходя по выгодности внѣшняго очертанія очень близко къ круглой формѣ, она удобна въ исполненіи, такъ какъ разбивка шестиугольника въ натурѣ проще разбивки всякой другой фигуры и совершается съ помощью шнура, безъ инструментовъ.

вертикальными стѣнками глубиною 1 саж., шириною 0,56 саж.; стѣнки траншеи укрѣплены сосновыми досками (черт. 41), длиною каждая 3 сажени, шириною 6 вершковъ, толщиною въ 1—1½ вершка; кромки досокъ прифугованы и сплочены пятью шипами каждая; стыки досокъ обдѣланы въ глубокія (3 вершка) четверти. Обѣ стѣнки траншеи связаны распорными рамами, поставленными въ разстояніи одной сажени другъ отъ друга; стойки распорныхъ рамъ у стыковъ досокъ имѣютъ ширину 6 вершковъ; промежуточные стойки сдѣланы изъ двухвершковыхъ брусковъ. Каждая пара стоекъ расперта 4 брусками, при чемъ верхніе насажены на шипы стоекъ и врѣзаны въ доски обшивки; всѣ стойки углублены въ землю (въ дно траншеи) на 0,08 саж.

По сооруженіи галлерей было приступлено къ учету ея дѣйствія, для чего производились *пробныя откачки* въ разное время 1895 года; откачка велась ручнымъ насосомъ системы Летестю и дала слѣдующіе результаты.

Галлерей доставляла наименьшее количество воды въ августѣ— около 3 куб. сажени въ сутки (до 2500 ведеръ), а наибольшее — въ апрѣлѣ, до 30 куб. сажени воды; опредѣленія велись двумя способами: поддержаніемъ откачкою горизонта воды въ галлерей на одной высотѣ въ теченіе значительнаго промежутка времени, или же вычисленіемъ объема воды, притекающей въ галлерей послѣ откачки въ теченіе одного часа; въ томъ и другомъ случаѣ горизонтъ воды измѣрялся гидрографомъ Ришара, установленнымъ надъ траншеей.

Такіе благопріятные результаты, добытые въ 1895 году, сравнительно бѣдною осадками, указываютъ на полную цѣлесообразность сооруженія для практическихъ цѣлей, — на примѣръ, для полива фруктоваго сада (2 десятины), заложеннаго вблизи галлерей. Орошаемую площадь можно значительно расширить (до 7 десятинъ), примѣнивъ систему запасныхъ резервуаровъ.

Для осуществленія сказаннаго необходимо установить насосъ, могущій поднимать воду на высоту 4 сажени въ количествѣ до 1000 ведеръ въ часъ; наиболѣе рациональнымъ двигателемъ, для

приведенія насоса въ дѣйствиѣ, слѣдуетъ признать *вѣтрякъ*; для степной мѣстности, при непрерывныхъ вѣтрахъ, подобнаго рода двигатели обезпечиваютъ почти непрерывную работу насоса. Для проведенія воды къ мѣсту полива (на первое время къ фруктовому саду) необходимо устроить *водопроводъ*, состоящей изъ деревяннаго желоба, на столбахъ; желобъ можетъ быть составленъ изъ двухъ досокъ, сплоченныхъ подъ прямымъ угломъ; длина желоба не превыситъ 60 саж. Далѣе, по границѣ фруктоваго сада вода можетъ быть проведена открытой канавкою въ насыпи длиною 80 саж. <sup>1)</sup>.

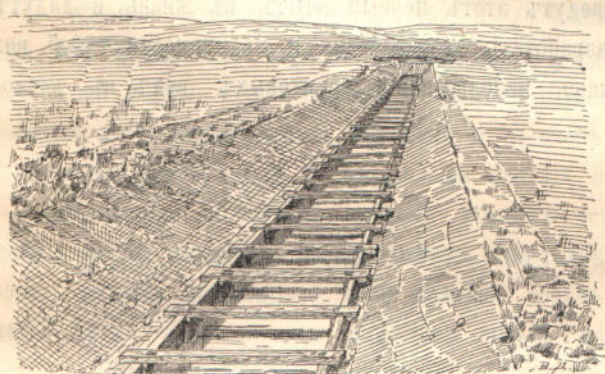


Рис. 42. Общій видъ водосборной галлерей въ долинѣ р. Деркула (Старобѣльскій участокъ), по фотографіи.

Независимо отъ упомянутыхъ практическихъ цѣлей, установка надъ водосборною галлереею насоса съ механическимъ двигателемъ послужитъ къ производству научныхъ опытовъ, касающихся жизни грунтовыхъ водъ и механики ихъ движенія; теорія движенія воды въ грунтѣ разработана детально, главнымъ образомъ, относительно

---

<sup>1)</sup> Все устройство, т. е. вѣтряной двигатель, автоматически регулируемый, на стальной башнѣ высоту 4 сажени, желобъ и канава—обойдутся въ 1500 рублей.

явлений, происходящих въ водоносныхъ пластахъ, сильно пористыхъ (песчаныхъ, песчано-глинистыхъ); весьма вѣроятно, что движение воды въ такихъ мало проницаемыхъ грунтахъ, какъ зеленовато-сѣрая глина участка, совершается по инымъ законамъ; учеть ихъ, опредѣлить коэффициентъ просачиванія воды въ плотныхъ грунтахъ можно только путемъ наблюденія движениа воды въ естественныхъ условіяхъ, ибо лабораторные опыты (какъ показала практика) приводятъ къ разнорѣчивымъ результатамъ.

Въ заключеніе, приведа на рис. 42 общій видъ водосборной галлерей, пожелаемъ, чтобы въ непродолжительномъ времени сооруженіе украсилось механическимъ двигателемъ съ насосомъ, которые проведутъ этотъ первый опытъ въ жизнь и дадутъ возможность разработать теоретически и практически такой важный вопросъ, какъ использованіе грунтовыхъ водъ въ южно-русскихъ степяхъ.



### ГЛАВА III.

#### ГИДРОЛОГИЧЕСКІЯ НАБЛЮДЕНІЯ И ИЗСЛѢДОВАНІЯ.

Водополье.—Жизнь прудовъ въ лѣтніе мѣсяцы.—Грунтовыя воды.

На ряду съ осуществленіемъ разнаго рода практическихъ мѣропріятій Экспедиція производитъ наблюденія и изслѣдованія научнаго характера; къ числу таковыхъ относится, между прочимъ, „*знакомство съ жизнью водъ (съ гидрологіей) опытныхъ участковъ*“. Пока это знакомство касается только *гидрографіи* т. е. изученія внѣшней формы водной системы, — въ распоряженіи наблюдателя имѣется достаточный запасъ методовъ и приѣмовъ, разработанныхъ детально; другое дѣло съ *анализомъ* явленій изъ той-же области, — *гидрологіи*. Поскольку анализъ другихъ естественно-историческихъ наукъ поддается изслѣдователю, постольку трудно анализировать явленія, касающіяся этой молодой только еще зарождающейся науки; здѣсь методы намѣчены только въ общихъ чертахъ и для каждаго опыта приходится выработывать новые приѣмы сообразно мѣстнымъ условіямъ.

Вотъ почему гидрологическія изслѣдованія и наблюденія въ первые годы дѣятельности Экспедиціи бѣдны результатами: накопившійся сырой матеріалъ не можетъ быть обработанъ съ тою полнотью, какъ это сдѣлано, на примѣръ, съ метеорологическими элементами.

На послѣднихъ страницахъ отчета мы попытаемся намѣтить тѣ методы, которые по нашему мнѣнію наиболѣе цѣлесообразны для анализа такихъ явленій, какъ *водополье, усыханіе водныхъ резервуаровъ и колебаніе грунтовыхъ водъ*; вмѣстѣ съ тѣмъ приведемъ, для примѣра, нѣкоторыя наблюденія какъ въ сыромъ, необработанномъ видѣ, такъ и въ формѣ возможныхъ конечныхъ выводовъ изъ нихъ.

## Водополье.

Къ числу задачъ изъ области гидрологіи, намѣченныхъ выше, принадлежатъ наблюденія надъ проходомъ весеннихъ водъ; эти наблюденія велись по *инструкціямъ*, выработаннымъ въ 1893 году и помѣщеннымъ въ „Трудахъ“ Экспедиціи <sup>1)</sup>.

За послѣдніе три года программа постепенно расширялась и теперь окончательно выяснились тѣ задачи, которыя могутъ быть рѣшены при помощи регулярныхъ, изъ году въ годъ повторяющихся наблюденій надъ вешними потоками, пробѣгающими по изслѣдованнымъ и детально изученнымъ оврагамъ.

Снѣговой запасъ воды, накапливающейся въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ въ *бассейнѣ* оврага или рѣки, проходитъ по линіи тальвега въ первые весенніе дни; при этомъ происходятъ *потери воды* путемъ *испаренія* съ поверхности снѣга (въ зимніе мѣсяцы) и воды (въ весеніе дни) и путемъ *просачиванія* въ почву во время *свободнаго стока* атмосферныхъ осадковъ съ мѣста ихъ накопленія до конечнаго пункта—выбраннаго сѣченія оврага или рѣки. Сказанное можетъ быть выражено аналитически слѣдующимъ образомъ: обозначимъ буквою *A*—площадь бассейна оврага или рѣки (иначе—водосборная площадь); пусть *h*—есть высота слоя атмосферныхъ осадковъ, выпавшихъ въ бассейнѣ; тогда произведеніе *A. h*, изъ площади на высоту слоя воды, дастъ весь объемъ *N'*—снѣгового запаса, сохраняющагося въ бассейнѣ до весны. Объемъ воды *N*, проходящей черезъ выбранное сѣченіе потока, будетъ, вообще говоря, меньше объема *N'*:

$$N = \varphi N' ; \varphi = \frac{N}{N'}$$

здѣсь  $\varphi$  есть *коэффициентъ свободнаго стока* или отношеніе объема воды, притекающей къ конечному сѣченію потока, къ полному объему воды, выпавшей въ бассейнѣ за зимніе мѣсяцы.

