

631.4

П 32

Р III. 117

ПРАКТИКА УШЕНІЯ БОЛОТЪ ОТКРЫТЫМИ КАНАЛАМИ.

Матеріалы и справочная книга для техникувъ, десятниковъ и сельскихъ хозяевъ къ производству обслѣдованія болотъ, проектированію осушительныхъ каналовъ, составленію смѣты и исполненію осушительныхъ работъ.

Составилъ

Инженеръ-технологъ **П. С. Піотровскій.**

Изданіе второе, исправленное и значительно дополненное.

Съ 28 чертежами въ текстѣ и на отдѣльныхъ таблицахъ и съ 2 фотографическими снимками.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ИЗДАНІЕ А. Ф. ДЕВРІЕНА.

1913

ПРАКТИКА
ОСУШЕНІЯ БОЛОТЪ
ОТКРЫТЫМИ КАНАЛАМИ.



Осушительный каналъ на боровомъ болотѣ (Селищенская дача, Владим. губ.).

ПРАКТИКА ОСУШЕНІЯ БОЛОТЪ ОТКРЫТЫМИ КАНАЛАМИ

Матеріалы и справочная книга для техникувъ, десятниковъ и сельскихъ хозяевъ къ производству обслѣдованія болотъ, проектированію осушительныхъ каналовъ, составленію смѣты и исполненію осушительныхъ работъ.

С О С Т А В И Л Ъ
И Н Ж Е Н Е Р Ъ - Т Е Х Н О Л О Г Ъ П. С. Піотровскій.

Изданіе второе, исправленное и значительно дополненное.

Съ 28 чертежами въ текстѣ и на отдѣльныхъ таблицахъ и съ 2 фотографическими снимками.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
ИЗДАНІЕ А. Ф. ДЕВРІЕНА.
1913.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТРАН.
Отъ автора къ 1-му изданію	IX
„ „ ко 2-му „	XI
ЛИТЕРАТУРА. Сочиненія на русскомъ языкѣ	XIII
„ „ иностранныхъ языкахъ.	XV
ВСТУПЛЕНІЕ. Слѣдуетъ ли осушать болота?	1—11
Климатическая и гидрологическая роль неосушенныхъ болотъ (стр. 1). Выводы изъ опытовъ Флейшера (стр. 5). Климатическая и гидрологическая роль осушенныхъ болотъ (стр. 8). Результаты и цѣль осушенія болотъ (стр. 10).	
ГЛАВА ПЕРВАЯ. Происхожденіе болотъ и ихъ классификація. .	12—40
Общая характеристика трехъ главныхъ типовъ болотъ (стр. 12). 1) Низинныя болота, ихъ подраздѣленіе (стр. 15): осоковыя, ихъ образованіе, растительность и торфъ (стр. 15); тростниковыя, ольховыя и моховыя (стр. 22). 2) Высонія боровыя болота: образованіе, растительность и торфъ (стр. 28). 3) Смѣшанныя или переходныя болота: образованіе, растительность, торфъ (стр. 36). Ростъ болота, опредѣленіе возраста (стр. 38).	
ГЛАВА ВТОРАЯ. Обслѣдованіе болотъ съ цѣлью составленія проекта осушительныхъ работъ	41—70
Общая замѣчанія по поводу обслѣдованія (стр. 41). Программа для обслѣдованія болотъ (стр. 43). Обслѣдованіе водотоковъ и водовмѣстилищъ: рѣкъ и озеръ (стр. 43). Обслѣдованіе болота (стр. 44). Сводная вѣдомость специальныхъ изысканій (стр. 49).	
<i>Примѣчанія:</i> 1) Съемка плана, азимуты и румбы, правила ихъ чтенія и вычисленія румбовъ по азимутамъ и обратно, опредѣленіе геометрическихъ угловъ по азимутамъ и румбамъ (стр. 52). 2) Нивелированіе, пикеты, нивелиръ системы Эго, повѣрки нивелира (стр. 58). 3) Зондированіе почвы, опредѣленіе свойствъ торфа (стр. 63). 4) Опредѣленіе растительнаго покрова (стр. 65). 5) Опредѣленіе почвы и подпочвы (стр. 66).	

Проектъ осушительныхъ работъ: 1) планы и чертежи (стр. 66), 2) пояснительная записка (стр. 68), 3) расчетъ земляныхъ работъ (стр. 70), 4) предварительная смета (стр. 70).

ГЛАВА ТРЕТЬЯ. **Опредѣленіе ширины дна канала трапециoidalнаго поперечнаго сѣченія 71—110**

Полная формула Гангюйлле-Куттера для средней скорости теченія v и ея видоизмѣненія (стр. 72). Уравненія для A , a , R и R (стр. 73). Зависимость между R и v (стр. 73). Максимальное значеніе R и самая выгодная поперечная профиль канала (стр. 74). Таблица 1-я: значенія φ , $\cotg\varphi$, $2/\sin\varphi$ и $2/\sin\varphi - \cotg\varphi$ (стр. 76). Зависимость между R и h , таблица 2-я: значенія R при различныхъ γ и $\cotg\varphi$ (стр. 77). Повѣрка v по формулѣ Гангюйлле-Куттера и вліяніе ея на измѣненіе a (стр. 79). Таблица 3-я предѣльныхъ допустимыхъ скоростей теченія (стр. 80). Таблица 4-я коэффициентовъ α и β (стр. 80). Примѣръ расчета размѣровъ канала, спрямляющаго рѣку (стр. 81). Таблица 5-я скоростей v , вычисленныхъ по полной формулѣ Ганг.-Куттера (стр. 83). Примѣры къ ней (стр. 85). Определеніе ширины дна малыхъ каналовъ, сокращенная формула Гангюйлле-Куттера (стр. 88). Таблицы 6-я и 7-я коэффициентовъ S и S' (стр. 90). Примѣры расчета (стр. 92). Таблица 8-я значеній n для разныхъ руселъ (стр. 93). Таблица квадратныхъ корней изъ чиселъ отъ 0 до 3000 (стр. 95).

ДОПОЛНЕНИЕ 1-е. **Нѣкоторыя другія формулы для v 111—127**

Общая формула и коэффиц. c , значеніе его по Эйтельвейну (стр. 111). Формула Дарси-Базена и ея 4 выраженія (стр. 112). Первоначальная формула Ганг.-Куттера (стр. 113). Формулы Гагена, измѣненіе Янковскаго (стр. 114). Коэффициентъ Милицера (стр. 116). Таблица 9-я значеній коэффициента c , вычисланнаго по различнымъ формуламъ (стр. 115). Выводы изъ нея; совѣты проф. Рихтера относительно выбора формулы для v (стр. 117). Таблица 10-я скоростей v , вычисланныхъ по формулѣ Милицера (стр. 118). Примѣры къ ней (стр. 123). Нѣкоторые выводы изъ примѣровъ къ таблицамъ 5-й и 10-й (стр. 127).

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. **Опредѣленіе предѣла распространенія подпора воды запрудами и его величины въ любомъ мѣстѣ подпёртаго водотока 128—139**

Простѣйшее опредѣленіе предѣла подпора (стр. 128). Парабола, ея уравненіе и примѣненіе его къ опредѣленію предѣла и величины подпора (стр. 131). Уравненіе Бернулли и формула

СТРАН.

Рюльмана (стр. 134). Примѣры ея употребленія (стр. 136).
Таблица Рюльмана (стр. 138).

ГЛАВА ПЯТАЯ. Опредѣленіе количества земляныхъ работъ для вырытія осушительныхъ каналовъ. 140—168

1) Опредѣленіе количества выемки: простѣйшая формула (стр. 140), формула Винклера (стр. 141), формула Мурзо, ея выводъ, поправка (стр. 142). 2) Опредѣленіе площади дна (стр. 145) и откосовъ (стр. 146). Таблица квадратовъ, чиселъ отъ 0 до 3009 (стр. 147). Таблица поправокъ къ формулѣ Мурзо (стр. 163).

ГЛАВА ШЕСТАЯ. Примѣрная смѣта осушительныхъ работъ. 169—244

А. Поясненіе къ смѣтѣ (стр. 169). Б. Смѣта: 1) спрямленіе рѣки (стр. 176); 2) углубленіе ея дна, срубъ мысовъ, расчистка русла (стр. 177), суженіе русла плетнями (стр. 179); 3) уширеніе и углубленіе существующаго канала (капитальный ремонтъ): откидка кавальеровъ, выемка, перемычки и щиты, водоотливъ, водоотводныя канавки, укрѣпленіе откосовъ плетнями (стр. 182); 4) проложеніе канала вновь: выемка въ разныхъ грунтахъ, корчеваніе (стр. 189), выемка при двойной (съ уступами) поперечн. профили канала (стр. 190), укрѣпленіе откосовъ мощеніемъ и дернованіемъ (стр. 192), перепады: деревянный (стр. 194) и фашинно-плетневой (стр. 205); 5) шлюзы: большой—со шпунтовымъ рядомъ изъ бревенъ (стр. 209), малый шлюзъ (стр. 220); дорога на болотѣ, дорожныя канавы, укрѣпленіе откосовъ дороги, тумбы (стр. 230); 7) Мосты: съ косорубами и перилами (стр. 233), безъ косорубовъ (стр. 338), малый мостикъ (стр. 240).

Примѣчанія: 1) предварительная и исполнительная смѣты, разница между ними (стр. 173), 2) форма смѣты (стр. 174).

ГЛАВА СЕДЬМАЯ. Исполненіе осушительныхъ работъ и нѣкоторыхъ другихъ, съ ними связанныхъ 246—278

Детальная разбивка оси канала, визирки (стр. 246), разбивка поперечн. профилей (стр. 248), три способа разбивки закругленій (стр. 250), сокращенныя и упрощенныя таблицы Кренке (стр. 254). Собственно осушительныя работы: расчистка и спрямленіе рѣчекъ, инструменты (стр. 260), капитальный ремонтъ каналовъ (стр. 265); копка новыхъ каналовъ: кюветъ, работа уступами, удаленіе наносовъ, полировка откосовъ, отдѣлка бермъ и кавальеровъ, воронки (стр. 266), орудія работы (стр. 269), провѣрочныя инструменты, выносъ пикетовъ (стр. 271). Уроки (стр. 272). Укрѣпленіе откосовъ (стр. 272).

Перепады (стр. 274). Замѣчанія по поводу устройства шлюзовъ и мостовъ (стр. 276). Устройство дорогъ и вѣздовъ (стр. 277).

ДОПОЛНЕНИЕ 2-е. **Опредѣленіе расхода проектируемаго канала.** 278—293

Общая формула секунднаго расхода водотока (стр. 279).
Опредѣленіе площади бассейна (стр. 279). Норма стока, модуль стока и ихъ факторы (стр. 279). Методы опредѣленія величины рѣчного стока (стр. 280). Положенія Бельгранда (стр. 281). Уравненія Пенка и Келлера (стр. 283). Формулы и таблицы Инковского (стр. 284). Способы опредѣленія нормъ максимальнаго стока (стр. 288): опредѣленіе Фридриха и норма Людеке (стр. 289), опредѣленіе б. Западной Экспедиціи и Оппокова (стр. 290), опредѣленіе по формулѣ Инковского (стр. 291). Сравнительная таблица нормъ наибольшаго стока (стр. 292).
Опредѣленіе расхода боковыхъ каналовъ по ихъ длинѣ (стр. 293).

ДОПОЛНЕНИЕ 3-е. **Способъ употребленія таблицъ квадратовъ и квадратныхъ корней** 293—296

Нахожденіе въ таблицѣ квадрата даннаго числа (стр. 294).
Нахожденіе въ таблицѣ кв. корня изъ даннаго числа (стр. 294).
Интерполированіе, ошибка интерполяціи въ практикѣ (стр. 295).
Списокъ опечатокъ 296

Отъ автора къ первому изданію.

Настоящій трудъ является лишь въ незначительной степени результатомъ самостоятельныхъ наблюденій, практики и вычисленій. Сказать «новое слово» въ старомъ дѣлѣ осушенія болотъ—трудно, и больше другихъ, русскому технику. Въ научной литературѣ, особенно иностранной, болѣе всего нѣмецкой, имѣется масса весьма цѣнныхъ и дѣльныхъ сочиненій и періодическихъ изданій, подробно разсматривающихъ и объясняющихъ вопросы болотной осушительной и культурной техники. Самыя цѣнныя изъ этихъ сочиненій, извѣстныя автору, перечислены ниже въ отдѣлѣ «Литература». Знакомство съ ними, хотя бы только съ имѣющимися на русскомъ языкѣ, а изъ нѣмецкихъ, съ сочиненіями Фридриха и Зельгорста, авторъ не только рекомендовалъ бы, но даже считалъ бы необходимымъ для каждаго русскаго техника, занимающагося осушительными работами, если только онъ желаетъ работать осмысленно и съ пользою для дѣла.

Въ настоящей книгѣ авторъ старался дать посильную сводку всѣхъ необходимыхъ свѣдѣній, нужныхъ для правильного обслѣдованія болотъ съ цѣлью ихъ осушенія и для

проектированіе главныхъ осушительныхъ каналовъ,—словомъ дать нѣчто въ родѣ «*vademecum*» для начинающихъ болотныхъ техниковъ, особенно съ низшимъ и со среднимъ образованіемъ, И это первая цѣль настоящаго изданія.

Второй цѣлью является побудить тѣхъ изъ товарищей, кои вѣрятъ въ пользу осушенія болотъ, коимъ это дѣло дорого и близко къ сердцу,—къ опубликованію, хотя бы даже въ видѣ рѣзкой критики выпускаемой мною книжки, своихъ наблюденій, замѣтокъ и свѣдѣній по данному вопросу. Вѣдь только «соединенными силами», уча другъ друга и учась, дѣлясь своими наблюденіями, мы можемъ двинуть и поднять на должную высоту дѣло осушенія болотъ, важное значеніе коего для нашего отечества, думаю, не станетъ отрицать никто. Хочу вѣрить, что эта цѣль мною будетъ достигнута и что, хотя бы этимъ, я помогу дорогому мнѣ дѣлу.

Губ. г. Владиміръ,

Августъ 1910 года.

Отъ автора ко второму изданію.

Успѣхъ перваго изданія настоящей книги, которая подъ заглавіемъ «Осушеніе болотъ» была мною издана въ декабрѣ 1910 года въ губ. г. Владимірѣ и разошлась въ теченіе первыхъ пяти мѣсяцевъ, послѣ выпуска въ продажу, несмотря на то, что не было абсолютно никакой рекламы и даже газетныхъ объявленій,—а равно многочисленныя требованія этой книги, которыя я продолжаю получать до настоящаго времени, не имѣя возможности ихъ удовлетворить, заставили меня предложить А. Ф. Девріену выпустить ея второе изданіе.

Получивъ его любезное согласіе, я тщательно просмотрѣлъ свою книгу, исправилъ всѣ замѣченные промахи и ошибки, значительно ее дополнилъ и переработалъ вновь для втораго изданія нѣкоторые ея отдѣлы. Такъ, вновь мною составлены и включаются въ изданіе *два главы*, съ 15 новыми чертежами: *шестая* — «Примѣрная смета осушительныхъ работъ» и *седьмая* — «Исполненіе осушительныхъ работъ», сдѣлано значительное дополненіе къ *главѣ третьей*, въ которое включены двѣ таблицы среднихъ скоростей движенія воды, совершенно переработано и значительно дополнено «Дополненіе 2-е—Опредленіе расхода проектируемаго канала», прибавлено «Дополненіе 3-е: Способъ употребленія таблицъ квадратовъ и кв. корней».

Выпуская настоящее изданіе, я считаю пріятнымъ долгомъ принести горячую и почтительную благодарность моимъ б. т. товарищамъ по службѣ, инженерамъ: Е. В. Оппокову, Р. Г. Спарро, И. К. Радзиковскому, гидротехнику Сувальско-Лонжинскаго Управленія З. и Г. И. (фамилія его, къ сожалѣнію мнѣ неизвѣстна), сообщившимъ мнѣ свои весьма цѣнные замѣчанія по поводу 1-го изданія книги, коими я не преминулъ воспользоваться, а равно моимъ бывшимъ сотрудникамъ: А. В. Трунову, В. А. Пустовойту, А. С. Скворцову и Б. М. Абрамову, которые помогали мнѣ въ составленіи смѣты и исполненіи новыхъ чертежей.

И. С. Піотровскій.

Іюль 1913 г.

ЛИТЕРАТУРА.

Списокъ сочиненій по осушенію и культурѣ болотъ, по гидрологіи, гидравликѣ, климатологій, ботаникѣ, почвовѣдѣнію и т. п., отчасти использованныхъ въ настоящей книжкѣ, отчасти принятыхъ во вниманіе при ея составленіи.

а) На русскомъ языкѣ.

1. И. Жилинскій.—Очеркъ работъ Западной Экспедиціи по осушенію болотъ. 1873—1898 гг. Изд. 1899 г.
- Э. Дидрихиль и В. Штейнъ.—Развитіе культуры болотъ за послѣднія 25 лѣтъ. 1910 г.
- Е. В. Оппоковъ.—Режимъ р. Днѣпра въ связи съ вопросомъ о вліяніи на него осушенія болотъ.—Метеор. Вѣстникъ № 12, 1901 г.
 - » Рѣчныя долины Полтавской губерніи. 1900 г.
 - » Вопросъ объ обмелѣніи рѣкъ. 1900 г.
 - » Колебанія атмосферныхъ осадковъ и температуры въ бассейнѣ р. Десны съ 1884 по 1901 гг.—1905 г.
 - » Простѣйшій методъ изслѣдованія режима рѣкъ въ разные годы и его приложенія къ бассейну р. Днѣпра. 1908 г.
 - » О величинѣ коэффиціента стока на большихъ рѣчныхъ бассейнахъ, въ связи съ нормами для расчета осушительныхъ каналовъ.—Журналъ Минист. П. С., кн. 5-я, 1909 г.
 - » О гидрологической роли болотъ.—С. Х. и Лѣс., № 11, 1909 г.
- Е. В. Оппоковъ и П. Шрейберъ.—Служатъ ли болота регуляторами стока водъ и слѣдуетъ ли ихъ осушать. 1904 г.

- Г. Н. Высоцкий.—О взаимномъ соотношеніи между лѣсною производительностью и влагою въ южно-русскихъ лѣсничествахъ 1904 г.
- П. Отоцкий.—Грунтовая вода и лѣса, преимущественно на равнинахъ среднихъ широтъ. 1905 г.
- М. Рыкачевъ.—Колебанія уровня воды въ верхней части Волги въ связи съ осадками. 1905 г.
- А. Е. Гейнцъ.—Объ осадкахъ, количествѣ снѣга и объ испареніи на рѣчныхъ бассейнахъ Европейской Россіи. 1898 г.
- П. М. Соловьевъ.—Торфяное дѣло. 1897 г.
» Разработка торфа на топливо. 1894 г.
- Г. И. Танфильевъ.—Болота и торфяники Полѣсія. 1895 г.
» Геоботаническое описаніе Полѣсія. 1899 г.
» О болотахъ Петербургской губерніи.
- В. В. Усовъ.—Культура болотъ. 1911 г.
- Н. Кауфманъ.—Московская флора. 1889 г.
- Маевскій.—Флора Средней Россіи.
- Кернеръ фонъ Марилаунъ.—Жизнь растений. 1899 г.
- Монтеверде (Гофманъ).—Ботаническій Атласъ. 1899 г.
- А. Петунниковъ.—Руководство къ опредѣленію растений.
- Федченко и А. Флеровъ.—Флора Европейской Россіи. 1910 г.
- А. Флеровъ.—Луговые травы средней Россіи. 1903 г.
» Водяныя растенія.
» Флора Владимірской губерніи.
- Шмальгаузенъ.—Флора южной Россіи.
- Н. А. Богуславскій.—Курсъ геодезіи. 1908 г.
- Сибирцевъ.—Почвовѣдѣніе. 1909 г.
- Дроздовъ.—Краткій курсъ почвовѣдѣнія. 1909 г.
- Люгеръ.—Водоснабженіе городовъ. 1898 г.
- Черепашинскій.—Водоснабженіе. 1905 г.
- Самусь.—Курсъ гидравлики. 1904 г.
- А. Бриксъ.—Теоритическій курсъ гидравлики. 1902 г.
- А. Кржижановскій.—Плотины. 1904 г.
- Потоцкій.—Таблицы для расчета отверстій искусственныхъ сооружений 1899 г.
- Голиневичъ.—Отверстія для пропуска текучихъ водъ. 1896 г.

Волкъ-Карачевскій.—Опреѣленіе отверстій искусственныхъ соору-
женій. 1899 г.

Мурзо.—Таблицы для расчета земляныхъ работъ. 1900 г.

Г. Гаманнъ, пер. Дубахъ.—Гидравлика и ея приложеніе къ с. хоз.
1911 г.

Флиннъ.—Движеніе воды. 1897 г.

Н. Веберъ.—Разработка болотъ и забол. земель. 1912 г.

А. Бѣльскій.—Сельско-хозяйств. гидротехника. 1911. г.

Де-Рошефоръ.—Иллюстрированное Урочное Положеніе. 1910 г.

Сальмановичъ.—Руководство къ составленію смѣтъ. 1899 г.

Г. Кренке—Руководство къ разбивкѣ ж.-д. кривыхъ. 1897 г.

б) *Иностранныя сочиненія.*

I. Rychter.—Roboty wodne. Cz. 1. 1894.

K. Lubkowski.—Torfowiska nizinne. 1904.

J. Blaut.—O torfie. 1906.

H. Jonnota—Bzowski.—Melioracje wodne w gospod. wiejskiem. 1906.

W. Sikorski.—Uprawa rolna naszych torfowisk. 1909.

« —Czy kraj nasz wysycha. 1910.

A. Kornella.—Odwadnianie torfowisk. 1905.

A. Sempelowski—Nasze trawy łąkowe. 1902.

Douin.—Nouvelle flore des mousses. 1892.

Charpentier de Cossigny.—Hydraulique agricole. 1888.

E. Henry.—Les forêts des plaines et les eaux souterraines. 1903.

« Forêts et pluies. 1906.

Ed. Brückner.—Klimaschwankungen seit 1700. 1890.

« Schwankungen des Niederschlag im Deutschen Reiche 1816—
1900. 1901.

G. Hellman.—Die Niederschläge in den deutschen Stromgebieten.
1907.

H. Keller.—Niederchlag, Abfluss u. Verdunstung in Mitteleuropa.
1906.

W. Ule dr.—Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa. 1903.

A. Penck, Prof. Dr.—Die Flusskunde, als Zweig der physikalischen
Geographie. 1898.

- E. Wollny.—Ueber den Einfluss d. Pflanzendecke auf die Wasserführung d. Flüsse.
- H. Classen.—Ueber die Mitwirkung der Moore zur Verschärfung und Verminderung d. Hochwassergefahren. 1907.
- G. Tolkmitt.—Grundlagen der Wasserbaukunst. 1907.
- Mitteil. über die Arbeiten der Moorversuchstation in Bremen.
- Seelhorst, Dr. v.—Acker-und Wiesenbau auf Moorböden. 1892.
- A. Friedrich.—Kulturtechnischer Wasserbau. 1906—1908.
- L. G. Stebler.—Die besten Streupflanzen. 1890.
- F. Fischer.—Die Chemische Technologie der Brennstoffe. 1901.
- H. Schreiber.—Neues über Moorkultur und Torfverwertung. 1900—1902.
-

ВСТУПЛЕНИЕ.

Слѣдуетъ ли осушать болота?

Прежде, чѣмъ приступить къ характеристикѣ болотъ, къ изложенію способа ихъ обследованія и составленія проекта осушительныхъ работъ, считаю не лишнимъ привести вкратцѣ результаты новѣйшихъ и притомъ весьма добросовѣстныхъ изслѣдованій разныхъ ученыхъ по вопросу о гидрологической и климатической роли болотъ, неосушенныхъ и осушенныхъ, на основаніи каковыхъ изслѣдованій легко будетъ усмотрѣть, нужно ли и насколько важно дѣло осушенія ¹⁾).

Еще и въ настоящее время приходится часто выслушивать мнѣнія, что лѣса и болота служатъ регуляторами водности рѣкъ, климата, а главнымъ образомъ, количества атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ въ данной мѣстности; уничтоженію лѣсовъ и осушкѣ болотъ приписывались засухи, суховьи, обмелѣніе рѣкъ и т. п. нежелательныя явленія. Подобныя мнѣнія раньше находили защитниковъ даже среди ученыхъ, какъ, напримѣръ: Беръ (Baer), Вексъ (G. von Wex), С. Никитинъ. Однако позднѣйшія, болѣе точныя и объективныя изслѣдованія многихъ знаменитыхъ ученыхъ климатологовъ и гидрологовъ: Э. Брюкнера, Гельмана, Е. Вольни, В. Уле, Б. Пенка, П. Шрейбера, Г. Келлера и друг., а въ Россіи П. Отоцкаго, Рыкачева,

¹⁾ Въ дальнѣйшемъ изложеніи настоящей главы я пользовался трудами Е. Опшкова, Шрейбера и. больше всего, прекрасной недавно изданной брошюрой В. Сикорскаго (W. Sikorski. — Czy kraj nasz wysycha? 1910 г.).

А. Гейнца, II. Шрейбера и Е. Опокова ¹⁾, доказали полную ошибочность и несостоятельность этих мнѣній.

На основаніи трудовъ и изслѣдованій перечисленныхъ ученыхъ можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Прежде всего, нѣтъ никакихъ основаній положительно утверждать, что общее количество воды на земномъ шарѣ уменьшается или увеличивается съ древнѣйшихъ временъ.

2) Общее количество атмосферныхъ осадковъ въ каждомъ отдѣльномъ году есть величина постоянная для всего земного шара, бываютъ только значительныя колебанія въ выпаденіи осадковъ въ разныя времена года и въ разныхъ мѣстностяхъ.

3) На основаніи новѣйшихъ наблюденій надъ режимомъ рѣкъ, не можетъ быть рѣчи объ абсолютномъ постоянномъ уменьшеніи количества воды въ какой-либо рѣкѣ на континентѣ.

4) Что касается вліянія лѣсовъ на климатъ, то доказано, что въ мѣстностяхъ, въ коихъ вырублены лѣса, количество атмосферныхъ осадковъ не уменьшилось и рѣки не обмелѣли наоборотъ—большія лѣсныя площади часто прямо отрицательно дѣйствуютъ въ этомъ направленіи.

5) Неосушенные болота, въ мокрые годы служатъ причиною слишкомъ обильнаго стока воды въ рѣки, въ засушливые же годы—они ускоряютъ время наступленія мелководія; только канализованныя болота въ состояніи сохранить извѣстный запасъ воды для стока въ рѣки въ засушливое время.

6) Единственными регуляторами климата являются моря и океаны, въ связи съ измѣненіями температуры и теченіями вѣтровъ (циклоновъ и антициклоновъ).

7) Въ настоящее время утверждать о постоянномъ измѣненіи температуры къ худшему, по крайней мѣрѣ, преждевременно.

Разсмотримъ подробнѣе нѣкоторыя изъ этихъ положеній, опредѣляющія гидрологическую и климатическую роль болотъ.

Если лѣса въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ еще могутъ до извѣстной степени регулировать количество влаги въ данной странѣ, то неосушенные болота ни въ какомъ случаѣ и никогда не могутъ исполнять этой роли.

¹⁾ Списокъ главнѣйшихъ трудовъ этихъ ученыхъ и изслѣдователей приведенъ въ перечнѣ литературы.

Однако очень распространено мнѣніе, что болота даютъ начало и питаютъ большинство нашихъ рѣкъ, что они служатъ громадными резервуарами, въ которые накапливается вода въ періоды обильныхъ атмосферныхъ осадковъ (осенью, зимою и весною) и которые удерживаютъ большой запасъ воды, питающей затѣмъ ручьи и рѣки во время лѣтней засухи.

Обыкновенно при этомъ мощные торфяники уподобляются насыщенной водою громадной губкѣ, и это сравненіе всеѣмъ кажется до того естественнымъ, что никто не сомнѣвается въ указанномъ выше дѣйствіи торфяныхъ болотъ. Поэтому, когда наступали болѣе продолжительные періоды засухи, когда рѣки въ теченіе нѣкотораго времени страдали недостаткомъ воды,—обыкновенно указывали, какъ на причину пагубной засухи, на истребленіе лѣсовъ и на осушку болотъ. Эти причины всегда и н вездѣ соединялись, и въ такія времена усиленно воспрещалось какъ истребленіе лѣсовъ, такъ и рекомендовалось прекращеніе осушительныхъ работъ. Однако, насколько охрана лѣсовъ, по многимъ другимъ причинамъ, дѣло необходимое, настолько теорія о водоносномъ значеніи неосушенныхъ болотъ рѣшительно вредна въ своихъ логическихъ послѣдствіяхъ для народной культуры, характеристикой коей служитъ именно непрерывная борьба человѣка съ вредными послѣдствіями излишка или недостатка воды въ данной мѣстности. По этой причинѣ необходимо серьезно разсмотрѣть и постараться выяснитъ этотъ крайне важный вопросъ.

Прежде всего, обстоятельныя и добросовѣстныя изученія истоковъ рѣкъ доказываютъ, что ручьи и рѣки почти никогда не берутъ начала въ торфяникахъ, а преимущественно вытекаютъ изъ болѣе или менѣе мощныхъ моренныхъ отложеній—холмовъ, которыя очень легко поглощаютъ дождевыя воды, скопляютъ ихъ въ своихъ нѣдрахъ съ минимальной потерей на испареніе—и, затѣмъ, отдаютъ эти воды родникамъ, ручьямъ и рѣкамъ.

Вслѣдствіе этого рѣки обыкновенно вытекаютъ изъ скалистыхъ или песчанистыхъ грунтовъ, со значительными уклонами, и только затѣмъ вступаютъ на равнины, заполненныя торфяными отложеніями. Это наблюдается равно какъ въ отношеніи Полѣсскихъ рѣкъ, такъ и въ отношеніи горныхъ ручьевъ, которые тоже часто протекаютъ черезъ отложенія, такъ называемыхъ, „висящихъ“ торфовъ, расположенныхъ въ горахъ иногда на

значительной высотѣ. Никогда въ самыхъ истокахъ рѣкъ не встрѣчаемъ торфяниковъ, да если таковые и встрѣчаются (какъ напр., въ истокахъ Волги), то образовались они въ этихъ мѣстахъ благодаря дѣятельности человѣка, или искусственно вслѣдствіе подпора воды плотинами и запрудами, чѣмъ создаются благоприятныя условія для торфообразованія. *Итакъ, утвержденія, что болота даютъ начало рѣкамъ, совершенно ошибочны*, такъ какъ они не могутъ играть этой роли, какъ это будетъ видно изъ дальнѣйшаго изложенія.

Посмотримъ, могутъ ли неосушенные болота считаться исполненными запасами воды, стекающей въ нихъ отъ выпаденія атмосферныхъ осадковъ? Прежде всего болота до осушки постоянно переполнены водою отъ низу до самой поверхности, такъ какъ въ противномъ случаѣ ихъ не зачѣмъ было бы осушать. Во время сухого лѣта они нѣсколько обсыхаютъ въ верхнихъ слояхъ, хотя обыкновенно убыль воды на нихъ настолько незначительна (особенно въ поймахъ заболоченныхъ, лишенныхъ правильнаго теченія рѣкъ и рѣчекъ), что большею частію поверхность болотъ бываетъ покрыта водою болѣе или менѣе въ одинаковой степени въ теченіе круглаго года. Тѣмъ болѣе въ дождливое и прохладное время, когда, именно, выпадаетъ много осадковъ, болота переполнены водою, выпавшей въ видѣ дождя или снѣга; вода эта скатывается по поверхности болотъ, какъ по водонепроницаемой плоскости и цѣликомъ, безъ всякой потери на поглощеніе, поступаетъ въ рѣки и ручьи. Именно, въ такое время болота отдаютъ рѣкамъ громадныя массы воды, причиняя разливы.

Въ засушливое и жаркое время болота, нѣсколько обсыхая, жадно поглощаютъ каждую каплю дождя и сберегаютъ ее для своихъ надобностей, не отдавая ничего рѣкамъ. Вслѣдствіе этого текуція воды не извлекаютъ никакой пользы изъ окружающихъ болотъ, притомъ именно въ минуты наибольшей потребности (навигационной). Въ очень засушливое время случается даже, что болота поглощаютъ часть воды изъ протекающихъ по нимъ рѣкъ, какъ сухія губки.

Вдобавокъ торфяники во время вегетаціоннаго періода испаряютъ огромное количество воды, еще большее, чѣмъ лѣса, и поэтому требуютъ еще больше влаги, чѣмъ эти послѣдніе.

Это является причиною того, что болота распространены лишь въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они, благодаря гидрологическимъ

условіямъ, находятъ всегда достаточное количество влаги: нѣтъ болотъ вовсе, напримѣръ, на юго-востокѣ Россіи, гдѣ вообще большой недостатокъ воды.

Кромѣ того, нужно принять во вниманіе еще одинъ важный факторъ, препятствующій торфамъ отдавать воду рѣкамъ: именно, ихъ огромную влагопоглотительную способность (гидроскопичность и абсорбцію)¹⁾, вслѣдствіе коей вода сквозь торфъ просачивается лишь чрезвычайно медленно. Такъ, по опытамъ Толькмита²⁾, скорость просачиванія воды въ глинистой почвѣ составляетъ въ 1 часъ 10—20 миллиметровъ (0,22 до 0,45 вершка), въ торфѣ—отъ 40 до 60 миллиметровъ (0,9—1,34 вершка), въ пескахъ около 1-го метра (22,4 вершка). Вслѣдствіе этого въ каналъ или рѣку вода можетъ попасть лишь съ узкой полосы торфяного болота, къ нимъ прилегающей, да и то въ очень незначительномъ количествѣ; вся же совокупность данныхъ болотъ не отдаетъ рѣкамъ и каналамъ ни капли воды. Вообще, уже потому нельзя сравнивать торфяники съ насыщенной водою губкою, что отсутствуетъ здѣсь сила, которая могла бы выжать воду изъ этой громадной губки, безъ ея же дѣйствія вода не будетъ стекать въ водотоки.

Здѣсь уместно будетъ привести весьма поучительные выводы изъ многолѣтнихъ опытовъ д-ра Флейшера, завѣдывающаго Бременской опытной болотной станціей, одного изъ лучшихъ нѣмецкихъ специалистовъ по культурѣ болотъ,—относительно водоносныхъ свойствъ торфяныхъ болотъ. По этимъ опытамъ:

1) Въ холодное время года съ болота стекаетъ воды болѣе, чѣмъ въ теплое, но когда болото замерзнетъ, то всякій стокъ съ него прекращается; во время же оттаиванія стокъ тѣмъ болѣе усиливается.

Отъ промерзанія гигроскопичность торфа нѣсколько ослабѣваетъ. Такимъ образомъ, болота не только не регулируютъ стокъ воды, но даже значительно ухудшаютъ его равномерность.

2) Въ теплое время года болота, какъ уже было сказано, меньше всего отдаютъ воды. По опытамъ Бременской станціи торфъ въ холодное время отдаетъ 92,1% налитой въ него воды

¹⁾ Способность впитывать въ себя и удерживать.

²⁾ Tolkmitt. Grundlagen der Wasserbaukunst 1907, стр. 13.

(въ пробныхъ горшкахъ), въ теплое же — лишь 69,8%, остальные же 30% влаги теряются на испареніе.

Выше было указано, что неосушенные торфяники удерживаютъ очень мало воды изъ атмосферныхъ осадковъ; именно во время холодовъ не принимаютъ ихъ вовсе, а во время лѣтъ большею частью стоитъ засуха, и осадковъ выпадаетъ очень немного. Между тѣмъ потребность въ водѣ, ея расходъ, на торфяныхъ болотахъ тогда громадны, и, получая слишкомъ мало атмосферной воды, болота поглощаютъ громадное количество грунтовыхъ водъ, стекающихъ въ нихъ съ болѣе возвышенныхъ окрестныхъ минеральныхъ почвъ. Эти грунтовые воды скопляются изъ атмосферныхъ осадковъ, которые легко впитываются минеральными почвами съ очень небольшой потерей на испареніе.

Чѣмъ больше бассейнъ болота (водосборная площадь), тѣмъ больше въ него будетъ стекать грунтовыхъ водъ, горизонтъ коихъ обыкновенно соотвѣтствуетъ горизонту поверхности болотъ, вслѣдствіе чего эти воды свободно стекаютъ въ болота, и лишь по насыщеніи послѣднихъ въ избытокъ влагой, въ незначительномъ количествѣ стекаютъ въ рѣки.

Такимъ образомъ, рѣки часто протекаютъ сотни верстъ среди громадныхъ торфяниковъ, вся масса коихъ пропитана водою, но изъ нихъ онѣ получаютъ лишь весьма незначительное количество воды.

Иногда даже, какъ было упомянуто выше, вслѣдствіе особыхъ гидрологическихъ условій, замѣчается обратное движеніе воды, состоящее въ томъ, что торфяники начинаютъ высасывать воду изъ рѣкъ и ручьевъ и расходовать тотъ запасъ воды, который послѣдніе принесли изъ другихъ, не болотныхъ, пространствъ. Такое явленіе бываетъ чаще всего вблизи верховьевъ рѣкъ, на водораздѣлахъ, гдѣ обыкновенно расположены высокія (сфагновые) или переходныя болота. Торфъ этихъ болотъ отличается громадною водопоглотительною и испарительною способностью, и во время продолжительной засухи часто страдаетъ недостаткомъ воды, такъ какъ въ подобныхъ мѣстахъ и притокъ грунтовыхъ водъ незначителенъ, и не великъ бассейнъ для осадковъ. Тогда торфяники впитываютъ, насколько могутъ, воду изъ протекающихъ по нимъ рѣкъ, и такъ какъ этимъ способомъ имъ трудно удовлетворить свои потребности, то часто совершенно пересыхаютъ и даже выгораютъ. Подобные, часто

громадные, пожары торфяныхъ болотъ случались съ незапамятныхъ временъ, и слѣды ихъ остались или въ видѣ ямъ, наполненныхъ водою, или въ видѣ прослоекъ бѣлой золы среди торфа, образовавшихся уже послѣ пожара. Послѣ сильной пересушки или послѣ пожара болота для насыщенія своего торфа требуютъ громадное количество воды, жадно поглощаютъ всѣ атмосферные осадки, не допуская ихъ совершенно въ рѣки.

Итакъ, ясно, что *неосушенные болота* и въ инертномъ состояніи, когда они, преграждая громадными пространствами и массами дорогу грунтовымъ водамъ, не допускаютъ ихъ непосредственно въ рѣки, и въ дѣятельномъ,—когда прямо отнимаютъ воду изъ водотоковъ, *всегда и вездѣ отрицательно и вредно дѣйствуютъ на водныя условія въ мѣстахъ своего распространія*. Съ одной стороны, благодаря чрезвычайно сильной капиллярности, вслѣдствіе коей торфяныя толщи дѣйствуютъ какъ насосы, выкачивая воду на поверхность изъ нижнихъ горизонтовъ, съ другой огромная ихъ испарительная способность (вслѣдствіе испарительной дѣятельности водяной и болотной растительности) совмѣстно съ очень значительной водоудерживательной и поглотительной способностью (абсорбція)—дѣлаютъ болота настоящими расточителями влаги, совершенно непригодными для питанія рѣкъ.

Для завершенія выводовъ о гидрологическихъ свойствахъ неосушенныхъ болотъ слѣдуетъ еще упомянуть о вліяніи ихъ на температуру. Вотъ результаты опытовъ по этому вопросу, произведенныхъ др. Флейшеромъ ¹⁾:

1) Торфяное болото нагревается сильнѣе, чѣмъ минеральная почва, такъ какъ болѣе поглощаетъ солнечныхъ лучей.

2) Чрезвычайно легко выделяетъ теплоту.

3) Въ холодное время года отнимаетъ больше тепла изъ глубокихъ слоевъ.

4) Въ теплое время, чистый торфъ, теряетъ больше тепла, чѣмъ смѣшанный съ пескомъ или чѣмъ минеральная почва.

5) Вслѣдствіе своей плохой теплопроводности (собственно содержащейся въ торфѣ воды) неосушенные торфяники оттаиваютъ очень медленно, и на нихъ долго лежитъ снѣгъ.

¹⁾ Mitt. über Arbeiten d. Moortversuchstation in Bremen. 3. Jahresbericht. S. 432—441.

6) Вслѣдствіе необыкновенно сильной испарительной способности болото теряетъ очень много теплоты, и по этой причинѣ весной на немъ очень долго продолжаются вредны утренники, воздухъ бываетъ насыщенъ сыростью и туманами.

Отсюда конечный выводъ, что болота очень скверно вліяютъ на климатъ страны, и это ихъ вліяніе чувствительно отзывается на жителяхъ знаменитаго Полѣсья, а также многихъ мѣст Тверской, Ярославской, Владимірской, сѣверной части Рязанской и Нижегородской губерній, не говоря уже о болѣе сѣверныхъ губерніяхъ.

Совершенно другую роль въ климатическомъ отношеніи и въ общемъ балансѣ воднаго хозяйства данной мѣстности играютъ осушенные болота;—роль ихъ оказывается положительной.

Прежде всего канавы, прорѣзывающія болота вблизи границъ съ минеральными почвами, такъ называемыя окружныя или нагорныя канавы, назначеніе коихъ не допускать на болото грунтовая и родниковая воды изъ окружающихъ полей, перехватываютъ и отводятъ эти воды прямо въ рѣки, не позволяя имъ затеряться въ торфяной толщѣ. По этимъ канавамъ вода течетъ постоянно и безъ перерыва поступаетъ въ рѣки.

Канализаціонная же осушительная сѣтъ канавъ, проложенная на болотѣ, несетъ въ этомъ случаѣ уже меньше воды, чѣмъ эти окружныя канавы, но все-таки несетъ постоянно, безъ перерыва. Назначеніе осушительныхъ канавъ—понизить уровень воды въ болотной почвѣ до извѣстной глубины, именно на 8—12 вершковъ на луговыхъ болотахъ и даже ниже, если на болотахъ заводится правильная луговая или полевая культура.

Въ гидрологическомъ отношеніи дѣйствіе канализаціи болотъ состоитъ въ слѣдующемъ:

1) Прежде всего въ верхнихъ слояхъ болота образуется довольно значительная торфяная масса, не насыщенная водою и, потому, способная скоплять во время обильныхъ дождей довольно большой запасъ влаги, изъ коего, по наступленіи болѣе сухого времени, частая канализаціонная сѣтъ отводитъ значительную часть воды въ рѣки или ручьи. Чѣмъ чаще сѣтъ каналовъ, тѣмъ скорѣе сойдетъ эта вода, безъ излишняго и наираснаго расхода на испареніе.

2) Переменная растительного покрова болота, послѣ его меліорации¹⁾, также имѣетъ немалое значеніе: вмѣсто нѣжныхъ, сбитыхъ въ пучечки мховъ и болотныхъ растений, отличающихся громадною гидроскопичностью, вслѣдствіе которой они вытягиваютъ воду изъ болѣе глубокихъ слоевъ, скопляя ее на поверхности,—появляются травы и злаки, не обладающіе подобнымъ свойствомъ, и поэтому водоиспарительная способность болота сильно уменьшается съ его осушеніемъ.

3) Осушенные болота весной оттаиваютъ гораздо раньше неосушенныхъ, вслѣдствіе чего они сами могутъ поглотить часть снѣговыхъ водъ, способствуя этимъ уменьшенію рѣчныхъ разлиновъ: и эта часть весеннихъ водъ, поглощенная болотомъ, затѣмъ по наступленіи болѣе сухого времени постепенно отводится канавами въ водотоки.

4) Осушенные торфяники, вслѣдствіе пониженія въ нихъ горизонта болотныхъ водъ, не заболачиваютъ и не подмачиваютъ болѣе окружающихъ минеральныхъ почвъ, ни подпираютъ въ послѣднихъ грунтовыхъ водъ. По этой причинѣ, кромѣ пользы отъ удаленія вредной сырости, осушеніемъ затрудняется испареніе влаги изъ этихъ почвъ, и онѣ дѣлаются болѣе способными поглощать осадки и скоплять ихъ въ своихъ нѣдрахъ на засушливое время.

5) Такимъ образомъ, болота, послѣ ихъ осушенія и меліорации, не являются уже такими расточителями влаги, какъ неосушенные, и даже служатъ въ нѣкоторой степени регуляторами воднаго хозяйства.

6) Наконецъ, осушеніе болотъ весьма благопріятно отражается на климатѣ данной мѣстности, такъ какъ послѣ осушенія болѣе не дѣйствуютъ описанные выше отрицательные факторы; положительные же дѣйствуютъ гораздо интенсивнѣе.

Однимъ изъ результатовъ осушительныхъ работъ и необходимой при этомъ канализации рѣчекъ и ручьевъ, является нѣкоторое общее въ данной мѣстности пониженіе горизонта грунтовыхъ водъ. Вотъ это явленіе и пугаетъ очень многихъ, опасющихся уменьшенія урожайности нѣкоторыхъ почвъ, которыя и безъ осушительныхъ работъ часто страдаютъ отъ недостатка влаги. Однако подобныя сужденія и опасенія совершенно

¹⁾ Осушенія и дальнѣйшей обработки: вснашки, удобрения и посѣва травъ или злаковъ.

не вѣрны и являются результатомъ незнакомства съ гидрологическими условіями, такъ какъ умѣренное пониженіе горизонта грунтовыхъ водъ (до глубины обязательной при дренажѣ) можетъ лишь благопріятно вліять на балансъ воднаго хозяйства вслѣдствіе слѣдующихъ причинъ:

Пахотный слой гораздо болѣе теряетъ влаги посредствомъ испаренія, чѣмъ на просачиваніе вглубь; *испареніе же сырыхъ почвъ гораздо интенсивнѣе, чѣмъ почвъ сухихъ*, такъ какъ влажныя почвы обладаютъ весьма энергичными капиллярными свойствами.

Энергичнѣе же всего идетъ испареніе на тѣхъ почвахъ, которыя насыщены влагою до самой поверхности, напримѣръ на неосушенныхъ торфяникахъ; тогда грунтовая вода, имѣя непрерывный и весьма удобный путь по капиллярнымъ каналамъ, поднимаются вверхъ, непосредственно соприкасаются съ воздухомъ и испаряются въ огромномъ количествѣ. Доказано опытами и изслѣдованіями, что въ подобныхъ условіяхъ теряетъ на испареніе до 50% влаги поглощенныхъ почвою осадковъ.

Вслѣдствіе пониженія уровня грунтовыхъ водъ получаетъ громадная экономія въ водномъ хозяйствѣ одновременно в двухъ отношеніяхъ: во-первыхъ, получается болѣе толстый слой осушенной земли, способный поглощать и скоплять водосадковъ въ гораздо большемъ количествѣ, чѣмъ раньше при высокомъ уровнѣ грунтовыхъ водъ, и, во-вторыхъ, вслѣдствіе осушенія верхняго слоя почвы, нарушается въ ней системъ капиллярныхъ каналовъ, уменьшается вообще сила ея капиллярности, чѣмъ затрудняется испареніе влаги. Значитъ, такимъ способомъ значительно увеличивается водопоглотительная абсорбціонная способность почвы.

Итакъ, въ конечномъ выводѣ изъ всего вышесказаннаго ясно, что *все болота подлежатъ усиленно осушать*, такъ какъ ихъ осушеніе: 1) дастъ намъ для культуры громадныя новыя площади нынѣ неудобныхъ земель; 2) будетъ способствовать пониженію уровня вредныхъ грунтовыхъ водъ въ осѣдлыхъ неболотныхъ пространствахъ; 3) благопріятно повліяетъ на климатъ, способствуя повышенію температуры, что можетъ благопріятно отозваться и на количествѣ атмосферныхъ осадковъ; 4) наконецъ, лишь осушенные болота могутъ отдавать нѣкоторыя количества воды рѣкамъ въ лѣтнее время, т.-е. тогда

когда послѣднимъ она всего нужнѣе; но на общее количество осадковъ осушеніе болотъ, какъ чисто мѣстный факторъ, можетъ имѣть лишь очень небольшое вліяніе.

Вообще, изъ вышесказаннаго ясно, что *назначеніемъ осушительныхъ работъ*, какъ и другихъ водныхъ меліорацій, *является*—не расточать, а регулировать количество влаги въ почвѣ, сообразно съ потребностями культурныхъ растений, т.-е. *не только удалять лишнюю и вредную воду, но и способствовать ея накопленію и сохраненію на засушливое время.*

ГЛАВА ПЕРВАЯ

Происхождение болотъ и ихъ классификація

Для какой бы цѣли ни предполагалось эксплуатировать болото, для сельско-хозяйственной ли культуры, или для торфа добыванія, необходимо прежде всего опредѣлить, къ какому типу принадлежит данное болото, такъ какъ цѣнность его также способъ и приемы меліораціи и эксплуатаціи болота : висятъ цѣликомъ отъ физическихъ и химическихъ свойствъ его почвы и больше всего отъ количества и качества содержащихся въ ней минеральныхъ соединений и степени разложенія растительныхъ остатковъ, образовавшихъ болотную почву.

Эти свойства зависятъ прежде всего отъ рода растений, образовавшихъ почву, и отъ условій образованія болота. Разсматривая внимательно встрѣчающуюся на болотахъ растительность не трудно замѣтить, что она бываетъ очень разнообразна : зависимости отъ свойствъ почвы той мѣстности, гдѣ образовалось болото. Одни растения требуютъ для успѣшнаго произростанія значительнаго количества минеральныхъ солей и болѣе всего известковыхъ, другія удовлетворяются минимальнымъ количествомъ минеральныхъ соединений и даже не переносятъ извести.

Къ первой категоріи относятся растения, образовавшія главнымъ образомъ луговые болота; ко второй—торфообразователи : высокихъ боровыхъ торфяниковъ : вообще мхи, особенно все виды сфагнума, погибающіе отъ дѣйствія извести; верескы, клюква и т. п. растения. Растения луговыхъ болотъ содержатъ значительное количество минеральныхъ солей, среди которыхъ

занимаютъ главное мѣсто такія цѣнные въ питательномъ отношеніи вещества, какъ фосфорная кислота, кали и известь. Къ подобнымъ растеніямъ прежде всего нужно отнести обильно произрастающіе на кислыхъ болотныхъ лугахъ многочисленныя роды осоковыхъ (*Cyperaceae*): разные осоки (*Carex*), коихъ на русскихъ луговыхъ торфяникахъ встрѣчается болѣе двадцати видовъ, камышъ (*Scirpus*), пушица (*Eriophorum*), затѣмъ ситники (*Juncaceae*), тростникъ (*Phragmites com.*), зеленые мхи (*Hypnum*, *Mnium*, *Polytrichum*). Перечисленныя растенія въ сухомъ видѣ содержатъ золы (минеральныхъ соединений): осоки отъ 6% до 11%, въ томъ числѣ фосфорной кислоты (P_2O_5)—отъ 0,2 до 0,5%, извести (CaO_2) отъ 0,3 до 1% и калия—отъ 1 до 2%; камышъ—золы до 10%, въ томъ числѣ фосфорной кислоты—0,4%, извести—1,3%, калия—0,9%; пушица—золы 6%, въ ней фосфорной кислоты—0,5%, извести—0,6% и калия 1,6%; ситники—золы—7%, въ ней фосфорной кислоты—0,9%, извести—0,7%, калия—2,1%; тростникъ—золы—5½%, въ ней фосфорной кислоты—0,2%, извести—0,3%, калия—0,5%, зеленые мхи *Hypnum*, *Mnium*, *Polytrichum* содержатъ около 2% золы, наконецъ бѣлые мхи, изъ рода сфагнумъ, почти не содержатъ золы ¹⁾.

Въ зависимости отъ растеній, изъ остатка коихъ образовалась болотная почва, а также отъ степени оторфованія этихъ остатковъ, болота и ихъ химическія и физическія свойства бываютъ весьма различны.

1. Такъ какъ для развитія перечисленныхъ выше въ первой категоріи растеній и многихъ другихъ, обыкновенно имъ сопутствующихъ, требуется значительное количество минеральныхъ соединений, и болѣе всего извести, то торфяники, ими образуемые, могутъ появиться въ низинахъ съ почвою илистою или богатою известью, маловодопроницаемою или же глинистою и песчаною, подвергающеюся періодическимъ заливамъ, съ продолжительнымъ застоемъ жесткой воды, чаще всего рѣчной, рѣже—ключевой. Болота, образовавшіяся при указанныхъ выше физическихъ условіяхъ изъ отмершихъ частей растеній, богатыхъ минеральными соединениями и особенно известковыми,

¹⁾ Указанное здѣсь процентное содержаніе извести, кали и фосфорной кислоты относится къ вѣсу сухого растенія, а не къ вѣсу золы.

называются *низинными или луговыми* (Niederungsmoore, Wiesenmoore).

2. Наоборотъ, бѣлые сфагновые мхи совсѣмъ не перенося извести, поэтому и торфяники, которые образовались преимущественно изъ отмершихъ стеблей сфагновыхъ и обыкновенныхъ сопутствующихъ имъ: клюквы, вереска, багульника и другихъ тому подобныхъ растений, находимъ въ мѣстахъ съ убогой и минеральными соединениями почвою, напр., среди сосновыхъ и соснъ на песчаной почвѣ, или на водораздѣлахъ рѣкъ въ мѣстахъ, кои, благодаря своему высокому по отношенію къ окружающимъ мѣстности положенію, не могутъ даже въ весеннее время осѣжаться водами рѣчныхъ разливовъ, несущихъ обыкновенно растворенномъ или взвѣшенномъ видѣ минеральныя соединения. Подобные торфяники образуются въ лѣсныхъ котловинахъ, къ которымъ стекаютъ только дождевыя и снѣговыя воды, но иногда занимаютъ громадныя площади въ десятки и даже сотни квадратныхъ верстъ. Поверхность подобныхъ болотъ обыкновенно повышается отъ береговъ къ серединѣ, вслѣдствіе огромной гигроскопичности сфагнума и сфагнового торфа. Называютъ эти болота *сфагновыми* (главный торфообразователь—сфагнумъ или *высокими* (преобладаютъ на водораздѣлахъ), или *боровы* (такъ какъ очень часто встрѣчаются среди сосновыхъ лѣсовъ или, наконецъ, *выпуклыми* (благодаря своей поверхности) Hochmoore, Moosmoore.