Опредѣленіе снѣжнаго запаса въ бассейнѣ можетъ быть про-

<sup>1)</sup> См. Труды Экспедиціи. Отдѣлъ практическихъ работъ, томъ второй: Гидротехническія сооруженія. Выпускъ I. Приложение I, стр. 71.

изведено непосредственнымъ измѣреніемъ снѣжнаго покрова: опредѣляя въ концѣ зимы въ разныхъ точкахъ бассейна *толщину* снѣга и его *плотность*, можно вычислить среднюю высоту воды  $h'$ , а умножая ее на  $A$ —площадь бассейна, получимъ снѣговой запасъ воды  $N''$  къ концу зимы, меньшій объема  $N'$ , въ которомъ не принято въ расчетъ испареніе съ поверхности снѣга за зимніе мѣсяцы. Въ этомъ второмъ случаѣ получимъ:

$$N = \omega N''; \quad \omega = \frac{N}{N''},$$

гдѣ  $\omega$  есть коэффициентъ свободного стока, отнесенный къ тому снѣжному запасу воды, который имѣется на лицо къ первымъ весеннимъ днямъ. Оба эти коэффициента,  $\varphi$  и  $\omega$  въ одинаковой степени характеризуютъ свободный стокъ и наилучшимъ образомъ разрѣшаютъ задачу о выясненіи объема *рабочей воды*, притекающей къ водосборному сооруженію.

На основаніи сказаннаго можно слѣдующимъ образомъ формулировать величину запаса рабочей воды:

$$N = A h \varphi, \dots \dots \dots (a)$$

въ томъ случаѣ, если снѣговой запасъ опредѣляется по высотѣ слоя атмосферныхъ осадковъ ( $h$ ), и

$$N = A h' \omega$$

въ томъ случаѣ, если снѣговой запасъ опредѣляется непосредственнымъ измѣреніемъ снѣжнаго покрова; въ этомъ случаѣ  $h'$  есть средняя высота слоя воды, соответствующая средней толщинѣ и средней плотности снѣжнаго покрова въ концѣ зимы <sup>1)</sup>.

Изъ послѣднихъ двухъ уравненій получаемъ зависимость

$$\frac{h}{h'} = \frac{\varphi}{\omega}$$

по которымъ легко опредѣлить одну изъ четырехъ величинъ  $h, h', \varphi$  и  $\omega$ , когда извѣстны три изъ нихъ.

Надозамѣтить, что общепринятымъ коэффициентомъ свободного стока <sup>2)</sup> является первый изъ выше намѣченныхъ, опредѣляемый формулою

<sup>1)</sup> О методахъ измѣренія высоты снѣжнаго покрова и его плотности см. «Труды Экспедиціи», томъ III. Выпускъ I; [Метеорологическія наблюденія 1892—94 годовъ, глава IV.

<sup>2)</sup> Костлинь, Зброжекъ и др.

$$\varphi = \frac{N}{Ah} \dots \dots \dots (b),$$

если-же опредѣленъ коэффициентъ  $\omega$ , то переходъ отъ него къ коэффициенту  $\varphi$  можетъ быть сдѣланъ по уравненію

$$\varphi = \frac{h\omega}{h'}$$

Въ уравненіи (b) величина  $A$  опредѣляется непосредственнымъ измѣреніемъ водосборной площади по плану, на которомъ нанесены водораздѣлы; величина  $h$  можетъ быть получена по даннымъ метеорологической станціи, расположенной въ изслѣдуемомъ бассейнѣ; наконецъ, величина  $N$  опредѣляется *измѣреніемъ потока весеннихъ водъ, проходящаго черезъ конечное сѣченіе бассейна.*

Опредѣливъ такимъ образомъ коэффициентъ  $\varphi$ , мы получаемъ зависимость между *слоемъ атмосферныхъ осадковъ, выпавшихъ въ зимніе мѣсяцы, и тѣмъ количествомъ воды, которое, протекая по оврагу можетъ быть использовано для того или иного практическаго мѣропріятія.*

Для юга Россіи, гдѣ почти все водное хозяйство зиждется на запасахъ снѣговой воды, выясненіе намѣченнаго вопроса *особенно важно*; детальныя изслѣдованія, произведенныя неоднократно въ разныхъ мѣстахъ, въ бассейнахъ съ различнымъ характеромъ рельефа и почвъ, дадутъ возможность установить значенія коэффициента свободного стока для овраговъ и балокъ различныхъ категорій. Вместе съ этимъ устраняется возможность ошибочно возлагаемыхъ надеждъ на проектируемое сооруженіе: нерѣдки случаи возведенія водохранилища большой емкости въ бассейнѣ, не дающемъ и половины желаемаго количества воды. Изученіе связи между снѣговымъ запасомъ воды и весеннимъ половодьемъ важно еще и въ другомъ отношеніи: всякое сооруженіе, построенное на живомъ потокѣ или на сухой балкѣ, должно быть снабжено *водосливомъ* или *водоспускомъ для пропуска избыточныхъ водъ*; такое выпускное сооруженіе необходимо въ виду того, что объемъ водохранилища никогда не рассчитывается на наибольшій объемъ весенней воды; поэтому излишекъ ея, послѣ наполненія водохранилища, долженъ быть отведенъ въ сторону. Этотъ излишекъ выразится разностью

между наибольшимъ ожидаемымъ объемомъ весенней воды и объемомъ водохранилища, который не можетъ быть больше наименьшаго объема весенней воды. Замѣтимъ здѣсь, что максимальныя весеннія воды очень часто превышаютъ минимальныя въ 10 и болѣе разъ, а отношеніе между первыми и объемомъ водохранилища можетъ быть еще большее; въ виду этого *размеры выпускныхъ сооружений опредѣляются по максимальному объему весеннихъ водъ.*

Разсмотримъ теперь тѣ принципы, на основаніи которыхъ возможно опредѣлить объемъ весенней воды, протекающей черезъ конечную точку бассейна. Прежде всего замѣтимъ, что наблюденія эти должны быть возможно просты, тѣмъ болѣе, что при массовомъ опредѣленіи большого количества воды нѣтъ надобности въ большой точности; поэтому здѣсь не примѣнимы принципы, основанные на пропускѣ воды черезъ отверстие (окна, водосливы и пр.), точно также не пригоденъ методъ опредѣленія воды по формулѣ движенія воды въ руслахъ <sup>1)</sup>, такъ какъ въ этомъ случаѣ измѣреніе должно производиться на большомъ участкѣ, имѣющемъ однообразныя уклонъ и живое сѣченіе. Остается методъ опредѣленія секунднаго расхода по площади живого сѣченія и средней скорости:

$$Q = F \cdot V$$

( $Q$ —секундный расходъ,  $F$ —площадь живого сѣченія,  $V$ —средняя скорость). Средняя скорость, трудно поддающаяся опредѣленію, получается изъ скорости на поверхности  $V'$ :

$$V = 0,9 V'$$

Если опредѣленія скорости и площади живого сѣченія потока сдѣланы періодически, во все время прохода весеннихъ водъ, если  $Q = F \cdot v$  обозначаетъ средній секунднй расходъ воды за одни сутки, а продолжительность половодья равна  $m$  суткамъ, то все количество воды  $N$ , прошедшее въ выбранномъ сѣченіи, будетъ

$$N = \Sigma F \cdot v \cdot 86400 \text{ м.},$$

гдѣ знакъ  $\Sigma$  обозначаетъ сумму суточныхъ расходовъ  $Fv \cdot 86400 \text{ м.}$

<sup>1)</sup> Формулы Эйтельвейна, Дарси-Базена, Гангиле и др.

последовательно для всего времени половодья. Сравнивая эту формулу съ выраженіемъ  $N = Ah\varphi$ , выведеннымъ раньше, получимъ окончательно:

$$86400 \Sigma F_{v_{m}} = Ah\varphi. \text{ и } \varphi = \frac{86400 \Sigma F_{v_{m}}}{Ah}$$

На величину коэффициента  $\varphi$ , говоря вообще, вліяютъ:

- 1) *Состояніе атмосферы*, оказывающей дѣйствіе на силу испаренія воды за всѣ зимніе мѣсяцы;
- 2) *родъ и состояніе грунта*, вліяющіе на величину просачиванія воды весной, во время прохода воды отъ мѣста накопленія за зимніе мѣсяцы до конечной точки бассейна;
- 3) *рельефъ мѣстности*, вліяющій на скорость стеканія воды; въ мѣстности съ слабо выраженнымъ рельефомъ коэффициентъ свободного стока будетъ наименьшій;
- 4) *форма бассейна*; въ водосборной площади сильно вытянутой по линіи тальвега будетъ наименьшее количество потерь на испареніе и просачиваніе, такъ какъ каждая частица воды пробѣжитъ до тальвега меньшій путь, чѣмъ въ бассейнѣ, имѣющемъ одинаковыя измѣренія вдоль тальвега и поперекъ его;
- 5) *размѣръ бассейна* тоже вліяетъ на величину коэффициента  $\varphi$ : чѣмъ больше площадь бассейна, тѣмъ большій путь пробѣжитъ каждая частица воды до конечнаго сѣченія, и тѣмъ меньше будетъ коэффициентъ свободного стока.

Въ литературѣ по данному вопросу встрѣчаются лишь отрывочныя указанія и единичныя наблюденія, а если и есть попытки свести наблюденія въ систему (Кѳетлинъ), то, во-первыхъ, значенія коэффициента  $\varphi$  даются въ очень широкихъ предѣлахъ, безъ раздѣленія категорій по грунтамъ, рельефу и проч., а во-вторыхъ, и что самое главное, значенія эти получены по наблюденіямъ въ мѣстностяхъ далеко не подходящихъ по своему характеру къ южной полосѣ Россіи. Обыкновенно принимаютъ, что величина коэффициента  $\varphi$  колеблется отъ 0,6 до 0,06, причемъ *высшій предѣлъ* относится къ бассейнамъ небольшимъ (около 1 кв. версты) въ мѣстности гористой (горные ручьи); *низшій предѣлъ*—для мѣст-

ностей ровныхъ, съ бассейномъ значительнымъ (до 10 кв. верстъ), наиболѣе подходитъ къ характеру свободнаго стока въ степныхъ мѣстностяхъ, съ очень пологими скатами отъ водораздѣла къ тальвегу, занятому неглубокимъ оврагомъ.

Переходя теперь къ результатамъ наблюдений, сдѣланнымъ на участкахъ Экспедиціи, замѣтимъ: что трехлѣтнія наблюдения надъ прохождениемъ весеннихъ водъ выяснили многое изъ жизни выбранныхъ балокъ и овраговъ, что балки эти являются типичными представителями для юга Россіи, и полученныя данныя можно распространить на типы овраговъ аналогичныхъ тѣмъ, на которыхъ произведены измѣренія; но окончательное разрѣшеніе широкой задачи, намѣченной выше, т. е. выясненіе значенія коэффициента свободнаго стока, а съ нимъ вмѣстѣ и опредѣленіе рабочаго запаса снѣговой воды для овраговъ и рѣкъ, подраздѣленныхъ на различные классы и виды, должно быть отложено до накопленія матеріала за цѣлый рядъ лѣтъ (повидимому, не менѣе десятка лѣтъ).

Ниже приводятся наиболѣе характерныя наблюденія и результаты ихъ; при этомъ на выводы слѣдуетъ смотрѣть, какъ на единичные случаи во времени и мѣстѣ; цѣлый рядъ подобныхъ выводовъ дастъ цѣнныя среднія цифры, могущія лечь въ основу вопросовъ по использованію снѣговыхъ запасовъ воды съ культурными цѣлями.

#### *Водополье въ Каменной степи (Хрѣновской участокъ) въ 1894—95 годахъ.*

Наблюденія надъ движеніемъ весеннихъ водъ производились въ слѣдующихъ пунктахъ<sup>1)</sup>:

- 1) Водосливъ Большеозерскаго водохранилища (балка Озерки).
- 2) Балка Озерки, ниже „Рогатаго“ пруда.
- 3) Верховье балки Озерки, выше „Шкаринскаго“ пруда.
- 4) Верховье балки Безымянной, ниже „Круглаго“ пруда.
- 5) Водосливъ плотины Нужной (устье балки Нужной).

<sup>1)</sup> См. оро-гидрографическій планъ Каменной степи.

Наибольшую полностью отличались наблюдения въ водосливѣ Большеозерскаго водохранилища. Водосливъ представляетъ ровное ложе шириною 21,3 метра (10 саж.) съ полукруглыми откосами. Отсчеты горизонта воды производились по водомѣрной рейкѣ въ водохранилищѣ и контрольному колу въ самомъ водосливѣ; скорость опредѣлялась по тому пути, который пробѣгаетъ поплавочъ, пускаемый по водосливу.

Наблюдения дѣлались въ слѣдующіе часы: съ 5 часовъ утра, въ 6, 8, 10, 12, 2, 4 дня и въ 6 и 7 часовъ вечера. Первые потоки по оврагу появились 21 марта (стар. стила). Вода въ прудѣ, поверхъ льда, показалась 22 марта въ небольшомъ количествѣ. 23-го вода прибыла и подняла ледъ. 25-го марта, въ 6 часамъ утра вода поднялась до 1 метра подъ нулемъ рейки (0 рейки соотвѣтствуетъ порогу водослива); дальнѣйшій подъемъ былъ слѣдующій:

25 марта,	8 часовъ утра	показанія рейки—	0,98 м.
"	10 " "	" "	0,94 "
"	12 " "	" "	0,80 "
"	2 " дня	" "	0,65 "
"	4 " "	" "	0,44 "
"	6 " вечера	" "	0,22 "
"	7 " "	" "	0,10 "

Въ 8 часовъ вечера вода дошла до водослива и къ 6 часамъ утра 2-го марта протекала по водосливу слоемъ въ 0,16 метра, при средней скорости 0,273 метра въ секунду.

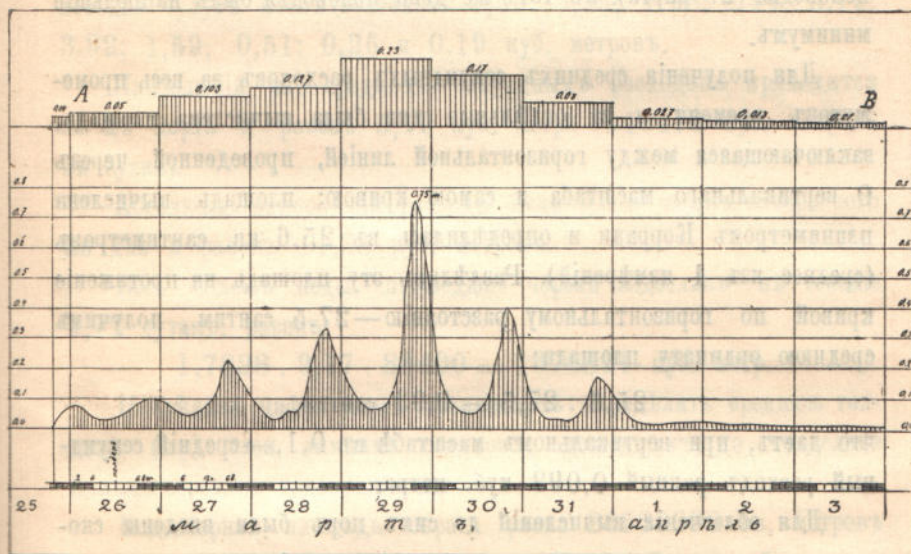
Конецъ половодья наступилъ 3-го апрѣля; для опредѣленія всего количества воды, сбѣжавшей съ бассейна оврага Озерки, слѣдуетъ, во-первыхъ, учесть воду, наполнившую Большеозерское водохранилище, затѣмъ, опредѣлить объемъ воды, прошедшей черезъ водосливъ, и кромѣ того сосчитать ту воду, которая была задержана вышележащими прудами.

Емкость Большеозерскаго водохранилища опредѣляется въ 58275 куб. метровъ (6000 куб. саж.); общая емкость крестьянскихъ прудовъ, расположенныхъ выше Большеозерскаго (Старо-Конюховскій, Ново-Конюховскій, Верхне и Нижне-Рогатый и Шка-



ринский) составляет до 40000 куб. метров; следовательно, пруды всего задерживают ежегодно круглым числом 100000 куб. метров<sup>1)</sup>.

Данные по проходу весенних вод обработаны следующим образом: средняя скорость, определенная поплавкомъ, множилась на показаніе рейки, — получался секундный расходъ, соответствующій одному погонному метру ширины водослива; перемноженіе производилось при помощи логариемической линейки, съ точностью до



Черт. 43. Графическое изображение хода секундного расхода в водосливе № 1 Большеозерского водохранилища (Каменная степь) весной 1894 г.

тысячныхъ долей куб. метра; полученные цифры наносились въ видѣ ординатъ въ масштабѣ  $\frac{1}{10}$  на клетчатой бумагѣ; по горизонтальному направленію откладывалось время, при чемъ за сутки принимались 3 сантиметра. Полученный рядъ точекъ соединенъ плавной кривой, изображающей ходъ секундного расхода за весь періодъ паводка.

<sup>1)</sup> Цифра нѣсколько уменьшена ввиду того, что пруды не высыхаютъ до дна.

Черт. 43 представляет уменьшенную въ  $2\frac{1}{2}$  раза (цинкографическимъ способомъ) копию, снятую съ подлиннаго чертежа на клѣтчатой бумагѣ; въ дѣйствительности, разстояніе между горизонтальными линиями равно одному сантиметру. Разматривая кривую, видимъ, что она имѣетъ рядъ максимумовъ и минимумовъ, по одному на каждые сутки; среднее положеніе максимума соотвѣтствуетъ 8 часамъ вечера, положеніе минимума — 12 часамъ дня. Наибольшій изъ максимумовъ (0,75 м.) приходится на 8 день половодья (20 марта); въ тотъ же день половодья былъ наибольшій минимумъ.

Для полученія среднихъ секундныхъ расходовъ за весь промежутокъ времени и за отдѣльные дни была вычислена площадь, заключающаяся между горизонтальной линіей, проведенной черезъ 0 вертикальнаго масштаба и самую кривою; площадь вычислена планиметромъ Корради и опредѣлилась въ 25,6 кв. сантиметровъ (среднее изъ 4 измѣреній). Раздѣливъ эту площадь на протяженіе кривой по горизонтальному разстоянію — 27,5 сантим., получимъ среднюю ординату площади:

$$25,6 : 27,5 = 0,93 \text{ сантим.},$$

что даетъ, при вертикальномъ масштабѣ въ 0,1, — средній секундный расходъ равный 0,093 куб. метра.