3. Третій типъ составляютъ, такъ называемыя, *смѣшанныя, или переходныя болота*, т.-е. болота, въ почвѣ коихъ находимъ слѣды растений, свойственныхъ какъ низиннымъ такъ и высокимъ болотамъ. Тѣ и другія растенія часто вмѣстѣ встрѣчаются также и на поверхности подобныхъ болотъ. Происхождение смѣшанныхъ болотъ слѣдующее: если къ сфагновому болоту получаютъ почему-либо доступъ воды, содержащія известныя количества сфагнума, начинается погибать, поверхность болота нѣсколько уплотняется, появляются зеленые мхи и пушица, а затѣмъ осоки и другія травы, свойственныя низиннымъ болотамъ. Растенія эти, отмирая, даютъ начало торфу низиннаго типа. Или же низинное болото, постепенно нарастая, становится выше самаго высокаго горизонта весеннихъ водъ и лишается вслѣдствіе этого притока минеральныхъ, особенно известковыхъ соединений: тогда осоки, хвощи и подобныя травы постепенно вымираютъ, а на ихъ мѣсто появляются мхи и въ концѣ концовъ

цовъ, сфагнумъ, которые и образуютъ торфъ, характерный для высокихъ болотъ.

Каждый изъ трехъ этихъ главныхъ типовъ болотъ имѣеть, смотря по роду главныхъ торфообразователей, по нѣскольку подраздѣлений—категорій.

А. Низинныя болота.

Смотря по тому, изъ остатковъ какихъ именно растений образовался торфъ, *низинныя болота* раздѣляются на нѣсколько категорій, а именно: *осоковыя, тростниковыя, ольховыя и моховыя.*

1. *Осоковыя болота* чаще всего образуются на почвахъ мягкихъ и вязкихъ съ большимъ содержаніемъ перегноя и вообще на почвахъ, на коихъ въ продолженіе значительнаго времени застаивается вода. Иногда осоковыя болота образуются на песчаныхъ почвахъ, но предварительно песокъ долженъ быть цементированъ растительными остатками—перегноемъ, который съ одной стороны дѣлаеть песокъ маловодонроницаемымъ, а съ другой стороны служить пищей для дальнѣйшей растительности. Такъ, во многихъ чисто осоковыхъ болотахъ Черниговской и Полтавской губ. въ рѣчныхъ поймахъ подъ торфомъ залегаетъ непосредственно слой песка, покоящагося на синей глинѣ. Песокъ этотъ всегда мелкій и темнаго цвѣта, но бѣлѣющій послѣ прокаливанія. Если положить такой влажный песокъ въ ящикъ съ рѣшетчатымъ дномъ слоемъ, толщиною 5—6 вершковъ, и затѣмъ поверхъ его налить воды, то она почти не просачивается, между тѣмъ черезъ такой же слой того же песка, но предварительно прокаленного, вода проходитъ очень скоро.

Чаще всего осоковыя болота встрѣчаются въ рѣчныхъ долинахъ, рѣже на мѣстахъ бывшихъ озеръ, расположенныхъ среди полей, и въ низинахъ и котловинахъ, гдѣ имѣются выходы ключей съ жесткою известковою водою, которая почему-либо не имѣеть надлежащаго стока. *Растительный покровъ такихъ болотъ* состоитъ преимущественно изъ односѣмянныхъ, среди которыхъ доминирующее мѣсто занимаютъ *осоковыя* (Сурегасеае), *образующія чаще всего густыя громадныя кочки*, а иногда спутанныя дернины. Среди нихъ первое мѣсто зани-

мають *осоки* (*Carices*): обыкновенная (*C. vulgaris* Fr.), длинная (*C. caespitosa* L.), сѣро-зеленая (*C. canescens* L.), длинная (*C. elongata* L.), звѣздчатая (*C. stellulata* L.), лиловая (*C. vulpina* L.), желтая (*C. flava* L.), мохнатая (*C. hirta* L.) влагалищная (*C. vaginata* Tausch.) и многія др. На ряду ними, но уже въ значительно меньшемъ количествѣ, встречаются изъ того же семейства: *ситникъ* болотный (*Heleocharis palustris* R. Br.), *камышъ* (*Scirpus radicans* Schk.) и *пушица* (*Eriophorum vaginatum* L., *angustifolium* Roth. и *latifolium* Норре).—Довольно часто на подобныхъ болотахъ находятъ *хвощи*: иловатый и болотный (*Equisetum limosum* L. и *palustre* L.), *ситники*: развѣсистый, нитевидный, сплюснутый и др. (*Juncus effusus* L., *filiformis* L., *Compressus* Jacq.), *шейхцеръ* (*Scheuchzeria palustris* L.), *тростникъ* болотный (*Phragmites communis* Trin.). Изъ мховъ попадаютъ по кочкамъ и рѣже между ними разные виды *Hypnum* и *Mnium* и не особенно часто *Polytrichum* и *Sphagnum*.—Флора злаковъ и особенно цвѣтковыхъ на осоковыхъ болотахъ довольно разнообразна, въ общей массѣ растительности она составляетъ очень малый процентъ. Изъ злаковъ (*Gramineae*) въ незначительномъ количествѣ встрѣчаются на мокрыхъ болотахъ:

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 1) Вѣйникъ ланцетный. | <i>Calamagrostis lanceolata</i> Rot. |
| 2) Батлатчекъ оранжевый. | <i>Alopecurus fulvus</i> Sm. |
| 3) Молинія. | <i>Molinia coerulea</i> Monch. |
| 4) Мятликъ болотный. | <i>Poa serotina</i> Ehrh. |
| 5) Манникъ плавающий. | <i>Glyceria fluitans</i> R. Br. |
| 6) " пышный. | " <i>spectabilis</i> M. und |
| 7) Тростникъ обыкновен. | <i>Phragmites communis</i> Trin. |

По окраинамъ и на болѣе сухихъ мѣстахъ еще мож встрѣтить слѣдующіе злаки:

- | | |
|---------------------------|--|
| 8) Зубровникъ. | <i>Beckmannia cruciformis</i> Ho |
| 9) Двуклесточникъ. | <i>Phalaris arundinacea</i> L.
(<i>Digraphis arund.</i> Trin.) |
| 10) Батлачекъ колѣнчатый. | <i>Alopecurus geniculatus</i> L. |
| 11) Полевица собачья. | <i>Agrostis canina</i> L. |
| 12) Луговикъ, щучка. | <i>Deschampsia caespitosa</i> P. |
| 13) Овесъ желтый. | <i>Avena flavescens</i> L. |
| 14) Мятликъ обыкновенный. | <i>Poa trivialis</i> L. |

Гораздо многочисленнѣе цвѣтковые, ихъ насчитывается свыше 100 видовъ. Вотъ перечень главнѣйшихъ изъ нихъ, расположенный по системѣ Ганштейна (Hanstein—Uebersicht des natürlichen Pflanzensystems).

Односѣмядольныя — Monocotyledones.

18. Сем. Лилейныя — Liliaceae Dc.

- 1) Скорода. *Allium Schoenoprasum* L.,
рѣдко.

19. Сем. Касатиковыя — Iridaceae Juss.

- 2) Шпажникъ. *Gladiolus imbricatus* L.,
рѣдко.
3) Касатикъ водяной. *Iris pseudacorus* L.

20. Сем. Ятрышниковыя. — Orchidaceae Juss.

- 4) Ятрышникъ широколист. *Orchis latifolia* L.
5) Ятрышникъ кукушкины
слезки. „ *maculata* L.
6) Ятрышникъ лиловый. „ *incarnata* L.
7) Дремликъ. *Epipactis palustris* Crtz.

21. Сем. Аронниковыя — Araceae Juss.

- 8) Бѣлокрыльникъ. *Calla palustris* L.

22. Сем. Рогозовыя — Typhaceae Juss.

- 9) Рогозъ широколиств. *Typha latifolia* L.
10) „ узколиственный. „ *angustifolia* L.

Двухсѣмядольныя — Dicotyledones.

36. Сем. Гречишныя — Polygonaceae Juss.

- 11) Щавель кислый. *Rumex acetosa* L.
12) „ морской. „ *maritimus* L.
13) „ водяной. „ *aquaticus* L.
14) „ конскій. „ *confertus* Willd.
15) Раковыя шейки. *Polygonum bistorta* L.
16) Горлецъ. „ *lapathifolium* L.
17) Горчакъ. „ *persicaria* L.
18) Водяной перецъ. „ *Hydropiper* L.

41. Сем. Молочайныя—*Euphorbiaceae* Kl. und Grck.

19) Молочай болотный. *Euphorbia palustris* L.

47. Сем. Зонтичныя—*Umbelliferae* Juss.

20) Горичникъ. *Peucedanum palustre* Moench.

21) Вехъ ядовитый. *Cicuta virosa* L.

51. Сем. Онагриковыя—*Onagraceae* Juss.

22) Кипрей болотный. *Epilobium palustre* L.

52. Сем. Плакуновыя—*Lythraceae* Juss.

23) Плакунъ. *Lythrum Salicaria* L.

54. Сем. Розовыя—*Rosaceae* Juss.

24) Сабельникъ. *Comarum palustre* L., часто.

25) Гравилатъ. *Geum rivale* L.

26) Таволга. *Filipendula ulmaria* Maxim.

57. Сем. Мотыльковыя—*Papilionaceae* L.

27) Чина болотная. *Lathyrus paluster* L.

61. Сем. Лютиковыя—*Ranunculaceae* Juss.

28) Лютикъ ядовитый. *Ranunculus Sceleratus* L., часто.

29) „ болотный. „ *Lingua* L.

30) Калужница. *Caltha palustris* L., очень часто

65. Сем. Крестоцвѣтныя—*Cruciferae* Juss.

31) Хрѣнъ водный. *Nasturtium amphibium* R. Br.

32) Жеруха болотная. „ *palustre* Dc.

33) Сердечникъ водяной. *Cardamine amara* L.

34) „ луговой. „ *pratensis* L.

66. Сем. Фіалковыя—*Violaceae* Dc.

35) Фіалка болотная. *Viola palustris* L.

68. Сем. Бѣлозоровыя—*Parnassieae* Rchb.

36) Бѣлозоръ. *Parnassia palustris* L.

87. Сем. Гераневыя—Geraniaceae Dc.

- 37) Герань болотн. *Geranium palustre* L.

91. Сем. Мокричныя — Alsineae Dc.

- 38) Звѣздчатка толстолистная. *Stellaria crassifolia* Ehrh.
 39) „ болотная. „ *uliginosa* Murr.
 40) „ сизая. „ *glauca* With.

92) Сем. Смолевковыя—Sileneae Dc.

- 41) Кукушкинъ цвѣтъ. *Lychnis flos cuculi* L.

93. Сем. Первоцвѣтныя—Primulaceae Vent.

- 42) Кислякъ. *Naumburgia thyrsiflora* Rchb.
 43) Вербейникъ обыкновенный. *Lysimachia vulgaris* L.
 44) Луговой чай. „ *Nummularia* L.

97. Сем. Бурачниковыя—Borragineae L.

- 45) Незабудка болотная. *Myosotis palustris* With.
 46) „ дернистая. „ *caespitosa* Schultz

100. Сем. Норичниковыя—Scrophulariaceae R. Br.

- 47) Авранъ. *Gratiola officinalis* L.
 48) Вероника щитковая. *Veronica scutellata* L.
 49) „ длиннолистная. „ *longifolia* L.
 50) „ тимьянолистная. „ *serpyllifolia* L.
 51) Погребомъ. *Rhinanthus crista galli* L.
 52) Мытникъ (вшивая трава). *Pedicularis palustris* L.
 53) Царскій скипетръ. *Sceptrum Carolinum* L.

101. Сем. Губоцвѣтныя—Labiatae Juss.

- 54) Мята полевая. *Mentha arvensis* L.
 55) Зюзникъ европейскій. *Lycopus europaeus* L.
 56) Шлемникъ обыкновенный. *Scutellaria galericulata* L.
 57) Чистецъ болотный. *Stachys palustris* L.

105. Сем. Горечавковыя—Gentianaceae Juss.

- 58) Вахта (трифоль). *Menyanthes trifoliata* L.

109. Сем. Маренныя—Rubiaceae Juss.

- 59) Подмаренникъ болотный. *Galium palustre* L.
 60) „ болотистый. „ *uliginosum* L.

111. Сем. Мяуновыя—Valerianaceae Dc.

- 61) Мяунъ обыкновенный.
- Valeriana officinalis*
- L.

113. Сем. Сложноцвѣтныя—Compositae Adans.

- 62) Черета. *Bidens tripartitus*. L.
 63) Сушеница топяная. *Gnaphalium uliginosum* L.
 64) Бодякъ болотный. *Cirsium palustre* Scop.
 65) Скерда „ *Crepis paludosa* Moench

Довольно часто на луговыхъ болотахъ встрѣчаются кустарники ивы, ольхи и березы и др. отдѣльными кустами или даже небольшими зарослями. Чаше другихъ встрѣчаются:

А. Ивы (*Salices*):

- 1) Черноталъ. *Salix pentandra* L.
 2) Бѣлоталъ. „ *triandra* L.
 3) Бредина. „ *Caprea* L.
 4) Ива ушастая. „ *aurita* L.
 5) „ ползучая. „ *repens* L.
 6) „ лапландская. „ *Lapponum* L.

Б. Олъха (*Alnus*):

- 7) Олъха липкая (черная).
- Alnus glutinosa*
- Gaertn.

В. Березы (*Betulae*):

- 8) Береза бѣлая. *Betula alba* L.
 9) „ приземистая. „ *humilis* Schrk.
 10) „ карликовая. „ *nana* L. рѣдко, чаше на торфяникахъ переходнаго типа.

Мощность залеганія торфа въ осоковыхъ болотахъ очень разнообразна и доходитъ до 10—12 арш. Въ болотахъ, расположенныхъ въ рѣчныхъ поймахъ, мощность торфа очень быстро увеличивается по направленію отъ высокаго берега къ рѣкѣ, и большею частью въ самыхъ глубокихъ мѣстахъ дно болота лежитъ въ среднемъ на одномъ уровнѣ съ дномъ рѣки ¹⁾, пересекающей болото, или даже нѣсколько ниже. Са-

¹⁾ Здѣсь подразумѣвается минеральное дно рѣки, а не поверхность ила и перегноя, часто залегающихъ толстымъ слоемъ и образующихъ видимое дно рѣки.

мый чистый торфъ залегаетъ въ срединной полосѣ, которая выстѣ съ тѣмъ и самое низкое мѣсто болота; ближе къ рѣкѣ въ торфѣ содержится значительное количество минеральныхъ примѣсей: песка и ила, иногда цѣлыми прослойками—это отложенія весеннихъ рѣчныхъ водъ; ближе къ высокому берегу, особенно, если онъ распаханъ и крутъ, много глины, песка, лёсса и чернозема, смотря по роду почвы береговъ—результатъ сноса почвы снѣговыми и дождевыми водами.

Осоковый торфъ обыкновенно сѣроватаго цвѣта, иногда желтовато-бураго и очень рѣдко чернаго; въ немъ очень мало или даже нѣтъ вовсе грубыхъ неразложившихся частей растений, сучьевъ, пней и даже толстыхъ стеблей растений; зато не вполне оторфованныя, или даже совсѣмъ неразложившіяся, а только измельченныя части растений попадаютъ въ изобиліи на всякой глубинѣ торфяника и особенно много въ верхнихъ его слояхъ. Осоковый торфъ довольно легокъ и по своему удѣльному вѣсу занимаетъ среди низинныхъ торфовъ третье мѣсто (1-е—ольховый торфъ, 2-е—тростниковый и 4-е—моховой). Онъ сравнительно богатъ азотомъ и минеральными солями, особенно извѣстью, которая въ немъ получается тремя путями: 1) механически—путемъ наносовъ, 2) вслѣдствіе разложенія раковинъ улитокъ (въ торфахъ южныхъ губерній попадаетъ особенно много, иногда цѣлыми гнѣздами, обломковъ раковинъ прѣсноводныхъ улитокъ въ разныхъ стадіяхъ разложенія) и 3) органически, т.-е. изъ оторфованныхъ частицъ осокъ и другихъ растений. Реакція подобныхъ торфовъ почти всегда нейтральная, иногда даже щелочная.

Описываемый торфъ богаче другихъ и фосфорною кислотою (P_2O_5); она въ торфахъ рѣдко встрѣчается въ видѣ известковыхъ соединений, обыкновенно же въ соединеніи съ закисью желѣза (Fe_2O_3), въ видѣ вивіанита, аморфной землистой массы бѣлаго цвѣта, очень трудно растворимой въ водѣ; вивіанитъ на воздухѣ легко окисляется, окрашиваясь при этомъ въ синеголубой цвѣтъ и въ такомъ видѣ носитъ названіе „синей земли“ (Blauerde). Обыкновенно вивіанитъ довольно равномерно распредѣленъ въ торфѣ, но иногда встрѣчается цѣлыми гнѣздами и даже, впрочемъ очень рѣдко, цѣлыми слоями, толщиной до 12 вершковъ. Хотя въ вивіанитѣ содержится и очень значительное количество фосфорной кислоты, но она въ этомъ минералѣ, въ виду очень малой его растворимости въ водѣ,

почти недоступна для сладкихъ травъ и злаковъ, и только осоки, хвощи и тому подобныя кислыя травы обладаютъ, по-видимому, свойствомъ извлекать изъ вивіанита необходимое имъ для произрастанія количество фосфорной кислоты.

2. *Тростниковыя болота* образуются путемъ постепеннаго зарастанія преимущественно односѣмянными водными растеніями различныхъ водовмѣстилищъ со стоячей или слабо-текущей водой, какъ-то: неглубокихъ озеръ, прудовъ и мелко-водныхъ рѣкъ съ широкимъ русломъ, слабымъ уклономъ и медленнымъ теченіемъ. Заболачиванію русла подобныхъ рѣкъ способствуетъ неравномѣрность теченія въ нихъ воды. Въ весеннее половодье въ русло наносится масса минеральныхъ осадковъ: лѣтомъ и осенью эти рѣки сильно мелѣютъ, иногда даже почти пересыхаютъ, въ ихъ руслахъ развиваются водяныя растенія, отжившія части коихъ, падая на дно рѣки, способствуютъ ея обмелѣнію, а оставшіеся выше поверхности мертвые и живые стебли способствуютъ въ слѣдующія половодья задержанію еще большаго количества минеральныхъ осадковъ и еще большему обмелѣнію русла.

Вода, не вмѣщаясь въ руслѣ, разливается все шире и отчасти вслѣдствіе этого, отчасти вслѣдствіе встрѣчаемыхъ постоянно препятствій свободному теченію, теряетъ живую силу, — и рѣка превращается какъ будто въ длиннѣйшее озеро. Обмелѣвшее расширенное русло, съ едва замѣтнымъ теченіемъ воды, въ лѣтнее время покрывается сплошнымъ ковромъ рясокъ (*Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *L. polyrrhiza* L.) и водокраса (*Hydrocharis Morsus ranae* L.), появленіе коихъ возможно только при весьма слабомъ теченіи воды, и служитъ указаніемъ, что данное водовмѣстительное должно погибнуть, и превращеніе его въ торфяникъ только вопросъ времени. Среди ряски въ изобиліи въ подобныхъ водахъ произрастаютъ обыкновенно цѣлыми колоніями бѣлыя кувшинки (*Nymphaea alba* L.) и желтыя кубышки (*Nuphar luteum* Sm.), широко разстилая по водѣ свои блестяще-зеленыя кожистыя листья; тоже цѣлыми колоніями встрѣчается тѣлорѣзъ (*Stratiotes Aloides* L.), появляющійся на поверхности воды въ концѣ мая и опять погружающійся въ воду послѣ созрѣванія сѣмянъ; тутъ же находимъ: болотникъ (*Callitriche autumnalis* L.), стрѣлолистникъ (*Sagittaria Sagittifolia* L.), ежеголовки (*Sparganium ramosum* Huds.), сусакъ (*Butomus umbellatus* L.), частухи (*Alisma Plantago* L.),

иногда цѣлыми зарослями, пузырчатки (*Utricularia vulgaris* L.), касатики (*Iris pseudacorus* L.), рогузъ (*Typha latifolia* L.), аиръ (*Acorus calamus* L.), образующій иногда цѣлые острова, омежникъ (*Oenanthe Phellandrium* Lam.) и многія другія. Не подымаясь на поверхность воды или всплывая только во время цвѣтенія, въ подобныхъ водовмѣстилищахъ обильно произрастаютъ: урути (*Myriophyllum Spicatum* L., *M. verticillatum* L.), водныя сосенки (*Hippuris vulgaris* L.), рдесты (*Potamogeton natans* L., *P. Lucens* L., *P. crispus* L., *P. perfoliatus* L. и др.) и водоросли: лучица (*Chara fragilis* Desv., *Nitella flexilis* Aq.), вошерн (*Vaucheria sessilis* Lyngb.), нитчатки (*Oedogonium*, *Ulothrix*, *Cladophora*), гидродикій (*Hydrodictyon urticulatus* Roth.), который образуетъ плавающую нѣжную сѣтку, спутанныя спирогиры (*Spirogyra longata* Kütz.) и во множествѣ разныя діатомовыя (*Diatomaceae*), особенно важныя среди болотныхъ водорослей, такъ какъ изъ ихъ панцырей, состоящихъ изъ кремнезема, часто образуется на днѣ водовмѣстилища плотный трудно водопроницаемый слой, способствующій заболачиванію, а также дающій необходимый кремнеземъ тростникамъ, осокамъ и т. п. болотнымъ растеніямъ.

Всѣ перечисленныя выше растенія являются только подготовительными къ процессу превращенія водовмѣстилища въ торфяникъ, и вліяніе большинства изъ нихъ на составъ торфа очень ограниченное; настоящими же торфообразователями въ подобныхъ случаяхъ являются прежде всего *тростникъ* (*Phragmites communis* Trin.), затѣмъ *рогузъ* (*Typha*), *камышъ* (*Scirpus*), *манники* (*Glyceria*), *вѣйникъ* (*Calamagrostis*), *мятликъ* (*Poa aquatica*), *канареечникъ* (*Phalaris*), многія *осоки* (*Carex acuta*, *C. stricta*, *C. riparia*, *C. vesicaria* и др.), *аиръ* (*Acorus calamus*), *хвощи* (*Equisetum*), *зеленый мохъ* (*Hypnum giganteum*, *H. fluitans*); но и они постепенно почти вытѣсняются *тростниками* или гораздо рѣже *рогузами*, которые въ концѣ концовъ завоевываютъ себѣ не только доминирующее, но даже исключительное положеніе. Такимъ точно образомъ, какъ въ рѣчныхъ руслахъ, образуются тростниковыя торфяники въ озерахъ, расположенныхъ среди полей, и прудахъ, которые, вслѣдствіе недостаточнаго промыванія весенними водами, подвергаются постепенно заиленію и засоренію. Также въ нихъ сперва появляются *ряска*, *водоросли* и т. п. растенія, а за-

тѣмъ, подвигаясь постепенно отъ береговъ къ срединѣ, тростники и осоки.

Торфъ тростниковыхъ болотъ бываетъ большею частью темно-бураго или коричневаго цвѣта и заключаетъ массу неразложившихся частицъ стеблей тростника; онъ гораздо тяжелѣе осоковаго торфа и несравненно богаче его минеральными соединениями (золою), особенно кремнеземомъ. Обиліе минеральныхъ солей въ тростниковомъ торфѣ объясняется какъ тѣмъ, что тростники, располагаясь по берегамъ и руслу рѣкъ, задерживаютъ значительную часть несомой весенними водами минеральной мути, въ особенности болѣе тяжелыя и крупныя ея частицы, такъ и составомъ золы главныхъ растений этихъ болотъ и обиліемъ въ нихъ діатомовыхъ водорослей, различныхъ губокъ, улитокъ, ракообразныхъ, насѣкомыхъ и жучковъ. Извѣстно, что разныя растенія, благодаря своей избирательной способности, могутъ въ равныхъ условіяхъ извлекать весьма различныя количества необходимыхъ имъ для жизни минеральныхъ веществъ и часто поэтому въ почвѣ преобладаютъ тѣ или другія минеральныя соли въ зависимости отъ того, какое на ней было преобладающее растеніе. Такъ, извѣстно, что тростники накапливаютъ кремнеземъ, лучицы (хары) и водяные рдесты—известъ, тѣлорѣзъ—кали и т. д.

Кернеръ фонъ-Марилаунъ („Жизнь растений“) приводитъ слѣдующую таблицу въ доказательство избирательной способности растений, произрастающихъ въ одномъ мѣстѣ.

РАСТЕНІЯ.		Калл.	Натрѣ.	Известъ.	Кремнеземъ.
Въ ста частяхъ золы содержалось:	Тѣлорѣзъ. <i>Stratiotes Aloides</i>	30,82	2,7	10,7	1,8
	Кувшинки. <i>Nymphaea alba.</i>	14,4	29,7	14,9	0,5
	Лучица. <i>Chara fragilis.</i>	0,2	0,1	54,8	0,3
	Тростникъ. <i>Phragmites com.</i>	8,6	0,4	5,9	71,5

Такимъ образомъ, тростниковый торфъ и безъ участія рѣчныхъ наносовъ долженъ быть тяжелѣе и богаче минеральными соединеніями, въ частности кремнеземомъ, чѣмъ осоковый и тѣмъ болѣе моховой. Какъ богатый золой, онъ мало пригоденъ для отопленія, но при надлежащемъ осушеніи и обработкѣ можетъ образовать хорошую луговую почву.

3. *Ольховыя болота* находимъ среди осоковыхъ и тростниковыхъ въ мѣстахъ выхода ключей, съ водою, содержащею желѣзистыя соединенія. Въ такихъ мѣстахъ древесныя породы, особенно черная ольха (*Alnus glutinosa*) являются доминирующими, вытѣсняя травяную растительность, и оторфованныя части древесной растительности составляютъ главное содержаніе торфа подобныхъ болотъ. Ольховыя болота отличаются чрезвычайною топкостью и очень бѣдны растительностью. На болотѣ между ольхъ растутъ только въ незначительномъ количествѣ незабудки (*Myosotis palustris* With.), недотроги (*Impatiens noli tangere* L.), водяной перецъ (*Poligonum Hydropteris* L.), рѣчной шавель (*Rumex confertus* Wild.), мокрица (*Stellaria media* Vill.), бѣлокопытникъ (*Petasites officinalis* Moench.) и омежникъ (*Oenanthe Phellandrium* Lam.); но зато каждый пенъ ольхи представляетъ изъ себя островъ, на которомъ, особенно если ольшанникъ рѣдкій, ютится масса разнообразныхъ растений и травъ: здѣсь можно найти кусты красной и черной смородины (*Ribes rubrum* L., *R. nigrum* L.), малины и ежевики (*Rubus idaeus* L., *R. caesius* L.), крушины (*Rhamnus Frangula* L.) и бересклета (*Evonymus europaeus* L.); тутъ располагаются въ изобиліи таволга (*Filipendula Ulmaria* Maxim.), маунъ (*Valeriana officinalis* L.), вехъ (*Cicuta virosa* L.), горичники (*Peucedanum palustre* Moench.), окопникъ (*Symphytum officinale* L.), авранъ (*Gratiola officinalis* L.), мята водная (*Mentha aquatica* L.), череда (*Bidens tripartitus* L.), пасленъ черный и сладко-горькій (*Solanum nigrum* L., *S. Dulcamara* L.), хмель (*Humulus Lupulus* L.), выюнокъ (*Calystegia sepium* R. Br.), переступень (*Bryonia alba* L.) и другія, любящія тѣнь и влагу, растенія.

Искоренить ольшанникъ очень трудно, и расчищенное изъ-подъ него мѣсто превращается въ хорошій лугъ только при весьма старательномъ уходѣ. Ольховыя болота встрѣчаются повсемѣстно, особенно много ихъ въ южныхъ губерніяхъ, но нигдѣ они не занимаютъ значительныхъ площадей, а являются

какъ бы островами, вкрапленными среди болѣе обширныхъ осоковыхъ или тростниковыхъ болотъ.

Торфъ подобныхъ болотъ тяжелый, вязкій, чернаго цвѣта и очень плотный послѣ высыханія. Онъ прекрасно горитъ хотя и содержитъ отъ 10 до 15% золы, но выработка его по причинѣ массы содержащихся въ немъ пней и корней очень затруднительна.

4. *Моховыя болота* низиннаго типа встрѣчаются сравнительно рѣдко; они образуются путемъ зарастанія стоячихъ водъ съ водонепроницаемымъ дномъ, чаще всего глинистымъ, содержащимъ очень незначительное количество извести, недостаточное для произрастанія осокъ и тростниковъ. Среди растительности подобныхъ болотъ первое мѣсто занимаютъ зеленые мхи—гишнумъ (*Hypnum*) и кукушкинъ ленъ (*Polytrichum*). Очень рѣдко къ нимъ присоединяется бѣлый мохъ (*Sphagnum*). Злаковыхъ и цвѣтковыхъ растений на подобныхъ болотахъ падаетъ очень мало и обыкновенно они имѣютъ очень хилый видъ; чаще другихъ встрѣчаются пушица (*Eriophorum*) и мытникъ (*Pedicularis*). Отъ высокихъ сфагновыхъ моховыхъ болотъ они отличаются своею плоскою поверхностью безъ выпуклости къ серединѣ, — наоборотъ, они обыкновенно понижаются направленно къ ихъ средней линіи. Торфъ подобныхъ торфяниковъ темнобурого или бураго цвѣта, очень легкій, губчатый съ массою неразложившихся волоконъ мховъ и содержитъ очень незначительный процентъ золы—отъ 2 до 8%.

Моховыя болота мало пригодны для луговой и тѣмъ болѣе полевой культуры, но какъ матеріалъ для отопленія и постройки ихъ торфъ обладаетъ весьма цѣнными качествами.

Суммируя все вышесказанное про разныя категоріи болотъ низиннаго типа, можно сказать слѣдующее: почва каждой изъ описанныхъ категорій болотъ образуется главнымъ образомъ изъ растительныхъ особей одного и того же вида или семейства, вслѣдствіе чего и болотныя почвы должны отличаться другъ отъ друга химическимъ составомъ и физическими своими свойствами. Количество минеральныхъ соединений въ этихъ почвахъ, повидимому, должно было бы соответствовать количеству ихъ, заключающемуся въ растеніяхъ, изъ коихъ почва образовалась, т.-е. должно бы колебаться въ предѣлахъ отъ 2 до 10%. Однако встрѣчается очень немного чистыхъ торфяниковъ не заключающихъ постороннихъ минеральныхъ примѣсей. Грѣ

мадное большинство нашихъ низинныхъ болотъ образовалось и образуется въ рѣчныхъ поймахъ, въ котловинахъ и озерахъ среди распаханыхъ полей или въ низинахъ, лишенныхъ стока, вслѣдствіе чего болота эти періодически заиливаются минеральными соединеніями, сносимыми весенними и дождевыми водами съ болѣе высокихъ мѣстъ. Такъ такъ растенія-торфообразователи обильнѣе всего произрастаютъ вдоль рѣчныхъ береговъ, задерживая во время весеннихъ половодій значительную часть несомой водою мути, то наиболѣе богатой минеральными соединеніями и является ближайшая къ рѣкѣ полоса болотъ, въ торфѣ которой иногда заключается отъ 20 до 35% золы. По мѣрѣ удаленія отъ рѣки или ручья, а въ котловинныхъ и озерныхъ болотахъ по мѣрѣ удаленія отъ береговъ, въ болото можетъ проникать лишь болѣе чистая вода, лишенная взвѣшенныхъ минеральныхъ частицъ; торфъ, орошаемый мягкой водой, содержитъ значительно меньше золы, и сообразно съ этимъ измѣняется и характеръ растительности.

Однако не рѣдко можно встрѣтить болота, расположенныя вдали отъ рѣкъ, со значительнымъ процентнымъ содержаніемъ золы въ почвѣ: такія болота образовались вблизи ключей съ жесткой водой, содержащею соединенія извести или желѣза, которыя въ видѣ углекислыхъ соединеній кальція или окиси желѣза осаждаются на поверхности образующихся торфяныхъ наслоеній. Растительный покровъ подобныхъ болотъ при преобладаніи извести въ ключевыхъ водахъ состоитъ преимущественно изъ осоковыхъ и мха *Nurpum*, при преобладаніи солей желѣза — изъ древесныхъ и кустарниковыхъ породъ, главнымъ образомъ, ольхи, ивы и др. т. п. Поэтому въ первомъ случаѣ получается торфъ легкій — осоково-моховой, во второмъ тяжелый — древесный (ольховый).

Итакъ, въ концѣ концовъ, отъ рода минеральныхъ солей зависитъ характеръ растительности, образующей болотную почву, и вмѣстѣ съ тѣмъ и природныя его свойства. Родъ же минеральныхъ солей зависитъ отъ почвы мѣстности, на которой образовалось болото, или же отъ воды, его орошающей. Словомъ, свойства болота тѣсно связаны со свойствами почвы данной мѣстности и со свойствами мѣстныхъ водъ (рѣчныхъ и ключевыхъ), доставляющихъ растеніямъ извнѣ необходимыя для питанія минеральныя соединенія.

Б. Высокія боровыя болота.

Высокими боровыми болотами называются торфяники, главными торфообразователями коихъ являются разныя разновидности бѣлаго торфяного мха-сфагнума (*Sphagnaceae*) и вереска (*Ericaceae*). Главнымъ условіемъ ихъ образованія является избытокъ влаги на равнинной мѣстности при отсутствіи въ почвѣ и орошающей ее водѣ извести. Поэтому подобныя болота развиваются чаще всего на песчаной, бѣдной известью, почвѣ, чаще всего среди сосновыхъ и березовыхъ лѣсовъ. Среди мѣстностей съ черноземной, лессовой, лессовидной и мергелистой почвой они почти вовсе не встрѣчаются. Такъ какъ черноземъ, согласно Докучаеву, всегда залегаетъ на почвѣ, богатой известью, то вообще сѣверная граница чернозема можетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и считаться южной границей высокихъ или боровыхъ болотъ. Особенно распространены подобныя болота въ сѣверныхъ, сѣверо-западныхъ, прибалтійскихъ и сѣверо-центральныхъ губерніяхъ.

Чаще всего высокія болота встрѣчаются на водораздѣлахъ большихъ и малыхъ рѣкъ, на примѣръ: Нѣмана, Щары и Ясельды, Западной Двины и Березины, притоковъ Клязьмы и нижней Оки и т. д., и въ этихъ мѣстахъ они изобилуютъ озерами, многія изъ коихъ уже погибли и продолжаютъ погибать, превращаясь въ торфяники; въ такихъ мѣстахъ торфяники бываютъ большею частію очень глубокіе: въ 10, 12 и даже 20 арш. глубиною. Часто также появляются боровыя болота и въ низменныхъ сосновыхъ борахъ сѣверной и центральной (къ сѣверо-западу отъ р. Оки) Россіи, при чемъ мощность торфа тогда рѣдко превышаетъ 5 арш. Такимъ образомъ, высокія болота по мѣсту образованія можно раздѣлить на *озерныя* и *лѣсныя* (боровыя); главными торфообразователями первыхъ являются сфагновые мхи, на которыхъ затѣмъ появляются верески, вторыхъ—верески, на торфѣ коихъ затѣмъ распространяется сфагнумъ.

Образуются озерныя болота слѣдующимъ образомъ. прежде всего по берегамъ озеръ, расположенныхъ чаще всего среди сосновыхъ или еловыхъ съ березою лѣсовъ, появляются растенія съ длинными крѣпкими корнями, какъ вахта, сабельникъ, вехъ, касатикъ, нѣкоторыя осоки, манники и т. п., образующія корку на поверхности воды. Отмирающіе ихъ корни падаютъ

на дно, а отжившія надводныя части растеній, отчасти истлѣвъ на воздухъ, а отчасти не успѣвъ разложиться, тонуть и тоже откладываются на днѣ озера. За такими высокими растеніями, цѣпляясь за ихъ остатки, ползутъ затѣмъ бѣлые мхи, которые, постепенно нарастая одно поколѣніе на другомъ и жадно впитывая въ себя воду, со временемъ заполняютъ весь водный бассейнъ и превращаютъ его въ моховой торфяникъ. Во время образованія такого болота, на немъ очень часто застѣвается лѣсная поросль сосны и березы, но молодая деревца очень скоро начинаютъ чахнуть отъ избытка влаги, вырастаютъ корявыми, со сбитою кроною и очень некрѣпкою древесиною; достигнувъ нѣкотораго развитія, они отъ собственной тяжести падаютъ въ болото и очень скоро заволакиваются мхомъ; черезъ нѣкоторое время на торфяникѣ появляется опять лѣсная поросль, которую постигаетъ та же судьба, и въ торфѣ опять образуется слой древесныхъ стволовъ и пней; такихъ слоевъ въ нѣкоторыхъ торфяникахъ бываетъ по пяти и болѣе, при чемъ древесные стволы почти не подвергаются процессу оторфованія.

Въ мѣстностяхъ ровныхъ, низменныхъ, съ песчаною почвою и водонепроницаемою подпочвою, особенно гдѣ выпадаетъ значительное количество атмосферныхъ осадковъ, очень легко образуются моховыя болота и на площадяхъ, покрытыхъ сосновымъ лѣсомъ. Упавшія отъ вѣтра, старости или пожара деревья подвергаются гніенію, а ихъ стволы, остатки образуютъ колоніями лишайниковъ и мховъ: главнымъ образомъ кукушкина льна (*Polytrichum*), оленьяго мха (*Cladonia*) и печеночника (*Marchantia*). Затѣмъ появляются нѣкоторые злаки и осоки, какъ луговикъ (*Deschampsia caespitosa* P. B.), бѣлоустъ (*Nardus stricta* L.), осока лѣсная и волосистая (*Carex silvatica* Huds., *C. pilosa* Scop.), и особенно во множествѣ разные верески и багульникъ.

Остатки этихъ растеній и ихъ корни образуютъ войлокообразную дернину перегноя, которая жадно впитываетъ и удерживаетъ снѣговую и дождевую воду и образуетъ первый слой торфа. Сами же деревья, упавшія въ разныхъ направленіяхъ, задерживаютъ стокъ атмосферныхъ водъ, вслѣдствіе чего мѣстность постоянно бываетъ сырою, чѣмъ для болотной растительности создаются еще болѣе подходящія условія. За первыми, указанными выше, піонерами заболачиванія мѣст-

ности, являются настоящие торфообразователи—сфагновые бѣлые мхи ¹⁾. Мхи эти принадлежатъ къ многолѣтнимъ и очень стойкимъ растеніямъ; высушенный на воздухѣ онъ до 6-ти недѣль сохраняетъ способность оживать (изслѣдованія Шрейбера); бывали даже случаи, что сфагнумъ, пролежавшій въ гербаріи около 4-хъ лѣтъ, снова оживалъ послѣ смачиванія его водою; споры сфагновыхъ сохраняютъ свою всхожесть въ теченіе шестидесяти лѣтъ. Мхи эти отличаются и необыкновенно сильнымъ ростомъ: нѣкоторые его виды ежегодно вырастаютъ въ длину до 2-хъ футовъ, при чемъ нижняя часть каждой особи мха постепенно отмираетъ, а верхняя продолжаетъ свой ростъ. Не менѣе поразительна и сила размноженія сфагновыхъ мховъ, такъ, наприм., *Sphagnum cuspidatum* разновидность, очень часто встрѣчающаяся на нашихъ торфяникахъ, даетъ въ одномъ плодѣ 2800000 споръ, которыя вѣтромъ и водою разносятся на далекія разстоянія, и разъ гдѣ попадаетъ благопріятная почва, онѣ начинаютъ прорастать. Въ толѣ растенія находится цѣлая система пустыхъ клѣтокъ образующихъ родъ капиллярныхъ трубокъ, которыя въ живыхъ сырыхъ растеніяхъ обыкновенно наполнены водою, при чемъ вода по нимъ во время роста постоянно движется, поднимается снизу вверхъ, отчасти насыщая влагою все растеніе, отчасти (избытокъ ея) испаряясь въ воздухъ. Это строеніе и сильная способность всасывать и подымать воду снизу вверхъ, необыкновенная живучесть, огромная вегетативная и размножительная сила этихъ мховъ, ихъ отличительная способность поглощать и удерживать массу воды, способствуетъ быстрому росту высокихъ болотъ, какъ въ глубину и вышину, такъ и въ стороны, и поэтому понятно, что небольшая заболоченная мѣстность, особенно при ея равнинности и отсутствіи извести въ почвѣ, можетъ обратиться въ непродолжительное время въ громадное торфяное болото. Постоянное нарастаніе мха, какъ старыхъ особей, такъ и возникновеніе на старыхъ новыхъ, молодыхъ, отъ проросшихъ споръ, особенно въ мѣстахъ, гдѣ есть достаточный запасъ воды, и способность сфагновыхъ, впитывая воду почти до безконечности, увеличиваться въ объемъ;

¹⁾ Сфагновые мхи въ сыромъ видѣ, т.-е. вегетирующие, имѣютъ желто-зеленый цвѣтъ, верхушки ихъ грязно-красноватаго пестраго цвѣта; но высушенные, эти мхи теряютъ окраску и становятся бѣлыми или соломенно-желтыми.

придаютъ сфагновымъ болотамъ выпуклую поверхность, рѣзко-отличающую ихъ отъ торфяниковъ, образовавшихся изъ зеленыхъ листовенныхъ мховъ изъ семейства гипновыхъ. Лѣтомъ, во время сильныхъ дождей, весною во время таянiя снѣга и осенью во время заморозковъ, когда вслѣдствiе мороза нарушается структура сфагнома и изъ него высачивается вода, избытокъ ея стекаетъ съ середины къ краямъ торфяника, и если тамъ нѣтъ соотвѣтственныхъ лощинъ для ея стока, то вода застаивается и заболачиваетъ все новыя пространства; постоянно подмачиваемыя деревья засыхаютъ, падаютъ и въ скоромъ времени заволакиваются бѣлымъ мхомъ. Такимъ путемъ моховые торфяники завоевали себѣ въ сѣверной и центральной Россiи громадныя пространства прежде сухихъ суходольныхъ лѣсовъ.

Подобнымъ образомъ излагаетъ причины и способы образованiя высокихъ торфяниковъ и Зеельгорстъ (Seelhorst), одинъ изъ лучшихъ германскихъ знатоковъ болотъ въ своей книгѣ: „Полевая и луговая культура болотъ“ (Acker- und Wiesenbau auf Moorboden). Вотъ въ сокращенiи его описанiе: „Подпочва высокихъ торфяниковъ состоитъ по большей части изъ мелкозернистаго, бѣлаго, неплодороднаго и не заключающаго извести песка, подъ которымъ иногда находится глинистый песокъ, а также глина и мергель. Часто песокъ, лежащiй слоемъ толщиною 30—50 ст., переходитъ въ орнитейнъ, образующiйся вслѣдствiе цементированiя песка *закисью* желѣза. Цвѣтъ этого слоя красно-бурый, подъ нимъ же лежитъ бѣлый мелкiй песокъ.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ высокiя болота лежатъ на глинѣ, суглинкѣ или мергелѣ; въ такомъ случаѣ болото лежитъ не прямо на такой почвѣ, но на слоѣ лугового болота, которое мало-по-малу превратилось въ высокое болото, на что указываетъ нахожденiе въ нижнихъ слояхъ его остатковъ тростника и осоки.

Характеръ главной растительности, изъ коей складываются высокiе торфяники, зависитъ главнымъ образомъ отъ количества воды; если ея мало, то болото образуется изъ вересковыхъ (Ericaceae), если ея больше, то главнымъ образомъ изъ видовъ сфагнома. Поэтому высокiе торфяники по растительности дѣлятся на двѣ категорiи: сфагновые и вересковые. Очень часто въ одномъ и томъ же торфяникѣ находимъ какъ тотъ, такъ и другой торфъ, одинъ надъ другимъ.

Когда мокрый торфяникъ, образовавшійся изъ сфагноума почему-либо обсыхаетъ, то сфагнумъ уступаетъ мѣсто верескамъ и надъ сфагновымъ торфомъ образуется вересковый (торфяникъ озерного происхожденія) и наоборотъ, если сухой — вересковый торфяникъ скопитъ избытокъ влаги, то верескъ замѣняется сфагновыми мхами, которые и образуютъ поверхъ вересковаго торфа слой мохового (торфяники лѣсные).

Образованіе неозерныхъ — высокихъ торфяниковъ, какъ сфагновыхъ, такъ и вересковыхъ, происходитъ слѣдующимъ образомъ. Въ бѣдныхъ известью мелкихъ, стоячихъ, или только слабо текущихъ водахъ, или также на бѣдной известью не проницаемой почвѣ, на которой задерживается и скопляетъ много атмосферныхъ осадковъ, поселяются разные виды сфагноума, особи которыхъ обладаютъ свойствомъ непрерывно нарастать новыя на старыхъ. Всѣ виды сфагноума отличаются замѣчательной водопоглотительной и капиллярной способностью. Это обусловливается пустыми клѣточками, снабженными порами, черезъ которыя проникаетъ и проводится дальше вода, а въ некоторыхъ видахъ и тѣмъ, что вѣточки плотно пристають къ стеблю и образуютъ какъ бы систему капиллярныхъ трубочекъ.

Вслѣдствіе этого сфагнумъ поглощаетъ и предохраняетъ отъ испаренія всю воду, съ коею онъ соприкасается. Способность удерживать воду такъ велика, что эти болота возвышаются значительно надъ окружающей мѣстностью, а также очень часто распространяются вширь. На такихъ болотахъ часто встрѣчаются озера, уровень коихъ выше окружающей мѣстности. Съ ростомъ мохового болота отмершія части растений сдвигаются, но сохраняютъ свое строеніе, такъ какъ вслѣдствіе прекращенія водой доступа воздуха нѣтъ возможности полной разложенія. Только тамъ, гдѣ вслѣдствіе уменьшившейся возможности доступъ воздуха облегчился, моховой торфъ теряетъ структуру и становится аморфнымъ.

Часто нижній слой болота состоитъ не изъ мохового, изъ вересковаго торфа; болото въ этомъ случаѣ могло образоваться такъ. На болѣе сухой, бѣдной известью, песчаной почвѣ первая растительность состояла изъ лишаевъ; кроме этого на песчаной почвѣ, особенно сырой, является бѣлоусъ (*Nardus stricta* L.). Корни его даютъ многочисленные побѣги переплетающіеся въ дернѣ, а корневые листья свиваются въ

видѣ воронокъ, собирающихъ и удерживающихъ влагу. На такой почвѣ охотно растутъ верескъ и сопутствующія ему травы. Продукты ихъ разложенія представляются аморфными, такъ какъ при доступѣ воздуха разложеніе полное, но, вслѣдствіе увеличенія вмѣстѣ съ образованіемъ этого перегной водопоглотительной способности, пачинаетъ здѣсь скопляться столько влаги, что вересковая растительность уступаетъ мѣсто мхамъ, которые развиваются до тѣхъ поръ, пока условія благоприятны, т.-е. пока много влаги, и снова уступаютъ мѣсто вереску въ случаѣ ея уменьшенія. Вѣроятно же всего, что очень мокрые, сырые годы влекутъ образованіе сфагноума, а сухіе—вереска—на словъ сфагнового торфа.

Въ этихъ болотахъ часто находятся стволы березъ, елей и сосенъ, снаружи черные, внутри темно-коричневые, очень твердые.

Минеральная подпочва такихъ торфяниковъ сверху на глубину $1\frac{1}{4}$ — $3\frac{1}{4}$ фута пропитана органическимъ веществомъ; она влажна, пластична и ясно отличается отъ свѣтлаго песка, залегающаго ниже.

Флора высокихъ болотъ, вообще весьма бѣдныхъ питательными солями, очень скудна и обнимаетъ не болѣе 40—45 видовъ. Кромѣ главныхъ торфообразователей—сфагновыхъ мховъ и вересковъ, чаще другихъ встрѣчаются: пушица, нѣкоторые виды осоки, ситнягъ болотный, клюква и т. п. Вотъ списокъ чаще встрѣчающихся на высокихъ торфяникахъ растеній:

Лишайники—Lichenes.

- 1) Олений ягель (ол. мохъ). *Cladonia rangiferina* Hoffm.

Мхи—Bryophyta.

А. Лиственные мхи—Musci frondosi.

І. Зеленые мхи.

- 2) Кукушкинъ ленъ. *Polytrichum piliferum* Schr.
 3) *Bryum caespititium* L.
 4) *Mnium punctatum* L.
 5) *Meesa uliginosa* Hedw.

II. Бѣлые торфяные мхи.

- 6) *Sphagnum cymbifolium* Ehr.
- 7) " *cuspidatum* Ehr.
- 8) " *squarrosum* Pers.
- 9) " *recurvum* P. B.
- 10) " *intermedium* Hoff.
- 11) " *rubellum* Wils.

Б. Печеночные мхи—*Hepaticae*.

- 12) *Marchantia polymorpha* L. Маршантія (обыкновенно на пожарищахъ).
- 13) *Riccia glauca* L.
- 14) *Jungermannia inflata* Huds.

Односѣмянодольныя—*Monocotyledones*.Осоковыя—*Cyperaceae*.

- | | |
|---------------------------|--|
| 15) Осока бутылчатая. | <i>Carex ampullacea</i> Good. |
| 16) " илистая. | " <i>limosa</i> L. |
| 17) " сытевидная. | " <i>Pseudocyperus</i> L. |
| 18) Пушица. | <i>Eriophorum angustifolium</i>
Roth. |
| 19) Ситнягъ болотный. | <i>Heleocharis palustris</i> R. Br. |

Злаки—*Gramineae*.

- | | |
|----------------|----------------------------------|
| 20) Молинія. | <i>Molinia coerulea</i> Mnsh. |
| 21) Шейхцерія. | <i>Scheuchzeria palustris</i> L. |
| 22) Тростникъ. | <i>Phragmites communis</i> Trin. |

Двусѣмянодольныя—*Dicotyledones*.

- | | |
|----------------------------|--|
| 23) Верескъ. | <i>Calluna vulgaris</i> Salisb. |
| 24) " | <i>Erica Tetralix</i> L. (Только в.
Польшѣ и западн. губер.). |
| 25) Кассандра. | <i>Cassandra calyculata</i> Don. |
| 26) Подбѣлъ. | <i>Andromeda pollifolia</i> L. |
| 27) Клюква. | <i>Oxycoccus palustris</i> Pers. |
| 28) Голубика, гнобобель. | <i>Vaccinium uliginosum</i> L. |
| 29) Багульникъ. | <i>Ledum palustre</i> L. |
| 30) Ерникъ, вороньи ягоды. | <i>Empetrum nigrum</i> L. |
| 31) Морошка, | <i>Rubus chamaemorus</i> L. |

- 32) Медвѣжья ягода, толокнянка. *Arctostaphylos uva ursi* Spr.
 33) Росянка круглолистная. *Drosera rotundifolia* L.
 34) „ англійская „ *anglica* Huds.
 (длиннолистная).

Кромѣ перечисленныхъ рѣже еще попадаются :

- 35) Дремликъ. *Epipactis palustris* Crtz.
 36) Гипрей. *Epilobium palustre* L.
 37) Мытникъ. *Pedicularis palustris* L.
 38) Береза приземистая. *Betula humilis* Schrk.
 39) „ карликовая. „ *nana* L.
 40) Ива лапландская. *Salix Lapponum* L.
 41) „ черничная. „ *myrtilloides* L.

Изъ древесныхъ породъ довольно часто на высокихъ болотахъ растутъ: 42) сосна болотная—*Pinus Silvestris* var. *Pumilio*, 43) бѣлая береза (*Betula alba* L.) и, очень рѣдко, 44) ель обыкновенная (*Picea vulgaris* L.), но деревья эти имѣютъ всегда жалкій, болѣзненный видъ, вырастаютъ вышиною не болѣе 3—5 аршинъ и толщиною $\frac{1}{2}$ —2 вершковъ у подошвы, хотя по числу годовыхъ слоевъ возрастъ ихъ иногда бываетъ очень солиднымъ—60 и болѣе лѣтъ. У сосны иглы бываютъ очень коротки, крона сбита шарообразно, вѣтви кривыя, корявыя и сплошь увѣшаны, какъ и стволы, разными лишаями.

Изъ сфагновыхъ болѣе всего на высокихъ болотахъ распространены виды: *Sphagnum cymbifolium*, *Sph. cuspidatum* и *recurvum*, изъ вересковъ: *Calluna vulgaris* и *Cassandra calyculata*, изъ осоковыхъ—пушица (*Eriophorum*).

Перечисленные выше растенія, за исключеніемъ сфагновыхъ и вересковъ, принимаютъ очень незначительную роль въ торфообразованіи высокихъ болотъ, хотя въ большинствѣ являются для нихъ очень характерными, какъ, напримѣръ: клюква, ерникъ и морошка. Вообще, количественно, по сравненію со сфагновыми и вересками, они являются слишкомъ незначительною примѣсью,—замѣтною на поверхности торфа, но абсолютно ускользающею отъ наблюденія въ торфѣ высокихъ торфяниковъ, и единственно среди волоконъ сфагнума можно отличать только частицы стеблей пушицы, которая иногда сильнѣе другихъ, даже осоковыхъ, развивается на бесплодной почвѣ моховыхъ болотъ.

Зато у нѣкоторыхъ изъ перечисленныхъ растений есть, другая, особая, важная роль — они даютъ первый импульсъ образованію торфяниковъ, и не будь ихъ, не могли бы создаться благоприятныя для произрастанія настоящихъ торфовыхъ образателей условія; таковы указанные выше зеленые мхи, лишай, осоковые и злаки. Другія же растенія являются какъ бы завершителями высокихъ, особенно моховыхъ болотъ, указывающими на то, что ростъ торфяника уже окончился; таковымъ растеніемъ является для сфагновыхъ торфяниковъ верескъ (*Calluna vulgaris*), для вересковыхъ же — толокнянка, пушица и мохъ (*Polytrichum*), при чемъ часто отживающіе торфяники стремятся обособиться въ видѣ холмиковъ.

Кромѣ обширныхъ высокихъ болотъ озернаго или борово-го происхожденія, въ хвойныхъ лѣсахъ очень часто попадаются котловинныя небольшія блюдца такихъ же торфяниковъ, которыя ни составомъ торфа, ни растительнымъ покровомъ, ни способомъ образованія, ничѣмъ не отличаются отъ большихъ болотъ. Вообще, характеръ высокихъ торфяниковъ повсемѣстно одинъ и тотъ же, поэтому достаточно подробно познакомиться съ однимъ какимъ-либо высокимъ боровымъ болотомъ, чтобы имѣть довольно полное представленіе о болотахъ этого типа.

Торфъ высокихъ торфяниковъ обыкновенно темно-бураго цвѣта, или даже чернаго, особенно торфъ вересковаго происхожденія; въ сыромъ видѣ онъ на срезѣ имѣетъ блестящую поверхность и не заключаетъ почти никакихъ постороннихъ включеній, какъ-то: раковинъ, наносовъ ила, гнѣздъ вивіанита и т. п., такъ какъ образовался исключительно подъ вліяніемъ мягкой воды атмосферныхъ осадковъ. Онъ заключаетъ меньше всего золы отъ 1% до 5%, и поэтому служитъ прекраснымъ матеріаломъ для отопленія, но зато высокія болота съ трудомъ поддаются сельскохозяйственной культурѣ.

В. Смѣшанныя или переходныя болота.

Болота этого типа, какъ указано было выше, могутъ образоваться двумя путями. Во-первыхъ — изъ высокихъ боровыхъ болотъ, когда къ нимъ получать доступъ воды, заключающія известковыя соли, или когда эти болота искусственно, въ видѣ недостаточнаго удобренія, станутъ получать известъ, отъ дѣй-

ствія коей погибають торфяные мхи и создаются болѣе благоприятныя условія для произрастанія осоковыхъ и злаковыхъ растений; иногда еще на мѣстѣ высокыхъ болотъ, послѣ ихъ основательнаго пожара, на мохово-торфяной почвѣ, удобренной золою мховъ и росшихъ на торфяникѣ деревьевъ и кустовъ, появляется на непродолжительное время растительность болотъ переходнаго типа. Во-вторыхъ—изъ низинныхъ болотъ, чаще всего осоковыхъ, когда эти послѣднія почему-либо лишатся притока известковыхъ водъ и станутъ орошаться исключительно атмосферными водами, вслѣдствіе чего осоки и другія травы, не получая достаточнаго для своего роста питанія, погибають и вытѣсняются сфагновыми мхами. По первому способу, естественнымъ путемъ, т.-е. безъ содѣйствія человѣка, торфяники смѣшаннаго типа образуются у насъ очень рѣдко, въ исключительныхъ случаяхъ, напр., послѣ пожара или если на болотѣ вдругъ выбьется ключъ съ известковой водою, или если рѣка, протекающая вдали отъ торфяника, въ годъ особенно высокаго паводка, проложить себѣ русло черезъ моховое болото. Обыкновенно же подобныя болота образуются подъ влияніемъ осушенія и послѣдующаго затѣмъ выжиганія болота.

Гораздо чаще естественнымъ путемъ смѣшанныя болота образуются по второму способу, т.-е. осоковыя—превращаются въ сфагновыя; для этого достаточно истощиться запасу известковыхъ солей въ болотныхъ родникахъ, окончательно заболотиться прорѣзывающей болото рѣкѣ, подняться, вслѣдствіе постепеннаго нарастанія, поверхности болота выше горизонта весеннихъ рѣчныхъ водъ данной мѣстности или даже, наконецъ, хорошо и на значительное разстояніе отъ болота задерживаться обнаженнымъ раньше склонамъ его бассейна. Болота, образовавшіяся такимъ путемъ, очень часто встрѣчаются въ сѣверо-западныхъ и центральныхъ губерніяхъ, гдѣ почвы не особенно богаты известковыми солями и гдѣ обиліе атмосферныхъ осадковъ и довольно холодный климатъ способствуютъ быстрому росту болотъ.

Что касается флоры смѣшанныхъ болотъ, то на нихъ можно встрѣтить растенія, свойственныя какъ низиннымъ, такъ и борнымъ болотамъ; но осоковыхъ, злаковыхъ и цвѣтковыхъ на нихъ бываетъ очень мало и они имѣютъ угнетенный видъ; чаще другихъ на подобныхъ болотахъ встрѣчается пушица и ситнягъ болотный; очень часто переходныя болота бываютъ

покрыты порослью бѣлой березы, которая все-таки не достигаетъ на нихъ сколько-нибудь значительнаго развитія и представляетъ изъ себя скорѣе хилый кустарникъ, чѣмъ древесную породу. Обыкновенными для описываемыхъ болотъ являются низкорослые, кустарниковые виды березы: *Betula humilis* и *Betula nana* и нѣсколько рѣже ивы: *Salix Lapponum* и *Salix myrtilloides*.

Цвѣтъ торфа переходныхъ болотъ неоднородный: обыкновенно болѣе свѣтлый въ нижнихъ слояхъ, онъ переходитъ въ темно-бурый и даже почти черный въ верхнихъ. Неоднороденъ и удѣльный вѣсъ: нижніе слои тяжелѣе, верхніе легче.

Процентъ золы въ торфѣ описываемой категоріи болотъ, вполнѣ зависитъ отъ того, какія растенія господствовали на нихъ раньше и какія явились впослѣдствіи, и такъ какъ большинство русскихъ смѣшанныхъ болотъ образовалось путемъ перехода осоковыхъ въ сфагновыя, то въ нижнихъ пластахъ процентъ золы больше и все убываетъ по мѣрѣ приближенія къ поверхности; вообще онъ колеблется въ предѣлахъ отъ 4 до 12%. Смѣшанные болота обыкновенно не заключаютъ въ своей толщинѣ пней и стволовъ деревьевъ, даютъ торфъ довольно чистый и компактный, представляющій хорошій матеріалъ для отопленія, а если верхнее наслоеніе сфагнового торфа не очень значительно и можетъ быть легко удалено, то подобные болота годятся и для сельско-хозяйственной культуры.

Ростъ болотъ.

Большинство русскихъ болотъ находится въ стадіи развитія: они и въ настоящее время продолжаютъ свой ростъ, увеличивая свою мощность и разрастаясь пространственно во всѣ стороны. Къ отжившимъ, прекратившимъ свой ростъ, нужно отнести только немногочисленные вполнѣ осушенные болота или находящіеся подъ наносами песка или глины. Одни изъ этихъ послѣднихъ, расположенныя въ рѣчныхъ поймахъ, были занесены въ годы, обильные полою водою; другія, находящіеся вдали отъ рѣкъ, покрыты пескомъ, нанесеннымъ дождемъ или вѣтромъ, послѣ того, какъ были сведены хвойные лѣса, среди коихъ они образовались. Такіе торфяники довольно часто встрѣчаются въ Воронежской, Тамбовской, Курской и

Рязанской губерніяхъ. Торфъ въ нихъ подъ покровомъ минеральныхъ наносовъ сохраняется хорошо и содержитъ достаточное количество влаги. Благодаря давленію сверху, онъ лежитъ въ видѣ спрессованной плотной массы, удобной для добыванія разными способами. Даже въ остановившихся вслѣдствіе осушенія болотахъ, въ болѣе глубокихъ слояхъ, торфъ сохраняется хорошо, благодаря своей громадной влагоемкости; отъ дѣйствія воздуха и мороза вывѣтривается и обращается въ торфяную землю только верхній, лишенный избытка воды (вслѣдствіе осушенія), слой, толщиною отъ 8 до 12 вершковъ, подъ которымъ залегаетъ мало или даже вовсе неизмѣненный торфъ, вполне пригодный для разработки на топливо. Больше всего подвергается разложенію торфъ въ торфяникахъ степныхъ губерній, расположенный въ пересохшихъ оврагахъ и въ берегахъ рѣчекъ, особенно если берега эти круты и лишены растительности. Здѣсь онъ лишенъ воды почти во все время года (за исключеніемъ весеннихъ паводковъ), пересыхаетъ до самаго дна, даетъ глубокія трещины и вслѣдствіе этого подвергается на значительную глубину разрушающему дѣйствію воздуха и мороза: онъ тогда сильно размывается дождевыми и снѣговыми водами, отъ дѣйствія коихъ иногда въ торфяникѣ образуются даже овраги.

Опредѣлить точно возрастъ даннаго болота очень трудно: ни степень оторфованія растительныхъ остатковъ, ни мощность торфяного пласта не даютъ для этого надлежащихъ основаній, ибо какъ та, такъ и другая зависятъ отъ многихъ условій и очень разнообразны для разныхъ мѣстностей, и притомъ различны даже для одной и той же мѣстности въ разные годы. Поэтому и цифры годового прироста торфа у разныхъ изслѣдователей приводятся очень разнообразныя. Такъ, по Гофману годовая приростъ торфяника въ толщину въ среднемъ равенъ около 2-хъ дюймовъ, по де-Люку—2,4 дюйма, по Лекере не менѣе 0,8 дюйма (въ 100 лѣтъ не меньше 1 саж.), по Танфильеву не болѣе 0,12 дюйма. Приблизительно о возрастѣ мохового торфяника можно судить по числу находимыхъ въ немъ ярусовъ сосновыхъ пней и по возрасту этихъ послѣднихъ. Такъ, напримѣръ, въ Прокудино-Алексинскомъ бору Покровскаго лѣсничества Владимірской губ. въ торфяникѣ, мощностью 8 аршинъ, найдено 5 ярусовъ сосновыхъ пней возраста отъ 150 до 200 лѣтъ, раздѣленныхъ прослойками торфа, толщиною каждый

не менѣе 8 вершковъ; поэтому можно заключить, что Прокудинскій торфяникъ никакъ не моложе 1000 лѣтъ, т.-е. средній годовой приростъ его не болѣе 0,2 дюйма. Иногда торфяники надвигаются на искусственныя сооруженія: мосты, мельничныя лотки, плотины и т. п., которыя въ торфѣ сохраняются очень долго, и тогда приблизительно можно судить о возрастѣ торфяника и скорости его нарастанія. Такія сооруженія мною были найдены въ болотахъ Полтавской и Виленской губ., и ежегодный приростъ болота въ этихъ мѣстахъ, по моимъ вычисленіямъ, составляетъ около 0,4 дюйма въ толщину. Если на основаніи выше приведенныхъ данныхъ принять средній годовой приростъ русскихъ торфовъ равнымъ 0,2 дюйма, то большинство русскихъ торфяниковъ, залегающихъ пластомъ, мощностью 6—7 аршинъ, не моложе 1000 лѣтъ, а болѣе глубокіе (мощностью 12—15 арш.), встрѣчающіеся сравнительно гораздо рѣже, 1500—2000 лѣтъ.

Такой медленный ростъ болотъ въ толщину вполнѣ станетъ понятенъ, если вспомнить, что торфъ образуется изъ остатковъ моховой или травяной растительности. Хотя сфагнумъ и способенъ давать годичныя ростки, длиною до 1 фута, а иногда и нѣсколько болѣе, но въ оторфованномъ и спрессованномъ видѣ, въ какомъ онъ является въ торфѣ, сфагновая подушка уменьшается въ толщинѣ не меньше какъ въ 75—100 разъ; точно также и въ низинныхъ болотахъ: максимальный урожай осоки не можетъ дать болѣе 120—150 пудовъ съ десятины осоковаго сѣна, что составитъ при равномерномъ распредѣленіи по поверхности болота слой рыхлой растительной массы толщиною около 0,3—0,4 дюйма; масса эта, оторфовавшись и будучи сдавлена выше лежащими слоями, можетъ дать слой торфа не толще половины рыхлаго слоя, т.-е. около 0,2 дюйма. Дѣйствительно, разсматривая сухую плитку торфа, можно замѣтить, что она состоитъ изъ ряда слоевъ, толщиною около 1—2 мм., т.-е. 0,04—0,08 дюйма, а такъ какъ торфъ при высыханіи сжимается въ 3—4 раза, то въ сыромъ торфѣ такой слой, отвѣчающій годичному приросту, долженъ быть толщиною отъ 0,1 до 0,3 дюйма. Цифры эти почти согласны съ приведенными выше, выведенными на основаніи историческихъ соображеній.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Обслѣдованіе болотъ съ цѣлью составленія проекта осушительныхъ работъ.

Правильно произведенныя осушительныя обслѣдованія болотъ должны дать возможно полную картину не только гидрологическихъ, топографическихъ и гипсометрическихъ условій обслѣдуемаго болота и его окрестностей, но также должны выяснить естественноисторическія данныя мѣстности и финансово-экономическое значеніе предполагаемой меліорациі.

Поэтому осушительныя обслѣдованія болотъ должны состоять въ слѣдующемъ:

1. Прежде всего необходимо выяснить, въ какую рѣку, каналъ или озеро могутъ быть направлены излишнія воды даннаго болота, по чьей землѣ долженъ пролегать отводящій изъ нихъ болотныя воды каналъ, и, если онъ долженъ пролегать по землѣ, не принадлежащей владѣльцу обслѣдуемаго болота, то выяснить, будетъ ли это лицо согласно на проведеніе канала по его землѣ и на какихъ условіяхъ. Затѣмъ эти водотоки или водовмѣстилища (рѣки, озера) должны быть детально обслѣдованы и изучены.

2. Нужно произвести полныя или, если имѣется уже планъ болота, то дополнительныя и провѣрочныя топографическія изысканія для составленія детальнаго ситуационнаго плана даннаго болота, его ближайшихъ окрестностей и тѣхъ водотоковъ, куда предполагается спускать болотныя воды.

3. На самомъ болотѣ и въ ближайшихъ его окрестностяхъ произвести подробныя нивелировочныя изысканія для опредѣленія уклоновъ болота и составленія плана данной мѣстности въ горизонталяхъ.

4. Послѣ составленія этого плана нанести на немъ линіи магистральныхъ и главныхъ боковыхъ (перваго и второго порядка) каналовъ такъ, чтобы они пролегали по самымъ низкимъ мѣстамъ болота, обходя острова, и затѣмъ эти линіи протрассировать на болотѣ и ихъ пронивеллировать. Боковые каналы третьяго и т. д. порядковъ можно первоначально не разбивать, такъ какъ ихъ число обыкновенно выяснется лишь послѣ производства общей канализаціи болота. Боковые каналы 1-го порядка слѣдуетъ вводить въ магистральный по возможности парно, другъ противъ друга съ каждой стороны подъ угломъ къ нему (считая по теченію) 135° — 120° , въ разстояніе другъ отъ друга не больше 1 версты, считая по магистр. каналу.

5. Посредствомъ зондировки опредѣлить глубину болотной почвы и ея характеръ; опредѣлить родъ главныхъ торфообразователей и физическія свойства торфа.

6. Опредѣлить подпочву болотъ, родъ почвъ и подпочвъ въ ближайшихъ окрестностяхъ, глубину залеганія въ нихъ грунтовыхъ водъ и ихъ естественные выходы.

7. Опредѣлить характеръ поверхности болота, его главную растительность, а также характеръ поверхности и растительность его окрестностей.

8. Собрать данныя объ условіяхъ и величинѣ стока въ данной мѣстности или, если таковыхъ нѣтъ, то метеорологическія данныя за возможно большее число лѣтъ.

9. Выяснить, насколько необходимо и для какой цѣли нужно осушеніе даннаго болота; собрать свѣдѣнія о стоимости и доходности болотныхъ и суходольныхъ угодій въ данной мѣстности, и, если были примѣры осушенія, то собрать свѣдѣнія о ихъ результатахъ.

10. Выяснить вліяніе болотъ на гигиеническія и экономическія условія данной мѣстности.

11. Наконецъ, собрать данныя о ростѣ обследуемаго болота.

Вообще рекомендовалось бы при производствѣ обследованій съ цѣлью составленія проекта осушительныхъ работъ руководствоваться ниже приводимой программой.

Программа для производства обследованій болотъ.

А. Обследование водотоковъ и водовмѣстилищъ.

а) *Рѣка*, которая будетъ служить водоотводомъ для болотныхъ водъ, должна быть обследована на всемъ протяженіи ея пролеганія по данному болоту и на двѣ-три версты ниже впаденія въ нее послѣдняго (считая сверху внизъ по теченію) канала.

Обследование эти должны состоять:

1. Въ подробной съемкѣ рѣки.
2. Въ продольной ея нивелировкѣ черезъ каждыя 50 саж. по урѣзу воды и по берегу.
3. Въ измѣреніи ширины рѣки черезъ каждыя 50 саж. и, кромѣ того, во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ширина замѣтно на глазъ измѣняется.
4. Въ промѣрахъ глубины рѣки черезъ каждыя 10 саж. и въ мѣстахъ мельче 0,50 саж. черезъ три сажени.
5. Въ поперечной нивелировкѣ рѣчной долины до высокихъ ея береговъ и по нимъ на 100 саж. съ каждой стороны; поперечныя нивелировки дѣлать черезъ каждую версту на изслѣдуемомъ участкѣ и обязательно въ началѣ и въ концѣ участка; въ мѣстѣ пересѣченія поперечной профили съ рѣкою опредѣлить подробно ея живое сѣченіе, среднюю скорость теченія и расходъ; на поперечныхъ профиляхъ отмѣтить нивелировкой горизонтъ самыхъ высокихъ весеннихъ водъ по указанію мѣстныхъ жителей.

Кромѣ того:

6. Нужно обследовать характеръ дна и береговъ рѣки.
7. Если рѣка очень извилиста и течетъ въ болотистыхъ или низкихъ берегахъ, то назначить стряменія и по ихъ линіи произвести нивелировку.
8. Узнать, нѣтъ ли на рѣкѣ ниже осушаемой площади мельничныхъ запрудъ, хотя бы и разрушенныхъ, и если таковыя окажутся, то дойти до нихъ съ нивелировкой и опредѣлить подпоръ, образуемый запрудой.

9. Отмѣтить всѣ язы для рыбной ловли, ихъ состояніе и подпоръ, ими образуемый; отмѣтить мосты, клади для перехода, броды и мѣста перегонки скота.

10. Описать и отмѣтить степень зарастанія рѣки водорослями и кустами; описать характеръ поймы (болото, заливной лугъ, кустарникъ или лѣсъ и какой); узнать продолжительность стоянія въ поймѣ весеннихъ водъ; описать характеръ и почву высокихъ береговъ поймы.

б) Если болотныя воды приходится спускать *въ озеро*, то необходимо:

1. Опредѣлить площадь озера и сдѣлать промѣры его глубины.

2. Обслѣдовать и описать характеръ береговъ озера, состояніе его поверхности, степень заиленности дна и его характеръ.

3. Обслѣдовать, есть ли рѣчки, вытекающія изъ озера, и если есть, то опредѣлить ихъ расходъ въ межень и характеръ поймы этихъ рѣчекъ; опредѣлить уровень самыхъ высокихъ весеннихъ водъ въ этихъ рѣчкахъ вблизи выхода ихъ изъ озера.

4. Описать характеръ почвы и растительности въ ближайшихъ окрестностяхъ озера.

5. Опредѣлить горизонтъ весеннихъ водъ озера и самыхъ низкихъ меженнихъ.

Примѣчаніе. Если нѣтъ точныхъ указаній относительно уровня самыхъ высокихъ и самыхъ низкихъ водъ въ озерахъ и рѣкахъ, то опредѣлять таковые уровни по указанію мѣстныхъ жителей (рыбаковъ).

Б. Обслѣдованіе болота.

1. Если нѣтъ плана болота, то снять его контуръ, всѣ островки и протоки или старицы на немъ.

2. Черезъ все болото провѣшнить основную линію-базисъ, и отъ нея черезъ каждыя 50 саж., если болото не велико (до 300 дес.), и черезъ 100 саж., если болото велико и характеръ его поверхности однообразенъ, разбить рядъ перпендикулярныхъ къ базису линій черезъ все болото съ пикетажемъ черезъ каждыя 50 саж. на болотѣ и болѣе частымъ при пере-

сѣченіи линіями острововъ или гривъ (на нихъ ставить пикеты: у каждаго края гривы на болотѣ, на гривѣ на берегу, затѣмъ дальше не рѣже, какъ черезъ 10 саж.); всѣ пикеты нивелировать и конечные пикеты линій соединить окружною нивелировкой; всѣ полученныя отмѣтки, послѣ тщательной проверки ихъ и разбивки допустимой невязки, нанести на планъ и вычертить горизонтали. Если приходится обследовать заболоченную казенную лѣсную дачу, то для общихъ изслѣдованій всей дачи, во избѣжаніе лишней рубки, ограничиться нивелировкой по верстовымъ квартальнымъ линіямъ на суходолахъ, а на болотахъ задать линіи, какъ указано выше; если и на болотѣ лѣсъ частый и толще 3-хъ вершковъ, то проводить параллельныя линіи черезъ 250 саж.

3. На каждомъ пикетѣ произвести на болотѣ зондировку до подпочвы, записать глубину почвы, ея характеръ и родъ подпочвы; черезъ каждыя 200 саж. произвести болѣе глубокую зондировку съ углубленіемъ въ подпочву на 0,50 саж. и съ выемкою болотной почвы черезъ каждыя 0,33 саж. въ глубину, при чемъ въ каждой пробѣ опредѣлить степень оторфованія (разложенія) растительныхъ остатковъ и ихъ родъ (осоки, тростники, трифоль, мохъ, древесные остатки); опредѣлить степень насыщенности торфа водою и степень засоренности его иломъ, нескомъ или глиною.

4. Описать характеръ поверхности болота, степень его кочковатости, количество и величину кочекъ на пробныхъ характерныхъ площадкахъ въ 5×5 саж.; описать, чѣмъ образованы кочки: осоками, мхомъ и какимъ, есть ли въ нихъ или деревьевъ или кустовъ; описать характеръ растительнаго покрова болота и гривъ съ указаніемъ преобладающихъ растений; всѣ эти описанія сдѣлать для каждой кѣтки въ 50×50 или 100×100 саж.

5. Руководствуясь горизонталями, назначить главные каналы по болоту, разбить ихъ на мѣстѣ, избѣгая по возможности частыхъ и крутыхъ поворотовъ, пронивелировать и прозондировать до подпочвы черезъ 50 саж. на болотѣ и чаще, смотря по рельефу, при пересѣченіи гривъ, которыя однако надлежитъ по возможности обходить.

6. По главнымъ ходовымъ линіямъ или въблизи ихъ, съ опредѣленіемъ направленія и разстоянія отъ линіи, устранивать прочные репера черезъ каждыя 4—5 верстъ, обязательно въ

началѣ и концѣ линій, включить репера въ нивеллировку и по возможности связать ихъ съ пунктами, коихъ извѣстна абсолютная отмѣтка, напр.; Марки Гл. Штаба, головки рельсовъ на жел.-дор. станціяхъ, тригонометрическіе сигналы.

7. Осмотрѣть, нѣтъ ли на болотѣ или въ берегахъ его выходовъ родниковъ, и если они окажутся, то отмѣтить ихъ на планѣ и включить въ нивеллировку.

8. Осмотрѣть и описать характеръ окружающихъ болото суходоловъ, ихъ почву, подпочву, растительность и способъ пользованія ими (пахня, лугъ, выгонъ, лѣсъ).

9. Узнать, были ли въ данной мѣстности или вблизи примѣры осушенія болотъ и какіе получились результаты; насколько повысилась доходность осушенной площади, примѣнялись ли кромѣ осушенія еще другія какія-либо культурныя мѣры (вспахка, удобреніе, посѣвъ травъ, выжиганіе, снятіе кочекъ, корчеваніе и т. п.) и какія именно; какова была стоимость затратъ первоначальная и ежегодная для поддержанія меліораций. Если результаты получились неудовлетворительные, то выяснить на мѣстѣ причины неудачи.

10. Узнать на мѣстѣ стоимость и арендную плату за десятину заливного суходольнаго луга и то же для болотнаго; если осушаемая площадь предназначается подъ лѣсъ, то цѣну лѣса въ данной мѣстности.

11. Если каналы, осушающіе лѣсныя пространства, впадаютъ въ сплавную рѣку, то выяснить, насколько желательно приспособить ихъ для сплава и насколько отъ этого удешевится доставка лѣсныхъ матеріаловъ и облегчатся условія ихъ сбыта.

12. Узнать, какое въ среднемъ количество сѣна собирается въ данной мѣстности съ десятины заливного луга и какое съ болотнаго (въ частности съ даннаго болота), какая цѣна на сѣно того и другого сорта.

13. Узнать, какую часть общей площади земли въ данной мѣстности занимаютъ болота и насколько велика нужда въ лугахъ и выгонахъ.

14. Опредѣлить, насколько болото затрудняетъ сообщеніе между окрестными населенными пунктами. Отмѣтить лѣтнія и зимнія на немъ дороги, тропы и мосты.

15. Узнать, не замѣчается ли вліяніе болотъ на здоровьѣ людей и скота и чѣмъ оно выражается.

16. Осмотрѣть ближайшіе къ болоту колодцы, отмѣтить качество воды въ нихъ и колебаніе уровня воды (путемъ разспросовъ) въ различныя времена года, занивеллировать поверхность земли у колодца, измѣрить глубину до воды и толщину слоя въ немъ воды.

17. Насколько возможно, полно собрать свѣдѣнія о ростѣ болота, для чего, если имѣются старые планы, сравнить по нимъ площадь болота съ нынѣшнею площадью; путемъ разспросовъ узнать, какъ часто и насколько приходится повышать на болотѣ гати и мосты и удлинять ихъ; узнать, не заволокло ли болото какихъ-либо искусственныхъ сооружений (мостовъ, гатей, дамбъ и построекъ), когда таковыя были разрушены, и измѣрить толщину покрывающаго ихъ слоя болота.

18. Собрать на ближайшихъ къ обследуемому болоту метеорологическихъ станціяхъ и водомѣрныхъ пунктахъ данныя за возможно большее число лѣтъ: о количествѣ ежемѣсячныхъ осадковъ, о ливняхъ, о толщинѣ снѣгового покрова, о времени замерзанія и оттаиванія рѣкъ, о продолжительности весенняго волополя и о колебаніи уровня воды въ рѣкахъ.

19. Во время производства изысканій *ежедневно* послѣ окончанія дневныхъ полевыхъ работъ надлежитъ вычерчивать и наносить на планъ всѣ ходовыя линіи съемки, подсчитывать и провѣрять нивелировочный журналъ и высчитывать отмѣтки пикетовъ. По окончаніи же обследования даннаго болота, не уѣзжая съ мѣста работъ, сдѣлать окончательную провѣрку и сводку всѣхъ нивелировочныхъ и съемочныхъ данныхъ, нанести ихъ на планъ и составить планъ съ указаніемъ растительнаго покрова, характера поверхности болота (кочковатость и т. п.), выходовъ ключей и т. д.

20. Всѣ данныя специальныхъ изысканій вписывать въ сводную вѣдомость прилагаемаго при семъ образца.

СВОДНАЯ ВѢДОМОСТЬ

спеціальныхъ изысканій по

болоту въ

.....уѣзда

.....губерніи.

.....мѣс., 19 годъ.

Изысканія производилъ

№№ пике- товъ.	Разстояніе между пи- кетами въ саж.	Направленіе линіи.	Глубина воды на болотъ.	Отмѣтка поверхно- сти болота.

Почва, глубина въ саж.	Подпочва.	Раститель- ный покровъ.	Примѣчаніе.

Примѣчанія къ „ОБСЛѢДОВАНИЮ БОЛОТЪ“.

1. *Съемка плана.*

При болотныхъ обслѣдованіяхъ для измѣренія длины линій предпочтительно употреблять 10-ти саженную цѣпь, а не ленту (по причинѣ ея ломкости), для съемки же плана чаще всего употребляется гониометръ, или цилиндрическая астролябія. Инструментъ этотъ состоитъ изъ двухъ цилиндровъ, изъ коихъ нижній снабженъ одной парой, а верхній двумя парами діоптровъ, взаимно перпендикулярными. На нижнемъ цилиндрѣ имѣется лимбъ съ дѣленіями на градусы отъ 0 до 360, на верхнемъ нониусъ, точность коего равна 2 или 1 минутѣ. Кромѣ того на верхнемъ цилиндрѣ обыкновенно имѣется буссоль. Верхній цилиндръ посредствомъ особаго винта имѣетъ вращеніе независимо отъ нижняго. Такимъ образомъ, посредствомъ гониометра можно измѣрять какъ геометрическіе (внутренніе или внѣшніе) углы между линіями, такъ и астрономическіе или астролябическіе углы данныхъ линій (азимуты и румбы).

Съемка болота или рѣчки чаще всего производится обходомъ, рѣже по способу прямоугольныхъ координатъ, такъ какъ этотъ способъ обыкновенно требуетъ большей затраты времени. При болотной съемкѣ гониометръ насаживается не на треножникъ, а на длинный окованный колъ, который забивается отвѣсно въ началѣ линій на мѣстѣ поворотной (угловой) вѣшки. Отвѣсное его положеніе опредѣляется подвѣшиваніемъ гири или по горизонтальному положенію магнитной стрѣлки буссоли гониометра при поворачиваніи верхняго цилиндра.

Такъ какъ въ данномъ случаѣ главное сводится къ правильному отчету угловъ, то приведу здѣсь указанія, заимствованныя въ сокращеніи изъ „Курса геодезій“ проф. Н. А. Богуславскаго (изд. 1908 года, стр. 132—143).

Магнитные азимуты. Углы, составляемые магнитнымъ, меридіаномъ съ линіями визированія и считаемые отъ 0° до 360° отъ сѣвернаго конца магнитной стрѣлки до данной линіи, называются магнитными азимутами этой линіи.

Буссоли, у которыхъ надписи дѣленій, въ ближайшей части кольца къ наблюдателю, идутъ, увеличиваясь въ правую сторону, а въ дальнѣйшей части кольца отъ наблюдателя въ лѣвую;

сторону, даютъ возможность непосредственно измѣрять азимуты, считаемыя отъ сѣвернаго конца стрѣлки черезъ востокъ. Буссоли же, у которыхъ надписи дѣленій, въ ближайшей части кольца къ наблюдателю, идутъ, увеличиваясь въ лѣвую сторону, или въ дальнѣйшей въ правую, даютъ возможность непосредственно измѣрять азимуты, считаемыя отъ сѣвернаго конца магнитной стрѣлки черезъ западъ.

Чтобъ по буссоли, у которой надписи идутъ отъ 0° до 360° , прочитатъ азимутъ какой-нибудь линіи, наблюдатель долженъ стать лицомъ въ ту сторону, куда идетъ данное направленіе, затѣмъ линію нулей буссоли, т. е. линію, соединяющую 0° и 180° и совпадающую съ визирною плоскостью діоптровъ, направить по данной линіи; если наблюдатель будетъ находиться у 180° буссоли, тогда число градусовъ, прочтенныхъ у сѣвернаго конца стрѣлки, дастъ величину азимута. Если же наблюдатель находится у нуля, то азимутъ ему надо читать у южнаго конца стрѣлки.

Румбическіе углы. Углы, считаемыя отъ сѣвернаго или южнаго конца стрѣлки вправо или влѣво до визируемой линіи, отъ 0° до 90° , называются румбическими углами. Слѣдовательно, румбическіе углы всегда острые, и тупыми быть не могутъ. Поэтому, для непосредственнаго измѣренія румбовъ, буссоль должна имѣть надписи дѣленій, идущія отъ двухъ нулей въ обѣ стороны.

Румбическіе углы линій бываютъ:

нордъ-остъ и обозначаются	NO
зюйдъ-остъ „	SO
зюйдъ-вестъ и обозначаются	SW
нордъ-вестъ „	NW
нордъ „	N
зюйдъ „	S ¹⁾
остъ „	O
вестъ „	W

Прежде, чѣмъ читать румбъ, необходимо задать себѣ вопросъ, можно ли при помощи данной буссоли измѣрять румбъ непосредственно, т. е. безъ какихъ бы то ни было вычисленій.

¹⁾ Часто зюйдъ (югъ) обозначается буквою Z. Русскія значенія этихъ словъ—слѣдующія: нордъ—сѣверъ, остъ—востокъ, зюйдъ—югъ, вестъ (астъ E) западъ и т. д.

Если градусныя надписи на концѣ буссоли идутъ, увеличиваясь отъ двухъ нулей до 90° , то можно. Если же градусныя надписи на кольцѣ буссоли идутъ отъ 0° до 360° , то такую буссолю непосредственно измѣрять румбы нельзя, потому что такая буссоль назначена для непосредственнаго чтенія азимутовъ.

Чтеніе румбовъ производится такъ: наблюдатель становится лицомъ по направленію данной линіи и направляетъ линію нулей буссоли или визирную плоскость діоптровъ по данной линіи, идущей въ ту сторону, въ которую смотритъ наблюдатель. *Отсчетъ по сѣверному или южному концу дастъ величину румба.* Чтобы опредѣлить названіе румба, наблюдатель смотритъ, съ какимъ концомъ стрѣлки данная линія, идущая отъ центра инструмента, составляетъ острый уголъ; если линія составляетъ острый уголъ съ сѣвернымъ концомъ, то первая буква въ названіи румба—N. Если данная линія составляетъ острый уголъ съ южнымъ концомъ, то первая буква въ названіи румба—S. Если линія, составляя острый уголъ съ сѣвернымъ или южнымъ концомъ магнитной стрѣлки, идетъ отъ магнитнаго меридіана въ восточную сторону, то вторая буква въ названіи румба—O. Если линія направляется въ западную сторону, то вторая буква въ названіи румба—W. При этомъ надо помнить, что если смотрѣть на магнитную стрѣлку съ южнаго конца на сѣверный, то съ правой стороны находится сторона восточная, а съ лѣвой—западная.

Правила непосредственнаго чтенія азимутовъ и румбовъ:

1) Наблюдатель долженъ стать лицомъ въ ту сторону, куда направлена данная линія, азимуть или румбъ которой надо прочесть.

2) Наблюдатель устанавливаетъ линію нулей буссоли по данной линіи, направляя по ней визирную плоскость діоптровъ.

3) Если градусныя надписи буссоли идутъ отъ 0° до 360° , то такую буссолю измѣряются непосредственно азимуты: если къ наблюдателю стоитъ 0° , то онъ читаетъ азимуть по южному концу, а если къ нему ближе стоитъ 180° , то онъ читаетъ азимуть у сѣвернаго конца стрѣлки.

4) Если градусныя надписи идутъ отъ двухъ нулей до 90° , то наблюдатель читаетъ непосредственно румбъ данной линіи у сѣвернаго или, все равно, у южнаго конца магнитной стрѣлки. Если показанія сѣвернаго и южнаго конца окажутся различ-

ными, то вѣрная величина румба будетъ равна полусуммѣ чтеній у сѣвернаго и южнаго конца стрѣлки.

5) Наблюдатель опредѣляетъ, съ какимъ концомъ стрѣлки данное направленіе линіи составляетъ острый уголъ; названіе этого конца стрѣлки будетъ первою буквою румба; вторая буква румба будетъ или О или W, смотря по тому, въ какую изъ этихъ странъ направлена данная линія.

6) Если наблюдатель смотритъ къ сѣверу, то съ правой стороны находится восточная часть, а съ лѣвой западная.

Число градусовъ въ томъ или другомъ случаѣ, прочтенное по сѣверному или по южному концу стрѣлки, измѣритъ величину румба.

Какъ производится вычисленіе румбовъ по азимутамъ?
Предположимъ, что азимуты считаются отъ сѣвернаго конца стрѣлки черезъ востокъ на югъ и западъ, тогда:

Если величина азимута данной линіи менѣе 90° , то румбъ этой линіи равенъ азимуту, и названіе его NO.

Если азимутъ болѣе 90° и менѣе 180° и линія находится во второй четверти, то ея румбическій уголъ SO и равенъ 180° минусъ азимутъ.

Если азимутъ болѣе 180° и менѣе 270° , то румбическій уголъ имѣетъ названіе SW и равенъ азимуту минусъ 180° .

Наконецъ, если азимутъ болѣе 270° и менѣе 360° , то румбическій уголъ имѣетъ названіе NW и равенъ 360° минусъ азимутъ.

Положимъ, что азимуты считаются отъ сѣвернаго конца стрѣлки черезъ западъ на югъ и востокъ, тогда:

Если азимутъ данной линіи менѣе 90° , то румбическій уголъ этой линіи NW и равенъ азимуту.

Если азимутъ болѣе 90° и менѣе 180° , то румбическій уголъ SW и равенъ 180° минусъ величина азимута.

Если азимутъ болѣе 180° и менѣе 270° , то румбъ равенъ величинѣ азимута минусъ 180° и названіе его SO.

Если азимутъ болѣе 270° и менѣе 360° , то румбъ равенъ 360° безъ азимута, а названіе его NO.

Какъ вычислить величину азимута данной линіи, когда непосредственно измѣрена величина румба этой линіи?
Положимъ, что желаемъ опредѣлить азимутъ, считаемый черезъ востокъ, югъ на западъ, тогда:

Если румбъ данной линіи NO, то азимуть равенъ величинѣ румба.

Если румбъ данной линіи SO, то азимуть равенъ 180° безъ величины румба.

Если румбъ данной линіи SW, то азимуть равенъ 180° плюсъ величина румба.

Если румбъ NW, то азимуть равенъ 360° безъ величины румба.

Когда желаемъ получить азимуты, считаемыя отъ сѣвера черезъ западъ и югъ на востокъ, то въ этомъ случаѣ:

Если румбъ NO, то азимуть равенъ 360° безъ величины румба.

Если румбъ SO, то азимуть равенъ 180° плюсъ величина румба.

Если румбъ SW, то азимуть равенъ 180° безъ румба.

Если румбъ линіи NW, то азимуть ея равенъ величинѣ румба.

Какъ опредѣлить величину угла, заключеннаго между линіями, если известны азимуты обѣихъ линій у ихъ началъ или у ихъ концовъ? При съемкахъ между линіями, ограничивающими участокъ, измѣряются или внутренніе углы, или внѣшніе, но непременно какіе-нибудь одни, чтобы, при нанесеніи на бумагу, не послѣдовало путаницы. Если же измѣряютъ и тѣ и другіе, то записываютъ въ журналъ и тѣ и другіе углы въ соответствующія графы. Часто внутренніе и внѣшніе углы называются *правыми* или *лѣвыми*, смотря по тому, въ какую сторону поворачиваетъ линія отъ наблюдателя.

Чтобы найти величину праваго угла, зная азимуты линій, его составляющихъ, надо составить разность азимутовъ 2-й и 1-й линій, и эту разность, съ тѣмъ знакомъ, съ какимъ она получится, вычесть изъ 180° .

Если для внутренняго угла получится величина отрицательная, то къ результату надо прибавить 360° , и разность будетъ угломъ искомымъ.

Изложенное правило одинаково относится и къ тому случаю, когда азимуты считаются черезъ западъ, югъ и востокъ.

Какъ опредѣлить величину угла непосредственно, по измѣреннымъ румбамъ линій, его составляющихъ, прочтенныхъ въ началъ или конць линій? Углы между двумя линіями также могутъ быть вычисляемы и посредствомъ румбовъ, руководствуясь слѣдующей таблицей: въ ней „ a_1 “ есть градусная величина румба первой линіи и „ a_2 “ — второй линіи;

Румбы 1-й линій.	Румбы 2-й линій.	Буквы въ названіи румбовъ.	Правый уголъ.	Лѣвый уголъ.
NOa ₁ SWa ₁ Nwa ₁ SOa ₁	NOa ₂ SWa ₂ Nwa ₂ SOa ₂	Въ названіяхъ румбовъ объ буквы одинаковыя.	180° + (a ₁ —a ₂) 180° — (a ₁ —a ₂)	180° — (a ₁ —a ₂) 180° + (a ₁ —a ₂)
NOa ₁ SWa ₁ Nwa ₁ SOa ₁	SWa ₂ NOa ₂ SOa ₂ Nwa ₂	Въ названіяхъ рум- бовъ объ буквы различныя.	a ₁ — a ₂ 360° + (a ₁ —a ₂) 360° — (a ₁ —a ₂) (a ₂ — a ₁)	360° — (a ₁ —a ₂) (a ₂ — a ₁) (a ₁ — a ₂) 360° + (a ₁ —a ₂)
NOa ₁ SWa ₁ Nwa ₁ SOa ₁	Nwa ₂ SOa ₂ NOa ₂ SWa ₂	Въ названіяхъ румбовъ пер- выя буквы одинаковыя, вто- рыя различныя	180° + (a ₁ +a ₂) 180° — (a ₁ +a ₂)	180° — (a ₁ +a ₂) 180° + (a ₁ +a ₂)
NOa ₁ SWa ₁ Nwa ₁ SOa ₁	SOa ₂ Nwa ₂ SWa ₂ NOa ₂	Въ названіяхъ румбовъ пер- выя буквы различныя, вторыя одинаковыя.	a ₁ + a ₂ 360° — (a ₁ +a ₂)	360° — (a ₁ +a ₂) a ₁ + a ₂

1) б. значитъ больше, м.—меньше.

2. Нивеллированіе.

На болотѣ пикеты необходимо дѣлать устойчивые, изъ 2—2½ вершк. кольевъ и забивать ихъ по возможности до подпочвы, чтобы они не уходили въ болото отъ тяжести рейки. Если торфъ очень глубокъ, то пикеты нужно забивать для ною около 1½—2 аршинъ.

Нивеллировка обыкновенно производится изъ середины между пикетами посредствомъ нивеллира, чаще всего системы Эго (Egot), съ перекладной трубою и уровнемъ, прикрѣпленнымъ неподвижно къ коромыслу съ обоймицами. Лучшіе нивеллиры этой системы выдѣлываются на фабрикахъ Кернъ въ Арау, Каради въ Цюрихѣ, а въ Россіи у Герляха въ Варшавѣ.

При болотныхъ изысканіяхъ штативъ для нивеллира долженъ быть съ длинными, не менѣе 2-хъ аршинъ, ножками. На очень зыбкихъ болотахъ, кромѣ того, нужно подъ ножки штатива забивать колья, служащіе какъ бы продолженіемъ ножекъ.

Нивеллиръ системы Эго состоитъ, въ главнѣйшихъ частяхъ, изъ треножника съ тремя подъемными винтами, коромысла съ уровнемъ и астрономической трубы. Внутри вертикальной колонки треножника помѣщается стальная вертикальная ось инструмента, къ верхнему концу которой наглухо прикрѣплено мѣдное коромысло, которое состоитъ изъ мѣдной линейки съ двумя мѣдными вертикальными стойками. Въ стойкахъ сдѣланы прямоугольныя обоймицы, или лагери, въ которыхъ труба помѣщается своими цапфами. Одна изъ стоекъ скрѣплена съ коромысломъ наглухо, другая же можетъ быть нѣсколько приподнимаема или отпускаема посредствомъ повѣрительныхъ винтовъ, проходящихъ чрезъ коромысло.

На линейкѣ коромысла помѣщается уровень, заключенный въ просторную цилиндрическую металлическую коробку, съ продолговатымъ прорѣзомъ въ верхней части. Коробка назначается для предохраненія уровня отъ быстрыхъ измѣненій температуры.

При производствѣ нивеллировки необходимо предварительно удостовѣриться въ правильности нивеллира, для чего нужно произвести тщательную установку и провѣрку, которая состоитъ въ слѣдующемъ (изложеніе повѣрокъ нивеллира тоже заимство-

вано изъ „Курса Геодезіи“ Н. А. Богуславскаго—стр. 359—364):

При нивеллировкѣ, визирная ось нивеллира, приведенная въ горизонтальное положеніе, должна сохранять, при поворотахъ трубы около вертикальной оси, горизонтальное положеніе. Условіе это будетъ выполнено, если: 1) ось уровня перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія и 2) ось уровня параллельна оси визирной.

Отъ нивеллировъ съ перекладными трубами, уровень которыхъ прикрѣпленъ къ коромыслу, надо требовать выполненія слѣдующихъ условій:

1) ось уровня должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія;

2) ось уровня должна быть параллельна производящей трубы нивеллира или производящей цапфъ трубы, если труба имѣетъ цапфы;

3) оси—визирная и геометрическая должны совпадать, или, другими словами, центръ сѣтки и центръ объектива должны лежать на геометрической оси цилиндра цапфъ трубы.

Повѣрка нивеллира.

1) *Повѣрка перпендикулярности оси уровня къ вертикальной оси вращенія* производится такъ: поворачиваютъ верхнюю часть инструмента такъ, чтобы уровень былъ направленъ по двумъ подъемнымъ винтамъ, приводятъ ими пузырекъ уровня на середину, ставятъ уровень по 3-му винту и этимъ винтомъ также приводятъ пузырекъ, въ точности, на середину. Затѣмъ поворачиваютъ верхнюю часть инструмента на 180° . Если послѣ поворота на 180° пузырекъ уровня останется на серединѣ, то ось уровня заняла то же мѣсто, что и до поворота, а это возможно лишь тогда, когда ось уровня перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія.

Если послѣ поворота на 180° пузырекъ отойдетъ отъ середины, то ось уровня заняла послѣ поворота другое мѣсто, и уголъ, составленный двумя положеніями оси уровня—до поворота и послѣ поворота, измѣряется тѣмъ числомъ дѣлений, на какое пузырекъ отойдетъ отъ середины, уголъ же наклоненія оси уровня къ плоскости вращенія измѣряется половиною этого отклоненія, а потому исправленіе должно быть произве-

дено на половину всего отклоненія повѣрительнымъ винтомъ при уровнѣ.

Если послѣ новаго поворота на 180° , пузырекъ уровня будетъ отходить на величину, меньшую половины одного дѣленія трубки уровня, то можно считать, что исправленіе сдѣлано хорошо, и дальнѣйшаго исправленія лучше не дѣлать.

2) *Повѣрка параллельности оси уровня и производящей цапфы трубы* производится такъ: послѣ повѣрки перпендикулярности уровня къ вертикальной оси вращенія инструмента приводятъ подъемными винтами ось его точно въ горизонтальное положеніе; визируютъ на рейку отвѣсно стоящую, невдалекъ отъ нивеллира, напр., въ саженьхъ 20-ти или 30-ти, замѣчаютъ показаніе горизонтальнаго волоска, вынимаютъ трубу изъ обоемицъ и осторожно перекадываютъ ее въ нихъ; послѣ этого надо удостовѣриться, заняла ли производящая цапфа то же мѣсто, или другое. Для этого поворачиваютъ инструментъ около вертикальной оси вращенія такъ, чтобы опять визировать на ту же рейку, при этомъ пузырекъ уровня остается на серединѣ или отойдетъ на малую лишь величину, такъ какъ перпендикулярность оси уровня къ оси вращенія уже вѣдѣрена ошибка уничтожена. Если показаніе горизонтальнаго волоска окажется то же, что и раньше, то, слѣдовательно, визирная ось и, неразрывно съ ней связанная, производящая цапфа заняли то же мѣсто, что возможно только лишь при условіи параллельности производящей цапфы и оси уровня, относительно которой производящая была переложена на 180° .

Если послѣ перекадыванія трубы въ обоймицахъ и поворота около оси вращенія на 180° показаніе горизонтальнаго волоска на рейкѣ получится другое, то производящая цапфа цилиндра не параллельна оси уровня, и исправленіе производится винтомъ при одной изъ обоймицъ, опусканіемъ или при подниманіемъ ея до тѣхъ поръ, пока горизонтальный волосокъ не займетъ положенія средняго между двумя отчетами, сдѣланными на рейкѣ.

Конечно, въ этомъ случаѣ уничтожить ошибку совершенно точно никогда не удастся, а приходится ограничиваться лишь тѣмъ, чтобы она не была болѣе нѣсколькихъ тысячныхъ сажени.

3) *Повѣрка совпаденія визирной оси съ геометрической осью трубы* производится такъ: приведя ось уровня подъе-

ными винтами въ горизонтальное положеніе, наводятъ трубу на рейку, установленную отвѣсно на треножникъ или у стѣны, саженьхъ въ 30 или 20 отъ инструмента; при этомъ одинъ волосокъ, направленный на середину рейки, будетъ отвѣснымъ, а другой горизонтальнымъ; затѣмъ читаютъ показаніе горизонтальнаго волоска на рейкѣ въ тысячныхъ доляхъ сажени, поворачиваютъ трубу въ обоймицахъ около геометрической оси цилиндра цапфъ на 180° , т.-е. такъ, чтобы послѣ поворота вертикальный волосокъ опять былъ на серединѣ отвѣсной рейки, тогда отсчетъ горизонтальнаго волоска можетъ быть либо тѣмъ же самымъ, что и ранніе, либо другимъ; первый случай будетъ имѣть мѣсто при совпаденіи визирной оси съ геометрическою осью цапфъ трубы, такъ какъ то же чтеніе указываетъ, что визирная ось послѣ поворота, занимаетъ то же мѣсто, что возможно при томъ условіи, если она находится въ совпаденіи съ геометрической осью, около которой ее поворачивали; второй случай будетъ имѣть мѣсто при несовпаденіи визирной оси съ геометрической осью.

Положимъ, на горизонтальномъ волоскѣ при первомъ визированіи было прочтено 0,425, а во второй разъ 0,445, т.-е. разница между двумя чтеніями равна 20-ти тысячнымъ, слѣдовательно, положеніе геометрической оси соотвѣтствуетъ 0,435, т.-е. положенію среднему, а потому одинъ изъ винтиковъ при сѣткѣ, расположенныхъ вертикально, надо ослабить, а другой подвинтить, пока горизонтальный волосокъ не покроетъ на рейкѣ дѣленія 0,435. Конечно, повѣрку эту надо повторять нѣсколько разъ, до тѣхъ поръ, пока показанія до поворота не будутъ тѣ же самыя, какъ и послѣ поворота. Совершенно точнаго уничтоженія разности двухъ показаній, до поворота и послѣ поворота, достигнуть очень трудно, и если она не превосходитъ нѣсколькихъ тысячныхъ, то далѣе исправленія не производятъ. А чтобы удалить вліяніе этой ошибки вслѣдствіе невѣрности чтеній по рейкѣ, читаютъ, обыкновенно, два показанія на рейкѣ при двухъ положеніяхъ трубы, до поворота и послѣ поворота ея на 180° около геометрической оси трубы. Полусумма этихъ двухъ чтеній на одной и той же рейкѣ будетъ свободна отъ ошибки, зависящей отъ несовпаденія центра сѣтки съ геометрической осью трубы.

На каждой стоянкѣ необходимо сдѣлать установку нивеллира такъ, чтобы плоскость его вращенія была горизонтальна или,

что все равно, перпендикулярна къ оси вращенія нивеллира. Это достигается посредствомъ приведенія пузыря уровня на середину сперва по 2-мъ подъемнымъ винтамъ, а затѣмъ по 3-му, при поворотѣ коромысла на 90° , какъ сказано вначалѣ въ повѣркѣ 1-й. Первую повѣрку нужно дѣлать не менѣе двухъ разъ въ день. Остальныя повѣрки, 2-я и 3-я, дѣлаются каждый день въ началѣ нивелировки, обязательно послѣ каждой перевозки нивеллира, и вообще тогда, когда замѣтно значительное отклоненіе пузыря уровня отъ середины при поворотѣ на 180° , или при большой разницѣ отсчетовъ на одну и ту же рейку послѣ перекладыванія трубы въ лагеряхъ.

Если при нивелировкѣ приходится пользоваться старымъ нивелиромъ, коимъ раньше работалъ другой техникъ, то прежде всего необходимо убѣдиться, не имѣетъ ли коромысло произвольнаго движенія сверху внизъ, что бываетъ, когда развинтился или истерся стальной конусъ, служащій осью вращенія коромысла. Если замѣчается хотя незначительное движеніе коромысла, то нужно подтянуть винтъ внизу нивелирнаго треугольника; если же это не поможетъ, то надо нивелиръ отдать оптику для починки. Тоже необходимо внимательно осмотрѣти подъемные винты треугольника; если они поистерлись, но рѣзбы на нихъ сохранилась правильная, и они слишкомъ свободны, ходятъ въ лапкахъ треугольника, то нужно, посредствомъ винтиковъ при лапкахъ сдавить эти иослѣднія; если же рѣзба винтовъ испорчена, то ихъ необходимо перемѣнить. Для того чтобы подъемные винты не изнашивались, ихъ нужно всегда содержать въ чистотѣ, вытирать отъ пыли и капель дождя смазывать костянымъ масломъ; нужно также стараться, чтобы всѣ три винта работали равномерно и поменьше, т. е. стараться посредствомъ передвиженія ногъ штатива придавать плоскости вращенія коромысла возможно близкое къ горизонтальному положеніе, а подъемными винтами лишь дѣлать окончательную приводку.

Очень часто, при дальней перевозкѣ нивеллира на лошадяхъ, разбивается стекло уровня. Поэтому всегда при нивелирѣ долженъ быть запасный уровень. Если уровень разобьется, то необходимо вывинтить совсѣмъ металлическую трубку, его содержащую, и тщательно вставить новый уровень, подкладывая подъ него бумагу, если окажется, что уровень можетъ свободно поворачиваться въ трубкѣ-чехлѣ; затѣмъ послѣ тщательной его

центрировки, нужно залить оба конца трубки гипсомъ и вставить ее на мѣсто. Послѣ этого необходимо продѣлать точную установку уровня такъ, чтобы ось уровня была строго перпендикулярна оси вращенія нивеллира (повѣрка 1-я).

3. Зондировка и опредѣленіе свойствъ торфа.

Зондировку лучше всего производить *почвеннымъ буромъ Болькета* или развѣдочнымъ буромъ *Войслава лит. „А“* съ наконечникомъ-ложкою. Для зондировки достаточно одного человека. Горизонтъ, на которомъ оканчивается торфъ и начинается минеральная подпочва, легко опредѣляется по тому усилю, съ какимъ дѣлается зондировка; въ торфъ буръ входитъ легко и свободно отъ нажима и вращенія, при встрѣчѣ же глины, песка и т. п. грунта онъ требуетъ большихъ усилій. Большая часть зондировокъ ведется до подпочвы съ незначительнымъ захватомъ послѣдней для опредѣленія ея рода и производится для опредѣленія мощности залеганія торфяной почвы сразу на всю глубину ея, безъ извлеченія бура. Но чрезъ нѣсколько стоянокъ зондировку нужно вести слѣдующимъ образомъ: прежде всего снимается на мѣстѣ зондировки мохъ и войлокообразная масса и измѣряется толщина ихъ слоя; затѣмъ буръ извлекается черезъ каждыя 0,33—0,50 саж., по глубинѣ, и каждый разъ берутся образчики торфа для опредѣленія его физическихъ свойствъ (водность, степень разложенія и количество минеральныхъ примѣсей) и главныхъ торфообразователей. Во время изысканій, внѣ лабораторіи, можно слѣлать лишь приблизительныя опредѣленія, и дѣлаются они слѣдующимъ образомъ:

а) *Водность*: берется опредѣленный объемъ свѣже вынутаго торфа, допустимъ 20—30 куб. сантиметровъ, и взвѣшивается на обыкновенныхъ аптекарскихъ роговыхъ вѣсахъ, съ точностью до 0,5 грамма; затѣмъ изъ другого же такого объема торфа рукою сильно отжимается вода, и отжатый торфъ взвѣшивается; дальше, третій такой же объемъ торфа высушивается въ открытомъ, но затѣненномъ мѣстѣ до полного воздушно-сухого состоянія (7—10 дней), и затѣмъ тоже взвѣшивается. Сравненіе первыхъ двухъ пробъ покажетъ, сколько въ неосушенномъ торфѣ содержится излишней воды по сравненію съ торфяною почвою, годною для произрастанія неболотныхъ ра-

стеній, сравненіе же 1-й и 3-й пробъ дастъ соотношеніе, между вѣсомъ сырого торфа и торфа, пригоднаго для отопленія.