Для облегченія вычисленій до сихъ поръ были введены скорости на поверхности и ширина потока въ 1 метрѣ; истинный расходъ будетъ равенъ:

$$Q = 0,093 \cdot 0,9 \cdot 21,3 = 1,7828 \text{ куб. м.}$$

Планиметрическія вычисленія отдѣльныхъ участковъ площадей для каждыхъ сутокъ дали слѣдующія цифры:

Площадь, ограниченная кривою 25 марта	=	0,2	кв. сант.
" " " " " " " "	"	26	" " " "
" " " " " " " "	"	27	" " " "
" " " " " " " "	"	28	" " " "
" " " " " " " "	"	29	" " " "
" " " " " " " "	"	30	" " " "
" " " " " " " "	"	31	" " " "

Площадь, ограниченная кривой	1 апрѣля	=	0,8 кв. саж.	
	2 „	=	0,4 „	
	3 „	=	0,3 „	
			Всего	25,6 кв. саж.

По этимъ даннымъ вычислены секундныя расходы за каждыя сутки и нанесены на черт. 43 въ видѣ ординатъ, образующихъ ступенчатую площадь АВ. Наконецъ, среднїе секундныя расходы воды черезъ водосливъ за каждыя сутки для всѣхъ 10 дней половодья будутъ послѣдовательно: 0,36; 0,96; 1,98; 2,44; 5,19; 3,32; 1,59; 0,51; 0,26 и 0,19 куб. метровъ.

Наибольшїй изъ среднихъ секундныхъ расходовъ приходится на 29 марта и равенъ 5,19 куб. метра (448416 куб. метровъ въ сутки).

Абсолютно наибольшїй расходъ былъ въ 8 часовъ вечера того же дня и равенъ 14,38 куб. метровъ.

Весь объемъ воды, прошедшей черезъ водосливъ въ теченїе 9,17 сутокъ, равенъ:

$$1,7828 \cdot 9,17 \cdot 86400 = 1379891 \text{ куб. метр.}$$

Послѣдняя цифра даетъ возможность опредѣлить среднюю толщину ( $h\varphi$ ) слоя зимнихъ осадковъ, дошедшихъ до водослива Большесозерскаго водохранилища.

Водосборная площадь оврага равна 26580000 кв. метровъ (2433 десятины); весь объемъ воды, сбѣжавшей съ этой площади ровень объему, прошедшему черезъ водосливъ; сложенному съ тѣми 100000 куб. метр., которые задержаны прудами на оврагѣ; такимъ образомъ величина  $h\varphi$  опредѣлится:

$$h\varphi = \frac{1479891}{26580000} = 0,0528 \text{ метра.}$$

По даннымъ метеорологической станціи № 4, высота  $h$  слоя зимнихъ осадковъ въ 1893—94 годахъ равна 0,085 м.); такимъ образомъ коэффициентъ свободнаго стока будетъ:

$$\varphi = \frac{h\varphi}{h} = 0,0588$$

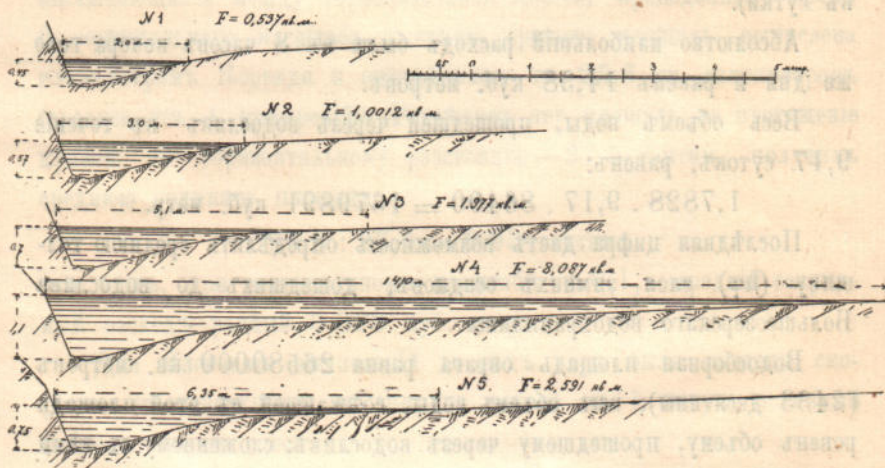
1) См. Труды Экспедиціи Научный отдѣлъ. Томъ 3, вып. I, стр. 76. = 0

Въ остальныхъ пунктахъ наблюдёнія надъ проходомъ весеннихъ водъ въ Каменной степи велись по упрощенной программѣ; записи по рейкамъ въ водосливахъ и ложахъ овраговъ производились 1, много 2 раза въ сутки.

Для примѣра приводимъ выписку журнала наблюдёній надъ проходомъ весеннихъ водъ по оврагу Озерки и Безымянному за 1894 годъ и сводную таблицу такихъ же наблюдёній за 1895 годъ.

Въ 1894 году вода по оврагу Озерки пошла 27 марта.

1) Скорость течёнія воды въ оврагѣ Озерки, ниже Рогатаго пруда, въ 7 час. вечера 27 марта—1,48 метра (средняя изъ ряда наблюдёній); площадь живого сѣченія 0,537 кв. м. (см. черт. 44, проф. № 1). Секундный расходъ:



Черт. 44. Поперечные профили оврага Озерки, ниже Рогатаго пруда, гдѣ производились измѣренія секунднато расхода весенней воды въ 1894 году.

$Q = 1,48 \cdot 0,537 \cdot 0,9 = 0,0715$  куб. м. Вода несетъ 0,21% осадковъ.

2) 28 марта. Скорость течёнія воды въ томъ же пунктѣ въ 5½ час. вечера—2,35 метра въ секунду; площадь живого сѣченія 1,0012 кв. м. (черт. 44, профиль № 2). Секундный расходъ  $Q = 2,118$  куб. метра. Осадковъ въ водѣ 0,22%.

3) 29 марта, 3 часа дня. Скорость 1,7 метра; площадь живого сѣченія 1,977 кв. метра (профиль № 3). Секундный расходъ  $Q = 3,026$  куб. метра. Осадковъ въ водѣ 0,212<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Наибольшая площадь сѣченія была наканунѣ (28 марта) въ 10 час. вечера; при высотѣ воды (по рейкѣ) въ 1,1 метра эта площадь опредѣляется въ 8,087 кв. метра (профиль № 4); скорость опредѣлить было невозможно, за наступившею темнотою.

4) Того же числа въ 7 час. вечера скорость потока была равна 1,95 метра; при поперечномъ сѣченіи въ 2,591 кв. метра (профиль № 5), секундный расходъ  $Q = 4,55$  куб. метра. Вода несетъ 0,245<sup>0</sup>/<sub>0</sub> осадковъ.

5) 31 марта—конецъ усиленнаго прохода весеннихъ водъ.

6) 2 апрѣля конецъ водополя.

На стр. 136 приводится таблица, дающая результаты наблюденій въ 1895 году въ верховьѣ балки Озерки, въ средней ея части (ниже Рогатаго пруда). Площади живого сѣченія вычислены по профилямъ, сдѣланнымъ въ мѣстахъ опредѣленія скорости.

Ограничиваясь этими тремя примѣрами, замѣтимъ, что въ архивахъ каждаго участка сохраняются данныя наблюденій надъ проходомъ весеннихъ водъ въ водосливахъ прудовъ и въ различныхъ пунктахъ овраговъ и балокъ. Обработка такихъ наблюденій за *десятокъ* лѣтъ выше указанными приемами послужитъ къ выясненію *соотношенія между снѣжными запасами и рабочей водою*, другими словами—къ опредѣленію *коэффициента свободнаго стока*.

Результаты наблюдений надъ проходомъ весенней воды въ 1895 году  
по оврагу Озерки (Каменная степь).

Время наблюдений.		Средняя скорость въ футахъ.	Отсчетъ по футштоку въ сантиметрахъ.	Площадь живого сѣченія въ кв. саж.	Суточный расходъ воды въ куб. фут.	ПРИМѢЧАНІЯ.	
Мѣсяцъ.	Число. Часъ.						
Верховье балки Озерки (А = 380 десят.).							
Февраль.	22	—	—	—	0,20	63072	Вода шла 1/2 сут.
	23	9 1/2 у.	1,49	11	—	—	
	23	4 дня.	1,91	12	0,21	150113	
	24	11 у.	1,14	12	0,21	101347	
	25	1 1/2 д.	2,29	12	0,21	203213	
	26	2 д.	2,10	12	0,21	186278	
	27	3ч45 м. д.	1,49	2	0,01	6307	
Мартъ.	15	—	—	10	0,16	47412	Вода шла 1/4 сут.
	16	10 у.	2,80	10	0,16	189648	
	17	5 в.	—	3	0,01	6307	
	19	3 д.	3,00	12	0,21	266717	Наибольшій расходъ.
					1220414	= 34578 куб. м.	
Балка Озерки у Нижне-Рогатаго пруда (А = 900 десят.).							
Февраль.	22	—	—	—	0,16	170683	Вода шла 1/2 сут.
	23	11 у.	5,04	30	0,17	448416	
	24	12 д.	5,04	10	0,02	42682	

Время наблюдений.			Средняя скорость въ футахъ.	Отсчетъ по футшт- току въ сантимет- рахъ.	Площадь живого сѣченія въ кв. саж.	Суточный расходъ воды въ куб. фут.	ПРИМѢЧАНІЯ.
Мѣсяцъ.	Число.	Часть.					
Февраль.	25	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> д.	7,41	18	0,04	125366	
	26	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> д.	7,42	—	0,03	94108	
	27	2ч45 м. д.	2,80	5	0,001	1210	
	28	4 д.	2,52	5	0,001	1037	
м а р т ъ.	1	3 д.	2,10	4	0,001	864	
	2	5 д.	2,10	4	0,001	864	
	3	5 д.	2,10	4	0,001	864	
	4	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> д.	2,10	3	0,001	864	
М а й	15	—	—	40	0,26	288619	Вода шла <sup>1</sup> / <sub>4</sub> сут.
	16	11 у.	10,49	40	0,26	1154477	Наибольшій рас- ходъ.
	17	5 в.	6,3	28	0,14	373431	
	19	2 д.	7,88	32	0,18	601171	
						3304656	= 93532 куб. м.