Примѣчаніе. Для полученія опредѣленнаго объема пробъ торфа лучше всего пользоваться жестяными ящиками опредѣленной емкости, напр., для полученія пробы въ 30 куб. сант., ящикомъ $2 \times 3 \times 5$ сантиметровъ.

б) *Степень разложенія* опредѣляется на глазъ по количеству не вполне оторфованныхъ частей растений-торфообразователей, или же болѣе точно, посредствомъ процеживанія черезъ частое сито опредѣленнаго количества торфа, сперва осторожно растертаго съ 10—15 кратнымъ количествомъ воды. Остатокъ на ситѣ промывается два-три раза, затѣмъ тщательно собирается и взвѣшивается.

в) *Количество минеральныхъ механическихъ примѣсей въ торфѣ*, образованныхъ наносами, опредѣляется слѣдующимъ образомъ: опредѣленное количество торфа небольшими порціями тщательно растирается съ водою въ фарфоровой ступкѣ или если ея нѣтъ, на блюдечкѣ; затѣмъ растертая жидкая масса сливается въ градуированный цилиндръ, емкостью 10—15 разъ больше, чѣмъ объемъ взятой пробы; ступка всполаскивается, и вода изъ нея тоже вливается въ цилиндръ, который затѣмъ дополняется водою почти доверху. Полученную торфяную жижицу нужно въ теченіе нѣсколькихъ минутъ помѣшивать палочкою, а затѣмъ оставить отстояться, до тѣхъ поръ, пока примѣси и торфъ не осядутъ, и вода надъ ними не сдѣлается прозрачною. Въ самомъ низу цилиндра осаждаются песокъ, затѣмъ глина и иль, и выше торфъ. Количество песка, глины и ила укажутъ намъ по объему дѣленія цилиндра. Отъ объема отношенія можемъ перейти къ вѣсовому, принимая, что 1 куб. сант. сырого торфа вѣситъ 1 граммъ ¹⁾, 1 куб. с. глины—1,70 граммовъ и 1 к. с. песка—1,92 граммовъ. Однако этотъ способъ примѣнимъ лишь для торфовъ съ большимъ содержаніемъ примѣсей (не менѣе 15%), для болѣе чистыхъ торфовъ онъ непримѣнимъ, такъ какъ минеральнаго осадка получается такъ мало, что его нельзя сколько-нибудь точно отсчитывать по дѣленіямъ цилиндра. Въ послѣднихъ торфахъ количество минеральныхъ солей, а также вообще въ торфахъ полно

¹⁾ Вѣсъ торфа, насыщеннаго водою, принимается равнымъ вѣсу воды.

количество золы (механической и органической), можно определить лишь лабораторнымъ путемъ посредствомъ сжиганія.

г) *Опредѣленіе главныхъ торфообразователей.* Ихъ можно опредѣлить по оставшимся въ торфѣ не вполне разложившимся частицамъ, при чемъ болѣе крупные остатки опредѣляются простымъ глазомъ, болѣе мелкіе при помощи лупы.

Въ послѣднемъ случаѣ, небольшая проба торфа слегка растирается съ водою, и затѣмъ эта кашица выливается тонкимъ слоемъ на промокательную бумагу и разсматривается въ сильную лупу. Вообще, признаки для опредѣленія растеній-торфообразователей по ихъ остаткамъ слѣдующіе: *мохъ* характеризуется тонкими нитеобразными волокнами, иногда съ остатками листьевъ, чаще безъ нихъ; *верески и багульникъ*—остатками круглыхъ твердыхъ, темнаго цвѣта стеблей; *осоки*—остатками листьевъ трехграннаго сѣченія; *тростникъ*—твердыми, съ удлиненными порами обломками стеблей и характерными междуузліями; *пушица и ситники*—круглыми, болѣе свѣтлаго цвѣта, мягкими кусочками стеблей, съ мелкими кругловатыми порами въ поперечномъ разрѣзѣ; *древесныя породы*—обломками ствольныхъ или вѣтокъ, неправильной формы, темнаго цвѣта, съ характерною тканью клѣтокъ, эти обломки обыкновенно легко растираются въ пальцахъ; *трифоль*—толстыми корнями съ междуузліями; *водяныя лиліи*—чешуйчатыми, напоминающими крокодилову кожу, кусками корней.

4) *Опредѣленіе растительнаго покрова болотъ.*

Для опредѣленія растеній нужно пользоваться опредѣлителями, изъ коихъ можно рекомендовать: 1) Федченко и Флеровъ—„Флора Европейской Россіи“; 2) Кауфманъ—„Московская флора“; 3) Маевскій—„Флора Средней Россіи“; 4) Шмалькгаузенъ—„Флора Южной Россіи“; 5) Петунниковъ—„Руководство для опредѣленія растеній“; 6) Монтеверде (Гофманъ)—„Ботаническій атласъ“. Пособіями могутъ служить: Флеровъ—„Луговые травы“, его же—„Водяныя растенія“; Танфильевъ—„Болота и торфяники Полѣсья“, его же—„О болотахъ Петербургской губ.“; Скалзубовъ—„Пособіе для ботаническихъ экскурсій. Жизнь растеній въ примѣрахъ изъ русской флоры“ и списокъ болотныхъ растеній, приведенный въ настоящей книжкѣ.

5) *Опредѣленіе почвы и подпочвы.*

Хотя главные роды почвъ: черноземъ, лессъ, глина, суглинокъ, песокъ, супесь и подзолъ общеизвѣстны, и ихъ отличить можетъ почти всякій, но болѣе точное опредѣленіе почвъ требуетъ навыка и предварительной практики подъ руководствомъ знающаго человѣка. Руководствами при опредѣленіи почвъ могутъ служить: Глинка — „Почвовѣдѣніе“, Сибирцевъ — „Почвовѣдѣніе“ и Дроздовъ — „Краткій курсъ почвовѣдѣнія“. Очень цѣнными пособіями при опредѣленіи почвъ являются изданные многими земствами — „Матеріалы для оцѣнки земель“, а также Богословскій — „Оцѣнка земель“.

Проектъ осушительныхъ работъ.

На основаніи произведенныхъ изысканій вырабатывается проектъ осушительныхъ работъ, который долженъ состоять: 1) изъ плановъ и чертежей, 2) пояснительной записки, 3) вѣдомости земляныхъ работъ и 4) предварительной сметы.

1) *Планы и чертежи:*

а) Трехъ или, за ея отсутствіемъ, 10-ти верстная карта данной мѣстности, съ обозначеніемъ обслѣдованной казенной дачи или болота и нанесеніемъ линій проектируемыхъ магистральныхъ каналовъ.

б) Планъ въ горизонталяхъ даннаго болота или дачи и ближайшихъ къ нимъ окрестностей въ масштабѣ 100 или 200 саж. въ англ. дюймѣ.

в) Планъ въ такомъ же масштабѣ съ показаніемъ растительнаго покрова, характера поверхности болота, выходовъ ключей и т. п. На обоихъ планахъ нужно указать расположеніе всей проектируемой осушительной сѣти, существующія или проектируемыя дороги, гати, мосты и водоспуски. Если на планѣ не умѣщается рѣка или озеро, служащая водоотводомъ для проектируемой канализации, то на немъ нанести ихъ относительное положеніе, съ указаніемъ разстоянія ихъ по ходовой линіи отъ границъ обслѣдуемой мѣстности.

г) Продольныя профили всѣхъ каналовъ ¹⁾ и рѣкъ, которыя придется расчищать или спрямлять. На профиляхъ линіями,

¹⁾ См. образчикъ прод. профили въ концѣ главы, фиг. 3.

цифрами и условными знаками нужно отмѣчать: горизонтъ воды на болотѣ или въ рѣкѣ, его отмѣтки; поверхность болота или береговъ рѣки и ихъ отмѣтки; дно рѣки или болота и глубину воды въ рѣкѣ или болотной почвы на болотѣ; характеръ дна и подпочвы; проектную линію дна канала или углубляемой рѣки и глубину выемки (красныя линіи и отмѣтки); направленія линій каналовъ и спрямленій рѣки съ обозначеніемъ угловъ внутреннихъ и румбическихъ или азимутальныхъ, съ обозначеніемъ длины прямыхъ, закругленій и радіусовъ этихъ послѣднихъ; величину уклона проектнаго дна и мѣста его измѣненій; ситуаціонный планъ по глазомѣрной съемкѣ вдоль ходовой линіи на протяженіи 25 саж. съ каждой стороны ея.

д) Профили поперечныхъ нивелировокъ рѣчныхъ долинъ съ обозначеніемъ горизонта весеннихъ и меженнихъ водъ, кромѣ указанныхъ въ п. „г“ обозначеній.

Примѣчаніе. Продольныя и поперечныя профили вычерчивать въ масштабахъ: вертикальный 1 саж. въ соткѣ и горизонтальный 200 саж. въ соткѣ, если пикетажъ не чаще 50 саж., и 100 саж., если пикетажъ болѣе частый; при очень частомъ пикетажѣ на нѣкоторыхъ участкахъ, для нихъ нужно вычерчивать особыя профили въ болѣе крупномъ масштабѣ.

е) Профили поперечныхъ сѣченій канала, вычерченныя въ масштабѣ (вертик. и горизонт.) 0,5 саж. въ соткѣ.—Поперечное сѣченіе осушительнымъ каналамъ дается трапециoidalное, при чемъ если каналъ пролегаетъ въ торфяномъ грунтѣ или минеральномъ, но не глубже 0,60 с., то назначается простая профиль (см. фиг. 1), съ откосами безъ уступовъ, если же выемка въ минеральномъ грунтѣ больше 0,60, то двойная, съ уступами, какъ показано на фиг. 2, или даже тройная (при глубинѣ большей, чѣмъ 1,50 саж.).

ж) Если на каналахъ приходится дѣлать перепады, плетневые или каменные укрѣпленія дна и откосовъ, то детальныя чертежи этихъ перепадовъ и укрѣпленій.

з) Детальныя чертежи мостовъ и водоспусковъ, если таковыя входятъ въ проектъ осушительныхъ работъ въ данной мѣстности.

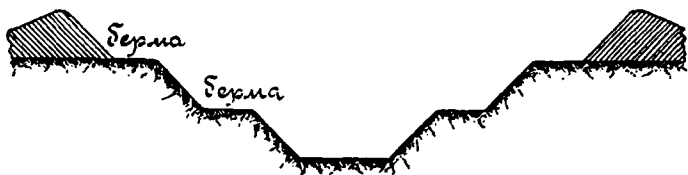
2) *Пояснительная записка* должна обнимать возможно полное описаніе естественно-историческихъ и экономическихъ условій даннаго болота и мѣстности; краткое, но полное изложеніе результатовъ изысканій и обслѣдованій и основанія расчетовъ проектируемыхъ каналовъ и сооружений, а именно:



Фиг. 1. Простая поперечная профиль канала.

описаніе по всѣмъ пунктамъ, изложеннымъ въ отдѣлахъ А и Б (обслѣдованіе водоотводовъ и обслѣдованіе болотъ) приведенной выше инструкціи.

Поперечные размѣры каналовъ опредѣлять по слѣдующимъ даннымъ и формуламъ:



Фиг. 2. Двойная поперечная профиль канала.

а) Площадь бассейна данной рѣки или канала опредѣляется по плану или картѣ возможно крупнаго масштаба.

б) Извѣстная для данной мѣстности ср. наиб. норма стока или вычисленная на основаніи данныхъ о максимальныхъ (среднихъ) мѣсячныхъ осадкахъ, при условіи отвода ихъ въ теченіе 20—30 дней; 1 мм. осадковъ даетъ 1,125 куб. саж. воды съ 1-й десятины. См. Дополненіе 2.

в) Высота столба воды h , отводимой каналомъ въ данномъ сѣченіи, которая должна быть меньше полной глубины канала H по прод. профили на 0,25—0,30 саж.; H на луговыхъ болотахъ въ среднемъ задается равнымъ отъ 0,40 до 0,50 саж. на моховыхъ отъ 0,60 до 0,75 саж.

г) Уклонъ дна канала— i по профили канала; величина уклона i не должна быть меньше 0,0001 и больше 0,001; если уклонъ болота больше 0,001, то нужно проектировать укрѣпленіе дна и откосовъ посредствомъ дернованія, мощенія или дѣлать перепалы.

д) Наклонъ откосовъ канала задается сообразно съ родомъ почвы, въ которой долженъ быть прорытъ каналъ, именно: въ песчаномъ грунтѣ откосы 1 : 2, въ глинистомъ 1 : 1½, въ торфяномъ 1 : 1¼ до 1 : 1.

е) Ширина дна канала, которую нужно вычислять въ устьѣ канала, послѣ впаденія въ него каждой боковой системы и при значительномъ измѣненіи уклона дна канала, опредѣляется на основаніи слѣдующихъ формулъ:

$$Q = A \cdot v = A \cdot c \cdot \sqrt{R \cdot i} \dots \dots (1)$$

$$A = h \cdot (a + h \cdot \cotg \varphi) \dots \dots (2)$$

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1,4607 + (23 + \frac{0,00155}{i}) \frac{n}{\sqrt{R}}} \quad (3) \text{ формула Гангюйлле-Куттера, или}$$

$$c = \frac{\alpha}{1,4607 + \beta / \sqrt{R}} \dots \dots (4) \text{ Волкъ-Карачевскій..}$$

Въ формулахъ 3-й и 4-й значеніе для c —въ саженьяхъ.

Въ этихъ формулахъ значеніе буквъ слѣдующее:

Q —секунд. расходъ, равный площади бассейна \times на норму стока.

c —коэффициентъ средней скорости теченія воды.

A —площадь живого сѣченія канала или рѣки.

h —высота столба отводимой воды въ каналѣ.

a —ширина дна канала.

φ —уголъ наклоненія откосовъ канала.

v —средняя скорость теченія воды, которая не должна быть меньше 0,20 и больше 0,36 саж. въ секунду, во избѣжаніе образованія наносовъ и размыва.

R —подводный радіусъ, равный A/P .

P —смоченный периметръ канала.

i —уклонъ дна.

n —коэффци., зависящій отъ природы ложа, для земляныхъ руселъ равный 0,025 и 0,030.

α, β —коэффициенты, значеніе коихъ дано въ таблицахъ (см. главу 3-ю).

Ширину мостовыхъ и шлюзныхъ отверстій, если эти сооруженія входятъ въ проектъ, не трудно опредѣлить по указаніямъ и таблицамъ, помѣщеннымъ въ сочиненіяхъ: Волкъ-Карачевского — „Опредѣленіе отверстій искусственныхъ сооружений“ и В. Потоцкаго — „Таблицы для расчета отверстій искусственныхъ сооружений“.

3) *Расчетъ земляныхъ работъ*, въ особой вѣдомости, лучше всего производить по формулѣ инж. Мурзо:

$$M = L \cdot \left\{ \left[\frac{H+H_1}{2} + C \right]^2 - C^2 \right\} \cdot n + \frac{(H-H_1)^2}{12} \cdot n \quad (5), \text{ гдѣ}$$

$$C = \frac{a}{2n} \cdot \dots \dots \dots (6)$$

Значеніе буквъ въ этихъ формулахъ слѣдующее:

H и H_1 —глубина канала по профили въ двухъ сосѣднихъ сѣченіяхъ.

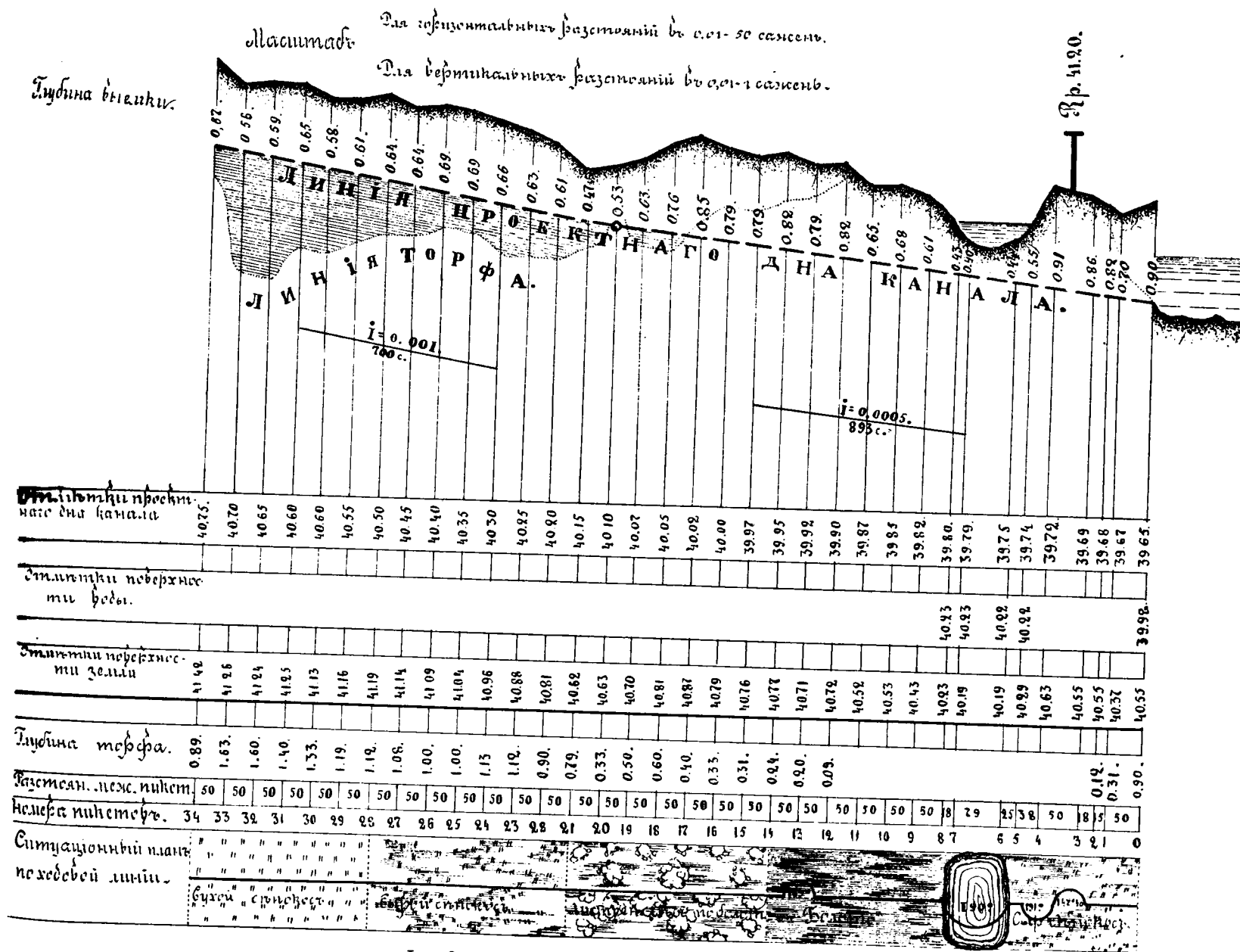
M —объемъ выемки между этими сѣченіями (пикетами).

L —разстояніе между этими пикетами.

a —ширина дна канала.

n —котангенсъ угла наклоненія откосовъ канала.

4) *Предварительная смета* на канализаціонныя работы, на укрѣпленія дна и откосовъ каналовъ и на устройство перепадовъ, а также на устройство мостовъ и водоспусковъ составляется на основаніи нормъ Урочнаго Положенія, а для работъ, относительно коихъ таковыхъ нормъ не имѣется, на основаніи указаній Сальмановича: „Руководство для составленія смѣтъ“, гр. де-Рошефора: „Иллюстрированное Урочное Положеніе“ и практическихъ соображеній; цѣны на рабочія силы и строительные матеріалы проставляются по справочнымъ цѣнамъ для данной мѣстности.



Фиг. 3. Продольная профиль осушительного канала.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Опредѣленіе ширины дна канала трапецидальнаго поперечнаго сѣченія.

Въ результатѣ произведенныхъ обследованій и изысканій на болотѣ, мы получаемъ для опредѣленія поперечныхъ размеровъ осушительныхъ каналовъ слѣдующія данныя:

- 1) секунднѣй расходъ канала . . . — Q ,
- 2) высоту отводимого столба воды . — h ,
- 3) уклонъ дна канала. — i ,
- 4) уголъ наклоненія откосовъ канала — φ ,
- 5) коэффициентъ шероховатости ложа — n .

Требуется опредѣлить:

- 1) ширину дна канала — a
- 2) среднюю скорость теченія воды въ каналѣ — v .

Примѣчаніе. Въ дальнѣйшемъ изложеніи всѣ буквенныя выраженія будутъ тѣ же, что и во главѣ 2-й, въ формулахъ Гангюйлле-Куттера и Волкѣ-Карачевского.

Основнымъ равенствомъ для расчета каналовъ является:

$$Q = A \cdot v \quad . \quad . \quad . \quad (1), \text{ откуда}$$

$$v = \frac{Q}{A} \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Для средней скорости — v разными изслѣдователями даются разныя эмпирическія формулы ¹⁾, устанавливающія зависи-

¹⁾ См. въ концѣ этой главы.

мость между средней скоростью теченія воды, подводнымъ (мокрымъ) радіусомъ и коэффициентомъ шероховатости ложа. Изъ этихъ формулъ самая распространенная и признанная за лучшую формула, предложенная Гангюйлле-Куттеромъ, для вычисленій въ футахъ:

$$v = \left\{ \frac{1,811}{n} + 41,65 + \frac{0,00281}{i} \right\} \cdot \sqrt{R \cdot i} \dots (3)$$

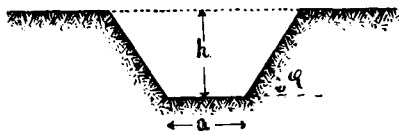
Русскіе инженеры (Голиневичъ, Волкъ-Карачевскій и др.) ее измѣнили для саж. слѣдующимъ образомъ:

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1,4607 + \left\{ 23 + \frac{0,00155}{i} \right\} \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot i} \text{ саж.} \dots (4)$$

$$\text{или } v = \frac{\alpha}{1,4607 + \frac{\beta}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot i} \dots (5)$$

$$\text{гдѣ } \alpha = 23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}$$

$$\text{и } \beta = \left\{ 23 + \frac{0,00155}{i} \right\} n.$$



Фиг. 4.

Изъ чертежа фиг. 4 имѣемъ:

$$A = h (a + h \cotg \varphi) \dots (6)$$

$$\text{и } P = a + \frac{2 h}{\sin \varphi} \dots (7),$$

выведа a изъ уравненія 7-го и подставивъ въ 6-е, получимъ

$$A = h \left\{ P - \frac{2 h}{\sin \varphi} + h \cotg \varphi \right\}, \text{ или}$$

$$A + h^2 \frac{2 - \cos \varphi}{\sin \varphi} - h P = 0 \dots \dots \dots (8)$$

Для краткости обозначимъ:

$$\sqrt{\frac{\sin \varphi}{2 - \cos \varphi}} = c,$$

тогда уравнение 8-е будетъ:

$$\frac{h^2}{c^2} - h \cdot P + A = 0 \dots \dots \dots (9),$$

опредѣляя изъ этого квадратнаго уравненія h , получимъ ¹⁾

$$h = \frac{c^2}{2} \cdot \left[P \pm \sqrt{P^2 - \frac{4 \cdot A}{c^2}} \right] \dots \dots \dots (10)$$

Подкоренное выраженіе въ равенствѣ 10-мъ должно равняться дѣйствительной величинѣ, иначе получится мнимая величина для h , что недопустимо; предѣль, при которомъ получается дѣйствительное значеніе для h , будетъ при

$$P^2 - \frac{4 A}{c^2} = 0 \dots \dots \dots (11),$$

но мы знаемъ, что

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (12)$$

Подставивъ изъ послѣдняго вмѣсто P его значеніе въ предыдущее равенство, получимъ

$$\begin{aligned} \frac{A^2}{R_1^2} - \frac{4}{c^2} \cdot A = 0, \text{ или} \\ R_1 = \frac{c}{2} \sqrt{A} = \frac{c}{2} \sqrt{\frac{Q}{v}} \dots \dots \dots (13) \end{aligned}$$

Изъ равенства 5-го находимъ:

$$\sqrt{R} = \frac{1,4607 \ v \pm \sqrt{2,1088 \ v^2 + v \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \sqrt{i}}}{2 \ \alpha \cdot \sqrt{i}} \dots \dots \dots (14)$$

¹⁾ Квадратныя уравненія типа: $a \cdot x^2 + b \cdot x + p = 0$ рѣшаются: $X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \ a \ p}}{2 \ a}$

Отсюда слѣдуетъ, что вычисленіе соответственныхъ поперечныхъ размѣровъ канала возможно только при условіи, чтобы R , вычисленное изъ равенства 14-го, не было больше R_1 , вычисленного изъ равенства 13-го. Вообще отъ величины R зависитъ средняя скорость теченія v , а именно при одинаковыхъ остальныхъ условіяхъ, средняя скорость v увеличивается съ увеличеніемъ мокраго радіуса R .

Изъ равенства 12-го видно, что максимальное значеніе для R получится, когда смоченный периметръ P будетъ минимумъ, а это послѣднее условіе на основаніи дифференціального исчисленія будетъ имѣть мѣсто, когда первая производная P по h будетъ равна 0 (нулю).

Изъ равенствъ 6-го и 7-го, исключая a , получимъ:

$$P = \frac{A}{h} - h \cotg \varphi + \frac{2h}{\sin \varphi};$$

отсюда первая производная P по h будетъ равняться:

$$-\frac{A}{h^2} - \cotg \varphi + \frac{2}{\sin \varphi}$$

Итакъ, чтобы P было минимумъ, нужно, чтобы

$$-\frac{A}{h^2} - \cotg \varphi + \frac{2}{\sin \varphi} = 0;$$

$$\text{отсюда } h^2 = A \frac{1}{\frac{2}{\sin \varphi} - \cotg \varphi} = A \cdot c^2,$$

$$\text{гдѣ попрежнему } c = \sqrt{\frac{\sin \varphi}{2 - \cos \varphi}}, \text{ или}$$

$$h = c \sqrt{A} \dots \dots \dots (15)$$

Пользуясь послѣднимъ (15-мъ) равенствомъ и подставляя въ равенство 6-е вмѣсто A его значеніе, получимъ наивыгоднѣйшее значеніе для поперечныхъ размѣровъ канала, а именно

$$a = \frac{h}{c^2} - h \cdot \cotg \varphi = h \left\{ \frac{2 - \cos \varphi}{\sin \varphi} - \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} \right\} = 2h \frac{1 - \cos \varphi}{\sin \varphi}, \text{ или}$$

$$a = 2h \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \quad (1) \dots \dots \dots (16)$$

1) $1 - \cos \varphi = 2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}$; $\sin \varphi = 2 \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$

Подставляя въ равенство 11-е вмѣсто А, Р и а ихъ значенія изъ равенствъ 6-го, 7-го и 16-го, получимъ наивыгоднѣйшее значеніе для R.

$$R = \frac{A}{P} = \frac{h}{2} \left\{ \frac{2 \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{ctg} \varphi}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \frac{1}{\sin \varphi}} \right\},$$

что послѣ нѣкоторыхъ преобразованій ⁽¹⁾ дать:

$$R = \frac{h}{2} \dots \dots \dots (17)$$

Отсюда слѣдуетъ, что самые выгодные размѣры для поперечной профили канала представляетъ полукругъ, описанный радіусомъ h.—Дѣйствительно, изъ чертежа фиг. 5 (См. стр. 127) получимъ:

$$\frac{a}{2} = h \operatorname{tg} \varphi/2, \text{ или}$$

$$a = h \cdot 2 \operatorname{tg} \varphi/2 \text{ и}$$

$$R = \frac{\pi \cdot h^2}{2 \pi \cdot h} = \frac{h}{2}.$$

Трапециoidalная профиль, соответствующая абсолютной максимальной средней скорости теченія v, получается при значеніи угла $\varphi = 60^\circ$, т. е. тогда, когда эта профиль равняется половинѣ правильнаго описаннаго шестиугольника.

$$1) \quad 2 \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{ctg} \varphi = \frac{4 \sin^2 \frac{\varphi}{2} + 1 - 2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}}{2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2}}$$

$$= \frac{2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} + 1}{2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2}};$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \frac{1}{\sin \varphi} = \frac{2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} + 1}{2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2}}.$$

Подставляя въ равенство первое (1), значенія: A , v и R ихъ равенствъ 6, 5 и 17 получимъ:

$$Q = h \cdot (a + h \cotg \varphi) \frac{\alpha}{1,4607 + \frac{\beta}{0,5h}} \sqrt{0,5 h i}$$

$$\text{или } Q = h \cdot (a + h \cotg \varphi) \cdot v,$$

откуда наивыгоднѣйшее значеніе для a

$$a = \frac{Q}{hv} - h \cotg \varphi \dots \dots \dots (18).$$

Но такъ какъ h въ каналахъ не можетъ быть выбираемъ произвольно, а берется изъ продольной профили проектируемаго канала, то не всегда можно для R принимать наивыгоднѣйшее значеніе, приравнивая его половинѣ глубины.

Посмотримъ, какова зависимость между величинами a , h и R при чаще всего встрѣчающихся углахъ наклоненія откосовъ канала, а именно при $\cotg \varphi$, равныхъ 1, $1^{1/4}$, $1^{1/3}$, $1^{1/2}$ и 2

Изъ уравненій 12-го, 6-го и 7-го имѣемъ:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{h(a + h \cotg \varphi)}{a + h \cdot \frac{2}{\sin \varphi}} \dots \dots \dots (19);$$

значенія для φ , $\cotg \varphi$, $\frac{2}{\sin \varphi}$ и $\cotg \varphi - \frac{2}{\sin \varphi}$ указаны въ нижеслѣдующей таблицѣ 1-й.

Т А Б Л И Ц А 1-я.

φ	$\cotg \varphi$	$\frac{2}{\sin \varphi}$	$\cotg \varphi - \frac{2}{\sin \varphi}$
90°	0. 00	2. 0000	2. 0000
45°	1. 00	2. 8284	1. 8284
$38^\circ 39' 35''$	1. 25	3. 2016	1. 9516
$36^\circ 52' 12''$	1. 33	3. 3333	2. 0000
$33^\circ 41' 24''$	1. 50	3. 6056	2. 1056
$26^\circ 33' 54''$	2. 00	4. 4712	2. 4721

Произведя дѣленіе во второй половинѣ равенства 1-го, получимъ:

$$R = h + \frac{h^2(\cotg\varphi - \frac{2}{\sin\varphi})}{a + h \cdot \frac{2}{\sin\varphi}}, \text{ или}$$

$$R = h - B \dots \dots \dots (20),$$

$$\text{гдѣ } B = \frac{h^2(\frac{2}{\sin\varphi} - \cotg\varphi)}{a + h \cdot \frac{2}{\sin\varphi}}$$

Итакъ, на основаніи равенства 20-го и таблицы 1-й мы видимъ, что R всегда меньше h , такъ какъ B есть величина всегда положительная. Постараемся теперь упростить выраженіе для B . Величину a (ширина дна) мы можемъ представить въ видѣ:

$$a = \gamma \cdot h,$$

тогда для B и R получимъ выраженія:

$$B = h \cdot \frac{\frac{2}{\sin\varphi} - \cotg\varphi}{\gamma + \frac{2}{\sin\varphi}} \dots \dots \dots (21)$$

$$R = h \left(1 - \frac{\frac{2}{\sin\varphi} - \cotg\varphi}{\gamma + \frac{2}{\sin\varphi}} \right) \dots \dots \dots (22)$$

Такимъ образомъ величина R находится въ зависимости отъ величины γ и увеличивается съ увеличеніемъ этой послѣдней.

Въ нижеприведенной таблицѣ 2-й указаны измѣненія R при различныхъ значеніяхъ γ для разныхъ чаще встрѣчающихся угловъ наклоненія φ .

Т А Б Л И Ц А 2-я
значеній R при различныхъ γ и $\cotg\varphi$.

γ	$\cotg\varphi=1$	$\cotg\varphi=1.25$	$\cotg\varphi=1.33$	$\cotg\varphi=1.5$	$\cotg\varphi=2$
0.25	0. 41 h	0. 43 h	0. 44 h	0. 45 h	0. 48 h
0.50	0. 45 h	0. 47 h	0. 48 h	0. 49 h	0. 51 h
0.75	0. 49 h	0. 51 h	0. 51 h	0. 52 h	0. 53 h
1.00	0. 52 h	0. 54 h	0. 54 h	0. 54 h	0. 55 h
1.50	0. 58 h	0. 59 h	0. 59 h	0. 59 h	0. 59 h
2.00	0. 62 h	0. 62 h	0. 62 h	0. 62 h	0. 62 h

3.00	0. 69 h	0. 69 h	0. 69 h	0. 68 h	0. 67 h
5.00	0. 77 h	0. 76 h	0. 76 h	0. 76 h	0. 74 h
7.00	0. 81 h	0. 81 h	0. 81 h	0. 80 h	0. 78 h
10.00	0. 86 h	0. 85 h	0. 85 h	0. 85 h	0. 83 h
15.00	0. 90 h	0. 89 h	0. 89 h	0. 89 h	0. 87 h
20.00	0. 92 h	0. 92 h	0. 91 h	0. 91 h	0. 90 h
30.00	0. 94 h	0. 94 h	0. 94 h	0. 94 h	0. 93 h
40.00	0. 96 h	0. 96 h	0. 95 h	0. 95 h	0. 94 h
50.00	0. 97 h	0. 97 h	0. 96 h	0. 96 h	0. 96 h
75.00	0. 98 h	0. 98 h	0. 98 h	0. 97 h	0. 97 h

Изучая таблицу 2-ю, мы видимъ: 1) величина R при равныхъ γ мало измѣняется при разныхъ откосахъ канала и 2) вообще:

при γ отъ 0.50 до 1.00— R близко къ 0.5 h,
 " " " 1.50 " 2.50— R " 0.6 h,
 " " " 3.00 " 4.50— R " 0.7 h,
 " " " 5.00 " 9.00— R " 0.8 h,
 " " " 10.00 " 40.00— R " 0.9 h,

и при γ больше 40.00— R близко къ h.

Вообще $R = \delta \cdot h$ (23),

гдѣ коэффициентъ δ есть нѣкоторая дробь.

Мы знаемъ, что $Q = Av$, и, подставляя вмѣсто A его значеніе изъ равенства 6-го и v изъ формулы Гангюйла-Куттера (5), получимъ:

$$Q = h (a + h \cotg \varphi) \cdot \frac{\alpha \sqrt{i R}}{1,4607 + \beta / \sqrt{R}}, \text{ или}$$

$$Q = h (a + h \cotg \varphi) \cdot \frac{\alpha \cdot R \cdot \sqrt{i}}{1,4607 \cdot \sqrt{R} + \beta} \dots (24)$$

или наконецъ,

$$Q \left\{ 1,4607 \cdot \sqrt{\frac{h (a + h \cotg \varphi)}{a + h \cdot \frac{2}{\sin \varphi}}} + \beta \right\} =$$

$$= h \cdot \alpha \cdot \sqrt{i} \cdot \frac{h (a + h \cotg \varphi)^2}{a + h \cdot^2 / \sin \varphi} \dots (25)$$

Рѣшить уравненіе 25-е по a , при всѣхъ остальныхъ данныхъ, очень трудно, поэтому обыкновенно ширина дна канала— a опредѣляется путемъ послѣдовательныхъ приближеній.

Сперва принимается за извѣстную средняя скорость теченія— v , выбравъ для нея произвольную величину, но находящуюся въ предѣлахъ минимумъ и максимумъ для даннаго грунта, указанныхъ въ нижеприводимой таблицѣ 3-й предѣльныхъ допустимыхъ скоростей для разныхъ грунтовъ,—и эта величина подставляется вмѣсто— v въ уравненія 1-е, 6-е и 12-е.

Изъ нихъ находятся: ширина дна канала— a , площадь живого сѣченія канала— A , а затѣмъ изъ уравненія 12-го и мокрый радіусъ— R , и въ таблицѣ квадратныхъ корней, прилагаемой въ концѣ главы, значенія \sqrt{R} и $\sqrt{R i}$.

Затѣмъ въ измѣненную формулу Гангюйлле-Куттера:

$$v = \frac{\alpha}{1,4607 + \beta / \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R i}$$

подставляемъ найденныя въ таблицахъ и вычисленныя значенія для α , β , \sqrt{R} и $\sqrt{R i}$ и вычисляемъ среднюю скорость теченія— v . Если для нея получится значеніе, допустимое для даннаго грунта, то по этому v и по найденной раньше площади живого сѣченія канала— A , опредѣляемъ секунднѣй расходъ канала— Q .

Если вычисленное этимъ путемъ значеніе для Q получится достаточно близкимъ къ заданному, то считаютъ найденное выше значеніе для a (ширина по дну) правильнымъ; если же вычисленное значеніе секунднаго расхода значительно разнится отъ даннаго, то соотвѣтственно измѣняютъ величину a , вновь вычисляютъ A , R , v и Q , и такія вычисленія продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока не получатся значенія: для v , допустимое въ предѣлахъ минимумъ и максимумъ, и для Q , очень близкое къ заданному.

Значенія коэффиціентовъ α и β для разныхъ уклоновъ при $n=0,025$ и $n=0,030$ (земляныя русла) указаны въ таблицѣ 4-й, нижеприводимой.

для коэффициентов α и β .

0,001000	64,55	0,614	57,88	0,736
2000	63,77	0,594	57,10	0,713
3000	63,52	0,588	56,85	0,705
4000	63,39	0,585	56,72	0,702
5000	63,31	0,583	56,64	0,699
6000	63,26	0,581	56,59	0,698
7000	63,22	0,580	56,55	0,696
8000	63,19	0,580	56,52	0,696
9000	63,17	0,579	56,50	0,695
0,010000	63,15	0,579	56,48	0,694
20000	63,08	0,577	56,41	0,692
30000	63,05	0,576	56,38	0,691
40000	63,04	0,576	56,37	0,691
50000	63,03	0,576	56,36	0,691
∞	63,00	0,575	56,33	0,690

ПРИМѢРЪ. Определить ширину по дну канала, спрямляющаго рѣку (заболоченную), водосборная площадь коей въ мѣстѣ спрямленія равна 111300 дес. и величина стока 0,32 литра въ секунду съ 1 гектара, по слѣдующимъ даннымъ: уклонъ дна проектируемаго канала $i=0,00025$; допустимая высота столба воды въ каналѣ $h=0,88$ саж., коэффиціентъ шероховатости ложа $n=0,030$; каналъ долженъ пролегать отчасти въ крѣпкомъ глинистомъ грунтѣ, отчасти въ обыкновенномъ торфѣ: пологость откосовъ $\cot g\varphi=1\frac{1}{4}$.

1) *Определение секунднаго расхода канала.*

Стокъ 0,32 литра съ гектара соответствуетъ 0,35 литра съ 1 десят. или 0,000036 куб. саж., отсюда

$$Q=111300 \times 0,000036=4,01 \text{ куб. саж. въ 1 секунду.}$$

2) *Первое определение ширины дна— a .*

Примемъ среднюю скорость теченія— v , равной 0,30 саж. въ 1 секунду, и подставимъ въ уравненіе 1-е, тогда

$$4,01=0,30. A,$$

откуда

$$A=\frac{4,01}{0,30}=13,366... \text{ кв. саж.,}$$

или

$$13,366...=0,88. (a+0,88. 1\frac{1}{4});$$

изъ послѣдняго равенства получается ширина дна

$$a=\frac{13,366...}{0,88}-1,10=14,09 \text{ саж.}$$

3) *Определение средней скорости течения— v по измененной формулѣ Гангюйлле-Куттера и секунднаго расхода канала.*

Мокрый периметръ— P :

$$P = 14,09 + 2 \sqrt{0,88^2 + 1,10^2} = 16,91 \text{ саж.}$$

Мокрый радиусъ— R :

$$R = \frac{13,366...}{16,91} = 0,79 \text{ с., отсюда:}$$

$$\sqrt{R} = 0,89 \text{ и } \sqrt{Ri} = \sqrt{0,00025 \cdot 0,79} = 0,014.$$

Подставляя эти значенія вмѣсто соотвѣтственныхъ буквѣныхъ выраженій и вмѣсто α и β ихъ значенія изъ таблицы 4-й при $n=0,030$ въ формулу 5-ю, получимъ ($\alpha=62,3$ и $\beta=0,875$ по интерполяціи)

$$v = \frac{62,3}{1,4607 + 0,875 / 0,89} \cdot 0,014 = \frac{0,8722}{2,4439} = 0,357 \text{ с.,}$$

т. е. величинѣ близкой, но не превышающей максимумъ средней скорости для даннаго грунта, и, значитъ—допустимой.—Отсюда секундный расходъ равенъ:

$$Q = 13,366... \times 0,357 = 4,77 \text{ куб. саж.}$$

Такимъ образомъ, секундный расходъ получится слишкомъ великимъ по сравненію съ найденнымъ раньше, а потому каналу нужно придать меньшіе размѣры.

4) *Вторичныя опредѣленія.*

Допустимъ, ширина дна $a=12$ саж., тогда

$$A = 0,88 \cdot (12 + 1,10) = 11,528 \text{ кв. саж.}$$

$$P = 12 + 2,82 = 14,82 \text{ саж.}$$

$$R = \frac{11,528}{14,82} = 0,78 \text{ с., } \sqrt{R} = 0,883.$$

$$\sqrt{R \cdot i} = \sqrt{0,00025 \cdot 0,78} = 0,014$$

$$v = \frac{62,3 \cdot 0,014}{1,4607 + 0,875 / 0,863} = 0,355 \text{ саж.}$$

Наконецъ, секундный расходъ

$$Q = 11,528 \times 0,355 = 4,09 \text{ куб. саж.,}$$

т. е. еще нѣсколько больше нужнаго расхода, но очень къ нему близокъ, такъ что въ данномъ случаѣ можно принять ширину дна канала a равной 12 саж.; дѣйствительно, расходъ $Q=4,01$ получается при ширинѣ дна $a=11,82$ саж., при коей R будетъ равенъ 0,775 саж. и $v=0,353$ саж.

Величины средних секундных скоростей течения воды въ каналах (V), высчитанныя по
 форм. Гангюйлле-Куттера для саж.: $v = \frac{\alpha \cdot \sqrt{i} \cdot R}{1,4607 \cdot \sqrt{R} + \beta}$ при $n = 0,030$.

R	\sqrt{R}	при $i = 0,0001$	при $i = 0,0002$	при $i = 0,0003$	при $i = 0,0004$	при $i = 0,0005$	при $i = 0,0006$	при $i = 0,0007$	при $i = 0,0008$	при $i = 0,0009$	при $i = 0,0010$
0,10	0,31623	—	—	—	0,095	0,107	0,117	0,127	0,136	0,145	0,153
0,11	0,33166	—	—	—	0,103	0,115	0,127	0,137	0,147	0,156	0,165
0,12	0,34641	—	—	0,095	0,110	0,124	0,136	0,147	0,158	0,167	0,177
0,13	0,36056	—	—	0,101	0,117	0,132	0,145	0,157	0,168	0,178	0,188
0,14	0,37417	—	—	0,107	0,125	0,140	0,154	0,166	0,178	0,189	0,200
0,15	0,38730	—	—	0,113	0,132	0,148	0,162	0,176	0,188	0,200	0,211
0,16	0,40000	—	—	0,119	0,139	0,155	0,171	0,185	0,198	0,210	0,222
0,17	0,41231	—	0,101	0,125	0,145	0,163	0,179	0,194	0,208	0,220	0,232
0,18	0,42426	—	0,106	0,131	0,152	0,170	0,187	0,203	0,217	0,230	0,243
0,19	0,43589	—	0,110	0,137	0,159	0,178	0,195	0,211	0,226	0,240	0,253
0,20	0,44721	—	0,115	0,142	0,165	0,185	0,203	0,220	0,235	0,250	0,263
0,21	0,45826	—	0,120	0,148	0,171	0,192	0,211	0,228	0,244	0,259	0,273
0,22	0,46904	—	0,124	0,153	0,178	0,199	0,219	0,236	0,253	0,268	0,283
0,23	0,47958	—	0,129	0,159	0,184	0,206	0,226	0,244	0,262	0,278	0,293
0,24	0,48990	—	0,133	0,164	0,190	0,213	0,234	0,252	0,270	0,287	0,302
0,25	0,50000	—	0,137	0,169	0,196	0,220	0,241	0,260	0,279	0,296	0,312
0,26	0,50990	0,100	0,141	0,174	0,202	0,226	0,248	0,268	0,287	0,304	0,321
0,27	0,51962	0,103	0,146	0,179	0,208	0,233	0,255	0,276	0,295	0,313	0,331

R	\sqrt{R}	при $i=$ 0,0001	при $i=$ 0,0002	при $i=$ 0,0003	при $i=$ 0,0004	при $i=$ 0,0005	при $i=$ 0,0006	при $i=$ 0,0007	при $i=$ 0,0008	при $i=$ 0,0009	при $i=$ 0,0010
0,28	0,52915	0,106	0,150	0,184	0,214	0,239	0,263	0,283	0,304	0,322	0,340
0,29	0,53852	0,109	0,154	0,189	0,219	0,245	0,269	0,291	0,312	0,330	0,348
0,30	0,54772	0,112	0,158	0,194	0,225	0,252	0,276	0,298	0,320	0,339	0,357
0,31	0,55678	0,115	0,162	0,199	0,230	0,258	0,283	0,306	0,327	0,347	0,366
0,32	0,56569	0,118	0,166	0,204	0,236	0,264	0,290	0,313	0,335	0,355	0,375
0,33	0,57446	0,121	0,170	0,209	0,242	0,270	0,296	0,320	0,343	0,363	0,383
0,34	0,58310	0,124	0,174	0,213	0,247	0,276	0,303	0,327	0,350	0,372	0,392
0,35	0,59161	0,127	0,178	0,218	0,252	0,282	0,310	0,334	0,358	0,380	0,400
0,36	0,60000	0,130	0,182	0,223	0,258	0,289	0,316	0,341	0,366	0,387	0,408
0,37	0,60828	0,133	0,185	0,227	0,263	0,294	0,322	0,348	0,373	0,395	0,417
0,38	0,61644	0,135	0,189	0,232	0,268	0,300	0,329	0,355	0,380	0,403	0,425
0,39	0,62450	0,138	0,193	0,236	0,273	0,306	0,335	0,362	0,387	0,410	0,433
0,30	0,63246	0,141	0,196	0,241	0,278	0,311	0,341	0,369	0,395	0,418	0,441
0,41	0,64031	0,144	0,200	0,245	0,283	0,317	0,347	0,375	0,402	0,426	0,449
0,42	0,64807	0,146	0,204	0,250	0,289	0,323	0,354	0,382	0,409	0,433	0,457
0,43	0,65574	0,149	0,207	0,254	0,294	0,328	0,360	0,388	0,416	0,440	0,464
0,44	0,66332	0,152	0,211	0,258	0,298	0,334	0,366	0,395	0,423	0,448	0,472
0,45	0,67082	0,154	0,214	0,263	0,303	0,339	0,372	0,401	0,429	0,455	0,480
0,46	0,67823	0,157	0,218	0,267	0,308	0,344	0,378	0,408	0,436	0,462	0,488
0,47	0,68557	0,159	0,222	0,271	0,313	0,350	0,383	0,414	0,443	0,469	0,495
0,48	0,69282	0,162	0,225	0,275	0,318	0,355	0,389	0,420	0,450	0,476	0,502
0,49	0,70000	0,165	0,228	0,279	0,324	0,360	0,395	0,426	0,456	0,483	0,510
0,50	0,70711	0,167	0,232	0,284	0,328	0,366	0,401	0,433	0,463	0,490	0,517

Настоящая таблица значительно облегчаетъ примѣненіе довольно сложной формулы Гангюйлле-Куттера: въ таблицѣ этой мы сразу находимъ величину средней секундной скорости движенія воды v , если нами найдена величина гидравлическаго (подводнаго) радіуса R ; кромѣ того, по извѣстной величинѣ h (толщина слоя отводимой каналомъ воды) и уклону дна канала i можемъ уже для предварительныхъ вычисленій, пользуясь таблицей 5-й, задаться величиной v , близкой къ дѣйствительной, помня, что величина R не можетъ быть больше h , что доказано выше въ этой же (третьей) главѣ. Такъ какъ въ осушительныхъ каналахъ толщина слоя отводимой воды рѣдко превышаетъ 0,50 саж., то я ограничился вычисленіемъ скоростей для R , равныхъ отъ 0,10 саж. до 0,50 саж., черезъ 0,001 саж. Скорости вычислены въ таблицѣ для всѣхъ болѣе употребительныхъ въ осушительныхъ каналахъ значеній i : отъ 0,0001 до 0,001, черезъ 0,0001. Если величина R выражена тремя десятичными знаками или i —пятью, то величину v не трудно опредѣлить по таблицѣ по способу интерполированія, какъ это сдѣлано въ слѣдующихъ трехъ примѣрахъ.

Примѣръ первый. Большой каналъ.

а) Требуется опредѣлить поперечные размѣры канала, секунднй расходъ коего Q равенъ 0,27 куб. сажени, если уклонъ дна его равенъ 0,00042 и откосы одинарные ($\cotg\varphi=1$).

Назначаемъ $h=0,30$ саж.; такъ какъ всегда $R < h$, то допустимъ, что R равно приблизительно 0,29 саж.; для такой величины R и уклона 0,0004 въ таблицѣ 5-й находимъ $v=0,218$ саж. въ секунду, и потому для предварительнаго расчета возьмемъ $v=0,220$. Площадь живого сѣченія канала— $A = \frac{Q}{v} = \frac{0,27}{0,22} = 1,227$ кв. саж.; по уравненіямъ 6-му, 7-му и 12-му имѣемъ: $A = h \cdot (a + h \cotg\varphi)$, $P = a + \frac{h}{\sin\varphi}$ и $R = \frac{A}{P}$; подставивъ въ нихъ числовыя величины вмѣсто буквенныхъ обозначеній и рѣшивъ, получаемъ, что ширина канала по дну a будетъ равна 3,79 сажени.

Первое опредѣленіе. Принявъ $a_1=3,80$ саж., вычислимъ величины P_1 , A_1 и R_1 и, пользуясь таблицей 5-й, найдемъ v_1 и затѣмъ Q_1 ; $A_1=0,3 \cdot (3,80+0,3 \cdot 1)=1,23$ кв. саж.; $P_1=3,80+0,3 \cdot 2,8284=4,6485$ саж.; $R_1=\frac{1,23}{4,6485}=0,2646$ саж.

По табл. 5-й для $R=0,26$ с. и $i=0,0004$ — $v=0,202$ с.,
 „ „ для $R=0,27$ с. при этомъ уклонѣ — $v=0,208$ с.;
 разность на 0,01 саж. величины R въ скорости равна 0,006 саж.,
 на 0,0046 саж. будетъ по интерполяціи $0,006 \cdot 0,46 = 0,00276$ с.,
 т. е. почти 0,003 саж., а величина v_1 для $R_1=0,2646$ при $i=$
 $=0,0004$:

$$v_1 = 0,202 + 0,003 = 0,205 \text{ саж. въ секунду.}$$

Такимъ же образомъ находимъ, что для $R_1=0,2646$ при $i=$
 $=0,0005$:

$$v_2 = 0,229 \text{ саж. въ секунду.}$$

Примѣняя и здѣсь интерполированіе, получимъ, что v_3 для
 $R_1=0,2646$ саж. при $i=0,00042$ равно:

$$v_3 = 0,205 + \frac{(0,229 - 0,205) \cdot 2}{10} = 0,2098 \text{ саж., или } v_3 = 0,210 \text{ саж.}$$

Отсюда $Q_1 = A_1 \cdot v_3 = 1,23 \cdot 0,21 = 0,258$ куб. саж. въ секунду.

Полученная величина для Q_1 меньше заданной, значитъ,
 нужно увеличить площадь живого сѣченія канала A_1 , для чего
 принимаемъ бѣльшую ширину дна канала a .

Второе опредѣленіе. Пусть $a=3,90$ саж., тогда: $A_2=0,3 \cdot$
 $\cdot (3,9 + 0,3) = 1,26$ кв. саж.; $P_2 = 3,9 + 0,8485 = 4,7485$ саж.,
 $R_2 = 0,2653$ саж. и отсюда

$$\left. \begin{array}{l} v_4 = 0,205 \text{ саж.} \\ v_5 = 0,229 \text{ саж.} \end{array} \right\} v_6 = 0,210 \text{ саж. въ секунду.}$$

$Q_2 = 1,26 \cdot 0,21 = 0,265$ куб. саж. въ секунду, т. е. еще меньше
 заданнаго.

Третье опредѣленіе. Пусть $a_3=4,00$ саж., тогда: $A_3=0,3 \cdot$
 $\cdot (4,00 + 0,30) = 1,29$ кв. саж.; $P_3 = 4,00 + 0,8485 = 4,8485$ саж.,
 $R_3 = 0,266$ саж.; отсюда по табл. 5-й:

$$\left. \begin{array}{l} v_7 = 0,206 \text{ саж.} \\ v_8 = 0,230 \text{ саж.} \end{array} \right\} v_9 = 0,211 \text{ саж. въ секунду.}$$

$Q_3 = 1,29 \cdot 0,211 = 0,2722$ куб. саж., т. е. почти равное задан-
 ному Q и, поэтому, принимаемъ, что ширина дна канала a
 должна равняться 4,00 сажени.

б) Но увеличить водопропускную способность канала можно
 также, увеличивая величину h (слоя воды въ каналѣ), если

это допустимо по условіямъ мѣстности. Посмотримъ на примѣръ, какъ увеличеніе h отразится на величинѣ ширины дна канала a . Возьмемъ прежнія данныя: $Q=0,27$ куб. саж., $i=0,00042$, $\cotg \varphi=1$, но $h=0,40$ саж. Въ этомъ случаѣ конечно R будетъ больше, чѣмъ выше найдено и вслѣдствіе этого можно задаться нѣсколько большей скоростью теченія. Допустимъ $v=0,26$ саж. въ секунду, тогда:

$$A = \frac{0,27}{0,26} = 1,038 \text{ кв. саж.}; 1,038 = 0,4 \cdot (a + 0,4), \quad a = 2,195 \text{ саж.}$$

Первое опредѣленіе. Принимаемъ $a_1=2,20$ с. и находимъ: $A_1=1,04$ кв. саж., $P_1=2,20+0,4 \cdot 2,8284=3,33$ саж. и $R_1=A/P=0,312$ саж.

При такомъ R_1 найдемъ въ таблицѣ 5-й, интерполируя, какъ и выше: $v_1=0,231$ с. $\left. \begin{array}{l} v_1=0,231 \text{ с.} \\ v_2=0,259 \text{ с.} \end{array} \right\} v_3=0,237$ саж. въ секунду.