## Наблюденія надъ жизнью прудовъ въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ.

Велѣдъ за проходомъ весеннихъ водъ начинается убыль воды въ прудахъ, происходящая отъ *испаренія со свободной поверхности* и отъ *просачиванія воды* въ бока и дно водохранилища. Эта неизбѣжная потеря воды, собранной изъ снѣжныхъ запасовъ, достигаетъ иногда значительныхъ размѣровъ, и нерѣдки случаи, когда къ осени водохранилище высыхаетъ совершенно.

На *испареніе со свободной поверхности* вліяютъ, кромѣ условій метеорологическихъ, положеніе пруда и степень защиты его зеркала воды отъ токовъ воздуха, солнечныхъ лучей и т. п. Что касается *просачиванія воды* въ грунтъ, то оно довольно постоянно для каждаго водохранилища, мало измѣняется въ теченіе года и, говоря вообще, уменьшается съ теченіемъ времени, благодаря заиленію дна.

Такъ какъ слѣдствіемъ испаренія и просачиванія является одно и то-же пониженіе воднаго горизонта, то учетъ этихъ явленій въ отдѣльности довольно затруднителенъ; существуютъ два метода *сенарированія* этихъ явленій.

Первый заключается въ томъ, что на поверхности водохранилища устанавливается плавающий *эвапорометръ* спеціальнаго устройства, дающій высоту испаряющагося слоя воды; тогда разность между убылью воды въ прудѣ и высотой испаренія даетъ высоту слоя воды, просочившейся въ грунтъ. Другой способъ основанъ на наблюденіи убыли воды въ водохранилищѣ въ тѣ моменты, когда испаренія съ поверхности нѣтъ; таковыми моментами можно признать пасмурную погоду при насыщенной парами воды атмосферѣ, или дни первыхъ заморозковъ, когда водная поверхность подернута тонкимъ слоемъ льда; наконецъ, тѣ-же наблюденія можно производить во время дождя, учитывая слой прибывшей воды по дождемѣру, при чемъ размѣръ дождя долженъ быть, разумѣется, таковъ, чтобы не было бокового притока воды въ прудъ по склонамъ и тальвегу.

Оба приведенные метода, простые по существу, трудно выполнимы на практикѣ, благодаря слѣдующимъ обстоятельствамъ. Изъ большого числа плавающихъ *эвапорометровъ* нѣтъ ни одного удо-



влетворительнаго типа: всё они легко опрокидываются во время волненія и даютъ не надежные результаты; таковъ, по крайней мѣрѣ, выводъ изъ практики съ эвапорометрами на участкахъ Экспедиціи; затѣмъ эвапорометръ даетъ слой испаряющейся воды для ближайшихъ участковъ водной поверхности, тогда какъ величина испаренія у берега, вѣроятно, меньше, чѣмъ на серединѣ пруда; она больше на мелкихъ мѣстахъ, чѣмъ на глубокихъ и т. д. Слѣдовательно, необходимо расположить цѣлую сеть эвапорометровъ на всей водной поверхности и довѣрять только средней цифрѣ изъ всѣхъ показаній. Переходя къ оцѣнкѣ второго способа, замѣтимъ, что онъ лишенъ недостатковъ перваго, но наблюденіе затрудняется, благодаря короткому промежутку времени и трудности улавливанія подходящаго момента; нерѣдко проходитъ цѣлый мѣсяць, пока наступитъ благопріятная для опыта погода.

На участкахъ Экспедиціи ведется точныя и непрерывныя наблюденія надъ полною убылью воды въ прудахъ; что касается опредѣленія убыли воды отъ испаренія и отъ просачиванія, то по этому вопросу сдѣлано не много: какъ уже замѣчено, эвапорометры дали мало матеріала; наблюденія въ моменты убыли воды безъ испаренія производились только на Великоанадольскомъ участкѣ (Г. Н. Высоцкимъ) на одномъ водохранилищѣ (Въздномъ).

Для опредѣленія убыли воды въ прудахъ установлены въ каждомъ водномъ бассейнѣ водомѣрные посты, состоящіе изъ рейки, прикрѣпленной къ прочно забитой сваѣ въ самомъ глубокомъ мѣстѣ пруда; такія рейки однако легко повреждаются льдомъ, а отчететь по нимъ затруднителенъ, влѣдствіе того, что онѣ стоятъ далеко отъ берега или гребня плотины. Поэтому въ нѣкоторыхъ водохранилищахъ установлена система невысокихъ реекъ (1 метръ), поставленныхъ одна надъ другою по берегу пруда такимъ образомъ, что низъ одной рейки находится на одной высотѣ съ вершиною другой.

Дѣленія на рейкахъ (въ сантиметрахъ) нанесены такъ, что нуль рейки № 1 (верхней) совпадаетъ съ нормальнымъ горизонтомъ воды въ водохранилищѣ или, что то-же самое, съ порогомъ водослива; нуль слѣдующей рейки № 2 совпадаетъ съ дѣленіемъ 100

сантиметровъ первой рейки и т. д. Отсчетъ производится по той рейкѣ, которая частью закрыта водою (например, отсчетъ 72 сантиметра на рейкѣ № 3 указываетъ, что горизонтъ воды въ прудѣ опустился на 272 сантиметра ниже нормального горизонта).

Наблюденія надъ убылью воды въ прудахъ производились въ теченіе всего лѣта черезъ 2—4 дня и заносились въ особые журналы.

Помѣщаемъ здѣсь выписки изъ журналовъ всѣхъ трехъ участковъ.

Первая таблица даетъ движеніе горизонта воды въ прудахъ Великоанадольскаго участка лѣтомъ 1894 года; рѣзкія колебанія горизонтовъ воды въ этомъ году обусловлены были большимъ количествомъ осадковъ. Для сопоставленія, въ послѣдней графѣ помѣщается высота слоя выпавшаго дождя за каждыя сутки по записямъ метеорологической станціи № 5, расположенной въ бассейнѣ прудовъ Великоанадольскаго участка.

Вторая, третья и четвертая таблицы показываютъ убыль воды въ прудахъ Хрѣновскаго участка въ 1894 г. (для двухъ водохранилищъ), въ 1895 г. (для четырехъ водохранилищъ построенныхъ Экспедиціей и двухъ крестьянскихъ прудовъ) и въ 1896 г. (для шести водохранилищъ).

Въ пятой таблицѣ помѣщены результаты наблюденій надъ жизнью прудовъ Старобѣльскаго участка.

Сопоставленіе всѣхъ этихъ цифръ и теперь уже даетъ возможность произвести оцѣнку построенныхъ водохранилищъ и вывести соотношеніе между элементами пруда съ одной стороны и внѣшними факторами съ другой; такъ, по записямъ на Хрѣновскомъ участкѣ ясно видно, что водохранилища на большихъ балкахъ (Озерки, Осиновая) много устойчивѣе прудовъ, находящихся на малыхъ оврагахъ (Нужный, Хорольскій).

Пруды Старобѣльскаго участка высыхаютъ гораздо быстрѣе остальныхъ прудовъ, и это слѣдуетъ приписать исключительно порозности грунта съ гипсеоносными прослойками.

Въ виду малой продолжительности (три года) наблюденій, приходится воздержаться отъ дальнѣйшихъ выводовъ и сопоставленій, и отложить ихъ до того времени, когда можно будетъ получить

Т а б л и ц а 1-я.

Колебание горизонта воды въ водохранилищахъ, въ связи съ осадками, на Великоанадольскомъ участкѣ, лѣтомъ 1894 года.