Отсюда $Q_1=1,04 \cdot 0,237=0,246$ куб. саж., т. е. значительно меньше заданнаго Q .

Второе опредѣленіе. Пусть $a_2=2,40$ саж., въ такомъ случаѣ получимъ: $A_2=1,12$ кв. саж., $P=3,53$ саж. и $R=0,317$ с.; для такого R въ таблицѣ находимъ:

$$\left. \begin{array}{l} v_4=0,234 \text{ саж.} \\ v_5=0,262 \text{ саж.} \end{array} \right\} v_6=0,240 \text{ саж. въ секунду.}$$

$Q_2=1,12 \cdot 0,24=0,269$ куб. саж. въ секунду, т. е. достаточно близкое къ заданному, вслѣдствіе чего ширину дна канала a принимаемъ равной 2,40 сажени.

Сравнивая ее съ найденной раньше при $h=0,30$ саж., видимъ, что она значительно меньше, и оттого поперечные размѣры канала въ послѣднемъ случаѣ, т. е. при $h=0,40$ с. и $a=2,40$ саж., выгоднѣе, чѣмъ въ первомъ.

Второй примѣръ. Каналъ средней величины.

Опредѣлить ширину дна канала a по даннымъ: $Q=0,09$ куб. саж. въ секунду, $i=0,0005$, $\cotg \varphi=1$. Положимъ: $h=0,30$ с., $v=0,20$ саж., тогда $A_1 = \frac{0,09}{0,20} = 0,45$ квад. саж.; $a_1=1,20$ саж., $P_1=2,0485$ с. и $R_1=0,22$ саж.; при такомъ R и уклонѣ $i=0,0005$ въ табл. 5-й находимъ: $v_1=0,199$ саж. въ секунду,

откуда $Q_1 = 0,45 \times 0,199 = 0,08955$ куб. саж. въ секунду. Такъ какъ Q_1 почти равно заданному Q , то ширину дна канала принимаемъ: $a = 1,20$ саж.

Возьмемъ тѣ же данныя и скорость, но h примемъ равнымъ 0,35 саж. A попрежнему равно 0,45 кв. саж., ширина дна при новомъ h получится $a = 0,936$ саж.

Опредѣленіе первое. Пусть $a_1 = 0,95$ саж., тогда получаемъ: $A_1 = 0,455$ кв. саж., $P_1 = 1,9399$ саж., $R_1 = 0,23455$ саж. и по таблицѣ 5-й: $v_1 = 0,206 + 0,003 = 0,209$ саж. въ секунду; отсюда $Q_1 = 0,455 \cdot 0,209 = 0,0951$ куб. саж., т. е. больше заданнаго Q .

Опредѣленіе второе. Принимаемъ $a_2 = 0,90$ саж., тогда: $A_2 = 0,4375$ кв. саж., $P_2 = 1,8899$ саж., $R_2 = 0,232$ саж. и по таблицѣ 5-й: $v_2 = 0,206 + 0,001 = 0,207$ саж. въ сек.; отсюда $Q_2 = 0,4375 \cdot 0,207 = 0,0906$ куб. саж. въ секунду, т. е. равное заданному Q , и потому принимаемъ $a = 0,90$ саж.

Третій примѣръ. Малый каналъ.

Даны: $Q = 0,017$ куб. саж. въ секунду; $i = 0,00065$; $\cotg \varphi = 1$; принимаемъ $h_1 = 0,20$ с. и $v = 0,20$ саж. въ сек. Тогда $A = 0,085$ с. и $a = 0,235$ саж.

Первое опредѣленіе. Пусть $a_1 = 0,25$ саж., дальше получаемъ: $A_1 = 0,09$ кв. саж., $P_1 = 0,8157$ саж., $R_1 = 0,11$ саж. и по табл. 5-й $v_1 = 0,127 + 0,005 = 0,132$ саж. въ сек.; $Q_1 = 0,09 \cdot 0,132 = 0,0119$ куб. саж. въ секунду, т. е. значительно меньше заданнаго Q .

Второе опредѣленіе. Пусть $a_2 = 0,30$ саж. и $h_2 = 0,22$ саж., тогда: $A_2 = 0,1144$ кв. саж., $P_2 = 0,9222$ саж., $R_2 = 0,124$ саж. и по таблицѣ 5-й

$v_2 = 0,136 + 0,004 = 0,140$ саж. } $v_4 = 0,146$ саж. въ сек.; отсюда
 $v_3 = 0,147 + 0,004 = 0,151$ саж. }
 $Q_2 = 0,1144 \cdot 0,146 = 0,0167$ куб. саж. въ сек. Такъ какъ величина Q_2 получилась достаточно близкой къ заданному Q , то ширину дна канала принимаемъ $a = 0,30$ сажени.

Опредѣленіе ширины дна малыхъ каналовъ съ большимъ паденіемъ.

Если каналъ долженъ отводить избытокъ воды съ площади не больше 1500 десят. и уклонъ дна его i равенъ или больше

0,0005, то для расчета поперечныхъ размѣровъ канала можно упростить первоначальную формулу 4-ю Гайгюйлле-Куттера:

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1,4607 + \left\{ 23 + \frac{0,00155}{i} \right\} \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{R i}. \quad (4)$$

Въ этой формулѣ при большихъ i членъ $\frac{0,00155}{i}$ величина очень незначительная, оказывающая вліяніе лишь на 4-й десятичный знакъ величины v ; поэтому безъ большой погрѣшности имъ можно пренебречь, тогда вмѣсто формулы 4-й получится:

$$v = \frac{(23 + \frac{1}{n}) \sqrt{R} \cdot \sqrt{i}}{1,46 + \frac{23 n}{\sqrt{R}}}, \text{ или}$$

$$v = \frac{(23 + \frac{1}{n}) \sqrt{i}}{1,46 \sqrt{R} + 23 n} \cdot R \dots \dots \dots (25)$$

При $n=0,025$ и $\frac{1}{n}=40$ формула 25-я обратится въ слѣдующую:

$$v = \frac{63 \sqrt{i}}{1,46 \sqrt{R} + 0,575} R, \text{ или,}$$

раздѣливъ числителя и знаменателя на 1,46:

$$v = \frac{43,15 R}{0,394 + \sqrt{R}} \sqrt{i} = S \cdot \sqrt{i}, \dots \dots \dots (26)$$

$$\text{гдѣ } S = \frac{43,15 R}{0,394 + \sqrt{R}} \dots \dots \dots (27)$$

При $n=0,030$ и $\frac{1}{n}=33,33$ формула 25-я будетъ:

$$v = \frac{56,33 \cdot R \cdot \sqrt{i}}{1,46 \sqrt{R} + 0,69} = \frac{3,858 \cdot R}{0,473 + \sqrt{R}} \sqrt{i} = S' \cdot \sqrt{i} \quad (28)$$

Значенія коэфф. S и S' при разныхъ R даны въ таблицѣ 6-й и 7-й.

Т А Б Л И Ц А 6-я

коэффициентов S при $n=0,025$ для уклонов i отъ 0,0005 и больше.

R	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0	0,87	1,61	2,28	2,90	3,50	4,09	4,59	5,11	5,59
0,10	6,08	6,54	6,99	7,43	7,86	8,29	8,70	9,10	9,50	9,89
0,20	10,27	10,65	11,02	11,38	11,73	12,07	12,41	12,75	13,08	13,41
0,30	13,74	14,07	14,39	14,70	15,01	15,32	15,65	15,97	16,26	16,54
0,40	16,82	17,11	17,39	17,67	17,95	18,23	18,51	18,79	19,06	19,33
0,50	19,60	19,86	20,12	20,38	20,64	20,90	21,15	21,40	21,65	21,90
0,60	22,15	22,40	22,65	22,90	23,14	23,38	23,62	23,85	24,08	24,31
0,70	24,54	24,77	25,00	25,23	25,46	25,69	25,92	26,15	26,37	26,59
0,80	26,81	27,03	27,25	27,46	27,67	27,88	28,09	28,30	28,51	28,72
0,90	28,93	29,14	29,35	29,59	29,75	29,95	30,16	30,36	30,56	30,76
1,00	30,96	31,16	31,36	31,56	31,75	31,94	32,14	32,33	32,52	32,71
1,10	32,90	33,09	33,28	33,47	33,66	33,85	34,04	34,23	34,42	34,60
1,20	34,78	34,96	35,14	35,32	35,50	35,68	35,86	36,04	36,22	36,40
1,30	36,57	36,75	36,93	37,11	37,28	37,45	37,63	37,81	37,98	38,15
1,40	38,32	38,49	38,66	38,83	39,00	39,16	39,33	39,50	39,67	39,83
1,50	39,99	40,16	40,33	40,50	40,66	40,82	40,99	41,16	41,32	1,48

коэффициентов S' при $n=0,030$ для уклонов i отъ 0,0005 и больше.

R	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0,00	0,67	1,26	1,79	2,29	2,77	3,22	3,66	4,08	4,49
0,10	4,89	5,27	5,65	6,01	6,38	6,73	7,07	7,41	7,74	8,06
0,20	8,39	8,70	9,01	9,32	9,63	9,94	10,20	10,50	10,78	11,07
0,30	11,34	11,61	11,87	12,16	12,42	12,68	12,94	13,20	13,46	13,72
0,40	13,97	14,21	14,46	14,69	14,94	15,17	15,42	15,65	15,88	16,12
0,50	16,35	16,58	16,80	17,02	17,25	17,41	17,69	17,91	18,12	18,34
0,60	18,55	18,77	18,98	19,18	19,39	19,60	19,82	20,00	20,21	20,41
0,70	20,62	20,81	21,03	21,22	21,42	21,59	21,80	22,00	22,19	22,38
0,80	22,58	22,76	22,94	23,17	23,34	23,51	23,70	23,87	24,06	24,25
0,90	24,42	24,60	24,79	24,97	25,15	25,31	25,49	25,67	25,84	26,02
1,00	26,19	26,36	26,54	26,71	26,89	27,04	27,21	27,39	27,56	27,72
1,10	27,88	28,04	28,22	28,38	28,56	28,71	28,87	29,03	29,20	29,35
1,20	29,53	29,68	29,83	29,99	30,14	30,31	30,48	30,62	30,79	30,94
1,30	31,09	31,24	31,39	31,56	31,70	31,87	32,01	32,17	32,31	32,46
1,40	32,62	32,77	32,90	33,06	33,21	33,36	33,51	33,66	33,79	33,95
1,50	34,08	34,23	34,37	34,52	34,66	34,81	34,95	35,09	35,23	35,37

Примѣръ. Опредѣлить ширину дна въ каналѣ съ секунд-
нымъ расходомъ $Q=0,018$ куб. с., уклономъ дна $i=0,0006$,
съ одинарными откосами ($\cot g\varphi=1$), при высотѣ столба отво-
димой воды въ каналѣ $h=0,20$ и при коэфф. шероховатости
ложе канала $n=0,030$.

Задавшись средней скоростью $v=0,25$ саж.,

изъ равенствъ 1-го и 6-го получимъ:

$$A = \frac{0,018}{0,25} = 0,072 \text{ кв. саж.},$$

$$0,072 = 0,20 \cdot (a + 0,20 \cdot 1); \quad a = \frac{0,072}{0,20} - 0,20 = 0,16 \text{ саж.},$$

отсюда: $P = 0,16 + 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 0,20^2} = 0,726 \text{ саж.}$ и

$$R = \frac{0,072}{0,726} = 0,099 \text{ саж.}; \quad \sqrt{i} = 0,025.$$

Затѣмъ, на основаніи формулы 28-й и таблицы 7-й,

$$v = S_1 \cdot \sqrt{i} = 7,04 \times 0,025 = 0,176 \text{ саж. въ 1 секунду}$$

$$Q = 0,072 \times 0,176 = 0,0127 \text{ куб. саж. въ 1 секунду.}$$

Такимъ образомъ секунднй расходъ канала получился
слишкомъ малымъ, значить, вычисленная выше ширина дна — a —
не достаточна. — Принимаемъ ее равной $a=0,25$ саж., тогда:

$$A = 0,20 \cdot (0,25 + 0,20 \cdot 1) = 0,09 \text{ кв. саж.}$$

$$P = 0,25 + 0,566 = 0,816 \text{ саж.};$$

$$R = 0,09 : 0,816 = 0,11 \text{ саж.}; \quad v = 7,38 \times 0,025 = 0,185 \text{ саж. и}$$

$$Q = 0,09 \times 0,185 = 0,0167 \text{ куб. саж.}$$

Опять значеніе для Q получилось меньше заданнаго, поэтому
еще увеличиваемъ значеніе для a , принимая его равнымъ
 $a=0,28$ саж., тогда:

$$A = 0,096 \text{ кв. саж.}; \quad P = 0,846 \text{ саж.}; \quad R = 0,114 \text{ саж.};$$

$$S_1 = 7,51; \quad v = 0,188 \text{ саж. и } Q = 0,0180 \text{ куб. саж.}$$

Теперь значеніе для Q получилось равнымъ заданному, и
потому искомую ширину дна канала a принимаемъ равной:

$$a = 0,28 \text{ сажени.}$$

ТАБЛИЦА 8-я
значенія п для разныхъ русель.

	Характеръ русла.	п	$1/p$
1	Строганное дерево, цементная штукатурка	0,010	100
2	Нестроганное дерево, желоба	0,012	80
3	Кирпичная кладка	0,015	67
4	Бутъ на цементъ, утрамбованный гравій, деревян. корыта съ планками.	0,020	50
5	Каналы и рѣки въ землѣ въ хор. порядкѣ	0,025	40
6	„ „ „ не совсѣмъ въ хор. „	0,030	33
7	„ „ „ въ плохомъ порядкѣ, съ камнями и водяными растеніями.	0,035	29
8	Ручьи, загромажденные камнями . . .	0,050	20

Примѣчаніе 1. Такъ какъ въ основныя формулы этой главы входятъ радикалы, то для облегченія вычисленій ниже приводится таблица квадратныхъ корней изъ чиселъ отъ 0 до 3000. Въ первой вертикальной графѣ стоятъ десятки, а въ первой горизонтальной единицы чиселъ, изъ коихъ извлекается кв. корень.

Примѣчаніе 2. При извлеченіи кв. корня изъ десятичныхъ дробей, если число десятичныхъ знаковъ нечетное, то къ нему справа приписывается 0, затѣмъ число считается за цѣлое, отыскивается соотвѣтственный ему кв. корень и въ результатѣ изъ цѣлыхъ отдѣляется наполовину меньше десятичныхъ знаковъ, чѣмъ ихъ было въ подкоренномъ количествѣ. Напримѣръ, $\sqrt{1,16}$; по таблицѣ кв. корень изъ 116=10,7703; поэтому кв. корень изъ 1,16=1,07703. $\sqrt{0,213}$ —находимъ въ таблицѣ кв. корней изъ 2130; онъ равенъ 46,1519, отсюда $\sqrt{0,213} = 0,461519$.

Объ употребленіи таблицъ кв. корней и квадратовъ чиселъ подробнѣе изложено въ дополненіи 3-мъ.

ТАБЛИЦА

КВАДРАТНЫХЪ КОРНЕЙ ИЗЪ ЧИСЕЛЪ ОТЪ
0 до 3000.

0—199	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0000	1,0000	1,4142	1,7321	2,0000	2,2361	2,4495	2,6458	2,8284	3,0000
1	3,1623	3,3166	3,4641	3,6056	3,7417	3,8730	4,0000	4,1231	4,2426	4,3589
2	4,4721	4,5826	4,6904	4,7958	4,8990	5,0000	5,0990	5,1962	5,2915	5,3852
3	5,4772	5,5678	5,6569	5,7446	5,8310	5,9161	6,0000	6,0828	6,1644	6,2450
4	6,3246	6,4031	6,4807	6,5574	6,6332	6,7082	6,7823	6,8557	6,9282	7,0000
5	7,0711	7,1414	7,2111	7,2801	7,3485	7,4162	7,4833	7,5498	7,6158	7,6811
6	7,7460	7,8102	7,8740	7,9373	8,0000	8,0623	8,1240	8,1854	8,2462	8,3066
7	8,3666	8,4261	8,4853	8,5440	8,6023	8,6603	8,7178	8,7750	8,8318	8,8882
8	8,9443	9,0000	9,0554	9,1104	9,1652	9,2195	9,2736	9,3274	9,3808	9,4340
9	9,4868	9,5394	9,5917	9,6437	9,6954	9,7468	9,7980	9,8489	9,8995	9,9499
10	10,0000	10,0499	10,0995	10,1489	10,1980	10,2470	10,2956	10,3441	10,3923	10,4403
11	10,4881	10,5357	10,5830	10,6301	10,6771	10,7238	10,7703	10,8167	10,8628	10,9087
12	10,9545	11,0000	11,0454	11,0905	11,1355	11,1803	11,2250	11,2694	11,3137	11,3578
13	11,4018	11,4455	11,4891	11,5326	11,5758	11,6190	11,6619	11,7047	11,7473	11,7898
14	11,8322	11,8743	11,9164	11,9583	12,0000	12,0416	12,0830	12,1244	12,1655	12,2066
15	12,2474	12,2882	12,3288	12,3693	12,4097	12,4499	12,4900	12,5300	12,5698	12,6095
16	12,6491	12,6886	12,7279	12,7671	12,8062	12,8452	12,8841	12,9228	12,9615	13,0000
17	13,0384	13,0767	13,1149	13,1529	13,1909	13,2288	13,2665	13,3041	13,3417	13,3791
18	13,4164	13,4536	13,4907	13,5277	13,5647	13,6015	13,6382	13,6748	13,7113	13,7477
19	13,7840	13,8203	13,8564	13,8924	13,9284	13,9642	14,0000	14,0357	14,0712	14,1067

200—399	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	14,1421	14,1774	14,2127	14,2478	14,2829	14,3178	14,3527	14,3875	14,4222	14,4568
21	14,4914	14,5258	14,5602	14,5945	14,6287	14,6629	14,6969	14,7309	14,7648	14,7986
22	14,8324	14,8661	14,8997	14,9332	14,9666	15,0000	15,0333	15,0665	15,0997	15,1327
23	15,1658	15,1987	15,2315	15,2643	15,2971	15,3297	15,3623	15,3948	15,4272	15,4596
24	15,4919	15,5242	15,5563	15,5885	15,6205	15,6525	15,6844	15,7162	15,7480	15,7797
25	15,8114	15,8430	15,8745	15,9060	15,9374	15,9687	16,0000	16,0312	16,0624	16,0935
26	16,1245	16,1555	16,1864	16,2173	16,2481	16,2788	16,3095	16,3401	16,3707	16,4012
27	16,4317	16,4621	16,4924	16,5227	16,5529	16,5831	16,6132	16,6433	16,6733	16,7033
28	16,7332	16,7631	16,7929	16,8226	16,8523	16,8819	16,9115	16,9411	16,9706	17,0000
29	17,0294	17,0587	17,0880	17,1172	17,1464	17,1756	17,2047	17,2337	17,2627	17,2916
30	17,3205	17,3494	17,3781	17,4069	17,4356	17,4642	17,4929	17,5214	17,5499	17,5784
31	17,6068	17,6352	17,6635	17,6918	17,7200	17,7482	17,7764	17,8045	17,8326	17,8606
32	17,8885	17,9165	17,9444	17,9722	18,0000	18,0278	18,0555	18,0831	18,1108	18,1384
33	18,1659	18,1934	18,2209	18,2483	18,2757	18,3030	18,3303	18,3576	18,3848	18,4120
34	18,4391	18,4662	18,4932	18,5203	18,5472	18,5742	18,6011	18,6279	18,6548	18,6815
35	18,7083	18,7350	18,7617	18,7883	18,8149	18,8414	18,8680	18,8944	18,9209	18,9473
36	18,9737	19,0000	19,0263	19,0526	19,0788	19,1050	19,1311	19,1572	19,1833	19,2094
37	19,2354	19,2614	19,2873	19,3132	19,3391	19,3649	19,3907	19,4165	19,4422	19,4679
38	19,4936	19,5192	19,5448	19,5704	19,5959	19,6214	19,6469	19,6723	19,6977	19,7231
39	19,7484	19,7737	19,7990	19,8242	19,8494	19,8746	19,8997	19,9249	19,9499	19,9750

400—559	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	20,0000	20,0250	20,0499	20,0749	20,0998	20,1246	20,1494	20,1742	20,1990	20,2237
41	20,2485	20,2731	20,2978	20,3224	20,3470	20,3715	20,3961	20,4206	20,4450	20,4695
42	20,4939	20,5183	20,5426	20,5670	20,5913	20,6155	20,6398	20,6640	20,6882	20,7123
43	20,7364	20,7605	20,7846	20,8087	20,8327	20,8567	20,8806	20,9045	20,9284	20,9523
44	20,9762	21,0000	21,0238	21,0476	21,0713	21,0950	21,1187	21,1424	21,1660	21,1896
45	21,2132	21,2368	21,2603	21,2838	21,3073	21,3307	21,3542	21,3776	21,4009	21,4243
46	21,4476	21,4709	21,4942	21,5174	21,5407	21,5639	21,5870	21,6102	21,6333	21,6564
47	21,6795	21,7025	21,7256	21,7486	21,7715	21,7945	21,8174	21,8403	21,8632	21,8861
48	21,9089	21,9317	21,9545	21,9773	22,0000	22,0227	22,0454	22,0681	22,0907	22,1133
49	22,1359	22,1585	22,1811	22,2036	22,2261	22,2486	22,2711	22,2935	22,3159	22,3383
50	22,3607	22,3830	22,4054	22,4277	22,4499	22,4722	22,4944	22,5167	22,5389	22,5610
51	22,5832	22,6053	22,6274	22,6495	22,6716	22,6936	22,7156	22,7376	22,7596	22,7816
52	22,8035	22,8254	22,8473	22,8692	22,8910	22,9129	22,9347	22,9565	22,9783	23,0000
53	23,0217	23,0434	23,0651	23,0868	23,1084	23,1301	23,1517	23,1733	23,1948	23,2164
54	23,2379	23,2594	23,2809	23,3024	23,3238	23,3452	23,3666	23,3880	23,4094	23,4307
55	23,4521	23,4734	23,4947	23,5160	23,5372	23,5584	23,5797	23,6008	23,6220	23,6432
56	23,6643	23,6854	23,7065	23,7276	23,7487	23,7697	23,7908	23,8118	23,8328	23,8537
57	23,8747	23,8956	23,9165	23,9374	23,9583	23,9792	24,0000	24,0208	24,0416	24,0624
58	24,0832	24,1039	24,1247	24,1454	24,1661	24,1868	24,2074	24,2281	24,2487	24,2693
59	24,2899	24,3105	24,3311	24,3516	24,3721	24,3926	24,4131	24,4336	24,4540	24,4745

600—799	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	24,4949	24,5153	24,5357	24,5561	24,5764	24,5967	24,6171	24,6374	24,6577	24,6779
61	24,6982	24,7184	24,7386	24,7588	24,7790	24,7992	24,8193	24,8395	24,8596	24,8797
62	24,8998	24,9199	24,9399	24,9600	24,9800	25,0000	25,0200	25,0400	25,0599	25,0799
63	25,0998	25,1197	25,1396	25,1595	25,1794	25,1992	25,2190	25,2389	25,2587	25,2784
64	25,2982	25,3180	25,3377	25,3574	25,3772	25,3969	25,4165	25,4362	25,4558	25,4755
65	25,4951	25,5147	25,5343	25,5539	25,5734	25,5930	25,6125	25,6320	25,6515	25,6710
66	25,6905	25,7099	25,7294	25,7488	25,7682	25,7876	25,8070	25,8263	25,8457	25,8650
67	25,8844	25,9037	25,9230	25,9422	25,9615	25,9808	26,0000	26,0192	26,0384	26,0576
68	26,0768	26,0960	26,1151	26,1343	26,1534	26,1725	26,1916	26,2107	26,2298	26,2488
69	26,2679	26,2869	26,3059	26,3249	26,3439	26,3629	26,3818	26,4008	26,4197	26,4386
70	26,4575	26,4764	26,4953	26,5141	26,5330	26,5518	26,5707	26,5895	26,6083	26,6271
71	26,6458	26,6646	26,6833	26,7021	26,7208	26,7395	26,7582	26,7769	26,7955	26,8142
72	26,8328	26,8514	26,8701	26,8887	26,9072	26,9258	26,9444	26,9629	26,9815	27,0000
73	27,0185	27,0370	27,0555	27,0740	27,0924	27,1109	27,1293	27,1477	27,1662	27,1846
74	27,2029	27,2213	27,2397	27,2580	27,2764	27,2947	27,3130	27,3313	27,3496	27,3679
75	27,3861	27,4044	27,4226	27,4408	27,4591	27,4773	27,4955	27,5136	27,5318	27,5500
76	27,5681	27,5862	27,6043	27,6225	27,6405	27,6586	27,6767	27,6948	27,7128	27,7308
77	27,7489	27,7669	27,7849	27,8029	27,8209	27,8388	27,8568	27,8747	27,8927	27,9106
78	27,9285	27,9464	27,9643	27,9821	28,0000	28,0179	28,0357	28,0535	28,0713	28,0891
79	28,1069	28,1247	28,1425	28,1603	28,1780	28,1957	28,2135	28,2312	28,2489	28,2666

800—999	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	28,2843	28,3019	28,3196	28,3373	28,3549	28,3725	28,3901	28,4077	28,4253	28,4429
81	28,4605	28,4781	28,4956	28,5132	28,5307	28,5482	28,5657	28,5832	28,6007	28,6182
82	28,6356	28,6531	28,6705	28,6880	28,7054	28,7228	28,7402	28,7576	28,7750	28,7924
83	28,8097	28,8271	28,8444	28,8617	28,8791	28,8964	28,9137	28,9310	28,9482	28,9655
84	28,9828	29,0000	29,0172	29,0345	29,0517	29,0689	29,0861	29,1033	29,1204	29,1376
85	29,1548	29,1719	29,1890	29,2062	29,2233	29,2404	29,2575	29,2746	29,2916	29,3087
86	29,3258	29,3428	29,3598	29,3769	29,3939	29,4109	29,4279	29,4449	29,4618	29,4788
87	29,4958	29,5127	29,5296	29,5466	29,5635	29,5804	29,5973	29,6142	29,6311	29,6479
88	29,6648	29,6816	29,6985	29,7153	29,7321	29,7489	29,7658	29,7825	29,7993	29,8161
89	29,8329	29,8496	29,8664	29,8831	29,8998	29,9166	29,9333	29,9500	29,9666	29,9833
90	30,0000	30,0167	30,0333	30,0500	30,0666	30,0832	30,0998	30,1164	30,1330	30,1496
91	30,1662	30,1828	30,1993	30,2159	30,2324	30,2490	30,2655	30,2820	30,2985	30,3150
92	30,3315	30,3480	30,3645	30,3809	30,3974	30,4138	30,4302	30,4467	30,4631	30,4795
93	30,4959	30,5123	30,5287	30,5450	30,5614	30,5778	30,5941	30,6105	30,6268	30,6431
94	30,6594	30,6757	30,6920	30,7083	30,7246	30,7409	30,7571	30,7734	30,7896	30,8058
95	30,8221	30,8383	30,8545	30,8707	30,8869	30,9031	30,9192	30,9354	30,9516	30,9677
96	30,9839	31,0000	31,0161	31,0322	31,0483	31,0644	31,0805	31,0966	31,1127	31,1288
97	31,1448	31,1609	31,1769	31,1929	31,2090	31,2250	31,2410	31,2570	31,2730	31,2890
98	31,3050	31,3209	31,3369	31,3528	31,3688	31,3847	31,4006	31,4166	31,4325	31,4484
99	31,4643	31,4802	31,4960	31,5119	31,5278	31,5436	31,5595	31,5753	31,5911	31,6070

1000—1199	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	31,6228	31,6386	31,6544	31,6702	31,6860	31,7018	31,7175	31,7333	31,7490	31,7648
101	31,7805	31,7962	31,8119	31,8277	31,8434	31,8591	31,8748	31,8904	31,9061	31,9218
102	31,9375	31,9531	31,9688	31,9844	32,0000	32,0156	32,0312	32,0468	32,0624	32,0780
103	32,0936	32,1091	32,1247	32,1403	32,1559	32,1714	32,1869	32,2025	32,2180	32,2335
104	32,2490	32,2645	32,2800	32,2955	32,3110	32,3265	32,3419	32,3574	32,3727	32,3881
105	32,4035	32,4189	32,4344	32,4498	32,4653	32,4807	32,4961	32,5115	32,5269	32,5423
106	32,5576	32,5729	32,5883	32,6037	32,6190	32,6343	32,6496	32,6649	32,6802	32,6955
107	32,7108	32,7261	32,7414	32,7567	32,7720	32,7872	32,8024	32,8176	32,8328	32,8480
108	32,8632	32,8784	32,8936	32,9088	32,9240	32,9392	32,9544	32,9696	32,9848	33,0000
109	33,0151	33,0303	33,0454	33,0605	33,0756	33,0907	33,1058	33,1209	32,1360	33,1512
110	33,1663	33,1814	33,1965	33,2116	33,2267	33,2418	33,2569	33,2719	33,2868	33,3018
111	33,3167	33,3317	33,3467	33,3617	33,3766	33,3916	33,4066	33,4215	33,4365	33,4515
112	33,4664	33,4813	33,4963	33,5112	33,5261	33,5410	33,5559	33,5708	33,5857	33,6006
113	33,6155	33,6304	33,6452	33,6601	33,6749	33,6898	33,7046	33,7194	33,7342	33,7491
114	33,7639	33,7787	33,7935	33,8083	33,8231	33,8379	33,8526	33,8673	33,8821	33,8969
115	33,9116	33,9263	33,9411	33,9558	33,9706	33,9853	34,0000	34,0147	34,0293	34,0440
116	34,0587	34,0734	34,0881	34,1027	34,1174	34,1320	34,1467	34,1613	34,1759	34,1906
117	34,2052	34,2198	34,2344	34,2490	34,2636	34,2782	34,2928	34,3074	34,3220	34,3365
118	34,3511	34,3656	34,3802	34,3947	34,4093	34,4238	34,4383	34,4528	34,4673	34,4818
119	34,4963	34,5108	34,5253	34,5398	34,5543	34,5687	34,5832	34,5976	34,6121	34,6265

1200—1309	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	34,6410	34,6554	34,6698	34,6843	34,6987	34,7131	34,7275	34,7419	34,7562	34,7706
121	34,7850	34,7994	34,8137	34,8281	34,8425	34,8568	34,8711	34,8855	34,8998	34,9141
122	34,9284	34,9428	34,9571	34,9714	34,9857	35,0000	35,0142	35,0285	35,0428	35,0570
123	35,0713	35,0856	35,0998	35,1140	35,1283	35,1425	35,1567	35,1710	35,1852	35,1994
124	35,2136	35,2278	35,2420	35,2562	35,2703	35,2845	35,2987	35,3129	35,3270	35,3411
125	35,3553	35,3694	35,3836	35,3977	35,4118	35,4259	35,4400	35,4541	35,4682	35,4823
126	35,4964	35,5105	35,5246	35,5387	35,5527	35,5668	35,5808	35,5949	35,6089	35,6230
127	35,6370	35,6510	35,6651	35,6791	35,6931	35,7071	35,7211	35,7351	35,7491	35,7631
128	35,7771	35,7911	35,8050	35,8190	35,8329	35,8468	35,8608	35,8747	35,8887	35,9026
129	35,9165	35,9304	35,9444	35,9583	35,9722	35,9861	36,0000	36,0138	36,0277	36,0416
130	36,0555	36,0693	36,0832	36,0970	36,1109	36,1247	36,1386	36,1524	36,1662	36,1801
131	36,1939	36,2077	36,2215	36,2353	36,2491	36,2629	36,2767	36,2904	36,3042	36,3180
132	36,3318	36,3455	36,3593	36,3730	36,3868	36,4005	36,4142	36,4280	36,4417	36,4554
133	36,4691	36,4828	36,4965	36,5102	36,5239	36,5376	36,5513	36,5650	36,5786	36,5923
134	36,6060	36,6196	36,6333	36,6469	36,6606	36,6742	36,6878	36,7014	36,7151	36,7287
135	36,7423	36,7559	36,7695	36,7831	36,7967	36,8103	36,8239	36,8375	36,8510	36,8646
136	36,8781	36,8917	36,9052	36,9188	36,9323	36,9459	36,9594	36,9729	36,9864	37,0000
137	37,0135	37,0270	37,0405	37,0540	37,0675	37,0809	37,0944	37,1079	37,1214	37,1348
138	37,1483	37,1618	37,1752	37,1886	37,2021	37,2155	37,2290	37,2424	37,2558	37,2692
139	37,2827	37,2961	37,3095	37,3229	37,3363	37,3496	37,3630	37,3764	37,3898	37,4032

1400—1599	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
140	37,4165	37,4299	37,4432	37,4566	37,4699	37,4833	37,4966	37,5099	37,5233	37,5366
141	37,5499	37,5632	37,5765	37,5898	37,6031	37,6164	37,6297	37,6430	37,6563	37,6696
142	37,6828	37,6961	37,7094	37,7226	37,7359	37,7491	37,7624	37,7756	37,7889	37,8021
143	37,8153	37,8285	37,8417	37,8549	37,8681	37,8813	37,8945	37,9077	37,9209	37,9341
144	37,9473	37,9605	37,9736	37,9868	38,0000	38,0131	38,0263	38,0394	38,0525	38,0657
145	38,0788	38,0919	38,1051	38,1182	38,1313	38,1444	38,1575	38,1706	38,1837	38,1968
146	38,2099	38,2230	38,2361	38,2492	38,2622	38,2752	38,2883	38,3014	38,3144	38,3275
147	38,3405	38,3536	38,3666	38,3796	38,3927	38,4057	38,4187	38,4317	38,4447	38,4577
148	38,4707	38,4837	38,4967	38,5097	38,5227	38,5356	38,5486	38,5616	38,5746	38,5875
149	38,6005	38,6134	38,6264	38,6393	38,6522	38,6652	38,6781	38,6910	38,7040	38,7169
150	38,7298	38,7427	38,7556	38,7685	38,7814	38,7943	38,8072	38,8200	38,8329	38,8458
151	38,8587	38,8715	38,8844	38,8973	38,9101	38,9230	38,9358	38,9486	38,9615	38,9743
152	38,9871	39,0000	39,0128	39,0256	39,0384	39,0512	39,0640	39,0768	39,0896	39,1024
153	39,1152	39,1279	39,1407	39,1535	39,1663	39,1790	39,1918	39,2045	39,2173	39,2300
154	39,2428	39,2555	39,2683	39,2810	39,2937	39,3064	39,3192	39,3319	39,3446	39,3573
155	39,3700	39,3827	39,3954	39,4081	39,4208	39,4334	39,4461	39,4588	39,4715	39,4841
156	39,4968	39,5094	39,5221	39,5347	39,5474	39,5600	39,5727	39,5853	39,5979	39,6106
157	39,6232	39,6358	39,6484	39,6610	39,6736	39,6862	39,6988	39,7114	39,7240	39,7366
158	39,7492	39,7617	39,7743	39,7869	39,7994	39,8120	39,8246	39,8371	39,8497	39,8622
159	39,8748	39,8873	39,8998	39,9124	39,9249	39,9374	39,9499	39,9624	39,9749	39,9874

1600—1799	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
160	40,0000	40,0125	40,0249	40,0374	40,0499	40,0624	40,0749	40,0874	40,0998	40,1123
161	40,1248	40,1372	40,1497	40,1621	40,1746	40,1870	40,1995	40,2119	40,2243	40,2367
162	40,2492	40,2616	40,2740	40,2864	40,2988	40,3112	40,3236	40,3360	40,3484	40,3608
163	40,3732	40,3856	40,3980	40,4103	40,4227	40,4351	40,4474	40,4598	40,4722	40,4845
164	40,4969	40,5092	40,5215	40,5338	40,5462	40,5585	40,5709	40,5832	40,5955	40,6078
165	40,6201	40,6324	40,6448	40,6571	40,6693	40,6816	40,6939	40,7062	40,7185	40,7308
166	40,7430	40,7553	40,7676	40,7799	40,7921	40,8044	40,8166	40,8289	40,8411	40,8533
167	40,8656	40,8778	40,8900	40,9023	40,9145	40,9267	40,9389	40,9511	40,9633	40,9755
168	40,9877	41,0000	41,0122	40,0243	40,0365	41,0487	41,0609	41,0731	41,0852	41,0974
169	41,1096	41,1217	41,1339	41,1460	41,1582	41,1703	41,1825	41,1946	41,2067	41,2189
170	41,2310	41,2431	41,2553	41,2674	41,2795	41,2916	41,3037	41,3158	41,3279	41,3400
171	41,3521	41,3642	41,3763	41,3884	41,4004	41,4125	41,4246	41,4366	41,4487	41,4608
172	41,4728	41,4848	41,4969	41,5090	41,5210	41,5331	41,5451	41,5571	41,5692	41,5812
173	41,5932	41,6052	41,6173	41,6293	41,6413	41,6533	41,6653	41,6773	41,6893	41,7013
174	41,7133	41,7252	41,7372	41,7492	41,7612	41,7731	41,7851	41,7971	41,8090	41,8210
175	41,8330	41,8449	41,8568	41,8688	41,8807	41,8927	41,9046	41,9165	41,9285	41,9404
176	41,9523	41,9642	41,9761	41,9880	42,0000	42,0119	42,0238	42,0356	42,0475	42,0594
177	42,0713	42,0832	42,0951	42,1070	42,1188	42,1307	42,1426	42,1545	42,1663	42,1781
178	42,1900	42,2018	42,2137	42,2255	42,2374	42,2492	42,2610	42,2728	42,2847	42,2965
179	42,3083	42,3202	42,3320	42,3438	42,3556	42,3674	42,3792	42,3910	42,4028	42,4146

1800—1999	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
180	42,4264	42,4381	42,4499	42,4617	42,4735	42,4852	42,4970	42,5088	42,5205	42,5323
181	42,5440	42,5558	42,5675	42,5793	42,5910	42,6028	42,6145	42,6262	42,6380	42,6497
182	42,6614	42,6731	42,6848	42,6966	42,7083	42,7200	42,7317	42,7434	42,7551	42,7668
183	42,7784	42,7901	42,8018	42,8135	42,8252	42,8368	42,8485	42,8602	42,8719	42,8835
184	42,8952	42,9068	42,9185	42,9301	42,9418	42,9534	42,9651	42,9767	42,9883	43,0000
185	43,0116	43,0232	43,0348	43,0464	43,0581	43,0697	43,0813	43,0929	43,1045	43,1161
186	43,1277	43,1393	43,1508	43,1624	43,1740	43,1856	43,1972	43,2087	43,2203	43,2319
187	43,2434	43,2550	43,2666	43,2781	43,2897	43,3012	43,3128	43,3243	43,3358	43,3474
188	43,3589	43,3704	43,3820	43,3935	43,4050	43,4165	43,4281	43,4396	43,4511	43,4626
189	43,4741	43,4856	43,4971	43,5086	43,5201	43,5315	43,5430	43,5545	43,5660	43,5775
190	43,5889	43,6004	43,6119	43,6233	43,6348	43,6463	43,6577	43,6692	43,6806	43,6921
191	43,7035	43,7149	43,7264	43,7378	43,7492	43,7607	43,7721	43,7835	43,7949	43,8063
192	43,8177	43,8292	43,8406	43,8520	43,8634	43,8748	43,8862	43,8976	43,9089	43,9203
193	43,9317	43,9431	43,9545	43,9658	43,9772	43,9886	44,0000	44,0113	44,0227	44,0340
194	44,0454	44,0567	44,0681	44,0794	44,0908	44,1021	44,1134	44,1248	44,1361	44,1474
195	44,1588	44,1701	44,1814	44,1927	44,2040	44,2153	44,2266	44,2379	44,2492	44,2605
196	44,2718	44,2831	44,2944	44,3057	44,3170	44,3283	44,3395	44,3508	44,3621	44,3734
197	44,3846	44,3959	44,4072	44,4184	44,4297	44,4409	44,4522	44,4634	44,4747	44,4859
198	44,4971	44,5084	44,5196	44,5308	44,5421	44,5533	44,5645	44,5757	44,5869	44,5982
199	44,6094	44,6206	44,6318	44,6430	44,6542	44,6654	44,6766	44,6878	44,6989	44,7101

2000—2199	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	44,7213	44,7325	44,7437	44,7548	44,7660	44,7772	44,7883	44,7995	44,8107	44,8218
201	44,8330	44,8441	44,8553	44,8664	44,8776	44,8887	44,8998	44,9110	44,9221	44,9332
202	44,9444	44,9555	44,9666	44,9777	44,9888	45,0000	45,0111	45,0222	45,0333	45,0444
203	45,0555	45,0666	45,0777	45,0888	45,0998	45,1109	45,1220	45,1331	45,1442	45,1552
204	45,1663	45,1774	45,1884	45,1995	45,2106	45,2216	45,2327	45,2437	45,2548	45,2658
205	45,2769	45,2879	45,2990	45,3100	45,3210	45,3321	45,3431	45,3541	45,3651	45,3762
206	45,3872	45,3982	45,4092	45,4202	45,4312	45,4422	45,4532	45,4642	45,4752	45,4862
207	45,4972	45,5082	45,5192	45,5302	45,5411	45,5521	45,5631	45,5741	45,5850	45,5960
208	45,6070	45,6179	45,6289	45,6398	45,6508	45,6618	45,6727	45,6836	45,6946	45,7055
209	45,7165	45,7274	45,7383	45,7493	45,7602	45,7711	45,7820	45,7930	45,8039	45,8148
210	45,8257	45,8366	45,8475	45,8584	45,8693	45,8802	45,8911	45,9020	45,9129	45,9238
211	45,9347	45,9456	45,9565	45,9673	45,9782	45,9891	46,0000	46,0108	46,0217	46,0325
212	46,0434	46,0543	46,0651	46,0760	46,0868	46,0977	46,1085	46,1194	46,1302	46,1410
213	46,1519	46,1627	46,1735	46,1844	46,1952	46,2060	46,2168	46,2276	46,2385	46,2493
214	46,2601	46,2709	46,2817	46,2925	46,3033	46,3141	46,3249	46,3357	46,3465	46,3573
215	46,3681	46,3788	46,3896	46,4004	46,4112	46,4219	46,4327	46,4435	46,4542	46,4650
216	46,4758	46,4865	46,4973	46,5080	46,5188	46,5295	46,5403	46,5510	46,5617	46,5725
217	46,5832	46,5939	46,6047	46,6154	46,6261	46,6368	46,6476	46,6583	46,6690	46,6797
218	46,6904	46,7011	46,7118	46,7225	46,7332	46,7439	46,7546	46,7653	46,7760	46,7867
219	46,7974	46,8081	46,8187	46,8294	46,8401	46,8508	46,8614	46,8721	46,8828	46,8934

2200—2399	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
220	46,9041	46,9148	46,9254	46,9361	46,9467	46,9574	46,9680	46,9787	46,9893	47,0000
221	47,0106	47,0212	47,0319	47,0425	47,0531	47,0637	47,0744	47,0850	47,0956	47,1062
222	47,1168	47,1274	47,1380	47,1487	47,1593	47,1699	47,1805	47,1911	47,2016	47,2122
223	47,2228	47,2334	47,2440	47,2546	47,2652	47,2757	47,2863	47,2969	47,3075	47,3180
224	47,3286	47,3392	47,3497	47,3603	47,3708	47,3814	47,3919	47,4024	47,4130	47,4236
225	47,4341	47,4447	47,4552	47,4657	47,4762	47,4868	47,4973	47,5078	47,5184	47,5289
226	47,5394	47,5499	47,5604	47,5709	47,5815	47,5920	47,6025	47,6130	47,6235	47,6340
227	47,6445	47,6550	47,6655	47,6759	47,6864	47,6969	47,7074	47,7179	47,7283	47,7388
228	47,7493	47,7598	47,7702	47,7807	47,7912	47,8016	47,8121	47,8225	47,8330	47,8434
229	47,8539	47,8643	47,8748	47,8852	47,8957	47,9061	47,9165	47,9270	47,9374	47,9478
230	47,9583	47,9687	47,9791	47,9896	48,0000	48,0104	48,0208	48,0312	48,0416	48,0520
231	48,0624	48,0728	48,0832	48,0936	48,1040	48,1144	48,1248	48,1352	48,1456	48,1559
232	48,1663	48,1767	48,1871	48,1975	48,2078	48,2182	48,2286	48,2389	48,2493	48,2597
233	48,2700	48,2803	48,2907	48,3011	48,3114	48,3218	48,3321	48,3425	48,3528	48,3632
234	48,3735	48,3839	48,3942	48,4045	48,4148	48,4251	48,4355	48,4458	48,4561	48,4664
235	48,4768	48,4871	48,4974	48,5077	48,5180	48,5283	48,5386	48,5489	48,5592	48,5695
236	48,5798	48,5901	48,6004	48,6107	48,6209	48,6312	48,6415	48,6518	48,6621	48,6723
237	48,6826	48,6929	48,7031	48,7134	48,7237	48,7339	48,7442	48,7544	48,7647	48,7749
238	48,7852	48,7955	48,8057	48,8159	48,8262	48,8364	48,8466	48,8569	48,8671	48,8773
239	48,8876	48,8978	48,9080	48,9182	48,9285	48,9387	48,9489	48,9591	48,9693	48,9795

2400—2599	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
240	48,9897	49,0000	49,0102	49,0204	49,0306	49,0408	49,0509	49,0611	49,0713	49,0815
241	49,0917	49,1019	49,1121	49,1223	49,1324	49,1426	49,1528	49,1629	49,1731	49,1833
242	49,1934	49,2036	49,2138	49,2239	49,2341	49,2442	49,2544	49,2645	49,2747	49,2848
243	49,2950	49,3051	49,3153	49,3254	49,3355	49,3457	49,3558	49,3659	49,3761	49,3862
244	49,3963	49,4064	49,4165	49,4267	49,4368	49,4469	49,4570	49,4671	49,4772	49,4873
245	49,4974	49,5075	49,5176	49,5277	49,5378	49,5479	49,5580	49,5681	49,5782	49,5883
246	49,5984	49,6085	49,6185	49,6286	49,6386	49,6487	49,6588	49,6689	49,6789	49,6890
247	49,6990	49,7091	49,7192	49,7292	49,7393	49,7493	49,7594	49,7694	49,7795	49,7895
248	49,7995	49,8096	49,8196	49,8297	49,8397	49,8497	49,8598	49,8698	49,8798	49,8898
249	49,8998	49,9099	49,9199	49,9299	49,9399	49,9499	49,9599	49,9699	49,9799	49,9899
250	50,0000	50,0099	50,0199	50,0299	50,0399	50,0499	50,0599	50,0699	50,0799	50,0899
251	50,0999	50,1098	50,1198	50,1298	50,1398	50,1497	50,1597	50,1697	50,1796	50,1896
252	50,1996	50,2095	50,2195	50,2294	50,2394	50,2493	50,2593	50,2692	50,2792	50,2891
253	50,2991	50,3090	50,3189	50,3289	50,3388	50,3487	50,3587	50,3686	50,3785	50,3884
254	50,3984	50,4083	50,4182	50,4281	50,4380	50,4479	50,4579	50,4678	50,4777	50,4876
255	50,4975	50,5074	50,5173	50,5272	50,5371	50,5470	50,5569	50,5667	50,5766	50,5865
256	50,5964	50,6063	50,6162	50,6260	50,6359	50,6458	50,6557	50,6655	50,6754	50,6853
257	50,6951	50,7050	50,7148	50,7247	50,7346	50,7444	50,7543	50,7641	50,7740	50,7838
258	50,7937	50,8035	50,8133	50,8232	50,8330	50,8428	50,8527	50,8625	50,8723	50,8822
259	50,8920	50,9018	50,9116	50,9215	50,9313	50,9411	50,9509	50,9607	50,9705	50,9803

2600—2799	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
260	50,9901	51,0000	51,0098	51,0196	51,0294	51,0391	51,0489	51,0587	51,0685	51,0783
261	51,0881	51,0979	51,1077	51,1175	51,1273	51,1370	51,1468	51,1566	51,1663	51,1761
262	51,1859	51,1957	51,2054	51,2152	51,2249	51,2347	51,2445	51,2542	51,2640	51,2737
263	51,2835	51,2932	51,3030	51,3127	51,3224	51,3322	51,3419	51,3517	51,3614	51,3711
264	51,3809	51,3906	51,4003	51,4101	51,4198	51,4295	51,4392	51,4490	51,4587	51,4684
265	51,4781	51,4878	51,4975	51,5072	51,5169	51,5266	51,5363	51,5460	51,5557	51,5654
266	51,5751	51,5848	51,5945	51,6042	51,6139	51,6236	51,6333	51,6430	51,6526	51,6623
267	51,6720	51,6817	51,6913	51,7010	51,7107	51,7204	51,7300	51,7397	51,7493	51,7590
268	51,7687	51,7783	51,7880	51,7976	51,8073	51,8169	51,8266	51,8362	51,8459	51,8555
269	51,8652	51,8748	51,8844	51,8941	51,9037	51,9133	51,9230	51,9326	51,9422	51,9519
270	51,9615	51,9711	51,9808	51,9904	52,0000	52,0096	52,0192	52,0288	52,0385	52,0481
271	52,0577	52,0673	52,0769	52,0865	52,0961	52,1057	52,1153	52,1248	52,1344	52,1440
272	52,1536	52,1632	52,1728	52,1824	52,1920	52,2015	52,2111	52,2207	52,2303	52,2398
273	52,2494	52,2589	52,2685	52,2781	52,2877	52,2973	52,3068	52,3163	52,3258	52,3354
274	52,3449	52,3545	52,3641	52,3737	52,3832	52,3927	52,4022	52,4118	52,4214	52,4309
275	52,4404	52,4499	52,4594	52,4690	52,4786	52,4881	52,4976	52,5071	52,5166	52,5262
276	52,5357	52,5452	52,5547	52,5642	52,5738	52,5833	52,5928	52,6023	52,6118	52,6213
277	52,6308	52,6403	52,6498	52,6593	52,6688	52,6783	52,6878	52,6973	52,7068	52,7163
278	52,7257	52,7352	52,7447	52,7541	52,7636	52,7730	52,7825	52,7920	52,8015	52,8110
279	52,8205	52,8299	52,8394	52,8488	52,8583	52,8678	52,8772	52,8866	52,8961	52,9056

Дополненіе 1-е (къ главѣ третьей).

Нѣкоторыя другія формулы для опредѣленія средней скорости теченія воды въ водотокахъ v.

Всѣ примѣняемыя въ практикѣ гидравлическія формулы для опредѣленія средней скорости движенія воды въ водотокахъ могутъ быть приведены къ виду:

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot i}, \quad (1).$$

въ которой c есть нѣкоторый коэффициентъ, значеніе коего разными изслѣдователями опредѣляется весьма различно, на основаніи изученія движенія воды въ существующихъ руслахъ, и для c ими предлагаются различныя эмпирическія формулы или даже прямо числовыя значенія. Выше подробно были рассмотрѣны формулы Гангюйлле-Куттера полная, гдѣ для опредѣленій въ саженяхъ

$$c_I = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1,4607 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} = \frac{\alpha}{1,4607 + \frac{\beta}{\sqrt{R}}}. \quad . (2).$$

и сокращенная проф. Франкомъ ¹⁾, гдѣ для саженъ

$$c_{III} = \frac{(23 + \frac{1}{n}) \sqrt{R}}{1,46 \sqrt{R} + 23 n} \quad (3);$$

къ нимъ мы еще здѣсь вернемся при общихъ выводахъ.

Первую по времени формулу для v предложилъ въ началѣ девятнадцатаго столѣтія Эйтельвейнъ, а именно:

$$v = 50,9 \cdot \sqrt{R i} \quad (4),$$

гдѣ для вычисленій въ метрахъ $c = 50,9$ и въ саженяхъ $c = 34,82$. Но эта формула давно оставлена, такъ какъ даетъ безусловно слишкомъ большія значенія для среднихъ скоростей.

¹⁾ Эту формулу проф. Франкъ предлагаетъ для руселъ съ уклонами отъ 0,002 и больше и считаетъ ее не менѣе вѣрной, чѣмъ полная формула, такъ какъ по его мнѣнію вліяніе членовъ съ буквою i на значеніе c меньше, чѣмъ возможная ошибка полной формулы.

Во второй половинѣ прошлаго столѣтія французскіе инженеры Дарси и Базенъ, послѣ изслѣдованій и измѣреній скоростей движенія воды въ руслахъ изъ различныхъ матеріаловъ при уклонахъ отъ 0,001 до 0,009, предложили свою формулу, которая не потеряла и до сихъ поръ своего значенія и рекомендуется многими специалистами. Вотъ ея общій видъ:

$$\frac{R \cdot i}{v^2} = \frac{1}{c^2} = \beta (1 + \gamma/R) \dots \dots \dots (5).$$

Приведа ея къ виду 1-му, получимъ

$$c = \sqrt{\frac{1}{\beta (1 + \gamma/R)}} = \sqrt{\frac{R}{\beta (R + \gamma)}} \dots \dots \dots (6),$$

гдѣ β и γ —коэффициенты, числовое значеніе коихъ измѣняется въ зависимости отъ степени тренія воды о стѣнки каналовъ то есть отъ шероховатости ложа. Дарси и Базенъ различаютъ четыре категоріи шероховатости, и для каждой предложилъ особое значеніе для c , а именно:

1. Совершенно гладкія стѣнки изъ цементной штукатурки или строганнаго дерева:

$$c_1 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{1,5(R + 0,03)}} \text{ для метровъ, или}$$

$$c'_1 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{3,2(R + 0,014)}} \text{ для саж.} \dots \dots \dots (7).$$

2. Не совсѣмъ гладкія стѣнки, изъ нестроганнаго дерева

$$c_2 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{1,9(R + 0,07)}} \text{ для метровъ, или}$$

$$c'_2 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{4,054(R + 0,033)}} \text{ для саж.} \dots \dots \dots (8).$$

3. Неровныя стѣнки, изъ кирпичной кладки:

$$c_3 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{2,4 (R + 0,25)}} \text{ для метровъ, или}$$

$$c'_3 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{5,12 (R + 0,117)}} \text{ для саж. (9).}$$

4. Земляныя русла:

$$c_4 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{2,8 (R + 1,25)}} \text{ для метровъ, или}$$

$$c'_4 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{5,974 (R + 0,586)}} \text{ для саж. (10).}$$

Гангюйлле и Куттеръ раньше выше приведенной полной формулы (2) предложили другую, болѣе простую:

$$\frac{i \cdot R^2}{v^2} = \frac{R}{c^2} = \left(\frac{\sqrt{R} + \delta}{100} \right)^2, \text{ откуда}$$

$$c_{II} = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{\sqrt{R} + \delta} \text{ для метровъ. (11),}$$

гдѣ значеніе коэффиціента δ тоже зависитъ отъ шероховатости ложа. Для него они дали 12 числовыхъ значеній:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\delta =$	0,12	0,15	0,20	0,27	0,35	0,45	0,56	0,72	0,93	1,22	1,67	2,44

Эта формула Гангюйлле-Куттера съ δ_I и δ_{II} соответствуетъ формулѣ Дарси-Базена для c_1 , съ δ_{IV} — формулѣ для c_2 , съ δ_{VII} — формулѣ для c_3 и, наконецъ, съ δ_X — формулѣ для c_4 .