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ, въ сантиметрахъ.			Осадки въ миллиметрахъ за сутки.
		Большое водохранилище.	Въздное водохранилище.	Верхнее водохранилище.	
Мартъ. . .	19	0	53	—	—
	20	2,5	54	178	—
	21	4,3	55,5	—	—
	20	5,0	57,5	—	—
	24	5,0	60,5	187	—
	26	—	64,5	190	—
	27	—	66,0	—	0,3
	29	—	69,2	195	—
Апрѣль. . .	1	—	—	—	0,8
	2	—	75,5	200	—
	3	—	—	—	1,45
	5	—	—	205	—
	6	—	—	—	1,1
	7	—	—	208	—
	9	—	84,5	212,5	—
	12	—	88,8	223	0,75
	17	—	96,5	Высохло дно	—
	25	—	105,0	—	—
Май. . .	4	—	—	—	0,4
	5	—	—	—	1,9

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ, въ сантиметрахъ.			Осадки въ миллиметрахъ, за сутки.
		Большое водохранилище.	Въѣздное водохранилище.	Верхнее водохранилище.	
Май. . . . .	6	—	—	—	5,8
	7	—	—	—	0,85
	8	—	122,0	—	1,9
	10	—	122,5	—	12,55
	11	—	—	—	6,45
	12	—	—	—	0,4
	13	—	—	—	9,5
	15	—	—	—	2,6
	17	—	128,5	—	0,2
	21	—	136,5	—	0,3
	25	—	—	—	1,8
	27	—	—	—	6,9
	31	—	—	—	1,8
Июнь. . . . .	1	—	150	—	—
	6	—	—	—	5,9
	7	—	—	—	0,3
	8	—	—	—	5,0
	9	6,0	160,5	—	—
	10	—	—	—	7,0
	13	5,5	164,0	—	3,9
	14	—	—	—	1,0
	16	—	—	—	15,36
17	—	168,2	—	4,17	

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ:			Осадки въ миллиметрахъ за сутки.
		Большое водохранилище.	Въздное водохранилище.	Верхнее водохранилище.	
Юнь . . .	19	—	—	—	18,3
	21	—	165,3	—	32,7
	23	—	165,7	—	13,1
	24	—	—	—	2,8
	27	—	—	—	1,05
	28	8,4	172,0	—	1,6
	29	—	173,6	—	—
	30	—	175,1	—	—
Юль . . .	3	—	—	—	42
	5	—	182,0	—	0,1
	7	—	—	—	5,9
	12	—	192,5	—	—
	16	—	199,5	—	—
	24	16,2	215,0	—	—
	29	19,3	—	—	9,0
Августъ.	3	20,6	—	—	4,4
	6	23,6	—	—	—
	9	25,7	245,3	—	50,2
	10	19,7	240,5	—	8,7
	11	18,2	107	168,5	97,7
	13	3,4	112	176,2	0,15
	14	Водосливъ испорченъ, наблюденія прекращены.	109	—	19,0
	15	Водосливъ испорченъ, наблюденія прекращены.	111,2	180,3	69,37

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.			Осадки въ миллиметрахъ, за сутки.
		Большое водохранилище.	Въздное водохранилище.	Верхнее водохранилище.	
Августъ . .	16	Водосливъ	82,2	143,8	—
	20	испорченъ,	87,5	165,8	—
	22	наблюденія	91,0	171,7	33,2
	23	—	86,2	163,4	—
	28	прекращены.	97,1	—	1,85
Сентябрь . .	5	—	106,0	196,1	—
	8	—	112,3	—	0,25
	14	—	120,0	210,0	5,0
	16	—	123,2	—	3,83
	27	—	136,4	220,0	—
Октябрь . .	2	—	146	Высохло дво.	—
	6	—	148	—	—
	12	—	—	—	0,5
	14	—	—	—	11,1
	17	—	—	—	2,2
	20	—	160,5	—	4,15
	21	—	—	—	6,03
	26	—	164,0	—	9,96
	31	—	169,5	—	5,1
Ноябрь . .	7	—	175,4	—	—
	11	—	178,0	—	2,5
	13	—	180,5	—	—
	24	—	188,8	—	—
			Вода замерзла.		

Таблица 2-я

убыли воды въ водохранилищахъ Хрѣновекаго участка, лѣтомъ 1894 года.

Мѣсяць.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.		Мѣсяць.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.	
		Большевер-ское водо-хранилище.	Нужное во-дохранил.			Большевер-ское водо-хранилище.	Нужное во-дохранил.
Апрѣль . . .	24	0	22	Июнь . . .	5	21	81
Май . . .	3	4	37		9	20	85
	9	9	48		10	21	87
	12	—	53		14	20	98
	14	14	57		17	21	102
	18	15	61		21	23	109
	20	16	66		24	24	114
	26	—	75		27	25	118
	28	20	77		30	26	124
	31	23	83	Июль . . .	4	31	132
Июнь . . .	1	22	85		6	33	135
	4	22	83		14	41	152

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.		Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.	
		Большоезерское водохранище.	Нужное водохранилище.			Большоезерское водохранище.	Нужное водохранилище.
Июль . . .	22	48	170	Сентябрь .	28	92	—
	26	51	178		30	—	282
	29	53	182	Октябрь .	2	93	—
Августъ .	4	56	191		4	—	285
	9	58	200		5	94	—
	13	61	211		7	—	287
	19	68	221		9	95	—
	26	75	233		10	—	289
	31	79	241		13	—	291
Сентябрь .	6	83	246		15	95 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	292
	11	85	254		20	95	295
	16	87	261		25	95	296
	24	91	273		31	95	297



Т а б л и ц а 3-я

убыли воды въ водохранилищахъ Хруновскаго участка, лѣтомъ 1895 года.

Мѣсяць.	Число.	Убыль воды по футштокамъ, въ сантиметрахъ.					
		Большеозерское водохрани.	Нижнее водохранище.	Основное водохранище.	Детяревъ прудъ (крестьянскій).	Ново-Конюховскій прудъ (крестьянскій).	Ново-Хорольское водохранище.
Мартъ . . .	28	—	0	14	—	—	14
Апрѣль . . .	1	—	5	21	—	—	—
	3	—	—	—	0	—	—
	4	—	—	—	—	0	—
	5	—	22	30	2	1	—
	10	0	—	—	—	—	—
	24	6	47	77	28	8	—
	27	9	—	—	—	—	—
	30	10	56	95	39	12	—
Май . . . .	2	12	—	100	42	13	—
	4	13	62	116	44	14	—
	6	14	66	112	46	15	—
	8	14	70	117	48	16	—
	11	15	75	24	51	16	171
	13	16	79	130	53	17	173 <sup>1/2</sup>
	17	18	85	139	58	19	197
	21	20	91	148	63	21	—
	24	21 <sup>1/2</sup>	97	156	67	23	—
	28	23 <sup>1/2</sup>	105	168	71 <sup>1/2</sup>	30	—
Юнь . . . .	2	26 <sup>1/2</sup>	112	179	77	32 <sup>1/2</sup>	250
	4	27 <sup>1/2</sup>	118	187	80	34	255
	7	29	123	197	84	35 <sup>1/2</sup>	262

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ, въ сантиметрахъ.							
		Большоезер-ское водохрани-.	Нужное водо-хранилище.	Основное водо-хранилище.	Дегиревъ прудъ (арестъ-янский).	Ново-Конхов-скій прудъ (арестъянский).	Ново-Хороль-ское водохра-нилище.		
Июнь . . .	10	33 <sup>1/2</sup>	128	204	87	39	дно высохло.		
	13	36	134	210	91	40 <sup>1/2</sup>			
	15	38	138	213	93	42			
	17	39 <sup>1/2</sup>	140	217 <sup>1/2</sup>	95	45 <sup>1/2</sup>			
	20	40 <sup>1/2</sup>	143	225	97	47			
	22	41	147	228	97 <sup>1/2</sup>	46			
	24	43	153	234	99	47			
	27	46	160	241	102	49			
	Июль . . .	1	49	170	250	—		52	
		4	52	176	253	—		55	
		9	57	189	268	113		59	
		12	62	193	274	115 <sup>1/2</sup>		61 <sup>1/2</sup>	
15		64	198	281	118	64			
18		66	203	288	121	67			
21		69	211	294	124	69			
23		72	215	298	127	71			
25		75	219	301	129	73			
27		77	298	—	—	—			
Августъ .	29	79	225	307	132	76			
	2	84	231	310	134	78 <sup>1/2</sup>			
	6	87	237	313	137	81			
	10	91	242	316	140	83			
	13	94	245	318	141	84			
	17	96	248	323	142	85			
	20	97	252	327	143	86			

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.					
		Большоезерское водохранилище.	Нижнее водохранилище.	Осиновое водохранилище.	Детяревъ прудъ (крестьянский).	Ново-Конюховскій прудъ (крестьянский).	Ново-Хорольское водохранилище.
Августъ .	23	99	256	332	145	87 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
	27	102	260	342	147	90	
	31	105	263	348	150	93	
Сентябрь	1	—	—	353	—	—	
	3	106	268	высохло до дна.	152	95 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
	5	107	—	—	—	—	
	8	108	—	—	—	—	
	10	109	274	—	154	98	
	14	111	—	—	—	—	
	17	112 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	282 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	157	100 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	
	20	114	—	—	—	—	
	22	115	—	—	—	—	
	24	116	285	—	160	103	
	27	117 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	286	—	160 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	106	
	30	119	287	—	—	109	
Октябрь . .	1	119 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	161	—	
	3	121	288	—	161 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	112	
	6	122	289	—	—	115	
	9	123 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	290	—	163	117	
	12	125	293	—	165	119	
	16	127	295	—	166	121	
	20	127	295	—	166	121	
	23	127	295	—	166	121	
	26		вода замерзла.	вода замерзла.	—	вода замерзла.	вода замерзла.

Т а б л и ц а 4-я

убыли воды въ водохранилищахъ Хрѣновскаго участка лѣтомъ  
1896 года

Мѣсяцъ.	Число.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.					
		Большоезер- ское водо- хранилище.	Нужное во- дохранилище.	Осиновое водохрани- лище.	Николаев- ское водо- хранилище.	Новохороль- ское водо- хранилище.	2-е Хороль- ское водо- хранилище.
Апрѣль . . .	28	—	—	0	—	—	—
Май. . . . .	1	—	—	7	0	—	—
	3	—	—	12	—	10	—
	4	—	—	20	1	12	—
	5	—	—	—	—	—	—
	7	—	—	—	2	—	—
	9	—	—	26	3	—	—
	11	—	—	32	4	—	—
	13	—	—	—	—	27	0
	15	—	—	42	5	—	—
	18	—	0	—	6	—	—
	20	—	3	54	—	—	—
24	—	10	66	—	38	32	
29	0	16	84	—	—	—	
Юнь. . . . .	2	4	—	—	8	—	—
	5	6	38	—	—	—	—

Мѣсяцъ.	Убыль воды по футштокамъ, въ сантиметрахъ.						
	Число.	Большоезерское водохранилище.	Нужное водохранилище.	Осиновое водохранилище.	Николаевское водохранилище.	Новохоролевское водохранилище.	1-е Хоролевское водохранилище.
Іюнь. . . .	8	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	40	118	13	—	—
	11	10	—	—	—	—	—
	13	9	—	—	—	—	—
	14	8	46	136	7	—	—
	15	5	—	—	—	57	54
	17	5	—	—	—	—	—
	19	4	51	—	—	—	—
	21	4	—	—	4	—	—
	24	3	69	—	—	—	—
	30	3	—	188	3	—	—
Іюль. . . .	3	3	—	—	4	—	—
	6	6	—	—	—	115	80
	7	7	106	225	7	—	—
	16	13	120	260	12	—	—
	20	17	—	—	15	—	—
	23	18 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	—	—	153	145
	25	18	150	267	—	—	—
	30	19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	—	270	21	—	—

		Убыль воды по футштокамъ, въ сантиметрахъ.					
Мѣсяцъ.	Число.	Большее- ское водо- хранилище.	Нужное во- дохранилище.	Осиновое водохрани- лище.	Николаев- ское водо- хранилище.	Новохороль- ское водо- хранилище.	2-е хоро- ль- ское водо- хранилище.
	5	23 <sup>1/2</sup> 24	—	304	22	—	—
	6	вода вып. 34	—	—	—	—	дно высох.
	8	34	200	—	—	—	—
	10	35 <sup>1/2</sup> 39	—	—	24	—	—
	17	вода вы- пущена. 41 <sup>1/2</sup> 41 <sup>1/2</sup>	—	—	26	—	—
	18	вода вып. 47	209	дно вы- сохло.	—	—	—
	23	52	215	—	—	—	—
	31	58	—	—	—	—	—
Сентябрь.	4	60	—	—	31	—	—
	10	63	—	—	—	—	—
	17	68	—	—	—	—	—
	21	70	—	—	—	—	—
	27	73	—	—	—	—	—
Октябрь.	4	78	250	—	44	—	—
	12	84	—	—	—	—	—
	20	88 <sup>1/2</sup>	—	—	—	—	—
	25	87 <sup>1/2</sup>	—	—	—	—	—
	30	87 <sup>1/2</sup>	—	—	—	—	—
Ноябрь.	2	88	290	—	—	—	—
	4	88	—	—	—	—	—
	5	88	—	—	50	—	—
	6	вода за- мерзла.	вода за- мерзла.	—	вода за- мерзла.	—	—

Таблица 5-я

убыли воды въ водохранилищахъ Старобѣльскаго участка лѣтомъ 1895 года.

Мѣсяцъ.	Убыль воды по футштокамъ въ сантиметрахъ.						Усть-лиманъ.
	Число.	Южное водохра- нилище.	Среднее водохра- нилище.	Сѣверное водохра- нилище.	Верхнее водохра- нилище.	Опытное водохра- нилище.	
Апрѣль.	24	—	—	0	—	—	0
	25	0	0	3	0	0	16
	26	2	1	6	2	7	29
	27	4	4	7	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	18	34
Май.	7	12	30	34	16	—	—
	12	—	—	—	—	высох.	—
	17	31	57	65	31	—	—
	18	34	60	67	32	—	—
	22	—	—	—	—	—	высох.
Юнь.	8	69	120	119	60	—	—
	13	80	136	132	70	—	—
	14	80 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	137	133	72	—	—
	15	82	129	136	63	—	—
	18	84	142	140	180	—	—
	27	113	172	160	191	—	—
	28	115	177	165	192	—	—
	29	116	181	167	193	—	—
Юль.	1	120	190	171	196	—	—
	3	121	192	179	198	—	—
	14	141	306	204	211	—	—
	28	162	326	239	227	—	—
Августъ.	29	163	330	243	231	—	—
	2	171	высохло.	256	134	—	—
	22	—	—	326	165	—	—
Сентябрь.	20	—	—	—	180	—	—
	30	—	—	—	высохло.	—	—

надежныя *среднія шифры* убыли воды для каждаго водохранилища и когда будетъ выяснено, сколько воды испаряется со свободной поверхности и сколько просачивается въ грунтъ.

### Грунтовая вода.

Изученіе грунтовыхъ водъ можно подраздѣлить на двѣ категоріи. Къ первой относятся наблюденія надъ колебаніемъ горизонта воды въ зависяности отъ внѣшнихъ естественныхъ факторовъ, каковыми являются метеорологическіе элементы и природа водоносныхъ пластовъ. При этомъ предполагается, что на грунтовая вода не вліяютъ искусственныя условія, какъ то: откачка воды изъ водоноснаго пласта, дренированіе его, пополненіе убыли изъ сосѣдняго водохранилища и проч.

Ко второй категоріи мы отнесемъ наблюденія надъ грунтовыми водами, подверженными внѣшнимъ искусственнымъ факторамъ. Такіе факторы нарушаютъ естественное движеніе подземнаго потока (по направленію линіи наибольшаго ската) и измѣняютъ положеніе его уровня. Въ конечномъ результатѣ происходитъ притокъ воды къ водосборному сооруженію или поднятіе горизонта ея, въ случаѣ увлажняющаго дѣйствія смежнаго воднаго резервуара, влагосборной опушки или иного собирателя влаги.

Изученіе тѣхъ линій, по которымъ располагается верхній уровень грунтовой воды <sup>1)</sup>, соотношеніе между характеромъ (формою)

---

<sup>1)</sup> Эти линіи могутъ быть во многихъ частныхъ случаяхъ выражены уравненіями и носятъ названіе линій депрессіи.



ихъ и природою водоноснаго пласта составляетъ одну изъ важнѣйшихъ задачъ гидрологіи.

Не входя въ дальнѣйшее разсмотрѣніе даннаго вопроса, замѣтимъ, что наблюденія надъ грунтовыми водами на опытныхъ участкахъ Экспедиціи носятъ смѣшанный характеръ; колодцы, въ которыхъ дѣлаются измѣренія, приурочены частью къ влагосборнымъ сооруженіямъ, частью расположены внѣ сферы ихъ вліяній; обработка наблюденій производится, главнымъ образомъ, въ метеорологическомъ отдѣлѣ Экспедиціи. И вообще до правильной постановки дѣла остается желать еще очень многого; причина этому заключается въ томъ, что подобнаго рода изслѣдованія должны быть *массовыми* и требуютъ большихъ затратъ; кромѣ того, по сіе время не выработаны еще приемы точнаго и недорогого способа наблюденій надъ колебаніями горизонта воды въ грунтѣ.

Тѣмъ не менѣе, Экспедиція сдѣлала не мало для полнаго осуществленія намѣченныхъ изслѣдованій; мало-по-малу участки покрываются сѣтью опытныхъ колодцевъ и трубъ, опущенныхъ до области грунтовыхъ водъ; построенная на Старобѣльскомъ участкѣ водосборная галерея (описана во второй главѣ) можетъ выяснить многое изъ механики движенія грунтовой воды.

Что касается *приемовъ изслѣдованій*, то практика Экспедиціи показала, что обыкновенный колодець наиболѣе пригоденъ для этой цѣли; въ обсадныхъ трубахъ (болѣе дешевыхъ) колебаніе горизонта воды передается очень медленно, особенно въ томъ случаѣ, когда труба проходитъ мало проницаемые для воды грунты.

Измѣреніе горизонта воды въ колодцѣ производится обыкновенною рулеткою, съ грузомъ на концѣ; въ неглубокихъ колодцахъ ясно виденъ моментъ прикосновенія конца рулетки къ спокойной водной поверхности; рулетка съ пружиною <sup>1)</sup> примѣняется для глубокихъ колодцевъ. Гораздо труднѣе измѣреніе горизонта воды

---

<sup>1)</sup> Описаніе ея см. Труды Экспедиціи, научный отдѣлъ, томъ III, вып. I, стр. 145.

въ обсадныхъ трубахъ, въ которыхъ трудно уловить моментъ прикосновенія конца измѣрительнаго прибора съ водной поверхностью.

Въ заключеніе приводимъ, для примѣра, сводную таблицу наблюденій надъ горизонтомъ воды въ колодцахъ Старобѣльскаго участка въ 1895 году.

Въ заключеніе приводимъ, для примѣра, сводную таблицу наблюденій надъ горизонтомъ воды въ колодцахъ Старобѣльскаго участка въ 1895 году.

Въ заключеніе приводимъ, для примѣра, сводную таблицу наблюденій надъ горизонтомъ воды въ колодцахъ Старобѣльскаго участка въ 1895 году.

Въ заключеніе приводимъ, для примѣра, сводную таблицу наблюденій надъ горизонтомъ воды въ колодцахъ Старобѣльскаго участка въ 1895 году.

Въ заключеніе приводимъ, для примѣра, сводную таблицу наблюденій надъ горизонтомъ воды въ колодцахъ Старобѣльскаго участка въ 1895 году.