Для вычислений въ саженьяхъ эта формула будетъ имѣть видъ:

$$c'_{II} = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{1,46 \sqrt{R} + \delta} \cdot \dots \dots \dots (12),$$

а въ примѣненіи для земляныхъ руселъ:

$$c'_{II} = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{1,46 \sqrt{R} + 1,22} \cdot \dots \dots \dots (13).$$

Кромѣ этихъ формулъ, интересны еще двѣ изъ предложенныхъ Гагеномъ четырехъ формулъ, хотя онѣ и меньше употребляются, чѣмъ выше приведенныя формулы. Изъ нихъ первая для вычисленія въ метрахъ имѣетъ видъ:

$$c_H^I = \frac{2,425}{\sqrt[3]{i}} \cdot \dots \dots \dots (14).$$

Она пригодна въ тѣхъ случаяхъ, когда на среднюю скорость теченія воды оказываетъ наибольшее вліяніе уклонъ водотока, то есть при вычисленіяхъ v для большихъ и глубокихъ руселъ.

Вторая формула Гагена, тоже для метровъ:

$$c_H^{II} = 43,7 \sqrt[6]{R} \cdot \dots \dots \dots (15).$$

Эту формулу изучалъ на практикѣ инженеръ І. Янковскій (измѣренія скоростей на верхнемъ Днѣстрѣ) и нашелъ, что въ нее, особенно для среднихъ и небольшихъ руселъ, необходимо внести поправку на шероховатость ложа. Такъ, по его мнѣнію, для земляныхъ руселъ, для коихъ по Гангюйлле и Куттеру коэффициентъ шероховатости ложа равенъ: $n=0,030$ до $0,035$, данный Гагеномъ числовой коэффициентъ 43,7 нужно уменьшить до 28,6, и тогда формула II Гагена получитъ видъ:

$$c_H^{II} = 28,6 \sqrt[6]{R} \text{ для метровъ и } c_H^{II} = 22,2 \sqrt[6]{R} \text{ для саж.} \cdot \dots \dots (16).$$

Значения коэффициента C , высчитанные по различнымъ формуламъ для R отъ 0,10 до 0,50 саж.

R сажень.	Дарси Базенъ $C_1 = 100 \cdot \sqrt{\frac{R}{5,974(R+0,586)}}$	Гангюйлле-Куттеръ.			Гагенъ $C_{II} = \frac{6}{22,2 \sqrt{R}}$	Мили- перъ $C_M = 17$	Эйтель- вейнъ $C_E = 34,82$
		Полная ¹⁾ $C_1 = \frac{\alpha \cdot \sqrt{R}}{1,4607 \sqrt{R} + \beta}$	Простая $C_{II} = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{1,46 \sqrt{R} + 1,22}$	Сокращен. $C_{III} = \frac{(23 + \frac{1}{n}) \sqrt{R}}{1,46 \sqrt{R} + 23 n}$			
0,10	15,62	13,43—15,30	18,81	15,78	15,14	17,00	34,82
0,15	18,47	16,85—17,22	21,70	17,38	16,20		
0,20	20,64	18,18—18,59	23,88	18,76	17,02		
0,25	22,36	19,37—19,73	25,64	19,44	17,62		
0,30	23,81	20,46—20,60	27,09	20,70	18,16		
0,35	25,02	21,47—21,38	28,34	21,43	18,64		
0,40	26,05	22,29—22,05	29,51	22,09	19,06		
0,45	26,96	22,96—22,63	30,50	22,61	19,43		
0,50	27,76	23,62—23,12	31,39	23,12	19,78		

¹⁾ Высчитаны значения C при уклонахъ: $i=0,0001$ и $i=6,001$.

Наконецъ, русскій изслѣдователь и весьма опытный практикъ, инженеръ І. К. Милицеръ ¹⁾, на основаніи многолѣтнихъ наблюденій надъ движеніемъ воды въ осушительныхъ каналахъ, предлагаетъ при вычисленіяхъ средней скорости теченія въ нихъ воды въ саженьяхъ принимать постоянный числовой коэффициентъ, а именно:

$$c_m = 17 \dots \dots \dots (17).$$

Такъ какъ этотъ коэффициентъ принять очень многими русскими гидротехниками-осушителями, то мною для облегченія вычисленій составлена таблица 10-я, помѣщаемая ниже, въ коей высчитаны величины среднихъ скоростей теченія воды v , чаще встрѣчающихся въ осушительной практикѣ черезъ 0,002 саж., а болѣе рѣдко — черезъ 0,005 саж., для различныхъ значеній произведенія $R \cdot i$.

Для сравненія всѣхъ приведенныхъ здѣсь формулъ и выраженій для c сопоставимъ ихъ значенія, высчитанныя для сажень, при различныхъ значеніяхъ R и для $n=0,030$ (см. табл. 9).

Разсматривая настоящую таблицу, видимъ, какъ сильно разнятся значенія для коэффициента C , высчитанныя по предложеннымъ разными учеными и специалистами формуламъ, наименьшія значенія имѣютъ коэффициенты Милипера и Гагена, въ общемъ близкія по величинѣ другъ къ другу: они отличаются максимумъ на 13—16% въ обѣ стороны, совпадаютъ при $R=0,20$ саж.; наибольшія значенія даютъ первоначальная (простая) Гангюйлле-Куттера (C_H) и формула Дарси-Базена (C_d), особенно для большихъ R , конечно, не считая вышедшаго изъ употребленія коэффициента Эйтельвейна. Наиболѣе общеполная формула Гангюйлле-Куттера (C_1), такъ какъ она значеніе C ставитъ въ зависимость отъ величинъ уклона, подводнаго радіуса и шероховатости ложа, но зато она самая сложная и, какъ показали опыты, не всегда даетъ вѣрные результаты. — Кромѣ того, она выведена на основаніи данныхъ изученія движенія воды главнымъ образомъ въ рѣкахъ, а не

¹⁾ Очеркъ работъ Западной Экспедиціи по осушенію болотъ. 1899, стр. 446.

искусственныхъ каналахъ, вслѣдствіе чего нѣкоторые ученые не совѣтуютъ пользоваться ею при расчетахъ каналовъ.— Общей же формулы для C и V при теперешнемъ состояніи науки вывести невозможно и приходится при расчетахъ пользоваться той или другой изъ приведенныхъ здѣсь эмпирическихъ формулъ, первоначально провѣривъ ихъ, по возможности, на существующихъ въ данной мѣстности каналахъ.

Проф. І. Рихтеръ даетъ по этому поводу слѣдующіе совѣты ¹⁾: необходимо различать три главныхъ рода руселъ и три случая равномернаго движенія въ нихъ воды.

1. Движеніе воды въ искусственномъ каналѣ, съ любымъ уклономъ и съ небольшимъ живымъ сѣченіемъ; по каналу течетъ вода чистая или съ незначительнымъ количествомъ мути (ила). Тогда на среднюю скорость теченія имѣетъ громадное вліяніе коэффиціентъ шероховатости ложа.—Въ этомъ случаѣ для опредѣленія ср. скорости теченія самыми подходящими формулами будутъ предложенныя Дарси-Базеномъ (C_1 , C_2 , C_3 и C_4) или простая Гангюйлле-Куттера (C_{II}).

2. Движеніе воды въ большомъ каналѣ или рѣкѣ, когда глубина ихъ большая и. уклонъ малъ; вода въ нихъ тоже чистая, какъ и въ 1-мъ случаѣ, но, вслѣдствіе значительной величины живого сѣченія, шероховатость ложа не оказываетъ большого вліянія на ср. скорость теченія.—Для опредѣленія ея самыми соотвѣтствующими будутъ полная формула Гангюйлле-Куттера (C_I) или формула Гагена.

Въ обоихъ случаяхъ для расчета каналовъ, если уклонъ большой, можно пользоваться сокращенной формулой Гангюйлле-Куттера (C_{III}), рекомендуемой проф. Франкомъ.

3. Движеніе воды въ горныхъ потокахъ, съ маленькими или средними живыми сѣченіями; здѣсь главнымъ сопротивленіемъ движенію воды служатъ несомые потокомъ гравій и камни, въ зависимости отъ ихъ количества и величины. Для опредѣленія скорости такихъ потоковъ пока не имѣется даже эмпирическихъ формулъ.

ТАБЛИЦА 10-я

для опредѣленія значенія v по формулѣ: $v = 17 \sqrt{R.i}$ по
найденному $R.i$.

$R.i$	$\sqrt{R.i}$	v	Разница $R.i$ на 0,001 v
0,00003457	0,00588	0,100	0,00000072
3819	618	0,105	73
4186	647	0,110	77
4570	676	0,115	83
4984	706	0,120	84
5402	735	0,125	
0,00005852	0,00765	0,130	0,00000090
6304	794	0,135	90
6789	824	0,140	97
7276	853	0,145	97
7779	882	0,150	0,00000101
8317	912	0,155	108
0,00008855	0,00941	0,160	0,00000108
948	971	0,165	115
0,00010000	0,01000	0,170	115
10588	1029	0,175	118
11214	1059	0,180	125
11837	1088	0,185	125
12499	1118	0,190	132
13156	1147	0,195	132
0,00013830	0,01176	0,200	0,00000135
14113	1188	0,202	141
14400	1200	0,204	143
14689	1212	0,206	144
14981	1224	0,208	146
0,00015252	0,01235	0,210	0,00000136
15550	1247	0,212	149
15851	1259	0,214	150
16154	1271	0,216	151
16435	1282	0,218	141

R.i	$\sqrt{R.i}$	v	Разница R.i на 0,001 v
0,00016744	0,01294	0,220	0,00000154
17056	1306	0,222	156
17371	1318	0,224	157
17662	1329	0,226	146
17983	1341	0,228	160
0,00018303	0,01353	0,230	0,00000162
18632	1365	0,232	163
18934	1376	0,234	151
19265	1388	0,236	165
19600	1400	0,238	167
0,00019936	0,01412	0,240	0,00000168
20278	1424	0,242	170
20592	1435	0,244	157
20938	1447	0,246	173
21287	1459	0,248	175
0,00021638	0,01471	0,250	0,00000175
21963	1482	0,252	163
22320	1494	0,254	178
22680	1506	0,256	180
23043	1518	0,258	181
0,00023378	0,01529	0,260	0,00000168
23747	1541	0,262	184
24118	1553	0,264	185
24492	1565	0,266	187
24838	1576	0,268	173
0,00025217	0,01588	0,270	0,00000189
25600	1600	0,272	191
25985	1612	0,274	192
26373	1624	0,276	194
26732	1635	0,278	180
0,00027126	0,01647	0,280	0,00000197
27522	1659	0,282	198
27922	1671	0,284	200
28291	1682	0,286	185
28694	1694	0,288	202

$R.i$	$\sqrt{R.i}$	v	Разница $R.i$ на 0,001 v
0,00029104	0,01706	0,290	0,00000204
29515	1718	0,292	205
29894	1729	0,294	190
30310	1741	0,296	208
30730	1753	0,298	210
0,00031152	00,1765	0,300	0,00000211
31542	1776	0,302	195
31969	1788	0,304	213
32400	1800	0,306	215
32833	1812	0,308	216
0,00033269	0,01824	0,310	0,00000218
33672	1835	0,312	202
34114	1847	0,314	221
34558	1859	0,316	222
35006	1871	0,318	224
0,00035419	0,01882	0,320	0,00000207
35872	1894	0,322	226
36328	1906	0,324	228
36787	1918	0,326	229
37210	1929	0,328	212
0,00037675	0,01941	0,330	0,00000232
38142	1953	0,332	233
38612	1965	0,334	235
39046	1976	0,336	217
39521	1988	0,338	237
0,00040000	0,02000	0,340	0,00000239
40481	2012	0,342	240
40965	2024	0,344	242
41412	2035	0,346	224
41902	2047	0,348	245
0,00042394	0,02059	0,350	0,00000246
42890	2071	0,352	248
43347	2082	0,354	229
43848	2094	0,356	250
44352	2106	0,358	252

$R.i$	$\sqrt{R.i}$	v	Разница $R.i$ на 0,001 v
0,00044859	0,02118	0,360	0,00000253
45326	2129	0,362	234
45839	2141	0,364	256
46354	2153	0,366	257
46872	2165	0,368	259
0,00047350	0,02176	0,370	0,00000239
47873	2188	0,372	261
48400	2200	0,374	263
48929	2212	0,376	264
49461	2224	0,378	266
0,00049952	0,02235	0,380	0,00000246
50490	2247	0,382	269
51030	2259	0,384	270
51574	2271	0,386	272
52075	2282	0,388	251
0,00052624	0,02294	0,390	0,00000274
53176	2306	0,392	276
53731	2318	0,394	277
54242	2329	0,396	256
54802	2341	0,398	080
0,00055366	0,02353	0,400	0,00000282
55932	2365	0,402	283
56454	2376	0,404	261
57025	2388	0,406	285
57600	2400	0,408	287
0,00058177	2412	0,410	0,00000288
58757	2424	0,412	290
59292	2435	0,414	268
59878	0,02447	0,416	293
60466	2459	0,418	294
0,00061058	0,02471	0,420	0,00000296
61603	2482	0,422	273
62200	2494	0,424	298
62800	2506	0,426	300
63403	2518	0,428	301

$R.i$	$\sqrt{R.i}$	v	Разница $R.i$ на 0,001 v
0,00063958	0,02529	0,430	0,00000278
64566	2541	0,432	304
65178	2553	0,434	306
65792	2565	0,436	307
66358	2576	0,438	283
0,00066977	0,02588	0,440	0,00000309
67600	2600	0,442	311
68225	2612	0,444	312
68853	2624	0,446	314
69432	2635	0,448	290
0,00070066	0,02647	0,450	317
71610	2676	0,455	0,00000309
73224	2706	0,460	323
74802	2735	0,465	316
76452	2765	0,470	330
0,00078064	0,02794	0,475	0,00000322
79750	2824	0,480	337
81396	2853	0,485	329
83059	2882	0,490	333
84797	2912	0,495	348
0,00086494	0,02941	0,500	0,00000339
88268	2971	0,505	355
90000	3000	0,510	346
91747	3029	0,515	349
93575	3059	0,520	366
0,00095357	0,03088	0,525	0,00000356
97219	3118	0,530	372
99036	3147	0,535	363
0,00100870	0,03176	0,540	0,00000367
102785	3206	0,545	383
104652	3235	0,550	373
106502	3265	0,555	370
108504	3294	0,560	400
0,00110490	0,03324	0,565	0,00000397
112426	3353	0,570	387
114379	3382	0,575	391

$R.i$	$\sqrt{R.i}$	v	Разница $R.i$ на 0,001 v
0,00116417	0,03412	0,580	0,00000408
118405	0,03441	0,585	397
120478	0,03471	0,590	415
122500	0,03500	0,595	404
124548	0,03529	0,600	410

Примѣры употребленія таблицы 10-й.

Примѣръ первый. Большой каналъ.

а) Возьмемъ тѣ же данныя, что и въ примѣрѣ 1-мъ при расчетѣ по полной формулѣ Гангюйлле-Куттера и таблицѣ 5-й, а именно: $Q = 0,27$ куб. саж., $i = 0,00042$, $\cotg \varphi = 1$ и пусть тоже $h = 0,30$ саж. и $v = 0,22$ саж. въ 1 секунду. Требуется найти a (ширину дна канала).

Определение 1-е. Тамъ мы нашли (см. стр. 85): $A_1 = 1,23$ кв. саж., $a_1 = 3,80$ саж., $P_1 = 4,6485$ саж. и $R_1 = 0,2646$ саж.; находимъ $R_1.i = 0,00011113$. Ближайшее къ такой величинѣ $R_1.i$ въ таблицѣ 10-й имѣемъ: $Ri = 0,00010588$, которое соответствуетъ средней скорости $v = 0,175$ саж. Разница его съ нашимъ $R_1.i$ равна $+0,00000525$; раздѣливъ ее на соответствующую разницу, указанную въ графѣ четвертой этой же таблицы для 0,001 саж. v , получимъ: $525 : 125 = 4$, съ приближеніемъ до 0,001 значенія v ; значитъ, при найденномъ нами значеніи $R_1.i$, значеніе v будетъ: $v_1 = 0,175 + 0,004 = 0,179$ саж. въ 1 секунду; отсюда

$$Q_1 = 1,23 \cdot 0,179 = 0,22 \text{ куб. саж. въ 1 секунду.}$$

т. е. значительно меньше величины заданнаго Q .

Определение 2-е. Пусть $a_2 = 4,00$ саж., тогда: $A_2 = 1,29$ кв. саж., $P_2 = 4,8485$ саж., $R_2 = 0,2661$ саж. и $R_2.i = 0,00011176$; пользуясь таблицей 10-й, какъ выше, находимъ: $v_2 = 0,180$ саж. и

$Q_2 = 1,29 \cdot 0,18 = 0,232$ куб. саж. въ 1 секунду,
т. е. еще недостаточно близкое къ величинѣ заданнаго Q .

Опредѣленіе 3-е. Принимаемъ $a_3 = 4,70$ саж., тогда $A_3 = 1,50$ кв. саж., $P_3 = 5,5485$ саж., $R_3 = 0,269$ саж. и $R_3 \cdot i = 0,00011298$, чему въ таблицѣ 10-й соответствуетъ $v_3 = 0,180 + 0,001 = 0,181$ саж. и

$$Q_3 = 1,5 \cdot 0,181 = 0,2715 \text{ саж. въ 1 секунду.}$$

Такъ какъ эта величина Q_3 достаточно близка къ заданной величинѣ для Q , то и принимаемъ, что ширина дна проектируемаго канала $a = a_3 = 4,70$ саж.

б) Тѣ же данныя, но $h = 0,40$ саж.; среднюю скорость теченія попрежнему принимаемъ равной $0,22$ саж. въ 1 секунду и $A_1 = 1,227$ кв. саж.

Опредѣленіе 1-е. $1,227 = 0,4 (a_1 + 0,4)$, $a_1 = 2,67$ саж.; $P_1 = 2,67 + 0,4 \cdot 2,8284 = 3,801$ саж.; $R_1 = \frac{1,227}{3,801} = 0,323$ саж. и $R_1 \cdot i = 0,00013566$, откуда по таблицѣ 10-й находимъ $v_1 = 0,195 + 0,003 = 0,198$ саж. въ 1 секунду и

$$Q_1 = 1,227 \cdot 0,198 = 0,243 \text{ куб. саж. въ 1 секунду,}$$

что значительно меньше заданнаго значенія Q .

Опредѣленіе 2-е. Принимаемъ $a_2 = 3,00$ саж., тогда: $A_2 = 0,4 \cdot (3,00 + 0,4) = 1,36$ кв. саж., $P_2 = 4,131$ саж., $R_2 = 0,329$ саж. и $R_2 \cdot i = 0,00013818$, чему по таблицѣ 10-й соответствуетъ $v_2 = 0,200$ саж. и

$$Q_2 = 1,36 \cdot 0,2 = 0,272 \text{ куб. саж. въ 1 секунду,}$$

что очень близко къ заданной величинѣ Q и поэтому можемъ принять: $a = a_2 = 3,00$ саж.

Примѣръ второй. Каналъ средней величины.

а) Даны: секунднй расходъ $Q = 0,09$ куб. саж., $i = 0,0005$, $\cot g \varphi = 1$; принимаемъ $h_1 = 0,30$ саж. и $v = 0,20$ саж. въ 1 секунду.

Первое опредѣленіе. По этимъ даннымъ находимъ: $A_1 = \frac{0,09}{0,20} = 0,45$ кв. саж.; $0,45 = 0,3 \cdot (a_1 + 0,3)$; $a_1 = 1,20$ саж. и

$$P_1 = 1,20 + 0,3 \cdot 2,8284 = 2,0485 \text{ саж.}; R_1 = \frac{0,45}{2,0485} = 0,22 \text{ саж.}$$

и $R_1 \cdot i = 0,00011000$, откуда по таблицѣ 10-й

$$v_1 = 0,175 + 0,003 = 0,178 \text{ саж. въ секунду и}$$

$$Q_1 = 0,45 \cdot 0,178 = 0,08 \text{ куб. саж. въ секунду,}$$

что слишкомъ мало.

Второе опредѣленіе. Пусть $a_2 = 1,50$ саж., тогда: $A_2 = 0,54$ кв. саж., $P_2 = 2,3485$ саж., $R_2 = 0,23$ саж. и $R_2 \cdot i = 0,000115$, откуда по таблицѣ 10-й

$$v_2 = 0,180 + 0,002 = 0,182 \text{ саж. въ секунду и}$$

$$Q_2 = 0,54 \cdot 0,182 = 0,098 \text{ куб. саж. въ секунду.}$$

Теперь получился слишкомъ большой расходъ.

Третье опредѣленіе. Возьмемъ $a_3 = 1,40$ саж., тогда: $A_3 = 0,51$ кв. саж., $P = 2,2485$ саж., $R_3 = 0,227$ саж. $R_3 \cdot i = 0,0001135$, чему въ таблицѣ 10 соответствуетъ:

$$v_3 = 0,180 + 0,001 = 0,181 \text{ саж. въ секунду и}$$

$$Q_3 = 0,51 \cdot 0,181 = 0,092 \text{ куб. саж. въ секунду.}$$

Такъ какъ теперь величина Q_3 получилась достаточно близкая къ заданному Q , то принимаемъ $a = a_3 = 1,40$ саж.

б) Тѣ же данныя и средняя скорость, но $h = 0,35$ саж.: получаемъ: $A = \frac{0,09}{0,20} = 0,45$ кв. саж.; $0,45 = 0,35 \cdot (a + 0,35)$, $a = 0,936$ саж.

Первое опредѣленіе. Возьмемъ $a_1 = 0,95$ саж., тогда, $A_1 = 0,455$ кв. саж., $P_1 = 0,95 + 0,35 \cdot 2,8284 = 1,9399$ саж.: $R_1 = 0,23455$ саж. и $R_1 \cdot i = 0,00011727$ саж., чему по таблицѣ 10-й соответствуетъ:

$$v_1 = 0,185 - 0,001 = 0,184 \text{ саж. въ секунду;}$$

$$Q_1 = 0,455 \cdot 0,184 = 0,084 \text{ куб. саж. въ секунду.}$$

Второе опредѣленіе. Принимаемъ $a_2 = 1,05$ саж. и находимъ: $A_2 = 0,49$ кв. саж., $P_2 = 2,0399$ саж., $R_2 = 0,24$ саж., $R_2 \cdot i = 0,00012000$, чему въ таблицѣ 10-й соответствуетъ:

$$v_2 = 0,185 + 0,001 = 0,186 \text{ саж. въ секунду;}$$

$$Q_2 = 0,49 \cdot 0,186 = 0,091 \text{ куб. саж. въ секунду,}$$

т. е. величина достаточно близкая къ заданному Q , вследствие чего и принимаемъ $a = a_2 = 1,05$ саж.

Итакъ, опять ширина дна канала получилась значительно меньше съ увеличеніемъ h (толщины слоя воды въ каналѣ), при такомъ же секундномъ расходѣ.

Примѣръ третій. Малый каналъ.

Данныя: $Q = 0,017$ куб. саж. въ секунду, $i = 0,00065$ саж., $\cot g \varphi = 1$; задаемся: $h = 0,20$ саж. и $v = 0,20$ саж. въ секунду; находимъ: $A = \frac{0,017}{0,20} = 0,085$ кв. саж.; $0,085 = 0,2 \cdot (a + 0,2)$; $a = 0,225$ саж.

Первое опредѣленіе. Пусть $a_1 = 0,25$ саж., тогда: $A_1 = 0,09$ кв. саж., $P_1 = 0,8157$, $R_1 = 0,11$ саж. и $R_1 \cdot i = 0,0000715$, чему въ таблицѣ 10-й соответствуетъ:

$$v_1 = 0,140 + 0,004 = 0,144 \text{ саж. въ секунду};$$

$$Q_1 = 0,09 \cdot 0,144 = 0,01296 \text{ куб. саж. въ секунду},$$

т. е. значительно меньше заданнаго Q .

Второе опредѣленіе. Возьмемъ $a_2 = 0,30$ саж. и $h_2 = 0,22$ саж., тогда: $A_2 = 0,22 \cdot 0,52 = 0,1144$ кв. саж., $P_2 = 0,30 + 0,22 \cdot 2,8284 = 0,9222$ саж., $R_2 = 0,22$ саж. и $R_2 \cdot i = 0,00008060$, чему въ таблицѣ 10-й соответствуетъ:

$$v_2 = 0,150 + 0,002 = 0,152 \text{ саж. въ секунду и}$$

$$Q_2 = 0,1144 \cdot 0,152 = 0,0174 \text{ куб. саж.,}$$

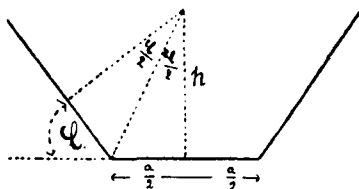
т. е. нѣсколько больше, но достаточно близкое къ заданному Q и поэтому принимаемъ $a = a_2 = 0,30$ саж. и $h = 0,22$ саж.

Разсматривая и сравнивая всѣ приведенные здѣсь примѣры съ соответствующими примѣрами къ таблицѣ 5-й, видимъ:

1. Ширина дна канала a въ большихъ и среднихъ каналахъ, т. е. при $R \geq 0,20$ саж., вычисленная съ примѣненіемъ формулы $v = 17 \cdot \sqrt{Ri}$, значительно больше, чѣмъ если расчетъ вести по полной формулѣ Гангюйлле-Куттера, что вполне понятно, такъ какъ въ послѣдней при $R \geq 0,20$ саж. значеніе коэффиціента s значительно больше 17, а вследствие этого замѣтно возрастаетъ величина средней скорости v . Но въ виду того, что большинство русскихъ болотъ имѣетъ очень

небольшой уклонъ (0,0002—0,0005) и что R только въ большихъ магистральныхъ каналахъ бываетъ больше 0,25—0,30 саж., казалось бы возможнымъ при этихъ условіяхъ рекомендовать для расчетовъ среднихъ и малыхъ каналовъ примѣненіе формулы $v = 17 \cdot \sqrt{Ri}$, въ виду ея простоты, а еще болѣе того, что она выведена изъ многолѣтнихъ наблюдений весьма компетентнаго инженера, болѣе 30 лѣтъ завѣдывавшаго крупными осушительными работами въ Полѣсіи.

2. Если позволяютъ мѣстныя условія, то выгодно задаваться довольно большой величиной слоя отводимой каналомъ воды h : для магистральныхъ большихъ каналовъ h слѣдуетъ брать равнымъ отъ 0,35 до 0,45 саж., для среднихъ — 0,30 до 0,35 саж. и для малыхъ не менѣе 0,20 саж. При спрямленіяхъ рѣкъ, шириною отъ 10 и болѣе сажень, h можетъ быть значительно больше (до 1 сажени). Но нельзя слишкомъ увеличивать h , особенно для боковыхъ каналовъ, такъ какъ они получатся очень глубокими ¹⁾, вслѣдствіе чего можетъ грозить опасность пересушить болото.



Фиг. 5-я (къ стр. 75-й).

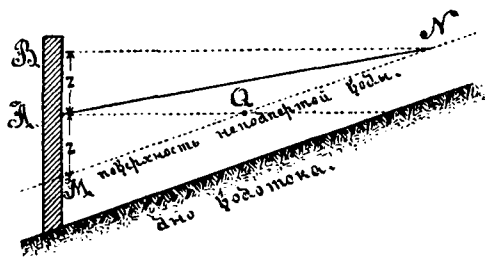
¹⁾ Полная глубина канала H на болотѣ должна быть больше h на 0,20 до 0,25 сажени.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Опредѣленіе предѣла распространенія подпора воды запрудами и его величины въ любой мѣстѣ подпертаго водотока.

Предѣлъ распространенія подпора воды запрудами опредѣляется или приблизительно на основаніи практическихъ измѣреній, или по специальнымъ формуламъ, изъ коихъ самая точная формула Рюльмана (Rühlmann).

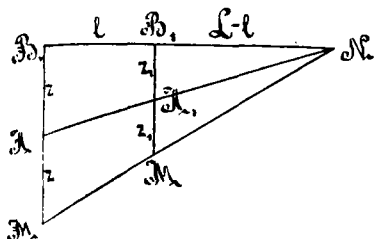
Самое простое опредѣленіе предѣла подпора слѣдующее: подпоръ распространяется до пунктовъ, лежащихъ на одной горизонтали съ точкою, отмѣтка коей получится, если къ отмѣткѣ поверхности не подпертой воды у плотины прибави удвоенную величину подпора.



Фиг. 6.

На фигурѣ 6-й $AM = z$ — есть подпоръ отъ запруды; длину его распространенія по водотоку AN обозначимъ L . Горизонталь предѣла распространенія подпора, т. е. пункта N , будетъ равна горизонтали пункта $M + 2z$; пунктъ N на основаніи этого легко найти по профили поверхности водотока.

откуда и опредѣлится L . Въ практикѣ подпоромъ z считается разность горизонтовъ воды выше и ниже плотины, при чемъ



Фиг. 7.

принимается, что ширина и уклонъ дна водотока и его неподпертой поверхности одинаковы на всемъ протяженіи дѣйствія подпора и что ширина водотока во много разъ больше его глубины. Эти же допущенія принимаются и въ специальныхъ формулахъ, и, хотя на практикѣ не всегда имѣютъ мѣсто, однако, опытъ

доказать, что результаты, даваемые точными формулами при этихъ допущеніяхъ, вполне достаточны и надежны для практики.

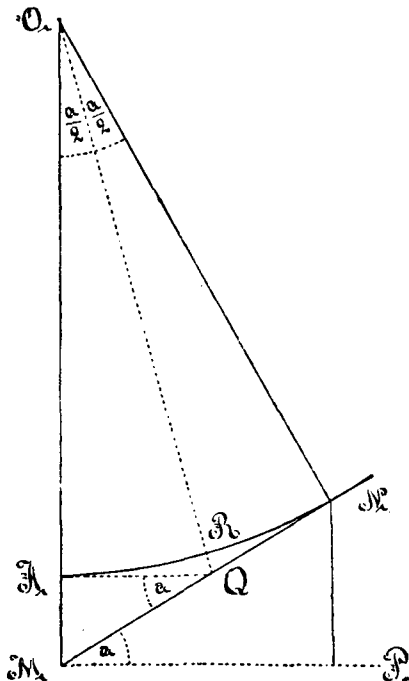
Для опредѣленія величины подпора z , въ любомъ мѣстѣ, отстоящемъ на разстояніи l отъ п. М, въ случаяхъ, не требующихъ большой точности, принимаемъ, что поверхность подпертой воды представляетъ собою одну плоскость, уклонъ коей равняется $\frac{z}{L}$ (см. фиг. 7); откуда величина подпора z_1 , въ любой точкѣ, отстоящей на разстояніи l отъ п. М, будетъ

$$z_1 = \frac{z (L-1)}{L}$$

¹⁾ На фигурѣ 7-й — $MA = AB = z$; $MB = 2z$; $BN = L$. $BB_1 = 1$;

$$M_1A_1 = z_1; A_1B_1 = z_2.$$

Изъ подобныхъ треугольниковъ: MBN и M_1B_1N имѣемъ: $\frac{z_1 + z_2}{2z} = \frac{L-1}{L}$,



Фиг. 8.

Однако практическія измѣренія показали, что поверхность подпертаго водотока представляет не плоскость, а нѣкоторую кривую поверхность, и если ее пересѣчь вертикальною плоскостью, то получится кривая ARN (фиг. 8), близкая къ дугѣ круга, касающаяся въ точкѣ А (начало подпора) горизонтальной линіи, проведенной черезъ точку подпора у плотины, и въ точкѣ N (конецъ подпора) линіи горизонта неподпертаго водотока. Если кривую ARN принять за дугу круга, то АО и ON будутъ его радіусы (r) и $AQ = QN$. Проведя черезъ точку М (горизонтъ неподпертаго водотока) и черезъ точку А (горизонтъ подпертаго водотока) горизонтальныя линіи, получимъ подобные прямоугольные треугольники МАQ и МРН, въ которыхъ: $AM = z$ (величина подпора у плотины); $MN = L$ (протяженіе дѣйствія подпора); $NP = z_1$ (возвышеніе предѣла подпора надъ горизонтомъ водотока у плотины) и $AQ = QN$ ¹⁾.

Изъ подобія этихъ треугольниковъ слѣдуетъ:

$$\frac{z_1}{z} = \frac{L}{MQ}, \text{ но}$$

$MQ = z/\sin\alpha$ и $QN = AQ = z \cot\alpha$; откуда

$$\frac{z_1}{z} = \frac{z \left(\frac{1}{\sin\alpha} + \cot\alpha \right)}{z/\sin\alpha} = 1 + \cos\alpha, \text{ или}$$

$$z_1 = z (1 + \cos\alpha) \text{ и } L = z \frac{1 + \cos\alpha}{\sin\alpha}.$$

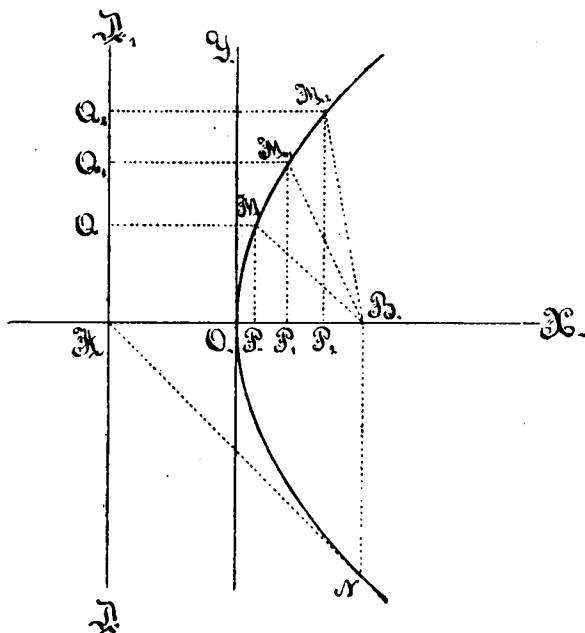
Радіусъ круга r въ данномъ случаѣ опредѣлится изъ прямоугольнаго треугольника ONM, въ которомъ $OM = r + z$, а $ON = r$ и уголъ $MON = \alpha$; изъ этого треугольника имѣемъ:

$$r = (r + z) \cos\alpha, \text{ или } r = z \frac{\cos\alpha}{1 - \cos\alpha}.$$

а изъ подобн. треугольника ABN и A_1B_1N — $\frac{z_2}{z} = \frac{L-1}{L}$, отсюда $z_1 = \frac{z \cdot (L-1)}{L}$.

¹⁾ Это слѣдуетъ изъ равенства прямоугольныхъ треугольниковъ OAN и ONQ , въ коихъ гипотенуза OQ общая и катеты $OA = ON = r$.

Опредѣливъ по выведеннымъ выше равенствамъ L , z , и $г$ и сдѣлавъ по нимъ въ извѣстномъ масштабѣ чертежъ, изъ него легко найти величину подпора въ любомъ пунктѣ водотока.



Фиг. 9.

По болѣе точнымъ изслѣдованіямъ оказалось, что кривая, полученная отъ сѣченія поверхности подпертаго водотока вертикальною плоскостью, не есть дуга круга, а линія, очень близкая къ дугѣ параболы, которая касается прямыхъ AQ и MN въ точкахъ A и N (см. фиг. 8). Пользуясь уравненіемъ параболы ($y^2 = 2px$), на основаніи правилъ аналитической геометріи можно вычислить величину линій MP и PN и затѣмъ построить эту кривую (по двумъ касательнымъ AQ и MN и точкамъ касанія A и N ; см. Hütte, ч. I, стр. 87), и имѣя ее, по чертежу опредѣлить величину подпора въ любомъ мѣстѣ водотока.

Примѣчаніе. *Параболой* (см. фигуру 9-ю) называется кривая, симметричная относительно двухъ пер-

пендикулярныхъ линій, одна изъ коихъ касается параболы въ ея вершинѣ (линія ОУ), а другая (линія ОХ) пересѣкаетъ параболу пополамъ. Линіи эти называются осями координатъ: линия ОУ—осью Y-ковъ, линия ОХ—осью X-овъ; точка О называется началомъ координатъ. Свойства параболы слѣдующія:

1) Если изъ какой-либо точки параболы N (фиг. 9-я) проведемъ къ ней касательную въ этой точкѣ (AN) и перпендикуляръ къ линіи ОХ (NB), то отрѣзки по оси координатъ отъ ихъ начала (точка О) будутъ равны между собою, т. е.

$$AO = OB.$$

2) Парабола есть мѣсто точекъ, равно отстоящихъ отъ нѣкоторой постоянной прямой линіи DD' и нѣкоторой точки В (фиг. 9-я). Изъ этого опредѣленія вытекаетъ, что парабола должна быть симметрична и къ линіи DD', параллельной къ ОУ, и что она должна проходить черезъ точку О, лежащую на серединѣ между точками А и В, т. е.

$$AO = OB = \frac{1}{2} AB.$$

Обыкновенно длину линіи АВ обозначаютъ—р,

$$\text{тогда } AO = \frac{1}{2} p \text{ и } OB = \frac{1}{2} p.$$

Изъ предыдущаго опредѣленія (2) параболы слѣдуетъ, что если на ней возьмемъ рядъ точекъ, опустимъ изъ нихъ перпендикуляры къ линіи DD' и соединимъ эти же точки съ точкою В, то будутъ существовать равенства ¹⁾:

$$MQ = MB; M_1Q_1 = M_1B; M_2Q_2 = M_2B, \text{ и т. д.,}$$

$$\text{но } MQ = AP = x + \frac{1}{2} p; M_1Q_1 = AP_1 = x_1 + \frac{1}{2} p \text{ и т. д.;}$$

$$MB^2 = MP^2 + PB^2 = y^2 + (\frac{1}{2} p - x)^2;$$

$$M_1B^2 = M_1P_1^2 + P_1B^2 = y_1^2 + (\frac{1}{2} p - x_1)^2 \text{ и т. д.}$$

Но такъ какъ $MQ = MB$, то

$$(x + \frac{1}{2} p)^2 = y^2 + (\frac{1}{2} p - x)^2, \text{ отсюда}$$

$$x^2 + px + \frac{1}{4} p^2 = y^2 + \frac{1}{4} p^2 - px + x^2, \text{ или}$$

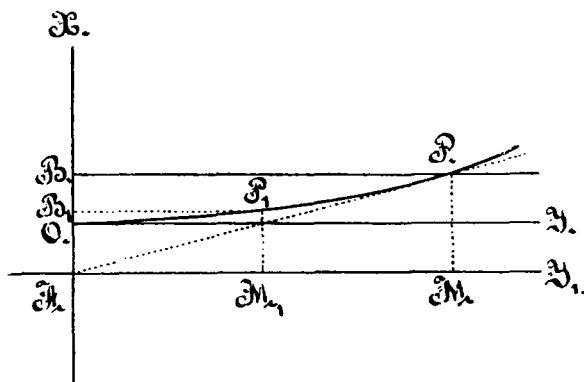
$$y^2 = 2 p x.$$

Это и есть вышеприведенное уравненіе параболы.

¹⁾ Въ дальнѣйшемъ отрѣзки ОР, ОР₁, ОР₂ и т. д. будутъ обозначаться x, x₁, x₂, а отрѣзки АQ, АQ₁, АQ₂ и т. д. черезъ y, y₁, y₂...

1. Примѣнимъ уравненіе параболы къ опредѣленію разстоянія предѣльной точки распространенія подпора отъ мѣста запруды, если извѣстны уклонъ рѣки — i и величина подпора у запруды — z .

Величина подпора у мельницы $z = OA$ (см. фиг. 10-ю) всегда извѣстна; она равна разности уровней воды выше и ниже запруды. Выше было сказано, что подпоръ распространяется до точки, высота коей больше уровня воды выше запруды на величину подпора, т. е. еще на z , — дальше этой точки дѣйствіе подпора не ощущается.



Фиг. 10.

Возьмемъ какую-либо точку P_1 , разстояніе коей отъ запруды, равное y_1 , измѣрено и высота коей опредѣлена непосредственно нивелировкой; пусть превышеніе ея надъ уровнемъ подпертой воды у запруды будетъ — x_1 ; тогда по уравненію параболы будемъ имѣть:

$$y_1^2 = 2 p x_1, \text{ откуда } p = \frac{y_1^2}{2x_1}.$$

Опредѣливъ отсюда величину p , пользуемся ею для конечной точки P , дальше коей подпоръ не дѣйствуетъ. Въ этой точкѣ величина x равняется величинѣ подпора у запруды $AO = z$; разстояніе ея отъ послѣдней — y назовемъ черезъ L : подставляя ихъ, а равно вычисленную раньше величину p въ уравненіе параболы, получимъ:

$$L^2 = 2 p z, \text{ или } L = \sqrt{2 p z}.$$

2. Пусть требуется опредѣлить величину подпора въ любой точкѣ P_1 , находящейся отъ запруды въ разстояніи $y_1 = L_1$, когда непосредственнымъ измѣреніемъ и нивелировкой опредѣлено, что дѣйствіе подпора оканчивается въ разстояніи $= L$ отъ запруды. Тогда изъ предыдущаго уравненія имѣемъ:

$$p = \frac{L^2}{2z}.$$

Подставляя это значеніе p въ равенство параболы, получимъ:

$$L_1^2 = \frac{L^2}{z} \cdot x_1,$$

откуда величина подпора въ данномъ мѣстѣ

$$x_1 = \frac{L_1^2 \cdot z}{L^2}.$$

Произведя рядъ поперечныхъ нивелировокъ затопленной долины въ данномъ мѣстѣ и вычертивъ горизонталь, соответствующую точкѣ P_1 , изъ коей величина подпора равна x_1 , опредѣленному изъ послѣдняго уравненія, легко найти площадь, страдающую отъ подпора.

Примѣчаніе. На фигурѣ 10-й: линія OP_1P —дуга параболы, обозначающая поверхность подпертой воды; линіи OX и OY —оси координатъ; $AM_1 = y_1 = L_1$ и $AM = L$;

$AO = OB = z$ —величина подпора у запруды;

$OB_1 = x_1$ —величина подпора въ точкѣ P_1 .

Самые точные результаты даетъ теоретическая формула, предложенная Рюльманомъ, и выведенная имъ на основаніи теоремы Д. Бернулли ¹⁾, изъ опредѣленія пониженія поверхности

¹⁾ Уравн. Д. Бернулли для дѣйств. жидкостей:

$$z + p/g\gamma + \frac{v^2}{2g} + \alpha = h = \text{const.}$$

При установившемся движеніи дѣйствительной жидкости сумма высотъ соответствующихъ давленію, скорости и вреднымъ сопротивленіямъ (α) съ высотой положенія данной точки есть величина постоянная*.

Въ этой формулѣ:

z —высота положенія разсматриваемой точки,

воды въ двухъ безконечно близкихъ вертикальныхъ сѣченіяхъ водотока. Выводъ формулы Рюльмана изложенъ въ соч. А. Кржижановскаго „Плотины“ (стр. 14—18), самая же формула представляется въ такомъ видѣ:

$$\frac{L \cdot i}{e} = f\left(\frac{z}{e}\right) - f\left(\frac{z}{e}\right),$$

гдѣ: L —разстояніе точки, въ коей опредѣляется подпоръ, отъ плотины.

i —уклонъ поверхности воды въ неподпертомъ водотокѣ.

e —средняя глубина воды въ неподпертомъ водотокѣ.

z —величина подпора у плотины.

z_1 — „ „ въ разст. L отъ плотины.

f —функція.

Въ пунктѣ N , соотвѣтствующемъ предѣлу распространенія подпора, его величина z равна 0; тогда второй членъ правой части формулы Рюльмана тоже равенъ 0: $f\left(\frac{z}{e}\right) = 0$, и формула принимаетъ видъ:

$$\frac{L \cdot i}{e} = f\left(\frac{z}{e}\right), \text{ откуда}$$

$$L = \frac{e}{i} f\left(\frac{z}{e}\right).$$

Значенія для $f\left(\frac{z}{e}\right)$ отыскиваются въ нижеприводимой таблицѣ Рюльмана (стран. 138—139).

p —давленіе жидкости,
 g —ускореніе силы тяжести,
 φ —плотность жидкости,
 v —скорость движенія,
 z —высота, соотвѣтствующая вреднымъ сопротивленіямъ.
 $\frac{p}{g\varphi}$ — высота столба жидкости, производящаго своимъ вѣсомъ давленіе
 P , или $\frac{v^2}{2g}$ — высота, соотвѣтствующая давленію,
 $\frac{v^2}{2g}$ — высота, падая съ коей, частица жидкости приобрѣтаетъ скорость
 V , или высота, соотвѣтствующая скорости движенія.

$L = \frac{c}{i} f\left(\frac{z}{e}\right)$, или подставляя данные,

$$L = \frac{1,00}{0,0002} f\left(\frac{1,00}{1,00}\right) = 5000.2,2839 \text{ саж.} = 22,84 \text{ верст.}$$

Превышеніе точки N надъ точкою A будетъ равно:

$$L \cdot i - z = 5000.2,2839.0,0002 - 1,00 = 1,28 \text{ саж.}$$

Примѣчаніе. Для опредѣленія кривой подпора существуютъ еще формулы и таблицы Толкмита и Данкверта. Интересующіеся могутъ ихъ найти въ соч. Г. Гамманна (перев. А. Дубаха — 1911 г.) „Гидравлика и ея приложеніе къ сельск. хоз.“ — стр. 41—48.

ТАБЛИЦЫ РЮЛЬМАНА.

$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$
0,010	0,0067	0,100	0,8353	0,190	1,1119	0,280	1,3054	0,370	1,4638	0,460	1,6032
0,015	0,1452	0,105	0,8555	0,195	1,1241	0,285	1,3149	0,375	1,4720	0,465	1,6106
0,020	0,2444	0,110	0,8739	0,200	1,1361	0,290	1,3243	0,380	1,4801	0,470	1,6179
0,025	0,3222	0,115	0,8922	0,205	1,1479	0,295	1,3336	0,385	1,4882	0,475	1,6252
0,030	0,3863	0,120	0,9098	0,210	1,1595	0,300	1,3428	0,390	1,4962	0,480	1,6324
0,035	0,4411	0,125	0,9269	0,215	1,1709	0,305	1,3519	0,395	1,5041	0,485	1,6396
0,040	0,4889	0,130	0,9434	0,220	1,1821	0,310	1,3610	0,400	1,5119	0,490	1,6468
0,045	0,5316	0,135	0,9595	0,225	1,1931	0,315	1,3700	0,405	1,5197	0,495	1,6540
0,050	0,5701	0,140	0,9751	0,230	1,2040	0,320	1,3789	0,410	1,5275	0,500	1,6611
0,055	0,6053	0,145	0,9903	0,235	1,2148	0,325	1,3877	0,415	1,5353	0,505	1,6682
0,060	0,6376	0,150	1,0051	0,240	1,2254	0,330	1,3964	0,420	1,5430	0,510	1,6753
0,065	0,6677	0,155	1,0195	0,245	1,2358	0,335	1,4050	0,425	1,5507	0,515	1,6823
0,070	0,6958	0,160	1,0335	0,250	1,2461	0,340	1,4136	0,430	1,5583	0,520	1,6893
0,075	0,7222	0,165	1,0473	0,255	1,2563	0,345	1,4221	0,435	1,5659	0,525	1,6963
0,080	0,7482	0,170	1,0608	0,260	1,2664	0,350	1,4306	0,440	1,5734	0,530	1,7032
0,085	0,7708	0,175	1,0740	0,265	1,2763	0,355	1,4390	0,445	1,5809	0,535	1,7101
0,090	0,7933	0,180	1,0869	0,270	1,2861	0,360	1,4473	0,450	1,5884	0,540	1,7170
0,095	0,8148	0,185	1,0995	0,275	1,2958	0,365	1,4556	0,455	15,958	0,545	1,7239

$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$	$\frac{z}{e}$	$f\left(\frac{z}{e}\right)$
0,550	1,7308	0,650	1,8631	0,750	1,9888	0,850	2,1095	0,950	2,2264	2,00	3,3595
0,555	1,7376	0,655	1,8695	0,755	1,9949	0,855	2,1154	0,955	2,2322	2,10	3,4631
0,560	1,7444	0,660	1,8759	0,760	2,0010	0,860	2,1213	0,960	2,2380	2,20	3,5564
0,565	1,7512	0,665	1,8823	0,765	2,0071	0,865	2,1272	0,965	2,2438	2,30	3,6694
0,570	1,7589	0,670	1,8887	0,770	2,0132	0,870	2,1331	0,970	2,2496	2,40	3,7720
0,575	1,7647	0,675	1,8951	0,775	2,0193	0,875	2,1390	0,975	2,2554	2,50	3,8754
0,580	1,7714	0,680	1,9014	0,780	2,0254	0,880	2,1449	0,980	2,2611	2,60	3,9768
0,585	1,7781	0,685	1,9077	0,785	2,0315	0,885	2,1508	0,985	2,2668	2,70	4,0789
0,590	1,7848	0,690	1,9140	0,790	2,0375	0,890	2,1567	0,990	2,2725	2,80	4,1808
0,595	1,7914	0,695	1,9203	0,795	2,0435	0,895	2,1625	0,995	2,2782	2,90	4,2826
0,600	1,7980	0,700	1,9266	0,800	2,0495	0,900	2,1683	1,000	2,2841	3,00	4,3844
0,605	1,8046	0,705	1,9329	0,805	2,0555	0,905	2,1742	1,100	2,3971	3,50	4,8911
0,610	1,8112	0,710	1,9392	0,810	2,0615	0,910	2,1800	1,200	2,5084	4,00	5,3958
0,615	1,8178	0,715	1,9455	0,815	2,0675	0,915	2,1858	1,300	2,6179	4,50	5,8993
0,620	1,8243	0,720	1,9517	0,820	2,0735	0,920	2,1916	1,400	2,7264	5,00	6,4019
0,625	1,8308	0,725	1,9579	0,825	2,0795	0,925	2,1974	1,500	2,8337	6,50	7,4056
0,630	1,8373	0,730	1,9641	0,830	2,0855	0,930	2,2032	1,600	2,9401	8,00	9,4097
0,635	1,8438	0,735	1,9703	0,835	2,0915	0,935	2,2090	1,700	3,0458	10,00	11,4117
0,640	1,8503	0,740	1,9765	0,840	2,0975	0,940	2,2148	1,800	3,1508	15,00	16,4139
0,645	1,8567	0,745	1,9827	0,845	2,1035	0,945	2,2206	1,900	3,2553	20,00	21,4147

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Определение количества земляных работ для вырытия осушительных каналов.

Земляные работы при копке осушительных каналов состояются из двух категорий работ: 1) выемки земли из каналов и 2) отфелки их откосовъ, такъ называемой планировки. При вычисленіи обѣихъ категорій работъ принимается, что поверхность болота на полосу, занимаемой каналомъ, не имѣетъ поперечнаго склона.

1. Определение количества (объема) выемки ¹⁾).

Столбъ земли, предназначенный къ выемкѣ для образованія канала, между двумя сосѣдними пикетами имѣетъ видъ шестиграннаго тѣла, какъ показано на фиг. 12-й, ограниченный однимъ иривоугольнымъ четырехугольникомъ (дно канала) ¹⁾ и 5-ю трапеціями: 2 площади откосовъ, поверхность канала и 2 перпендикулярныя къ поверхности сѣченія черезъ пикет (поперечныя профили канала).

Если не требуется большой точности вычисленія или если глубина канала въ двухъ сосѣднихъ сѣченіяхъ (пикетахъ) ²⁾

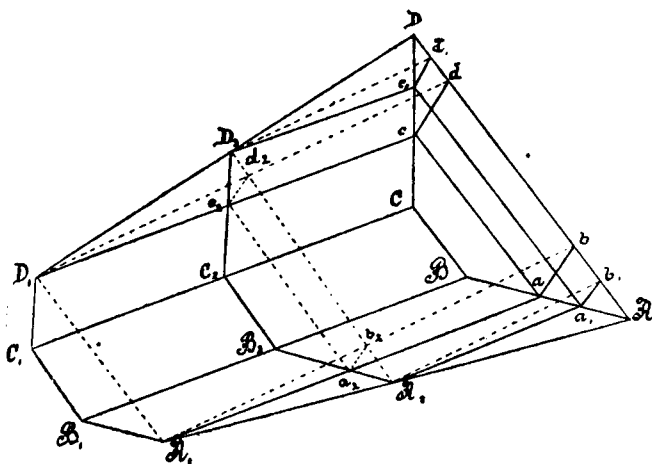
¹⁾ По брошюрѣ инж. Ф. Мурзо—„Универсальныя таблицы“—1900 г.

²⁾ Считая, что ширина дна канала между сосѣдними пикетами не мѣняется; въ противномъ случаѣ и дно его будетъ трапеціей.

Н и Н₁ — мѣняется незначительно, то вычисленіе объема выемки — М — можно вести по простой формулѣ:

$$M = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot L \dots \dots (1), \text{ гдѣ}$$

P_1 = пл. ABCD } — площади сосѣдн. профилей канала.
 P_2 = пл. A₁B₁C₁D₁ }
 L — разстояніе между этими профилями.



Фиг. 12.

Однако, вычисленный по этой формулѣ объемъ всегда больше дѣйствительнаго, и поэтому для опредѣленія точнаго объема земляныхъ работъ Винклеръ далъ формулу:

$$M = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} - \frac{a_1 + a_2}{6} \right) \cdot L \dots \dots (2).$$

Здѣсь для P_1 , P_2 и L тѣ же значенія, а a_1 и a_2 — площади треугольниковъ Aab и Dcd (см. фиг. 12).

Однако по формулѣ Винклера вести вычисленія объемовъ затруднительно и сложно; болѣе удобную и совершенно точную формулу предложилъ инженеръ Ф. Мурзо, которую мы и рассмотримъ, въ примѣненіи ея къ вычисленію объема выемки въ каналахъ.

Обратимся къ фигурѣ 12-й и разсѣчемъ наше шестигранное тѣло плоскостями: 1) A_1D_1ca —проходящей черезъ линію A_1D_1 и параллельною дну канала BCC_1V_1 ; 2) вертикальными A_1ba и D_1dc , проходящими черезъ линіи A_1a и D_1c ; тогда наше тѣло разобьется: 1) на прямую призму съ основаніемъ $aBCCc=A_1V_1C_1D_1$, 2) на двѣ трехгранныя пирамиды съ основаніями Aab и Ddc и 3) на клинъ $abdcd_1A_1$.

Затѣмъ разобьемъ наше тѣло посерединѣ вертикальною плоскостію $A_2V_2C_2D_2$, которую для краткости въ дальнѣйшемъ будемъ обозначать— P_m . Полученныя части тоже разобьемъ на составные элементы (см. фиг. 12) и обозначимъ: $Aab=a_1$; $Ddc=a_2$; $Aa_1b_1=A_2a_2b_2=a_3$; $Dd_1c_1=D_2d_2c_2=a_4$; $BV_1=CC_1=L$, тогда объемъ всего тѣла— M будетъ равенъ:

$$M = P_2 \cdot L + \frac{P_1 - P_2 - (a_1 + a_2)}{2} \cdot L + \frac{a_1 + a_2}{3} \cdot L^1), \text{ или}$$

$$M = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} - \frac{a_1 + a_2}{6} \right) \cdot L,$$

то есть, получимъ формулу Винклера (2).

Такимъ же образомъ получимъ объемы частей M_1 и M_2 :

$$M_1 = \left(\frac{P_1 + P_m}{2} - \frac{a_3 + a_4}{6} \right) \cdot \frac{L}{2} \dots \dots \dots (3) \text{ и}$$

$$M_2 = \left(\frac{P_m + P_2}{2} - \frac{a_3 + a_4}{6} \right) \cdot \frac{L}{2} \dots \dots \dots (4)$$

Сложимъ уравненіе 3-е и 4-е, умножимъ сумму на 2, затѣмъ изъ полученнаго вычтемъ уравненіе 2-е и замѣнимъ a_3 и a_4 равными имъ значеніями ²⁾

¹⁾ $P_2 \cdot L$ —объемъ прямой призмы— $aBCCd_1C_1V_1A_1$; $\frac{P_1 - P_2 - (a_1 + a_2)}{2}$

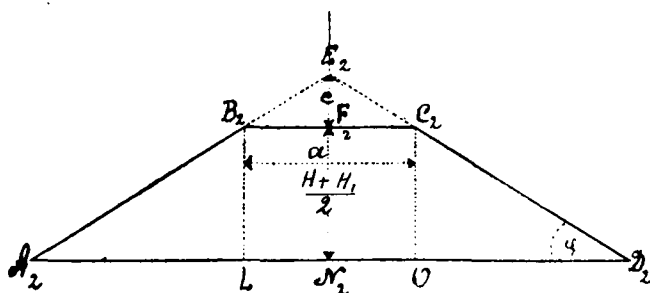
$\cdot L$ —объемъ клина— baA_1D_1cd ; $\frac{a_1}{3} \cdot L$ и $\frac{a_2}{3} \cdot L$ —объемы трехгранныхъ пирамидъ $bAaA_1$ и $dcDD_1$

²⁾ Въ подобныхъ треугольникахъ площади относятся, какъ квадраты соответствующихъ сторонъ; въ треугольникахъ aAb и a_1Ab_1 —сторона $Ab_1 = \frac{Ab}{2}$ и т. д.

$\frac{a_1}{4}$ и $\frac{a_2}{4}$, тогда получимъ:

$$2 (M_1 + M_2) - M = M = \left(P_m + \frac{a_1 + a_2}{12} \right) \cdot L \dots \dots \dots (5).$$

Такъ какъ при расчетѣ объема осушительныхъ каналовъ принимается, что мѣстность не имѣетъ поперечнаго склона, то въ этомъ случаѣ площади $a_1 = a_2 = a$; обозначимъ $\cotg \varphi$ черезъ n (φ — уголъ наклоненія откоса, см. фиг. 13) и глубину выемки въ двухъ сосѣднихъ профиляхъ черезъ H и H_1 , — тогда площадь a будетъ



Фиг. 13.

$$a = \frac{H - H_1}{2} \cdot n \cdot (H - H_1) = \frac{n}{2} \cdot (H - H_1)^2$$

и уравнение 5-е обратится въ

$$M = \left(P_m + \frac{n \cdot (H - H_1)^2}{12} \right) \cdot L \dots \dots \dots (6).$$

Если на средней поперечной профили канала $A_2B_2C_2D_2$ мы продолжимъ непараллельныя стороны трапеціи до взаимнаго пересѣченія, то получатся равнобедренные треугольники $A_2E_2D_2$ и $B_2E_2C_2$ (см. фиг. 13); обозначимъ высоту второго — E_2F_2 черезъ s , тогда высота первого E_2N_2 будетъ равна:

$$E_2 N_2 = \frac{H + H_1}{2} + s.$$

Основаніе малаго треугольника равно ширинѣ дна канала въ данномъ сѣченіи $=a=2nc$, основаніе большаго треугольника — A_2D_2 — ширина канала по верху въ томъ же мѣстѣ, будетъ равна:

$$A_2D_2 = a + 2 \left(\frac{H+H_1}{2} \right) \cdot n = 2 \left(\frac{H+H_1}{2} + c \right) \cdot n.$$

Найдемъ сперва значеніе c . Изъ прямоугольнаго треугольника $C_2F_2E_2$ имѣемъ:

$$E_2F_2 = F_2C_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ или } c = \frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ но}$$

$$\cot \varphi = n, \text{ тогда}$$

$$c = \frac{a}{2n}, \text{ то есть,}$$

c —равно половинѣ ширины дна канала, раздѣленной на котангенсъ угла наклоненія откоса. При этомъ принимается, что на данномъ участкѣ канала ширина его дна и наклонъ откосовъ не измѣняются и что, вслѣдствіе этого, и c —есть величина постоянная.

Опредѣлимъ теперь площади равнобедренныхъ треугольниковъ $A_2E_2D_2$ и $B_2E_2C_2$.—

$$\begin{aligned} \text{Площ. } A_2E_2D_2 &= A_2N_2 \cdot N_2E_2 = \\ &= n \cdot \left(\frac{H+H_1}{2} + c \right) \cdot \left(\frac{H+H_1}{2} + c \right) = n \left(\frac{H+H_1}{2} + c \right)^2; \end{aligned}$$

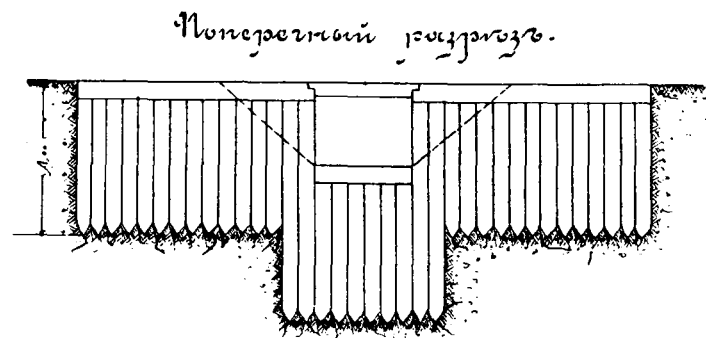
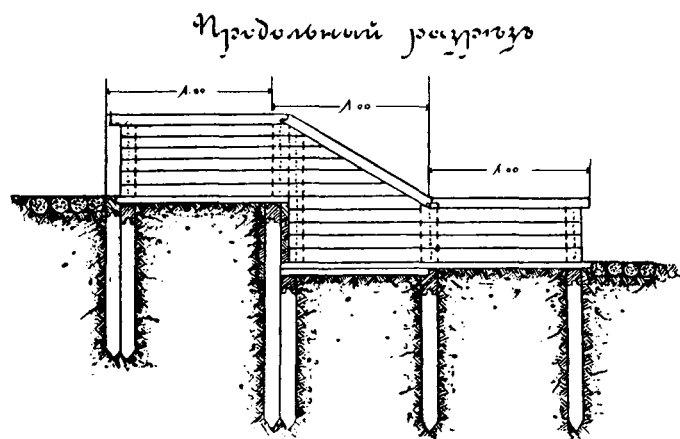
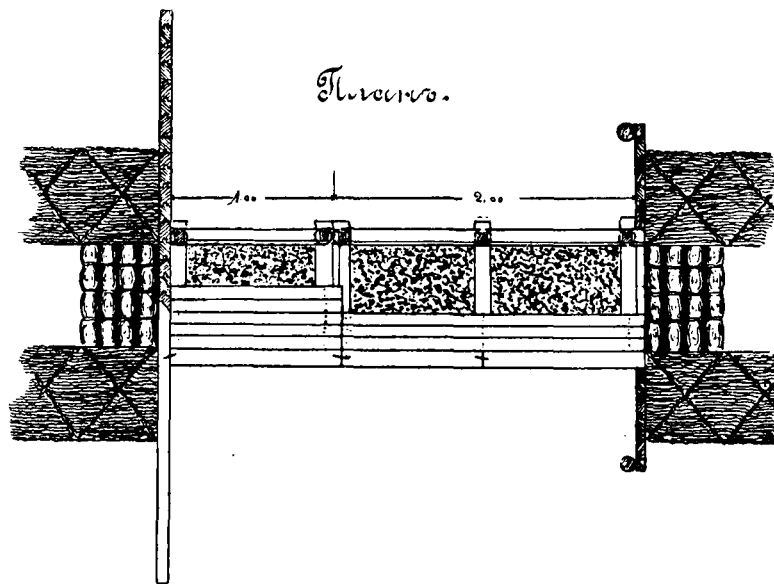
$$\text{Площ. } B_2E_2C_2 = \frac{1}{2} B_2C_2 \cdot F_2E_2 = n \cdot c \cdot c = nc^2.—$$

Вычтя изъ первой площади вторую, получимъ площадь трапеціи средней профили $A_2B_2C_2D_2 = P_m$, т. е.

$$\begin{aligned} P_m &= A_2B_2C_2D_2 = A_2E_2D_2 - B_2E_2C_2 = n \left(\frac{H+H_1}{2} + c \right)^2 - \\ &- nc^2 = \left[\left(\frac{H+H_1}{2} + c \right)^2 - c^2 \right] \cdot n. — \end{aligned}$$

Подставивъ это значеніе вмѣсто P_m въ уравненіе шестое, получимъ для искомага объема:

$$M = \left\{ \left[\left(\frac{H+H_1}{2} + c \right)^2 - c^2 \right] \cdot n + \frac{(H-H_1)^2 n}{12} \right\} \cdot L \quad (7).$$



Фиг. 14. Типъ деревяннаго перепада съ шпунтовымъ рядомъ.

Это и есть формула, вычисленная и предложенная инженеромъ Ф. Мурзо, для вычисленія объема земляныхъ работъ для мѣстностей безъ поперечнаго ската.

Въ этой формулѣ выраженіе $— \frac{(H-H_1)^2 \cdot n}{12}$ — называется поправкою; при чаще всего встрѣчающихся откосахъ оно равно:

Откосъ одинарный (1 : 1) — поправка $— \frac{(H-H_1)^2}{12}$;

Откосъ одинъ съ четвертью (1 : 1 $\frac{1}{4}$) — поправка $— \frac{5(H-H_1)^2}{48}$;

Откосъ одинъ съ третью (1 : 1 $\frac{1}{3}$) — „ $— \frac{(H-H_1)^2}{9}$;

Откосъ полуторный (1 : 1 $\frac{1}{2}$) — „ $— \frac{(H-H_1)^2}{8}$;

Откосъ двойной (1 : 1) — „ $— \frac{(H-H_1)^2}{6}$;

По этой формулѣ очень легко и скоро вычисляются объемы выемки при всевозможныхъ ширинахъ дна и углахъ накло-ненія откоса, пользуясь прилагаемыми въ концѣ этой главы таблицей квадратовъ чиселъ и таблицей поправокъ. Въ этой послѣдней поправки вычислены для всѣхъ вышеприведенныхъ откосовъ при значеніи $H-H_1$ отъ 0 до 1,00 саж. Способъ употребленія таблицы квадратовъ чиселъ изложенъ въ допол-неніи 3-мъ.

2. Опреѣленіе площади дна и откосовъ канала для планировки.

Предположимъ, что ширина дна канала— a_0 мѣняется у пи-етовъ: N, N_1, N_2, \dots, N_n и послѣдовательно равна: a, a_1, a_2, \dots, a_n ; разстояніе между этими пикетами пусть удетъ: $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$. —Площадь дна канала на каж-омъ участкѣ между двумя послѣдовательными пикетами: N и N_1, N_1 и N_2 и т. д. равна площади трапеціи, а именно:

$$\frac{a+a_1}{2} \cdot l_1; \quad \frac{a_1+a_2}{2} \cdot l_2; \quad \dots \quad \frac{a_{n-1}+a_n}{2} \cdot l_n. —$$

Площадь же всего дна канала равна суммѣ этихъ частичныхъ площадей, т. е.

$$\frac{a+a_1}{2} \cdot l_1 + \frac{a_1+a_2}{2} \cdot l_2 + \dots + \frac{a_{n-1}+a_n}{2} \cdot l_n = \\ = 1/2 [a l_1 + a_n l_n + a_1 (l_1 + l_2) + \dots + a_{n-1} (l_{n-1} + l_n)].$$

Если же дно канала на всемъ его протяженіи не измѣняется, то его площадь равна: $a \cdot L_0$, гдѣ

$$L_0 = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n = \text{длинѣ всего канала.}$$

Площадь обоихъ откосовъ въ осушительныхъ каналахъ одинакова и зависитъ отъ глубины канала— h и угла наклоненія откоса— φ ; она также равна суммѣ площадей трапецій.

Пусть глубина канала послѣдовательно равняется: h, h_1, h_2, \dots, h_n и углы наклоненія откосовъ $\varphi, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$, тогда площадь обоихъ откосовъ канала будетъ равняться:

$$2 \left[\left(\frac{h}{2 \sin \varphi} + \frac{h_1}{2 \sin \varphi_1} \right) \cdot l_1 + \dots + \left(\frac{h_{n-1}}{2 \sin \varphi_{n-1}} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{h_n}{2 \sin \varphi_n} \right) \cdot l_n \right], \text{ или } 1/2 \left[\frac{2}{\sin \varphi} \cdot h l_1 + \frac{2}{\sin \varphi_n} \cdot h_n l_n + \right. \\ \left. + \frac{2}{\sin \varphi_1} \cdot (l_1 + l_2) \cdot h_1 + \dots + \frac{2}{\sin \varphi_{n-1}} \cdot (l_{n-1} + l_n) \cdot h_{n-1} \right]$$

Значенія для $2/\sin \varphi$ при разныхъ, чаще встрѣчающихся въ осушительныхъ каналахъ, углахъ наклоненія откосовъ— φ даны въ таблицѣ №—1 (смотри стр. 76).

При равныхъ φ и l (уголъ наклоненія откосовъ и разстояніе между пикетами), что очень часто бываетъ при проектированіи осушительныхъ каналовъ, для площади его откосовъ изъ предыдущей формулы, получится слѣдующая:

$$2/\sin \varphi \cdot \left[\frac{h+h_n}{2} + h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1} \right] \cdot l, \text{ то есть}$$

площадь откосовъ равняется 2 раздѣленнымъ на синусъ угла наклоненія, помноженнымъ: на полусумму крайнихъ глубинъ плюсъ сумма всѣхъ остальныхъ глубинъ и помноженнымъ на разстояніе между двумя пикетами.

ТАБЛИЦА

КВАДРАТОВЪ ЧИСЕЛЪ ОТЪ 0 ДО 3009.

0	199	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0	1	4	9	16	25	36	49	64	81
1		100	121	144	169	196	225	256	289	324	361
2		400	441	484	529	576	625	676	729	784	841
3		900	961	1024	1089	1156	1225	1296	1369	1444	1521
4		1600	1681	1764	1849	1936	2025	2116	2209	2304	2401
5		2500	2601	2704	2809	2916	3025	3136	3249	3364	3481
6		3600	3721	3844	3969	4096	4225	4356	4489	4624	4761
7		4900	5041	5184	5329	5476	5625	5776	5929	6084	6241
8		6400	6561	6724	6889	7056	7225	7396	7569	7744	7921
9		8100	8281	8464	8649	8836	9025	9216	9409	9604	9801
10		10000	10201	10404	10609	10816	11025	11236	11449	11664	11881
11		12100	12321	12544	12769	12996	13225	13456	13689	13924	14161
12		14400	14641	14884	15129	15376	15625	15876	16129	16384	16641
13		16900	17161	17424	17689	17956	18225	18496	18769	19044	19321
14		19600	19881	20164	20449	20736	21025	21316	21609	21904	22201
15		22500	22801	23104	23409	23716	24025	24336	24649	24964	25281
16		25600	25921	26244	26569	26896	27225	27556	27889	28224	28561
17		28900	29241	29584	29929	30276	30625	30976	31329	31684	32041
18		32400	32761	33124	33489	33856	34225	34596	34969	35344	35721
19		36100	36481	36864	37249	37636	38025	38416	38809	39204	39601

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	40000	40401	40804	41209	41616	42025	42436	42849	43264	43681
21	44100	44521	44944	45369	45796	46225	46656	47089	47524	47961
22	48400	48841	49284	49729	50176	50625	51076	51529	51984	52441
23	52900	53361	53824	54289	54756	55225	55696	56169	56644	57121
24	57600	58081	58564	59049	59536	60025	60516	61009	61504	62001
25	62500	63001	63504	64009	64516	65025	65536	66049	66564	67081
26	67600	68121	68644	69169	69696	70225	70756	71289	71824	72361
27	72900	73441	73984	74529	75076	75625	76176	76729	77284	77841
28	78400	78961	79524	80089	80656	81225	81796	82369	82944	83521
29	84100	84681	85264	85849	86436	87025	87616	88209	88804	89401
30	90000	90601	91204	91809	92416	93025	93636	94249	94864	95481
31	96100	96721	97344	97969	98596	99225	99856	100489	101124	101761
32	102400	103041	103684	104329	104976	105625	106276	106929	107584	108241
33	108900	109561	110224	110889	111556	112225	112896	113569	114244	114921
34	115600	116281	116964	117649	118336	119025	119716	120409	121104	121801
35	122500	123201	123904	124609	125316	126025	126736	127449	128164	128881
36	129600	130321	131044	131769	132496	133225	133956	134689	135424	136161
37	136900	137641	138384	139129	139876	140625	141376	142129	142884	143641
38	144400	145161	145924	146689	147456	148225	148996	149769	150544	151321
39	152100	152881	153664	154449	155236	156025	156816	157609	158404	159201

400—599	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	160000	160801	161604	162409	163216	164025	164836	165649	166464	167281
41	168100	168921	169744	170569	171396	172225	173056	173889	174724	175561
42	176400	177241	178084	178929	179776	180625	181476	182329	183184	184041
43	184900	185761	186624	187489	188356	189225	190096	190969	191844	192721
44	193600	194481	195364	196249	197136	198025	198916	199809	200704	201601
45	202500	203401	204304	205209	206116	207025	207936	208849	209764	210681
46	211600	212521	213444	214369	215296	216225	217156	218089	219024	219961
47	220900	221841	222784	223729	224676	225625	226576	227529	228484	229441
48	230400	231361	232324	233289	234256	235225	236196	237169	238144	239121
49	240100	241081	242064	243049	244036	245025	246016	247009	248004	249001
50	250000	251001	252004	253009	254016	255025	256036	257049	258064	259081
51	260100	261121	262144	263169	264196	265225	266256	267289	268324	269361
52	270400	271441	272484	273529	274576	275625	276676	277729	278784	279841
53	280900	281961	283024	284089	285156	286225	287296	288369	289444	290521
54	291600	292681	293764	294849	295936	297025	298116	299209	300304	301401
55	302500	303601	304704	305809	306916	308025	309136	310249	311364	312481
56	313600	314721	315844	316969	318096	319225	320356	321489	322624	323761
57	324900	326041	327184	328329	329476	330625	331776	332929	334084	335241
58	336400	337561	338724	339889	341056	342225	343396	344569	345744	346921
59	348100	349281	350464	351649	352836	354025	355216	356409	357604	358801

60	360000	361201	362404	363609	364816	366025	367236	368449	369664	370881
61	372100	373321	374544	375769	376996	378225	379456	380689	381924	383161
62	384400	385641	386884	388129	389376	390625	391876	393129	394384	395641
63	396900	398161	399424	400689	401956	403225	404496	405769	407044	408321
64	409600	410881	412164	413449	414736	416025	417316	418609	419904	421201
65	422500	423801	425104	426409	427716	429025	430336	431649	432964	434281
66	435600	436921	438244	439569	440896	442225	443556	444889	446224	447561
67	448900	450241	451584	452929	454276	455625	456976	458329	459684	461041
68	462400	463761	465124	466489	467856	469225	470596	471969	473344	474721
69	476100	477481	478864	480249	481636	483025	484416	485809	487204	488601
70	490000	491401	492804	494209	495616	497025	498436	499849	501264	502681
71	504100	505521	506944	508369	509796	511225	512656	514089	515524	516961
72	518400	519841	521284	522729	524176	525625	527076	528529	529984	531441
73	532900	534361	535824	537289	538756	540225	541696	543169	544644	546121
74	547600	549081	550564	552049	553536	555025	556516	558009	559504	561001
75	562500	564001	565504	567009	568516	570025	571536	573049	574564	576081
76	577600	579121	580644	582169	583696	585225	586756	588289	589824	591361
77	592900	594441	595984	597529	599076	600625	602176	603729	605284	606841
78	608400	609961	611524	613089	614656	616225	617796	619369	620944	622521
79	624100	625681	627264	628849	630436	632025	633616	635209	636804	638401

800—999	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	640000	641601	643204	644809	646416	648025	649636	651249	652864	654481
81	656100	657721	659344	660969	662596	664225	665856	667489	669124	670761
82	672400	674041	675684	677329	678976	680625	682276	683929	685584	687241
83	688900	690561	692224	693889	695556	697225	698896	700569	702244	703921
84	705600	707281	708964	710649	712336	714025	715716	717409	719104	720801
85	722500	724201	725904	727609	729316	731025	732736	734449	736164	737881
86	739600	741321	743044	744769	746496	748225	749956	751689	753424	755161
87	756900	758641	760384	762129	763876	765625	767376	769129	770884	772641
88	774400	776161	777924	779689	781456	783225	784996	786769	788544	790321
89	792100	793881	795664	797449	799236	801025	802816	804609	806404	808201
90	810000	811801	813604	815409	817216	819025	820836	822649	824464	826281
91	828100	829921	831744	833569	835396	837225	839056	840889	842724	844561
92	846400	848241	850084	851929	853776	855625	857476	859329	861184	863041
93	864900	866761	868624	870489	872356	874225	876096	877969	879844	881721
94	883600	885481	887364	889249	891136	893025	894916	896809	898704	900601
95	902500	904401	906304	908209	910116	912025	913936	915849	917764	919681
96	921600	923521	925444	927369	929296	931225	933156	935089	937024	938961
97	940900	942841	944784	946729	948676	950625	952576	954529	956484	958441
98	960400	962361	964324	966289	968256	970225	972196	974169	976144	978121
99	980100	982081	984064	986049	988036	990025	992016	994009	996004	998001

1000—1199

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

100	1000000	1002001	1004004	1006009	1008016	1010025	1012036	1014049	1016064	1018081
101	1020100	1022121	1024144	1026169	1028196	1030225	1032256	1034289	1036324	1038361
102	1040400	1042441	1044484	1046529	1048576	1050625	1052676	1054729	1056784	1058841
103	1060900	1062961	1065024	1067089	1069156	1071225	1073296	1075369	1077444	1079521
104	1081600	1083681	1085764	1087849	1089936	1092025	1094116	1096209	1098304	1100401
105	1102500	1104601	1106704	1108809	1110916	1113025	1115136	1117249	1119364	1121481
106	1123600	1125721	1127844	1129969	1132096	1134225	1136356	1138489	1140624	1142761
107	1144900	1147041	1149184	1151329	1153476	1155625	1157776	1159929	1162084	1164241
108	1166400	1168561	1170724	1172889	1175056	1177225	1179396	1181569	1183744	1185921
109	1188100	1190281	1192464	1194649	1196836	1199025	1201216	1203409	1205604	1207801
110	1210000	1212201	1214404	1216609	1218816	1221025	1223236	1225449	1227664	1229881
111	1232100	1234321	1236544	1238769	1240996	1243225	1245456	1247689	1249924	1252161
112	1254400	1256641	1258884	1261129	1263376	1265625	1267876	1270129	1272384	1274641
113	1276900	1279161	1281424	1283689	1285956	1288225	1290496	1292769	1295044	1297321
114	1299600	1301881	1304164	1306449	1308736	1311025	1313316	1315609	1317904	1320201
115	1322500	1324801	1327104	1329409	1331716	1334025	1336336	1338649	1340964	1343281
116	1345600	1347921	1350244	1352569	1354896	1357225	1359556	1361889	1364224	1366561
117	1368900	1371241	1373584	1375929	1378276	1380625	1382976	1385329	1387684	1390041
118	1392400	1394761	1397124	1399489	1401856	1404225	1406596	1408969	1411344	1413721
119	1416100	1418481	1420864	1423249	1425636	1428025	1430416	1432809	1435204	1437601

1200—1399	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
120	1440000	1442401	1444804	1447209	1449616	1452025	1454436	1456849	1459264	1461681
121	1464100	1466521	1468944	1471369	1473796	1476225	1478656	1481089	1483524	1485961
122	1488400	1490841	1493284	1495729	1498176	1500625	1503076	1505529	1507984	1510441
123	1512900	1515361	1517824	1520289	1522756	1525225	1527696	1530169	1532644	1535121
124	1537600	1540081	1542564	1545049	1547536	1550025	1552516	1555009	1557504	1560001
125	1562500	1565001	1567504	1570009	1572516	1575025	1577536	1580049	1582564	1585081
126	1587600	1590121	1592644	1595169	1597696	1600225	1602756	1605289	1607824	1610361
127	1612900	1615441	1617984	1620529	1623076	1625625	1628176	1630729	1633284	1635841
128	1638400	1640961	1643524	1646089	1648656	1651225	1653796	1656369	1658944	1661521
129	1664100	1666681	1669264	1671849	1674436	1677025	1679616	1682209	1684804	1687401
130	1690000	1692601	1695204	1697809	1700416	1703025	1705636	1708249	1710864	1713481
131	1716100	1718721	1721344	1723969	1726596	1729225	1731856	1734489	1737124	1739761
132	1742400	1745041	1747684	1750329	1752976	1755625	1758276	1760929	1763584	1766241
133	1768900	1771561	1774224	1776889	1779556	1782225	1784896	1787569	1790244	1792921
134	1795600	1798281	1800964	1803649	1806336	1809025	1811716	1814409	1817104	1819801
135	1822500	1825201	1827904	1830609	1833316	1836025	1838736	1841449	1844164	1846881
136	1849600	1852321	1855044	1857769	1860496	1863225	1865956	1868689	1871424	1874161
137	1876900	1879641	1882384	1885129	1887876	1890625	1893376	1896129	1898884	1901641
138	1904400	1907161	1909924	1912689	1915456	1918225	1920996	1923769	1926544	1929321
139	1932100	1934881	1937664	1940449	1943236	1946025	1948816	1951609	1954404	1957201

1400—1599

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

140	1960000	1962801	1965604	1968409	1971210	1974025	1976836	1979649	1982464	1985281
141	1988100	1990921	1993744	1996569	1999396	2002225	2005056	2007889	2010724	2013561
142	2016400	2019241	2022084	2024929	2027776	2030625	2033476	2036329	2039184	2042041
143	2044900	2047761	2050624	2053489	2056356	2059225	2062096	2064969	2067844	2070721
144	2073600	2076481	2079364	2082249	2085136	2088025	2090916	2093809	2096704	2099601
145	2102500	2105401	2108304	2111209	2114116	2117025	2119936	2122849	2125764	2128681
146	2131600	2134521	2137444	2140369	2143296	2146225	2149156	2152089	2155024	2157961
147	2160900	2163841	2166784	2169729	2172676	2175625	2178576	2181529	2184484	2187441
148	2190400	2193361	2196324	2199289	2202256	2205225	2208196	2211169	2214144	2217121
149	2220100	2223081	2226064	2229049	2232026	2235025	2238016	2241009	2244004	2247001

150	2250000	2253001	2256004	2259009	2262016	2265025	2268036	2271049	2274064	2277081
151	2280100	2283121	2286144	2289169	2292196	2295225	2298256	2301289	2304324	2307361
152	2310400	2313442	2316484	2319529	2322576	2325625	2328676	2331729	2334784	2337841
153	2340900	2343961	2347024	2350089	2353156	2356225	2359296	2362369	2365444	2368521
154	2371600	2374681	2377764	2380849	2383936	2387025	2390116	2393209	2396304	2399401
155	2402500	2405601	2408704	2411809	2414916	2418025	2421136	2424249	2427364	2430481
156	2433600	2436721	2439844	2442969	2446096	2449225	2452356	2455489	2458624	2461761
157	2464900	2468041	2471184	2474329	2477476	2480625	2483776	2486929	2490084	2493241
158	2496400	2499561	2502724	2505889	2509056	2512225	2515396	2518569	2521744	2524921
159	2528100	2531281	2534464	2537649	2540836	2544025	2547216	2550409	2553604	2556801

1600—1799	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
160	2560000	2563201	2566404	2569609	2572816	2576025	2579236	2582449	2585664	2588881
161	2592100	2595321	2598554	2601769	2604996	2608225	2611456	2614689	2617924	2621161
162	2624400	2627641	2630884	2634129	2637376	2640625	2643876	2647129	2650384	2653641
163	2656900	2660161	2663424	2666689	2669956	2673225	2676496	2679769	2683044	2686321
164	2689600	2692881	2696164	2699449	2702736	2706025	2709316	2712609	2715904	2719201
165	2722500	2725801	2729104	2732409	2735716	2739025	2742336	2745649	2748964	2752281
166	2755600	2758921	2762244	2765569	2768896	2772225	2775556	2778889	2782224	2785561
167	2788900	2792241	2795584	2798929	2802276	2805625	2808976	2812329	2815684	2819041
168	2822400	2825761	2829124	2832489	2835856	2839225	2842596	2845969	2849344	2852721
169	2856100	2859481	2862864	2866249	2869636	2873025	2876416	2879809	2883204	2886601
170	2890000	2893401	2896804	2900209	2903616	2907025	2910436	2913849	2917264	2920681
171	2924100	2927521	2930944	2934369	2937796	2941225	2944656	2948089	2951524	2954961
172	2958400	2961841	2965284	2968729	2972176	2975625	2979076	2982529	2985984	2989441
173	2992900	2996361	2999824	3003289	3006756	3010225	3013696	3017169	3020644	3024121
174	3027600	3031081	3034564	3038049	3041536	3045025	3048516	3052009	3055504	3059001
175	3062500	3066001	3069504	3073009	3076516	3080025	3083536	3087049	3090564	3094081
176	3097600	3101121	3104644	3108169	3111696	3115225	3118756	3122289	3125824	3129361
177	3132900	3136441	3139984	3143529	3147076	3150625	3154176	3157729	3161284	3164841
178	3168400	3171961	3175524	3179089	3182656	3186225	3189796	3193369	3196944	3200521
179	3204100	3207681	3211264	3214849	3218436	3222025	3225616	3229209	3232804	3236401

1800—1999

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

180	3240000	3243601	3247204	3250809	3254416	3258025	3261636	3265249	3268864	3272481
181	3276100	3279721	3283344	3286969	3290596	3294225	3297856	3301489	3305124	3308761
182	3312400	3316041	3319684	3323329	3326976	3330625	3334276	3337929	3341584	3345241
183	3348900	3352561	3356224	3359889	3363556	3367225	3370896	3374569	3378244	3381921
184	3385600	3389281	3392964	3396649	3400336	3404025	3407716	3411409	3415104	3418801
185	3422500	3426201	3429904	3433609	3437316	3441025	3444736	3448449	3452164	3455881
186	3459600	3463321	3467044	3470769	3474496	3478225	3481956	3485689	3489424	3493161
187	3496900	3500641	3504384	3508129	3511876	3515625	3519376	3523129	3526884	3530641
188	3534400	3538161	3541924	3545689	3549456	3553225	3556996	3560769	3564544	3568321
189	3572100	3575881	3579664	3583449	3587236	3591025	3594816	3598609	3602404	3606201
190	3610000	3613801	3617604	3621409	3625216	3629025	3632836	3636649	3640464	3644281
191	3648100	3651921	3655744	3659569	3663396	3667225	3671056	3674889	3678724	3682561
192	3686400	3690241	3694084	3697929	3701776	3705625	3709476	3713329	3717184	3721041
193	3724900	3728761	3732624	3736489	3740356	3744225	3748096	3751969	3755844	3759721
194	3763600	3767481	3771364	3775249	3779136	3783025	3786916	3790809	3794704	3798601
195	3802500	3806401	3810304	3814209	3818116	3822025	3825936	3829849	3833764	3837681
196	3841600	3845521	3849444	3853369	3857296	3861225	3865156	3869089	3873024	3876961
197	3880900	3884841	3888784	3892729	3896676	3900625	3904576	3908529	3912484	3916441
198	3920400	3924361	3928324	3932289	3936256	3940225	3944196	3948169	3952144	3956121
199	3960100	3964081	3968064	3972049	3976036	3980025	3984016	3988009	3992004	3996001

2000—2199	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	4000000	4004001	4008004	4012009	4016016	4020025	4024036	4028049	4032064	4036081
201	4040100	4044121	4048144	4052119	4056196	4060225	4064256	4068289	4072324	4076361
202	4080400	4084441	4088484	4092529	4096576	4100625	4104676	4108729	4112784	4116841
203	4120900	4124961	4129024	4133089	4137156	4141225	4145296	4149369	4153444	4157521
204	4161600	4165681	4169764	4173849	4177936	4182025	4186116	4190209	4194304	4198401
205	4202500	4206601	4210704	4214809	4218916	4223025	4227136	4231249	4235364	4239481
206	4243600	4247721	4251844	4255969	4260096	4264225	4268356	4272489	4276624	4280761
207	4284900	4289041	4293184	4297329	4301476	4305625	4309776	4313929	4318084	4322241
208	4326400	4330561	4334724	4338889	4343056	4347225	4351396	4355569	4359744	4363921
209	4368100	4372281	4376464	4380649	4384836	4389025	4393216	4397409	4401604	4405801
210	4410000	4414201	4418404	4422609	4426816	4431025	4435236	4439449	4443664	4447881
211	4452100	4456321	4460544	4464769	4468996	4473225	4477456	4481689	4485924	4490161
212	4494400	4498641	4502884	4507129	4511376	4515625	4519876	4524129	4528384	4532641
213	4536900	4541161	4545424	4549689	4553956	4558225	4562496	4566769	4571044	4575321
214	4579600	4583881	4588164	4592449	4596736	4601025	4605316	4609609	4613904	4618201
215	4622500	4626801	4631104	4635409	4639716	4644025	4648336	4652649	4656964	4661281
216	4665600	4669921	4674244	4678569	4682896	4687225	4691556	4695889	4700224	4704561
217	4708900	4713241	4717584	4721929	4726276	4730625	4734976	4739329	4743684	4748041
218	4752400	4756761	4761124	4765489	4769856	4774225	4778596	4782969	4787344	4791721
219	4796100	4800481	4804864	4809249	4813636	4818025	4822416	4826809	4831204	4835601

2200—2399

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

220	4840000	4844401	4848804	4853209	4857616	4862025	4866436	4870849	4875264	4879681
221	4884100	4888521	4892944	4897369	4901796	4906225	4910656	4915089	4919524	4923961
222	4928400	4932841	4937284	4941729	4946176	4950625	4955076	4959529	4963984	4968441
223	4972900	4977361	4981824	4986289	4990756	4995225	4999696	5004169	5008644	5013121
224	5017600	5022081	5026564	5031049	5035536	5040025	5044516	5049009	5053504	5058001
225	5062500	5067001	5071504	5076009	5080516	5085025	5089536	5094049	5098564	5103081
226	5107600	5112121	5116644	5121169	5125696	5130225	5134756	5139289	5143824	5148361
227	5152900	5157441	5161984	5166529	5171076	5175625	5180176	5184729	5189284	5193841
228	5198400	5202961	5207524	5212089	5216656	5221225	5225796	5230369	5234944	5239521
229	5244100	5248681	5253264	5257849	5262436	5267025	5271616	5276209	5280804	5285401
230	5290000	5294601	5299204	5303809	5308416	5313025	5317636	5322249	5326864	5331481
231	5336100	5340721	5345344	5349969	5354596	5359225	5363856	5368489	5373124	5377761
232	5382400	5387041	5391684	5396329	5400976	5405625	5410276	5414929	5419584	5424241
233	5428900	5433561	5438224	5442889	5447556	5452223	5456896	5461569	5466244	5470921
234	5475600	5480281	5484964	5489649	5494336	5499025	5503716	5508409	5513104	5517801
235	5522500	5527201	5531904	5536609	5541316	5546025	5550736	5555449	5560164	5564881
236	5569600	5574321	5579044	5583769	5588496	5593225	5597956	5602689	5607424	5612161
237	5616900	5621641	5626384	5631129	5635876	5640625	5645376	5650129	5654884	5659641
238	5664400	5669161	5673924	5678689	5683456	5688225	5692996	5697769	5702544	5707321
239	5712100	5716881	5721664	5726449	5731236	5736025	5740816	5745609	5750404	5755201

2400—2599	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
240	5760000	5764801	5769604	5774409	5779216	5784025	5788836	5793649	5798464	5803281
241	5808100	5812921	5817744	5822569	5827396	5832225	5837056	5841889	5846724	5851561
242	5856400	5861241	5866084	5870929	5875776	5880625	5885476	5890329	5895184	5900041
243	5904900	5909761	5914624	5919489	5924356	5929225	5934096	5938969	5943844	5948721
244	5953600	5958481	5963364	5968249	5973136	5978025	5982916	5987809	5992704	5997601
245	6002500	6007401	6012304	6017209	6022116	6027025	6031936	6036849	6041764	6046681
246	6051600	6056521	6061444	6066369	6071296	6076225	6081156	6086089	6091024	6095961
247	6100900	6105841	6110784	6115729	6120676	6125625	6130576	6135529	6140484	6145441
248	6150400	6155361	6160324	6165289	6170256	6175225	6180196	6185169	6190144	6195121
249	6200100	6205081	6210064	6215049	6220036	6225025	6230016	6235009	6240004	6245001
250	6250000	6255001	6260004	6265009	6270016	6275025	6280036	6285049	6290064	6295081
251	6300100	6305121	6310144	6315169	6320196	6325225	6330256	6335289	6340324	6345361
252	6350400	6355441	6360484	6365529	6370576	6375625	6380676	6385729	6390784	6395841
253	6400900	6405961	6411024	6416089	6421156	6426225	6431296	6436369	6441444	6446521
254	6451600	6456681	6461764	6466849	6471936	6477025	6482116	6487209	6492304	6497401
255	6502500	6507601	6512704	6517809	6522916	6528025	6533136	6538249	6543364	6548481
256	6553600	6558721	6563844	6568969	6574096	6579225	6584356	6589489	6594624	6599761
257	6604900	6610041	6615184	6620329	6625476	6630625	6635776	6640929	6646084	6651241
258	6656400	6661561	6666724	6671889	6677056	6682225	6687396	6692569	6697744	6702921
259	6708100	6713281	6718464	6723649	6728836	6734025	6739216	6744409	6749604	6754801

2600—2799	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
260	6760000	6765201	6770404	6775609	6780816	6786025	6791236	6796449	6801664	6806881
261	6812100	6817321	6822544	6827769	6832996	6838225	6843456	6848689	6853924	6859161
262	6864400	6869641	6874884	6880129	6885376	6890625	6895876	6901129	6906384	6911641
263	6916900	6922161	6927424	6932689	6937956	6943225	6948496	6953769	6959044	6964321
264	6969600	6974881	6980164	6985449	6990736	6996025	7001316	7006609	7011904	7017201
265	7022500	7027801	7033104	7038409	7043716	7049025	7054336	7059649	7064964	7070281
266	7075600	7080921	7086244	7091569	7096896	7102225	7107556	7112889	7118224	7123561
267	7128900	7134241	7139584	7144929	7150276	7155625	7160976	7166329	7171684	7177041
268	7182400	7187761	7193124	7198489	7203856	7209225	7214596	7219969	7225344	7230721
269	7236100	7241481	7246864	7252249	7257636	7263025	7268416	7273809	7279204	7284601
270	7290000	7295401	7300804	7306209	7311616	7317025	7322436	7327849	7333264	7338681
271	7344100	7349521	7354944	7360369	7365796	7371225	7376656	7382089	7387524	7392961
272	7398400	7403841	7409284	7414729	7420176	7425625	7431076	7436529	7441984	7447441
273	7452900	7458361	7463824	7469289	7474756	7480225	7485696	7491169	7496644	7502121
274	7507600	7513081	7518564	7524049	7529536	7535025	7540516	7546009	7551504	7557001
275	7562500	7568001	7573504	7579009	7584516	7590025	7595536	7601049	7606564	7612081
276	7617600	7623121	7628644	7634169	7639696	7645225	7650756	7656289	7661824	7667361
277	7672900	7678441	7683984	7689529	7695076	7700625	7706176	7711729	7717284	7722841
278	7728400	7733961	7739524	7745089	7750656	7756225	7761796	7767369	7772944	7778521
279	7784100	7789681	7795264	7800849	7806436	7812025	7817616	7823209	7828804	7834401

2800 - 3009	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
280	7840000	7845601	7851204	7856809	7862416	7868025	7873636	7879249	7884864	7890481
281	7896100	7901721	7907344	7912969	7918596	7924225	7929856	7935489	7941124	7946761
282	7952400	7958041	7963684	7969329	7974976	7980625	7986276	7991929	7997584	8003241
283	8008900	8014561	8020224	8025889	8031556	8037225	8042896	8048569	8054244	8059921
284	8065600	8071281	8076964	8082649	8088336	8094025	8099716	8105409	8111104	8116801
285	8122500	8128201	8133904	8139609	8145316	8151025	8156736	8162449	8168164	8173881
286	8179600	8185321	8191044	8196769	8202496	8208225	8213956	8219689	8225424	8231161
287	8236900	8242641	8248384	8254129	8259876	8265625	8271376	8277129	8282884	8288641
288	8294400	8300161	8305924	8311689	8317456	8323225	8328996	8334769	8340544	8346321
289	8352100	8357881	8363664	8369449	8375236	8381025	8386816	8392609	8398404	8404201
290	8410000	8415801	8421604	8427409	8433216	8439025	8444836	8450649	8456464	8462281
291	8468100	8473921	8479744	8485569	8491396	8497225	8503056	8508889	8514724	8520561
292	8526400	8532241	8538084	8543929	8549776	8555625	8561476	8567329	8573184	8579041
293	8584900	8590761	8596624	8602489	8608356	8614225	8620096	8625969	8631844	8637721
294	8643600	8649481	8655364	8661249	8667136	8673025	8678916	8684809	8690704	8696601
295	8702500	8708401	8714304	8720209	8726116	8732025	8737936	8743849	8749764	8755681
296	8761600	8767521	8773444	8779369	8785296	8791225	8797156	8803089	8809024	8814961
297	8820900	8826841	8832784	8838729	8844676	8850625	8856576	8862529	8868484	8874441
298	8880400	8886361	8892324	8898289	8904256	8910225	8916196	8922169	8928144	8934121
299	8940100	8946081	8952064	8958049	8964036	8970025	8976016	8982009	8988004	8994001
300	9000000	9006001	9012004	9018009	9024016	9030025	9036036	9042049	9048064	9054081

ТАБЛИЦА

поправокъ $\frac{(H-h)^2}{12}$. п къ формулѣ инж. Мурзо для вычисления объема земляныхъ работъ, для $H-h$, равныхъ отъ 0,00 до 1,00 саж., при откосахъ: 1:1, 1:1¹/₄, 1:1¹/₃, 1:1¹/₂ и 1:2.

$H-h$ 0.00—0.19	$\frac{1 : 1}{(H-h)^2}$ $\frac{1}{12}$	$1 : 1^{1/4}$ $\frac{5}{48} (H-h)^2$	$1 : 1^{1/3}$ $\frac{1}{9} (H-h)^2$	$1 : 1^{1/2}$ $\frac{1}{8} (H-h)^2$	$1 : 2$ $\frac{1}{6} (H-h)^2$
0.00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
0.01	0.0000083	0.0000104	0.0000111	0.0000125	0.0000167
0.02	0.0000333	0.0000417	0.0000444	0.0000500	0.0000667
0.03	0.0000750	0.0000937	0.0001000	0.0001125	0.0001500
0.04	0.0001333	0.0001667	0.0001778	0.0002000	0.0002667
0.05	0.0002083	0.0002604	0.0002778	0.0003125	0.0004167
0.06	0.0003000	0.0003750	0.0004000	0.0004500	0.0006000
0.07	0.0004083	0.0005104	0.0005444	0.0006125	0.0008167
0.08	0.0005330	0.0006667	0.0007111	0.0008000	0.0010667
0.09	0.0006750	0.0008437	0.0009000	0.0010125	0.0013500
0.10	0.0008333	0.0010416	0.0011111	0.0012500	0.0016667
0.11	0.0010083	0.0012604	0.0013444	0.0015125	0.0020167
0.12	0.0012000	0.0015000	0.0016000	0.0018000	0.0024000
0.13	0.0014083	0.0017604	0.0018778	0.0021125	0.0028167
0.14	0.0016333	0.0020417	0.0021778	0.0024500	0.0032667
0.15	0.0018750	0.0023437	0.0025000	0.0028125	0.0037500
0.16	0.0021333	0.0026667	0.0028444	0.0032000	0.0042667
0.17	0.0024083	0.0030104	0.0032111	0.0036125	0.0048167
0.18	0.0027000	0.0033750	0.0036000	0.0040500	0.0054000
0.19	0.0030083	0.0037604	0.0040111	0.0045125	0.0060167

$H-h$	$\frac{1:1}{(H-h)^2}$	$1:1^{1/4}$	$1:1^{1/3}$	$\frac{1:1^{1/2}}{(H-h)^2}$	$1:2$
0.20—0.39	12	$5/48 (H-h)^2$	$1/9 (H-h)^2$	8	$1/6 (H-h)^2$
0.20	0.0033333	0.0041667	0.0044444	0.0050000	0.0066667
0.21	0.0036750	0.0045937	0.0049000	0.0055125	0.0073500
0.22	0.0040333	0.0050417	0.0053778	0.0060500	0.0080667
0.23	0.0044083	0.0055104	0.0058778	0.0066125	0.0088167
0.24	0.0048000	0.0060000	0.0064000	0.0072000	0.0096000
0.25	0.0052083	0.0065104	0.0069444	0.0078125	0.0104167
0.26	0.0056333	0.0070417	0.0075111	0.0084500	0.0112667
0.27	0.0060750	0.0075937	0.0081000	0.0091125	0.0121500
0.28	0.0065333	0.0081667	0.0087111	0.0098000	0.0130667
0.29	0.0070083	0.0087604	0.0093444	0.0105125	0.0140167
0.30	0.0075000	0.0093750	0.0100000	0.0112500	0.0150000
0.31	0.0080083	0.0100104	0.0106778	0.0120125	0.0160167
0.32	0.0085333	0.0106667	0.0113778	0.0128000	0.0170667
0.33	0.0090750	0.0113437	0.0121000	0.0136125	0.0181500
0.34	0.0096333	0.0120417	0.0128444	0.0144500	0.0192667
0.35	0.0102083	0.0127604	0.0136111	0.0153125	0.0204167
0.36	0.0108000	0.0135000	0.0144000	0.0162000	0.0216000
0.37	0.0114083	0.0142604	0.0152111	0.0171125	0.0228167
0.38	0.0120333	0.0150417	0.0160444	0.0180500	0.0240667
0.39	0.0126750	0.0158437	0.0169000	0.0190125	0.0253500

H—h	$\frac{1}{12} \frac{1}{(H-h)^2}$	$\frac{1}{5/48} \frac{1}{(H-h)^2}$	$\frac{1}{1/9} \frac{1}{(H-h)^2}$	$\frac{1}{8} \frac{1}{(H-h)^2}$	$\frac{1}{1/6} \frac{1}{(H-h)^2}$
0.40—0.59					
0.40	0.0133333	0.0166667	0.0177778	0.0200000	0.0266667
0.41	0.0140083	0.0175104	0.0186778	0.0210125	0.0280167
0.42	0.0147000	0.0183750	0.0196000	0.0220500	0.0294000
0.43	0.0154083	0.0192604	0.0205444	0.0231125	0.0308167
0.44	0.0161333	0.0201667	0.0215111	0.0242000	0.0322667
0.45	0.0168750	0.0210937	0.0225000	0.0253125	0.0337500
0.46	0.0176333	0.0220417	0.0235111	0.0264500	0.0352667
0.47	0.0184083	0.0230104	0.0245444	0.0276125	0.0368167
0.48	0.0192000	0.0240000	0.0256000	0.0288000	0.0384000
0.49	0.0200083	0.0250104	0.0266778	0.0300125	0.0400167
0.50	0.0208333	0.0260417	0.0277778	0.0312500	0.0416667
0.51	0.0216750	0.0270937	0.0289000	0.0325125	0.0433500
0.52	0.0225333	0.0281667	0.0300444	0.0338000	0.0450667
0.53	0.0234083	0.0292604	0.0312111	0.0351125	0.0468167
0.54	0.0243000	0.0303730	0.0324000	0.0364500	0.0486000
0.55	0.0252083	0.0315104	0.0336111	0.0378125	0.0504167
0.56	0.0261333	0.0326667	0.0348444	0.0392000	0.0522667
0.57	0.0270750	0.0338437	0.0361000	0.0406125	0.0541500
0.58	0.0280333	0.0350417	0.0373778	0.0420500	0.0560667
0.59	0.0290083	0.0362604	0.0386778	0.0435125	0.0580167

$H-h$	$\frac{1}{12} (H-h)^2$	$\frac{1}{48} (H-h)^2$	$\frac{1}{9} (H-h)^2$	$\frac{1}{8} (H-h)^2$	$\frac{1}{6} (H-h)^2$
0.60—0.79					
0.60	0.0300000	0.0375000	0.0400000	0.0450000	0.0600000
0.61	0.0310083	0.0387604	0.0413444	0.0565125	0.0620167
0.62	0.0320333	0.0400417	0.0427111	0.0480500	0.0640667
0.63	0.0330750	0.0413437	0.0441000	0.0496125	0.0661500
0.64	0.0341333	0.0426667	0.0455111	0.0512000	0.0682667
0.65	0.0352083	0.0440104	0.0469444	0.0528125	0.0704167
0.66	0.0363000	0.0453750	0.0484000	0.0544500	0.0726000
0.67	0.0374083	0.0467604	0.0498778	0.0561125	0.0748167
0.68	0.0385333	0.0481667	0.0513778	0.0578000	0.0770667
0.69	0.0396750	0.0495937	0.0529000	0.0595125	0.0793500
0.70	0.0408333	0.0510417	0.0544444	0.0612500	0.0816667
0.71	0.0420083	0.0525104	0.0560111	0.0630125	0.0840167
0.72	0.0432000	0.0540000	0.0576000	0.0648000	0.0864000
0.73	0.0444083	0.0555104	0.0592111	0.0666125	0.0888167
0.74	0.0456333	0.0570417	0.0608444	0.0684500	0.0912667
0.75	0.0468750	0.0585937	0.0625000	0.0703125	0.0937500
0.76	0.0481333	0.0601667	0.0641778	0.0722000	0.0962667
0.77	0.0494083	0.0617604	0.0658778	0.0741125	0.0988167
0.78	0.0507000	0.0633750	0.0676000	0.0760500	0.1014000
0.79	0.0520083	0.0650104	0.0693444	0.0780125	0.1040167

H—h	$\frac{1 : 1}{(H-h)^2}$	$1 : 1\frac{1}{4}$	$1 : 1\frac{1}{3}$	$1 : 1\frac{1}{2}$	$1 : 2$
0.80—1.00	$\frac{1}{12}$	$\frac{5}{48} (H-h)^2$	$\frac{1}{9} (H-h)^2$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6} (H-h)^2$
0.80	0.0533333	0.0666667	0.0711111	0.0800000	0.1066667
0.81	0.0546750	0.0683437	0.0729000	0.0820125	0.1093500
0.82	0.0560333	0.0700417	0.0747111	0.0840500	0.1120667
0.83	0.0574083	0.0717604	0.0765444	0.0861125	0.1148167
0.84	0.0588000	0.0735000	0.0784000	0.0882000	0.1176000
0.85	0.0602083	0.0752604	0.0802778	0.0903125	0.1204167
0.86	0.0616333	0.0770417	0.0821778	0.0924500	0.1232667
0.87	0.0630750	0.0788437	0.0841000	0.0946125	0.1261500
0.88	0.0645333	0.0806667	0.0860444	0.0968000	0.1290667
0.89	0.0660083	0.0825104	0.0880111	0.0990125	0.1320167
0.90	0.0675000	0.0843750	0.0900000	0.1012500	0.1350000
0.91	0.0690083	0.0862604	0.0920111	0.1035125	0.1380167
0.92	0.0705333	0.0881667	0.0940444	0.1058000	0.1410667
0.93	0.0720750	0.0900937	0.0961000	0.1081125	0.1441500
0.94	0.0736333	0.0920417	0.0981778	0.1104500	0.1472667
0.95	0.0752083	0.0940104	0.1002778	0.1128125	0.1504167
0.96	0.0768000	0.0960000	0.1024000	0.1152000	0.1536000
0.97	0.0784083	0.0980104	0.1045444	0.1176125	0.1568167
0.98	0.0800333	0.1000417	0.1067111	0.1200500	0.1600667
0.99	0.0816750	0.1020937	0.1089000	0.1225125	0.1633500
1.00	0.0833333	0.1041667	0.1111111	0.1250000	0.1666667

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Примѣрная смѣта осушительныхъ работъ.

1. Поясненіе къ смѣтѣ.

Для осушенія Митина болота, площадью 842 дес., расположеннаго въ предѣлахъ Урсовой казенной дачи Владимірской губерніи и уѣзда, потребуется:

I. Спрямить рѣчку Быковку, прорывъ 6 каналовъ, соединяющихъ ея крутые изгибы,—общей длиною 486 пог. саж.: ширина дна спрямляющихъ каналовъ равна, по расчету, 1,20 саж.; средняя ихъ глубина 0,72 саж., средняя ширина по верху 3,10 саж.; котангенсъ угла наклоненія откосовъ каналовъ равенъ 1,25 (1: 1,25).