Результатъ наблюденій надъ калеканіемъ горизонта грунтовыхъ водъ въ опытныхъ колодцахъ и обсадныхъ трубахъ на Старобѣльскомъ участкѣ въ 1895 году.

Мѣсяць.	Число.	Глубина до воды въ колодцахъ или трубахъ, въ сантиметрахъ.							
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Апрѣль. . .	1	365	—	—	—	—	—	—	—
	3	365	75	—	—	—	—	—	—
	10	331	—	32	—	—	—	—	—
	12	329	42	35	—	—	—	—	—
	14	320	24	17	—	—	—	—	—
	16	314	16	14	—	—	—	—	—
	18	298	9	1	—	—	—	—	—
	20	271	4	2	—	—	—	—	—
	23	246	5	1	—	115	—	39	—
	26	—	—	—	—	131	—	17	64
	27	256	14	10	3	243	170	20	65
Май. . . .	5	246	29	17	1	—	—	—	—
	7	—	—	—	—	190	327	406	73
	10	242	33	22	4	—	—	—	—
	14	245	39	29	7	—	—	—	—
	16	248	42	33	8	—	—	—	—
	17	—	—	—	—	226	466	486	78
	18	250	48	38	9	230	560	489	79
	22	253	50	42	16	—	—	—	—

Мѣсяцъ.	Число.	Глубина до воды въ колодцѣ или трубѣ, въ сантиметрахъ.							
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Май. . . .	24	255	57	47	17	—	—	—	—
	28	259	57	51	23	—	—	—	—
Юнь. . . .	3	268	69	62	25	255	595	523	141
	5	269	76	66	29	—	—	—	—
	8	276	79	80	38	—	—	—	—
	12	273	89	83	35	—	—	—	—
	15	282	82	79	36	—	—	—	—
	18	—	—	—	—	256	—	526	146
	20	282	92	87	40	—	—	—	—
	23	286	99	94	41	—	—	—	—
	26	289	93	91	34	—	—	—	—
	27	290	96	93	35	259	634	528	186
	29	291	97	94	35	259	643	528	—
Юль. . . .	1	295	93	92	33	250	650	529	201
	4	297	95	94	39	—	—	—	—
	6	294	99	97	35	—	—	—	—
	9	299	99	99	40	—	—	—	—
	15	305	104	104	41	—	—	—	—
	19	308	104	103	44	—	—	—	—
	22	309	106	105	43	—	—	—	—
	24	314	110	106	43	—	—	—	—
29	318	115	116	44	—	—	—	—	
Августъ . .	7	325	121	120	46	295	—	—	306

Глубина до воды въ колодеѣ или трубѣ, въ сантиметрахъ.

Мѣсяцъ.	Число.	Глубина до воды въ колодеѣ или трубѣ, въ сантиметрахъ.							
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Августъ . .	13	330	125	124	50	—	—	—	—
	15	335	129	128	49	—	—	—	—
	17	333	128	127	50	—	—	—	—
	19	337	130	127	52	—	—	—	—
	21	—	—	—	—	281	—	—	345
	23	337	132	131	53	—	—	—	—
	27	340	136	132	53	—	—	—	—
	30	—	—	—	—	285	—	—	—
	31	343	134	131	53	—	—	—	—
Сентябрь . .	1	340	134	131	52	—	—	—	—
	2	341	137	134	53	—	—	—	—
	4	348	137	134	55	—	—	—	—
	5	348	138	134	55	—	—	—	—
	6	348	137	134	55	350	—	—	406
	8	347	136	133	55	—	—	—	—
	10	349	136	134	56	—	—	—	—
	18	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	355	133	132	60	—	—	—	—

Мѣсяць.	Число.	Глубина до воды въ колодцѣ или трубѣ, въ сантиметрахъ.							
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Сентябрь . .	25	357	132	131	59	—	—	—	—
Октябрь . .	1	377	150	151	65	—	—	—	—
	2	376	150	152	—	—	—	—	—
	3	377	151	152	—	—	—	—	—
	4	376	150	152	—	—	—	—	—
	14	360	129	129	70	374	—	—	415
Ноябрь . .	11	—	121	123	65	—	—	—	—

*Примѣчаніе къ таблицѣ.* Мѣстоположеніе опытныхъ колодцевъ и обсадныхъ трубъ слѣдующее:

*Пунктъ № 1.* Колодець среди защитной полосы № 2; высота колодца надъ уровнемъ р. Деркула 3,83 саж.

*Пунктъ № 2.* Колодець на высотѣ 1,79 саж. надъ меженнымъ горизонтомъ р. Деркула, на NNW отъ метеорологической станціи № 2, въ 25 саженьяхъ отъ нея; расположенъ въ небольшой низинѣ.

*Пунктъ № 3.* Опытный колодець, расположенный въ той-же низинѣ, что и колодезь № 2, въ 46,5 саж. отъ метеорологической станціи № 2, на NNW отъ нея. Надъ уровнемъ воды въ р. Деркулѣ 1,899 саж.

*Пунктъ № 4.* Обсадная желѣзная труба, въ низинѣ, на NNW отъ метеорологической станціи № 2, въ 39 саж. отъ нея. Высота колодца 1,87 саж. надъ р. Деркулъ.

*Пунктъ № 5.* Опытный колодець около плотины Даниловскаго водохранилища.

*Пунктъ № 6.* Опытный колодець въ верховьѣ Даниловскаго водохранилища.

*Пунктъ № 7.* Опытный колодець въ Среднемъ отъершкѣ Криничнаго яра, подъ плотиную Средняго водохранилища.

*Пунктъ № 8.* Опытный колодець въ Южномъ отъершкѣ Криничнаго яра, подъ плотиную водохранилища Южнаго.



## ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	Строка:	Напечатано:	Слѣдуетъ читать:
18	7 снизу	годъ <sup>2</sup> )	годъ <sup>2</sup> );
19	6 сверху	Деркулѣ	Деркулѣ,
22	10 "	Экспедиціи,	Экспедиціи
23	15 "	воды,	воды
—	18 "	зимѣ,	зимѣ
—	3 снизу	что	что,
24	2 сверху	тальвега	тальвега,
25	10 снизу	во	въ
—	— "	плотинѣ,	плотинѣ
—	7 "	почву	почву,
29	1 сверху	Внутренній	Внѣшній
—	6 снизу	сооруженія	сооруженія
32	6 "	участкахъ.	участкахъ,
34	5 "	характеризовать	характеризовать
35	16 "	плотинами	плотинами,
40	9 сверху	предположено,	предположено
41	11 "	обѣихъ	обоихъ
46	18 снизу	времени,	времени
48	3 сверху	разрѣзъ,	разрѣзъ
58	12 снизу	производя	производила
83	18 сверху	распространенныя	распространенныя
98	2 снизу	на стр. 101	на стр. 110
99	5 сверху	цитѣ В	цитѣ А
—	5 "	Закрытомъ А	Закрытомъ В
126	14 "	оврагу	оврагу,
127	13 "	опредѣленіи	опредѣленіи
127	10 снизу	изъ скоростей на поверх- ности	изъ произведенія скоро- стей на поверхность

Поправку въ опечаткахъ «127 стр. 10 строка снизу» слѣдуетъ считать недействительной.

В. Д.

# ЗАКОННОСТЬ

№ п/п	Имя	Фамилия	Дата рождения	Место рождения
1	Александр	Иванов	1910	Москва
2	Владимир	Петров	1912	Ленинград
3	Сергей	Смирнов	1915	Самара
4	Николай	Козлов	1918	Новосибирск
5	Павел	Васильев	1920	Казань
6	Антон	Михайлов	1922	Волгоград
7	Игорь	Соколов	1925	Харьков
8	Юрий	Лебедев	1928	Одесса
9	Александр	Зинченко	1930	Днепропетровск
10	Виктор	Попов	1932	Киев
11	Константин	Сидоров	1935	Львов
12	Георгий	Морозов	1938	Винница
13	Владимир	Кузнецов	1940	Черкассы
14	Александр	Новиков	1942	Хмельницкий
15	Сергей	Воробей	1945	Житомир
16	Николай	Степанов	1948	Коростень
17	Павел	Мельников	1950	Бердичев
18	Антон	Климов	1952	Жмеринка
19	Игорь	Соловьев	1955	Ужгород
20	Юрий	Лавров	1958	Львов
21	Александр	Савин	1960	Винница
22	Виктор	Семин	1962	Житомир
23	Константин	Семин	1965	Коростень
24	Георгий	Семин	1968	Бердичев
25	Владимир	Семин	1970	Жмеринка
26	Александр	Семин	1972	Ужгород
27	Сергей	Семин	1975	Львов
28	Николай	Семин	1978	Винница
29	Павел	Семин	1980	Житомир
30	Антон	Семин	1982	Коростень
31	Игорь	Семин	1985	Бердичев
32	Юрий	Семин	1988	Жмеринка
33	Александр	Семин	1990	Ужгород
34	Виктор	Семин	1992	Львов
35	Константин	Семин	1995	Винница
36	Георгий	Семин	1998	Житомир
37	Владимир	Семин	2000	Коростень
38	Александр	Семин	2002	Бердичев
39	Сергей	Семин	2005	Жмеринка
40	Николай	Семин	2008	Ужгород
41	Павел	Семин	2010	Львов
42	Антон	Семин	2012	Винница
43	Игорь	Семин	2015	Житомир
44	Юрий	Семин	2018	Коростень
45	Александр	Семин	2020	Бердичев