Выемка будетъ происходить въ плотномъ суглинистомъ грунтѣ.—Объемъ ея равенъ, по вѣдомости земляныхъ работъ, 711,75 куб. саж.—Поперечная профиль спрямляющихъ каналовъ, въ виду ихъ небольшой глубины, простая, безъ уступовъ.

На участкахъ р. Быковки, общемою длиною 1130 пог. саж., включенныхъ въ каналъ, потребуется: а) въ 8-ми мѣстахъ углубить дно на глубину отъ 0,10 саж. до 0,25 саж., на общемъ протяженіи 143,5 пог. саж., для чего потребуется произвести 28,40 куб. саж. подводной выемки (черпаками); б) произвести срѣзку выдающихся мысовъ въ берегахъ рѣчки и уширить ее на общемъ протяженіи 308 пог. саж., для чего при-

дется произвести 122,50 куб. саж. выемки въ растительномъ и суглинистомъ грунтѣ; в) очистить на протяженіи 584 пог. саж. русло рѣчки, при средней ея ширинѣ 3,25 саж., отъ водорослей и камышей.

II. На пикетѣ 83-мъ, гдѣ рѣчка образуетъ широкое (до 30 саж.) плесо, во избѣжаніе образованія въ этомъ мѣстѣ заносовъ, вслѣдствіе уменьшенія скорости теченія, устронить искусственное русло, посредствомъ постановки черезъ все плесо, на протяженіи 62 пог. саж., двухъ двойныхъ плетней, при чемъ разстояніе между плетнями будетъ равно 3,00 саж., а между каждою парюю 0,33 саж.; промежутки между плетнями будутъ заполнены кочками и дерномъ.

III. Уширить и углубить существующій Быковскій каналъ на протяженіи 970 пог. саж. отъ существующихъ среднихъ размѣровъ: ширина дна 0,50 саж., глубина 0,40 саж., ширина по верху 1,50 саж., до слѣдующихъ: ширина дна 0,60 саж., глубина 0,60 саж., ширина по верху 2,10 саж.; при этомъ потребуется: а) перебросить старыхъ слежавшихся кавальеровъ 390,5 куб. саж.; б) вынуть вновь въ торфяной и суглинистой почвѣ 410,72 куб. саж. (по вѣдомости земляныхъ работъ).

IV. (А) Устроить сообразно съ уклономъ 10 плетневыхъ перемычекъ (съ обратной разборкою) и въ промежуткахъ между перемычками задерживать воду во время работы (Б) дощатыми плитами; (В) производить водоотливъ: главной массы воды насосомъ Петестю и накапливающейся во время работы ручными черпаками (§ 21); для уменьшенія напора воды выше каждой перемычки устраивать водоотводную канавку, средней длиною каждая 125 пог. саж., поперечныхъ размѣровъ: $\frac{0,60+0,20}{2} \times 0,30$ (объемъ каждой канавки 15,00 куб. саж.),

V. Между пикетами 6 и 7 на протяженіи 50 пог. саж., гдѣ дно канала углубляется въ легко размываемый супесчаный грунтъ устроить укрѣпленіе откосовъ на высоту 0,40 саж. хворостомъ, съ заплетаніемъ его и прибивкою деревянными кольями (лежаціе плетни); площадь укрѣпленій: $2 \times 50 \times 0,40 = 40$ кв. саж.

VI. Провести вновь Митинскій магистральный каналъ, протяженіемъ 3680 пог. саж., среднихъ поперечныхъ размѣровъ: ширина по дну отъ 0,20 до 0,60 саж., средняя глубина

0,56 саж., средняя ширина по верху 1,48 саж.: объемъ выемки по этому каналу по вѣдомости земляныхъ работъ равенъ 1875,64 куб. саж.:

а) каналъ пройдетъ отъ пикета 0 до пикета 28 по чистому луговому болоту, въ торфяной почвѣ (протяженіе этого участка 1400 пог. саж., выемка 772 куб. саж.); б) оставшая часть канала по болоту, заросшему средней густоты мѣшаннымъ тонкимъ лѣсомъ (до 3-хъ вершковъ) и кустарникомъ (корчеваніе полосы средней шириною въ 3 саж.); почва вездѣ въ этой части болота—торфъ съ пнями и корнями, за исключеніемъ бугорка между пикетами 42+15 саж. и 42+44 саж. (протяженіе бугра 29 пог. саж.), при чемъ на пикетѣ 42+15 жж. глубина выемки 0,70 саж., откосы простые, начало—съ ртупами; на пикетѣ 42+27 саж. и до пикета 42+32 саж. глубина выемки 1,50 саж., откосы съ уступами; на пикетѣ 42+44 саж. глубина выемки 0,70 саж., конецъ откосовъ съ уступами: в) объемъ выемки на этомъ участкѣ при двойной, съ уступами, профили равенъ 93,44 куб. саж.

Провести къ магистральному Митинскому каналу 16 боковыхъ канавъ 1-го разряда (водоотводныхъ), общимъ протяженіемъ 8690 пог. саж., среднихъ поперечныхъ размѣровъ: $\frac{1,15+0,25}{2} \times 0,45$ саж. при одинарныхъ откосахъ (1:1) и 72 боковыя канавы 2-го разряда (водосбирающія, осушительныя) общимъ протяженіемъ 15120 пог. саж., среднихъ размѣровъ $\frac{0,90+0,20}{2} \times 0,35$, при одинарныхъ откосахъ. Объемъ выемки по всѣмъ боковымъ 1-го и 2-го разрядовъ каналамъ равенъ 5624,25 куб. саж. (по вѣдомости земляныхъ работъ); выемка будетъ производиться въ торфяномъ съ пнями и корнями грунтѣ.

VII. Такъ какъ почва бугра песчаная, то въ этомъ мѣстѣ необходимо укрѣпить дно и откосы канала, при чемъ дно канала и нижніе откосы проектируется укрѣпить мощенымъ камнемъ на мху (площадь мощенія равна 84,80 кв. саж.), а бермы (ширина ихъ 0,50 с.) и верхніе откосы дерновкою.

VIII площадь дерновки равна 70,82 кв. саж.

IX. Такъ какъ между пикетами 43 и 45 болото имѣетъ слишкомъ большой уклонъ ($i=0,0042$), не допустимый для дна

осушительныхъ каналовъ въ данномъ грунтѣ, то на пикетахъ 43 и 44 проектируется устроить два перепада, при чемъ на пикетѣ 43, гдѣ каналъ большею частью проходить въ сущест-
 ванномъ грунтѣ, — перепадъ съ уступомъ въ 0,40 саж. дере-
 вянный съ шпунтовымъ рядомъ изъ опиленныхъ съ двухъ
 сторонъ 5-вершковыхъ бревенъ, а на пикетѣ 44, гдѣ грунтъ —
 торфъ, перепадъ съ уступомъ 0,35 саж. изъ двойного плетня
 съ фашиннымъ укрѣпленіемъ дна выше и ниже перепада.

X. Откосы магистральнаго Митинскаго канала 1:1,25, а
 на бугрѣ 1:1,5.

XI. На магистральномъ Митинскомъ каналѣ на пикетѣ
 22-мъ, 46-мъ и 60-мъ проектируется построить деревянные
 шлюзы, съ отверстіями первый 0,60 саж. и два другіе 0,30
 саж. Первый — со шпунтовымъ рядомъ изъ 5-ти вершковыхъ
 бревенъ, забитыхъ съ копра на глубину 2,0 саж., съ двумя щито-
 выми затворами, поднимаемыми воротомъ, и съ двойнымъ поломъ;

XII. 2-й и 3-й шлюзы (оба одного типа) со шпунтовымъ
 рядомъ изъ 5-ти вершковыхъ бревенъ, опиленныхъ съ двухъ
 сторонъ, забитыхъ на глубину 1,00 саж., ручною бабою, съ
 однимъ щитовымъ затворомъ и поломъ изъ досокъ въ закрой.

XIII. Черезъ болото проектируется устройство дороги,
 длиною 425 пог. саж., изъ хворостяного настила, съ присып-
 кою его торфяной почвою и пескомъ. Переноска хвороста изъ-
 за разстоянія 80 саж., перевозка песку изъ-за разстоянія
 120 саж. Ширина дороги по верху 2,50 саж., возвышеніе надъ
 болотамъ 0,50 По обѣ стороны дороги вырыты канавы, среднихъ
 поперечныхъ размѣровъ $\frac{1,00+0,20}{2} \times 0,40$, изъ коихъ выну-

тую землю (торфъ) предполагается выбросить на дорогу; на
 протяженіи 140 пог. саж. проектируется защитить дорожные
 откосы, въ виду пловучести грунта, плетневыми укрѣпленіями
 съ каждой стороны дороги; по обочинамъ дороги поставить
 тумбы.

На магистральномъ Митинскомъ каналѣ и на дорогѣ пред-
 полагается устройство 2-хъ мостовъ: XIV) первый, площадью
 настила $2,33 \times 2,5$ саж., на 6-ти сваяхъ, забитыхъ ручною
 бабою, съ косорубами, перилами и въѣздами по 10 саж. съ
 каждой стороны моста; XV) второй — $2,33 \times 2$ саж., на 6-ти
 сваяхъ, съ прижимными брусьями и перилами; кромѣ того изъ

къ 16-ти боковымъ 1-го разряда канавамъ проектируется строить простые перекидные мостики (по одному на канавѣ) 3-хъ прогоновъ на ступляхъ и настила изъ пластинъ. XVI).

Примѣчаніе 1-е. Въ настоящей „Примѣрной сметѣ“ показано лишь потребное для той или другой работы, количество матеріаловъ и рабочихъ силъ, безъ ихъ расцѣнки, такъ какъ таковая различна для разныхъ мѣстъ и кромѣ того измѣняется съ теченіемъ времени.

При составленіи дѣйствительныхъ сметъ, какъ предварительныхъ, такъ и исполнительныхъ, необходимо, руководствуясь въ общемъ данными и указаніями „Примѣрной сметы“, добавить къ пей двѣ графы: 1) стоимости единицы (матеріаловъ и рабочихъ силъ) и 2) стоимость всего, и затѣмъ произвести надлежащія вычисленія для опредѣленія стоимости работы.

Дальше, въ „Примѣрной сметѣ“, во избѣжаніе повтореній, подведены лишь частичные итоги для каждой работы въ отдѣльности; въ дѣйствительныхъ же сметахъ надлежитъ подвести общій итогъ, матеріаловъ, рабочихъ силъ и ихъ стоимости по всѣмъ отдѣльнымъ, входящимъ въ проектъ, работамъ вмѣстѣ.

Примѣчаніе 2-е. Разница между предварительными и исполнительными сметами заключается въ слѣдующемъ: 1) въ предварительную смету вносятся всѣ проектируемыя работы, въ исполнительную лишь окончательно исполненныя ко времени составленія сметы; 2) стоимость работъ въ предварительной сметѣ исчисляется на основаніи справочныхъ цѣнъ, бывшихъ въ предшествовавшемъ времени составленія сметы году,—въ исполнительной—на основаніи цѣнъ, бывшихъ въ годъ и мѣсяцы исполненія самихъ работъ; 3) въ исполнительныхъ сметахъ, въ графѣ „примѣчаніе“ надлежитъ проставлять уплаченную въ дѣйствительности за каждую отдѣльную работу сумму и обозначать время исполненія этой работы.

2. С М Ъ Т А.

Вотъ форма бланка для дѣйствительной сметы.

№ по по- рядку.	ОПИСАНІЯ РАБОТЪ.	Основанія для опредѣленія количества.	Потребное количество.			Стоимость.				Примѣчанія.
			Рабочихъ.		Матеріа- ловъ.	Еди- ницы.		Всего.		
			Пѣшихъ.	Конныхъ.		Руб.	К.	Руб.	К.	
1	1. Сиримленіе и	„Прим	ѣрной	сметъ“.	1	—	2441	63	По справочнымъ цѣнамъ за май— сентябрь 1911 г. Владимірской губ. и уѣзда.	
2	т. д. р. Быковки .									
3	Какъ въ									
4										
5										
6										
	Общая потребн.									
	Землекоповъ . .		2441,63							
	и т. д.									
	Подокъ				2	15	—	30	—	
	ИТОГО. .						2482	14		

№ № по по- рядку.	ОПИСАНИЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣ- л. работ. и ма- териаловъ.	Потребное коли- чество. Ра- Мате- бочихъ риаловъ.	ПРИМѢЧАНІЯ.
1	<p>I. Спрямленіе, углубленіе и расчистка р. Быковки.</p> <p>На прорытіе 6-ти каналовъ, спрямляющихъ р. Быковку, общей длиною 486 пог. с., при ши- ринѣ по дну 1,20 с., средней ширины по верху 3,10 с., при заложеніи откосовъ 1¹/₄:1, нужно сдѣлать, согласно вѣдомости земляныхъ работъ, 711,75 куб. с. выемки въ плотномъ суглинистомъ грунтѣ, для чего требуется:</p> <p>землекоповъ для копанія и выбрасыванія грун- та—2,00 × 711,75</p>	<p>Урочн. пол.</p> <p>§ 30б.</p>	<p>1423,50</p>	<p>Въ подлинныхъ сметѣхъ прибавля- ются еще двѣ гра- фы: „стоимость еди- ницы рабочей силы или матеріала“ и „стоимость всего“.</p> <p>§ 30 б. Ур. Пол. примѣненъ въ со- отвѣтствіи съ крѣ- постью и удѣль- нымъ вѣсомъ грун- та.</p>
2	<p>Для перекидыванія вынутого грунта въ ка- валеры, съ оставленіемъ съ каждой стороны ка- наловъ—бермъ шириной по 0,5 саж., на горизон- тальное разстояніе до 1,5 с., требуется:</p> <p>землекоповъ—0,75 × 711,75</p>	<p>§ 35а.</p>	<p>533,81</p>	
3	<p>Для планировки откосовъ каналовъ спрямляю-</p>			<p>Площадь откосовъ</p>

щихъ р. Быковку. при общей площади откосовъ:
 $486 \cdot \sqrt{0.72^2 + (0.72 \times 1.25)^2} \times 2 = 1117,80$ кв. с.,
 потребуется:

землекоповъ $0,07 \times 1117,80$

§ 47.

78,25

4

Для углубленія р. Быковки въ 8-ми мѣстахъ.
 на глубину отъ 0,10 до 0,25 саж., на общемъ протяженіи
 143,5 пог. саж., нужно сдѣлать 28,40 куб. саж.
 выемки разжиженного грунта, для чего потребуется:

1) землекоповъ для вычерпыванія грунта руч-
 ными черпаками $6 \times 28,40$

§ 29а.

170,40

2) землекоповъ для откидыванія вычерпаннаго
 грунта на горизонтальное разстояніе до
 1,5 саж. — $0.75 \times 28,40$

§ 35а.

21,30

5

Для срезки выдающихся мысовъ въ берегахъ
 рѣчки и для уширенія ея, на общемъ протяженіи
 308 пог. саж., нужно вынуть 122,50 куб. саж. су-
 глинчатого и растительнаго грунта, для чего по-
 требуется:

землекоповъ $1,75 \times 122,50$

§ 30б.

214,37

6

На очистку русла рѣчки, шириной 3.25 саж.,
 на протяженіи 584 пог. саж. = 1,17 версты, отъ

опредѣлена по сред-
 ней глубинѣ кана-
 ловъ. Болѣе точный
 результатъ даетъ
 опредѣленіе пло-
 щади откосовъ по
 формулѣ (см. стр.
 146).

§ 30 б. Ур. Пол.
 примѣненъ въ со-
 отвѣтствіи съ крѣ-
 постью и удѣль-
 нымъ вѣсомъ грун-
 та.

Въ виду трудно-
 сти опредѣленія

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	<p>водорослей и камышей, помощью желѣзной цѣпи, длиной 10 саж., вѣсомъ 20 пуд., протаскиваемой по дну рѣчки конной тягой (по одной лошади съ cadaго берега). при двухъ прогонщикахъ, и 4-хъ рабочихъ (на двухъ лодкахъ), для извлеченія выдернутыхъ цѣпью растений, потребуется, считая производительность 1 версту въ день:</p> <p>лошадей съ проводниками 2×1.17 рабочихъ 4×1.17 цѣпь желѣзная, длиной 10 саж., вѣсомъ 20 пуд. лодокъ</p>	По практич. соображ.	2,34 4,68	20 п. 2 шт.	<p>уроковъ при очисткѣ рѣчекъ работы исполняются поденными рабочими, уроки же назначаются лишь по производствѣ въ каждомъ случаѣ опыта.</p> <p>Способъ очистки, принятый въ смѣтѣ, пригоденъ на рѣчкахъ, мало заросшихъ и съ сухими берегами. Въ другихъ случаяхъ можно примѣнять подрѣзку растений лѣсной косой и извлечение граблями и конками.</p>
	ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ.				
	Землекоповъ		341,63		Исчисленіе стоимо- сти рабочихъ
	Рабочихъ		4,68		

Лошадей съ проводниками
Цѣль желѣзная, длиною 10 саж.
Подокѣтъ

2,34

20 п.
2 шт.

силъ и матеріаловъ дѣлается обычно только въ отдѣлѣ смѣты „Общая потребность“. Цѣны проставляются по даннымъ справочныхъ вѣдомостей Земскихъ Управъ или Строительнаго Отдѣленія мѣстнаго Губернскаго Правленія. Всякое отступленіе отъ названныхъ вѣдомостей оговаривается въ примѣчаніи.

II. Устройство искусственнаго плетневого русла въ плесѣ на р. Быковѣ.

1 Для устройства въ плесѣ искусственнаго русла на протяженіи 62 пог. саж., постановкой въ два ряда двойныхъ плетней, на разстояніи—3 саж., съ промежутками между каждой парой въ 0,33 саж., потребуется устроить плетневыхъ заборовъ, высотой 1 саж.:

продольныхъ въ 4 ряда по длинѣ плеса —
 $4 \times 62 \times 1 = 248$ кв. саж.,

поперечныхъ, для схватокъ каждой пары продольныхъ плетней, черезъ 1 саж.: $0,33 \times (62 + 1) \times 1 \times 2 = 41,58$ кв. саж.;

поперечныхъ, для поддерживанія главныхъ плет-

№ по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- териаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМЪЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- риаловъ.	
2	<p>ней, черезъ каждыя 10 саж., по 6 плетней съ каждой стороны, длиной по 2 саж.: $6 \times 2 \times 1 \times 2 = 24$ пог. саж.</p> <p>Всего плетней, высотой 1 саж.—313,58 кв. саж.</p> <p>На устройство плетневыхъ заборовъ въ водѣ съ переносныхъ подмостей, потребуется:</p> <p>рабочихъ $0.17 \times 2 \times 313.58$</p> <p>ивового хвороста — $0.1 \times 2 \times 313.58 = 62.72$ куб. саж.</p> <p>кольевъ длиной $10\frac{1}{2}$ ф., толщиной $3\frac{1}{2}$ дюйма—14×313.58.</p> <p>На рубку хвороста для плетней, съ подноской его изъ разстоянія до 40 саж., и укладкой въ штабеля, потребуется:</p> <p>рабочихъ—$1,00 \times 62,72$.</p> <p>Для сдѣланія на водѣ переносныхъ козелъ, съ настилкой на нихъ досками выше воды, съ прогонами подъ настилкой, на разстояніи 1 саж. при площади моста: $1 \times 2 = 2$ кв. саж., потребуется:</p> <p>плотниковъ—$1,25 \times 2$</p> <p>рабочихъ—$1,5 \times 2$</p> <p>на козла (при длинѣ ногъ 1,5 саж.):</p> <p>накатника толщ. 4 верш.—9×2</p>	<p>§§ 96 пр. 95 пр.</p> <p>По сообр. съ § 95.</p> <p>§ 82а.</p> <p>§ 231.</p>	106,61	4390 шт.	
			62,72		
				2,50 3,00	
				18 п. с.	

4

бревень, толщ. 5 вершк.— 3×2
 досокъ, толщ. $2\frac{1}{2}$ дюйма— 7.5×2
 гвоздей заершенныхъ 7 д. $18 \times 2 = 36$ шт. . . .
 „ полукарабел. 7 „ $12 \times 2 = 24$ „ . . .
 на прогоны, бревень 6 верш.— 2.00×2
 на настилку: досокъ полувистыхъ, толщиной
 $2\frac{1}{2}$ дюйма— 9×2
 гвоздей полукарабельныхъ 7 д. $18 \times 2 = 36$ шт.

§ 24.
По сообр.§ 231.
§ 24.

6 п. с.
 15 п. с.
 0,51 п.
 0,19 п.
 4 п. с.
 18 п. с.
 0,30 п.

Для заполнения промежутковъ между плетнями,
 кочками и дерномъ, съ подноской послѣднихъ изъ
 разстоянія 40 саж. и плотной утрамбовкой на мѣстѣ
 при объемѣ промежутковъ $0.33 \times 62 \times 1 \times 2 =$
 $= 40,92$ куб. саж., потребуется:

землекоповъ для парѣзанія дерна и кочекъ:
 $1,75 \times 40,92$
 рабочихъ для подноски кочекъ и дерна изъ раз-
 стоянія до 40 саж. $\frac{41.33 \times 800}{1000} \times 3.52$. . .
 землекоповъ для утрамбовки въ слоѣ не толще
 1,00 ф.:— $0,5 \times 40,92$

§ 30в.

§§ 673, 700.

§ 436.

71,61
 116,39
 20,46

§ 30 в. Ур. Пол.
 примѣненъ въ со-
 отвѣтствіи съ крѣ-
 постью грунта.

Общая потребность.

Рабочихъ силъ.

Рабочихъ
 Землекоповъ
 Плотниковъ

288,72
 92,07
 2,50

Материаловъ.

Кольевъ, длин. $10\frac{1}{2}$ ф., толщ. $3\frac{1}{2}$ д.
 Хвороста ивового
 Накатника, толщиной 3 вершка

4390 шт.
 62,72 куб. с.
 18 п. с.

Материалы, заго-
 товленные на мѣ-
 стѣ работъ (въ на-
 шемъ примѣрѣ
 хворостъ), перено-
 сятся въ отдѣлъ „об-
 щая потребность“,
 но не расцѣнива-

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное колп- чество.		ПРИМЪЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	<p>Бревень толщ. 5 вершк.</p> <p>Досокъ " 6 "</p> <p>Гвоздей завершенныхъ 7 дюйм.—36 шт.</p> <p>" полукораб. 7 дюйм.—60 шт.</p> <p>III. Уширеніе и углубленіе существующаго Быковского канала.</p> <p>1 Для уширенія и углубленія Быковского канала на протяженіи 970 пог. саж., отъ существующихъ среднихъ размѣровъ: ширина дна 0,50 саж., глу- бина 0,40 саж., ширина по верху 1,50 саж., до слѣдующихъ: ширина дна 0,60 саж., глубина 0,60 саж., ширина по верху 2,10 саж., требуется:</p> <p>1) на перекидку старыхъ слежавшихся кавалье- ровъ, объемомъ 390,50 куб. с., на разстояніе до 1,5 саж. землекопоть $1 \times 390,50$</p> <p>2) на вырытіе вновь въ торфяномъ и суглинн-</p>			<p>6 п. с.</p> <p>4 п. с.</p> <p>33 п. с.</p> <p>0,51 п.</p> <p>0,49 п.</p>	<p>ются, такъ какъ ко- личество рабочихъ силъ, нужныхъ для ихъ заготовки, ис- числяется въ смѣ- тахъ.</p> <p>Лѣсной матеріалъ исчисляется въ пог. саж. и поштучно, соотвѣтственно съ потребной длиной.</p>
		§ 356.	390,50		

стомъ грунтъ 410,72 куб. саж., съ выбрасываніемъ грунтовъ въ кавальеры--землекопъ: $1,75 \times 410,72$

§ 306.

718,76

2

Для вырытія въ кавальерахъ воронокъ черезъ каждыя 10 саж., при общемъ числѣ воронокъ 970 $10 \times 2 = 194$ и при объемѣ каждой воронки 0,25 куб. саж., съ откидываніемъ грунта на разстояніе до 1,5 саж., требуется:

землекопъ $1,00 \times 0,25 \times 194$

§ 356.

48,50

3

Для планировки откосовъ уширенного Быковского канала, при площади откосовъ $\sqrt{0,60^2 + (0,60 \times 1,25)^2} \times 2 \times 970 = 1862,40$ кв. саж., требуется:

землекопъ $0,07 \times 1862,40$

§ 47.

130,37

Общая потребность.

Землекопъ

1288,13

IV. Работы вспомогательныя при уширеніи и углубленіи существующаго Быковского канала.

A. Устройство 10 временныхъ плетневыхъ перемычекъ.

1

На устройство одной плетневой перемычки изъ нарныхъ плетней (съ промежуткомъ въ 0,10 саж.), для задержанія во время производства работъ воды,

Размѣры каждой воронки: ширина внизу 0,20 с.,верху 0,40 с., глубина 0,30 с., къ концу воронки сходить къ нулю; длина 5,00 с.

№№ по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. работ. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	<p>потребуется плетневыхъ заборовъ: $\frac{2,50 + 1}{2} \times 0,70 \times 2 = 2,45$ кв. саж.; для устройства ихъ по- требуется:</p> <p>рабочихъ $0,125 \times 2 \times 2,45$ кольевъ, длин. 1 саж., толщ. $3\frac{1}{2}"$ $14 \times 2,45$ хвороста $0,1 \times 2 \times 2,45 = 0,49$ куб. с.</p>	§§ 95 пр. 96 пр.	0,61	34 шт.	
2	<p>Для рубки хвороста съ подноской его изъ раз- стоянія до 40 саж., требуется:</p> <p>рабочихъ $1 \times 0,49$</p>	§ 82а.	0,49		
3	<p>Для заполнения въ перемычкѣ промежутка меж- ду плетнями, кочками и дерномъ съ утрамбовкой, при объемѣ промежутковъ $\frac{2,50 + 1}{2} \times 0,7 \times 0,10 =$ $0,123$, требуется:</p> <p>землекоповъ для наръзанія кочекъ $1,75 \times 0,123$ землекоповъ для утрамбовки $0,5 \times 0,123$</p>	§ 306. § 436.	0,22 0,06		
4	<p>Для обратной разборки перемычекъ требуется:</p> <p>рабочихъ для разборки плетней $0,5 \times 2,45$</p>	По сообр. съ § 653.	0,12		

землекоповъ для вычистки дерна и кочекъ
 $\left(1,75 - \frac{1,75 \times 14,3}{100}\right) \times 0,123 \dots \dots \dots$

§§ 34, 306.

0,18

Общая потребность.

для одной перемычки.

Рабочихъ. 1,22 . .
 Землекоповъ 0,46 . .
 Кольевъ, длин. 1 саж., толщ. $3\frac{1}{2}$ д.—34 шт. . .
 Хвороста 0,49 кв. с.

Для десяти

перемычекъ.

12,20
 4,60
 340 шт.
 4,90 кв. с.

Б. Устройство переносныхъ дощатыхъ щитовъ.

1

Для устройства двухъ дощатыхъ щитовъ трапециoidalной формы (по сѣченію канала), состоящихъ каждый изъ двухъ половинъ, для постановки ихъ во время работъ въ каналахъ между перемычками, съ цѣлью задержанія воды, при площади

каждой половины щита: $\frac{1}{2} \times \frac{0,60 + 2,10}{2} \times 0,60 =$

0,405 кв. с., потребуется:

брусковъ, толщ. 2 вершк. для связки рамъ
 $(0,30 + 0,60 + 1,05 + 1,20) \times 4 = 12,60$ пог. саж.

для нихъ: бревенъ, толщ. $3\frac{1}{2}$ вершк.
 шпильковъ для обдѣлки бревенъ въ брусья и

для вязки рамъ $\left(\frac{0,015 + 0,023}{2} \times 4 \times 12,60\right)$
 + $(0,09 \times 4) \dots \dots \dots$

12,60 п. с.

§§ 1356,
 в. 138, а. 2.

1,32

№№ по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМЪЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
1	<p>для обшивки щитовъ досками въ закрой: досокъ 1½ вершк. $0,405 \times 12 \times 4$. плотниковъ $1,12 \times 0,405 \times 4$ гвоздей 6 дюйм. $72 \times 0,405 \times 4 = 117$ шт. . .</p> <p>В. Отливка воды.</p> <p>Для отливки главной массы, воды изъ кана- ловъ передъ началомъ работъ, помощью насоса Летестю, при общемъ количествѣ воды въ каналь (при глубинѣ въ 0,20 саж.):— $\frac{0,50 + 1,00}{2} \times 0,20 \times$ $970 = 145,50$ куб. с. или: $145,5 \times 800 = 116400$ ве- деръ, потребуется:</p> <p>при діаметръ цилиндра 4 дюйм., всасывающаго рукава 2 дюйм., ходъ поршня 8 дюйм. при 2 рабочихъ и 10-часовомъ рабочемъ днѣ производительность $660 \times 10 = 6600$ веде- рь; всего рабочихъ $\frac{116400}{6600} \times 2$.</p>	<p>§ 257.</p> <p>§ 24.</p>	1,81	<p>19,54 п. с.</p> <p>0,78 п.</p>	Объемъ воды ис- численъ по размѣ- рамъ стараго ка- нала.
	<p>2 Для отливки воды, накопляющейся во время работы, ручными черпаками, потребуется, считая</p>	<p>§ 21. Ур. Пол. де-Рошефоръ</p>	34,96		

производительность при 10-часовомъ рабочемъ днѣ
и отливкѣ на высоту 7 фут. $\frac{3,935 \times 10}{7} = 5,62$ куб.
саж. или: $5,62 \times 800 = 4496$ ведеръ, потребуется:

рабочихъ $\frac{116400}{4496}$

По сообр. съ
§ 21 Ур. Пол.
де-Рошефоръ

25,90

3

Для устройства выше каждой перемычки водо-
отводныхъ канавокъ, длиной каждая 125 пог. саж.,
поперечныхъ размѣровъ $\frac{0,60 + 0,20}{2} \times 0,30$ объе-
момъ 15 куб. саж. потребуется:

землекоповъ $1,5 \times 15 \times 10$

§ 306.

225,00

Общая потребность.

Рабочихъ

60,86

Землекоповъ

225,00

Рабочихъ дней насоса Лестестю

17,48

V. Укрѣпленіе откосовъ лежащими плетнями.

1

Для укрѣпленія песчаныхъ откосовъ канала,
между пикетами 6 и 7, на протяженіи 50 саж., на
высоту 0,42 саж., лежащими плетнями, съ прибав-
кой ихъ кольями при площади укрѣпленій: $0,42 \times$
 $2 \times 50 = 42$ кв. саж., потребуется:

хвороста $0,1 \times 42 \times 2 = 84$ куб. саж.;

§ 95 и пр.

кольевъ, длин. 3 фута, для изготовленія плет-

№№ по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
2	ней по 14 шт. на пог. саж. плетня — $14 \times 50 \times 2 = 1400$ шт.; кольевъ, длиною 2 фута, для прибивки плетней $6 \times 50 \times 2 = 600$ шт.; рабочихъ для сдѣланія и положенія плетней: $0,07 \times 2 \times 42$	По сообр. § 95 пр.	5,88		Хворостъ и колья заготавливаются изъ лѣса, имѣющагося вблизи работъ.
	Для рубки хвороста, съ подноской его изъ разстоянія до 40 саж., потребуется: рабочихъ $1 \times 8,4$	§ 82а.	8,40		
3	На дѣланіе колевокъ, длиною отъ 2 до 3 футовъ, въ количествѣ 1400—600 шт., потребуется: рабочихъ $0,6 \times \frac{2000}{100}$	§ 87а.	12,00		
	Общая потребность.				
	Рабочихъ		26,28		
	Хвороста			8,4 кв. с. 2000 шт.	
	Кольевъ, длин. 2—3 фута.				

VI. Прорытіе вновь Митинскаго магистральнаго канала съ боковыми къ нему.

1	<p>Для прорытія части Митинскаго магистральнаго канала на протяженіи 1400 пог. саж. отъ пикета 0 до пикета 28. по чистому луговому болоту, въ торфяной почвѣ, при среднихъ поперечныхъ размѣрахъ канала: ширинѣ по дну 0,20—0,60 саж., средней глубинѣ 0,56 саж., ширинѣ по верху 1,48 саж.; при объемѣ выемки 772 куб. саж., съ выкладкой земли въ кавальеры. съ оставленіемъ бермъ, шириной 0,5 саж., требуется:</p> <p>землекоповъ $1,5 \times 772$</p>	§ 306.	1158,00
2	<p>Для планировки готовыхъ откосовъ (заложение $1\frac{1}{4}:1$). подъ рейку, при площади откосовъ: $\sqrt{0,56^2 + (0,56 \times 1,25)^2} \times 2 \times 1400 = 2492$ кв. саж., требуется:</p> <p>землекоповъ — $0,07 \times 2492$</p>	§ 47.	174,44
3	<p>Для расчистки и корчеванія полосы, для остальной части Митинскаго магистральнаго канала, протяженіемъ 2280 пог. саж., изъ-подъ смѣшаннаго лѣса, средней густоты, толщиной до 3 вершк., при средней ширинѣ полосы 3 саж., требуется:</p> <p>рабочихъ $\frac{2280 \times 3}{2400} \times 71 \times \frac{9}{10}$</p>	§§ 99, 2, г. 3.	182,11
4	<p>На прорытіе этой части Митинскаго канала (за исключеніемъ бугорка между пикетами 42 + 15 саж. и 42+44 с.), на протяженіи 2251 пог. саж..</p>		

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
5	при тѣхъ же среднихъ поперечныхъ размѣрахъ, что и въ начальной части канала, при объемѣ выемки въ торфяномъ грунтѣ, съ пнями и корнями: — 1010,20 куб. саж., требуется: землекоповъ $3,5 \times 1010,20$	§ 30в.	3535,70		
	Для планировки готовыхъ откосовъ каналовъ подъ рейку, при площади откосовъ: $\sqrt{0,56^2 + (0,56 \times 1,25)^2} \times 2 \times 2251 = 4006,78$ кв. саж., требуется: землекоповъ $0,07 \times 4006,78$	§ 47.	280,47		
6	На прорытіе части Митинскаго канала между пикетами 42 + 15 с. и 42 + 44 с., на протяженіи 29 пог. саж., при глубинѣ выемки отъ 0,70 до 1,50 саж., съ выбрасываніемъ песчанаго грунта по уступамъ, при объемѣ выемки 93,44 куб. саж., требуется: землекоповъ $(1,75 + 0,95) \times 93,44$	§§ 30б. 32б.	252,29		
7	Для планировки откосовъ каналовъ между пикетами 42 + 15 с. и 42 + 44 с., площадью, согласно вѣдомости земляныхъ работъ 109,22 кв. саж., требуется: землекоповъ $0,07 \times 109,22$	§ 47.	7,65		

8	<p>Для прорытія къ Митинскому магистральному каналу 16 боковых канавъ 1-го разряда (водоотводныхъ), общимъ протяженіемъ 8690 пог. саж.,</p> <p>среднихъ поперечныхъ размѣровъ: $\frac{1,15 + 0,25}{2} \times 0,45$, при одинарныхъ откосахъ, и 72-хъ боковыхъ канавъ 2-го разряда (водосбирающихъ, осушительныхъ), общимъ протяженіемъ 15120 пог. саж.,</p> <p>среднихъ поперечныхъ размѣровъ: $\frac{0,90 + 0,22}{2} \times 0,35$, при одинарныхъ откосахъ, при общемъ количествѣ выемки, согласно вѣдомости земляныхъ работъ, 5624,25 куб. саж., въ грунтъ торфяномъ съ илами и корнями, потребуется:</p> <p>землекоповъ $3,5 \times 5624,25$</p>	§ 30в.	19684,88	<p>Размѣры каждой воронки: ширина внизу 0,20 с.,верху 0,40 саж., глубина 0,30 с., къ концу воронки сходить къ нулю; длина 5,00 с.</p>
9	<p>Для планировки откосовъ боковыхъ канавъ 1-го и 2-го разряда подъ рейку, при площади откосовъ ($\sqrt{0,45^2 + (0,45 \times 1)^2} \times 8690 \times 2$) + ($\sqrt{0,25^2 + (0,35 \times 1)^2} \times 15120 \times 2$) = 25940,80 кв. саж., потребуется:</p> <p>землекоповъ $0,07 \times 25940,80$</p>	§ 47.	1815,86	
10	<p>Для вырытія въ кавальерахъ магистрального и боковыхъ каналовъ. черезъ каждыя 10 саж., воронку при общемъ числѣ ихъ $\frac{3680 + 8690 + 15120}{10} \times 2 = 5498$; считая объемъ каждой воронки 0,25 к. саж., потребуется:</p> <p>землекоповъ $1 \times 0,25 \times 2498$</p>	§ 35в.	1374,50	

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	<p>ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ.</p> <p>Рабочихъ</p> <p>Землекоповъ</p> <p>VII. Укрѣпленіе дна и откосовъ части Митин- скаго канала мощеніемъ изъ камня на мху.</p> <p>1 Для укрѣпленія дна и нижнихъ откосовъ ка- нала, въ песчаномъ грунтѣ между пикетами 42 + 15 с. и 42 + 44 с., при площади дна $0,60 \times 29 =$ 17,40 кв. саж., и откосовъ — 67,40 кв. саж. (по вѣдомости земляныхъ работъ), потребуется:</p> <p>камень средняго $0,09 \times (17,40 + 67,40)$.</p> <p>мостовщиковъ $(0,6 \times 17,40) + (0,7 \times 87,40)$. . . .</p> <p>мху $0,07 \times (17,40 + 67,40)$.</p> <p>VIII. Укрѣпленіе бермъ и верхнихъ откосовъ части Митинскаго канала дерномъ.</p> <p>1 Для укрѣпленія бермъ и верхнихъ откосовъ канала въ песчаномъ грунтѣ, между пикетами</p>		<p>182,11</p> <p>28283,79</p>		
		§ 604.		7,63 кв. с.	
		§ 608.	57,62	5,94 кв. с.	

42 + 15 саж. и 42 + 44 саж., при площади бермъ $0,50 \times 29 \times 2 = 29$ кв. саж., и откосовъ 41,82 кв. саж. (по вѣдомости земляныхъ работъ) дерномъ плащми, съ прибавкою дернинъ сницми, потребуется:

дернокладчиковъ $(0,08 \times 29) + (0,15 \times 41,82)$. .
 дернинъ $35 \times (29 + 41,82) = 2479$ шт.
 сницъ $(70 \times 29) + (140 \times 41,82) = 7885$ шт. . .

§§ 776., 78.

8,59

2

Для рѣзанія рѣзакомъ и подниманія лопатами дернинъ, длиною $1\frac{1}{2}$ ф., шириной 1 футъ. толщиною 3—4 дюйма, съ подноской дернинъ пзъ разстоянія до 40 саж., потребуется:

рабочихъ $\frac{2479}{100} \times 0,29$

§ 75.

7,19

3

На дѣланіе сницъ длиною 1 футъ, толщиною до $\frac{1}{2}$ вершка, потребуется:

рабочихъ $\frac{7885 \times 2}{1000}$

§ 74.

15,77

дровъ $\frac{7885 \times 0,036}{1000}$

0,284 кв. с.

Общая потребность.

Рабочихъ
 Дернокладчиковъ
 Дровъ для сницъ

22,96

8,59

0,284 кв. с.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНИЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
1	<p>IX. Устройство деревяннаго перепада съ уступомъ въ 0,40 саж. при ширинѣ отверстія въ 0,6 саж., съ шпунтовымъ рядомъ изъ опиленныхъ съ 2-хъ сторонъ 5-ти вершковыхъ бревенъ.</p> <p>А. Плотничныя работы.</p> <p>Устройство шпунтоваго ряда.</p> <p>Для устройства шпунтоваго ряда, длиною 3,60 саж., изъ 5-ти вершк. бревенъ, опиленныхъ съ двухъ сторонъ, потребуется, при толщинѣ бревенъ въ дѣлѣ 3 вершка, шпунтовыхъ свай: $48 \times 3,60 = 58$ штукъ, изъ нихъ согласно чертежа, длиною 1 саж. 54 шт., длиною 1,5 саж. 4 шт.; для нихъ нужно бревно 5-вершковыхъ:</p> <p>длинною 6 арш. $\frac{54}{2}$</p> <p>„ 9 „ $\frac{4}{2}$</p>			27 шт. 2 шт.	См. фигуру 14.
2	<p>На опилованіе съ двухъ сторонъ горбинъ. толщиной по 1 вершку, при длинѣ бревенъ $54 + (4 \times 1,5)$, потребуется:</p> <p>цильщиковъ $0,12 \times [(54 + (4 \times 1,5))$</p>	§ 137а.	7,20		

При чемъ получится горбинъ толщиной 1 вер.,
длинной 6 арш.—27 шт., длинной 9 арш.—2 шт. . .

- 3 Для перепиливанія 29 бревенъ для шпунтовыхъ свай пополамъ требуется:

плотниковъ $0,009 \times 29$

§ 135г. 0,26

- 4 Для нарубанія въ шпунтовыхъ сваяхъ гребня, выниманія шпунта и для заостренія свай съ насаживаніемъ бугеля, требуется:

плотниковъ $(0,055 + 0,066) \times [54 + (4 \times 1,5)] +$
 $(0,06 \times 58)$

бугелей желѣзныхъ вѣсомъ 6 фун. 2 шт.

скобъ, для спариванія свай, вѣсомъ $\frac{1}{2}$ фун.

58

$\frac{58}{2} \times 4 = 116$ шт.

§§ 138б, в,
140.

10,74

0,3 п.

1,45 п.

- 5 Для положенія на мѣсто направляющихъ шпунтовую линію рамныхъ брусевъ изъ обтесанныхъ съ одной стороны 5-вершк. бревенъ, съ пробуриваніемъ въ нихъ дыръ для болтовъ, съ постановкой послѣднихъ, при длинѣ направляющихъ брусевъ $3,60 \times 2 = 7,20$ пог. саж., требуется:

плотниковъ $0,25 \times 7,20$

бревенъ 5-вершк., длинной 12 арш.

болтовъ длинной 16 вершк., толщ. $\frac{3}{4}$ », вѣсомъ

по 4 фунта — 5 шт.

§ 145е.

1,80

2 шт.

По сообр.

0,5 п.

Шпунтовые сваи передъ забивкой спариваются по-мощью скобъ.

Нужная длина бревенъ 3,60 пог. саж., но такъ какъ такихъ размѣровъ лѣсъ не рѣжется, взяты бревна 12 аршинъ.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
6	Для обтески съ одной стороны направляющихъ шпунтовую линію 5-вершк. бревень, при общей длинѣ ихъ $4 \times 2 = 8,0$ пог. саж., потребуется: плотниковъ $0,03 \times 8,0$	\$ 135г.	0,24		
7	Для забивки шпунтовыхъ свай въ количествѣ 58 шт., ручной бабой вѣсомъ въ 4 пуда, при 4-хъ рабочихъ и 1 плотникѣ, на глубину 1 саж., въ довольно крѣпкій грунтъ, потребуется: рабочихъ $0,66 \times 58 \times 1$ плотниковъ $0,16 \times 58 \times 1$	\$ 144б.	38,28 9,28		
8	Для выравниванія верха свай подъ ватерпасъ, съ нарубаніемъ гребня и шиповъ (сквозныхъ черезъ 3 арш.) и положенія на нихъ изъ обтесанныхъ бревень насадокъ, съ вынутіемъ въ нихъ шпунтовъ, при общей длинѣ насадокъ 3,60 п. саж., потребуется: плотниковъ $0,4 \times 3,60$ бревень 5-вершк. для насадки на порогъ, дли- ной 1 саж. для двухъ насадокъ въ плечахъ, длинной 9 арш. скобъ вѣсомъ $\frac{1}{2}$ фун. 8 шт..	\$ 145д.	1,44	1 шт. 1 шт. 0,1 п.	

9	Для обтески насадокъ съ 4-хъ сторонъ, перепиливанія 8 арш. бревна на двѣ насадки въ плечи и отпиливанія конца отъ насадки на порогъ, потребуется:		
	плотниковъ $0,12 \times 3,60 + 0,009 \times 2$	§§ 135г., 136.	0,44
10	Свай подъ полъ, согласно чертежа, нужно: длинной 3 арш.—10 шт., длинной 4,5 арш.—2 шт.; для нихъ бревенъ 5-вершковыхъ:		
	длинной 6 аршинъ $\frac{10}{2}$		5 шт.
	" 9 " $\frac{2}{2}$		1 шт.
11	Для перепиливанія пополамъ бревенъ для половыхъ свай, потребуется:		
	плотниковъ: $0,009 \times (5+1)$	§ 135г.	0,06
12	Для заостренія половыхъ свай, съ обравниваніемъ верха и насаживаніемъ бугеля и для забивки ихъ ручной бабой на глубину 1 саж., въ довольно крѣпкій грунтъ, потребуется:		
	плотниковъ: $(0,06 \times 12) + (0,16 \times 12 \times 1)$. . .	§§ 140, 144б.	2,64
	рабочихъ $0,66 \times 12 \times 1$		7,92
13	Для положенія на половыя сваи поперечныхъ насадокъ изъ 5-вершковыхъ бревенъ съ обтеской ихъ съ двухъ сторонъ. съ нарубаніемъ на сваяхъ шиповъ. а въ насадкахъ выдалбливаніемъ		

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
14	<p>гнѣздъ, съ укрѣпленіемъ на мѣстѣ скобами, при длинѣ насадокъ: $1,0 \times 5 = 5$ пог. саж., потребуется:</p> <p>плотниковъ: $0,20 \times 5$</p> <p>бревенъ 5-ти вершк. длин. 3 арш.</p> <p>скобъ желѣзныхъ въсомъ $\frac{1}{2}$ ф. — $4 \times 5 = 20$ шт.</p> <p>Для постановки 10 вертикальныхъ стоекъ для стѣнъ нужно брусевъ: длиной 0,5 с. — 8 шт., дли- ной 1 с. — 2 шт.</p> <p>для нихъ бревенъ 5-ти вершк. длиной 1 саж.: $\frac{8}{2} + 2$</p> <p>для перепиливанія 4-хъ бревенъ для стоекъ пополамъ, обтески всѣхъ бревенъ съ 4-хъ сторонъ и для нарубанія на нижнихъ концахъ стоекъ шиповъ, съ выдалбливаніемъ для нихъ въ насадкахъ на сваи гнѣздъ, потребуется:</p> <p>плотниковъ: $(0,009 \times 4) + \left[0,12 \times \left(\frac{8}{2} + 2 \right) \right] +$ $+ (0,10 \times 10)$</p>	<p>По сообр. съ §§ 149 и 233.</p>	1,00	<p>5 шт. 0,25 п.</p> <p>6 шт.</p>	
15	<p>Для постановки стоекъ на мѣсто съ укрѣпле- ніемъ ихъ скобами, потребуется:</p> <p>плотниковъ: $0,12 \times 6$</p>	<p>По сообр. съ § 234.</p>	1,76	0,72	

скобъ желѣзныхъ, толщ. $\frac{3}{8}$ дюйм., вѣсомъ $\frac{1}{2}$ фунта: $2 \times 10 = 20$ шт.

0,25 п.

16

Для обшивки нижняго пола подъ уступомъ ($0,6 \times 1 = 0,6$ кв. саж.), уступа съ задней стороны ($0,7 \times 1 = 0,70$ кв. саж.) и выходныхъ крыльевъ ($0,6 \times 0,8 \times 2 = 0,96$ кв. саж.), всего площадью 2,26 кв. саж., горбинами, отпиленными отъ бревенъ для шпунтовыхъ свай, съ обтеской кромокъ и пригонкой въ закрой, потребуется:

горбинъ толщ. 1 вершк., считая ширину въ

дѣлѣ 2 вершка: $\frac{48}{2} \times 2,26 = 54,24$ пог. саж.

плотниковъ: $(1,125 \times 2,26) \times 2 =$

гвоздей 5-дюйм. $72 \times 2,26 \times 2 = 326$ шт. . . .

По сообр. съ § 257, § 24.

5,06

0,407 п.

17

Для обшивки верхняго пола ($0,6 \times 3 = 1,80$ кв. саж.), уступа съ лицевой стороны ($0,40 \times 1 = 0,40$ кв. саж.) и стѣнъ $\left[(0,45 \times 3 \times 2) + \left(\frac{0,45 + 1}{2} \times 1 \times 2 \right) = 3,15 \right]$ кв. саж.], всего площадью 5,35 кв. саж., досками въ закрой, потребуется:

плотниковъ: $1,125 \times 5,35$

досокъ $1\frac{1}{2}$ вершк. шириной 5 вершковъ:

§ 257.

6,02

При опилованіи бревенъ для шпунтовыхъ свай горбинъ 1 вер. получилось: 6 ар. 27 шт., 9 арш. 2 шт., всего 60 пог. саж.

Число плотниковъ и гвоздей увеличено противъ § 257 вдвое, такъ какъ при обшивкѣ горбинами ихъ требуется вдвое больше, чѣмъ количество досокъ, которое указано въ § 257.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. работ. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
18	<p> $12 \times 5,35 = 64,20$ пог. саж., или длиной 6 аршинъ, штукъ гвоздей 6-дюйм. $72 \times 5,35 = 385$ шт. </p> <p> Для положенія на мѣсто коронныхъ брусевъ, на стѣны и крылья, и поперечныхъ схватокъ, изъ обтесанныхъ съ двухъ сторонъ 5-ти вершковыхъ бревенъ, съ нарубаніемъ на стѣнныхъ стойкахъ шиповъ, выдалбливаніемъ въ коронныхъ брусяхъ гнѣздъ и съ врубкой въ брусъ въ поддерева схватокъ, требуется: </p> <p> бревно 5-ти вершк., изъ чертежа: </p> $(3 \times 2) + (0,8 \times 2) + (0,8 \times 4) = 10,80 \text{ п. саж.};$ $10,80 + \frac{10,80 \times 10}{100} = 11,88 \text{ пог. саж., или}$ <p> бревно 6-ти арш. шт. плотниковъ $0,27 \times 11,88$ скобъ въсомъ $\frac{1}{2}$ ф.—30 шт. плотниковъ для обтески бревенъ съ двухъ дру- гихъ сторонъ: $0,03 \times 11,88 \times 2$ на перепиливаніе 6-ти арш. бревенъ на концы длиной $2\frac{1}{2}$ арш., для схватокъ и насадокъ на крылья и $3\frac{1}{2}$ арш., для насадокъ на стѣны, плотниковъ: $0,009 \times 6$ </p>	§ 24.		33 шт. 0,685 н.	
		§ 149.	3,21	6 шт. 0,38 н.	
		По сообр.			
		§ 135г.	0,71		
		§ 135г.	0,06		

19 Для окопачиванія въ наборъ пазовъ въ полу, уступѣ и стѣнахъ, при общемъ протяженіи пазовъ (вычисленному по чертежу) равномъ 57 п. саж., потребуется:

конопатчиковъ $0,06 \times 57$
 пеньки смоленой ($1,75 \times 57$) фун.
 масла коноплянаго ($0,25 \times 3,42$) фун.

§ 268б,
 пр. 2.

3,42

2,49 п.
 0,86 ф.

20 Для осмоленія за два раза пола, уступа и стѣнъ перепада площадью 5,35 кв. саж., потребуется:

рабочихъ $0,1 \times 5,35 \times 2$
 смолы жидкой и густой $-0,4 \times 5,35$

§ 271а. б.

10,70

2,13 п.

Б. ЗАГОТОВКА ЛѢСНЫХЪ МАТЕРІАЛОВЪ.

Всего согласно настоящей сметы требуется:

бревенъ 5-ти верш. длин. 12 арш. 2 шт.

"	"	"	"	9	"	4	"
"	"	"	"	6	"	38	"
"	"	"	"	3	"	12	"

Для 6-ти и 3-хъ арш. бревенъ заготавливаются бревна 12-ти и 9-ти арш., а затѣмъ распиливаются.

1 Для срубки бревенъ въ хвойномъ лѣсу, средней густоты, очистки отъ сучьевъ, съ уборкой ихъ, оскобленія коры и укладки въ кучи, потребуется:

рабочихъ: $(0,157 \times 2) + (0,105 \times 4) + (0,157 \times \frac{38}{2}) + (0,105 \times \frac{12}{3})$

§ 10б.

4,14

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. работ. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
2	<p>Для перепиливанія 19 бревенъ 12-ти аршинъ пополамъ и 4-хъ бревенъ 9-ти аршинъ на три части, потребуется:</p> <p>плотниковъ $0,009 \times (19 + 8) \dots\dots\dots$</p>	§ 135г.	0,24		Доски, нужныя для обшивки пола и стѣнъ, выгоднѣе купить на сторонѣ, т. к. при разработкѣ ихъ на мѣстѣ остались бы неупотребленные въ дѣлѣ горбыли, которые по смѣтѣ не требуются.
3	<p>Для перевозки бревенъ по неустроеннымъ дорогамъ на разстояніе 6 верстъ, полагая вѣсъ ихъ: $(17,55 \times 2) + (12,28 \times 4) + (7,59 \times 38) + (3,5 \times 12) = 414,76$ пуд., потребуется:</p> <p>конныхъ подводъ съ проводниками</p> <p>$\frac{414,76 \times 1,6 \times 9,52}{1000} \dots\dots\dots$</p>	§§ 674, 676, 687.	6,36		
	В. Фашинные работы.				
1	Для укрѣпленія дна канала выше и ниже перепада двукомельными фашинами, при площади укрѣ-				

пленія: $0,6 \times 1 \times 2 = 1,20$ кв. саж., для чего нужно фашинъ длиною 0,60 саж., въ діаметрѣ 1 футъ, 14 штукъ, потребуется:

- 1) для заготовленія хвороста и вязки фашинъ:

$$\text{рабочихъ} \frac{0,12 \times 0,6}{2} \times 14 \dots\dots\dots$$

По сообр. съ
§ 846, пр. 1.

5,04

- 2) для положенія фашинъ въ дѣло, съ прибавкой ихъ кольями, съ присыпкой и утрамбовкой земли, потребуется:

$$\text{рабочихъ} \frac{0,05 \times 0,6}{2} \times 14 \dots\dots\dots$$

По сообр. съ
§ 89а.

0,21

кольевъ $3 \times 14 = 42$ шт.

- 3) для сдѣланія кольевъ длиною 4 фута, толщиной $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ дюйма, потребуется:

$$\text{рабочихъ} \frac{0,6}{100} \times 42 \dots\dots\dots$$

§ 87а.

0,25

2

Для укрѣпленія откосовъ канала выше и ниже перепада, хворостомъ, съ укрѣпленіемъ его прутянымъ канатомъ, при площади укрѣпленія:

$\sqrt{0,5^2 + (0,5 \times 1,25)^2} \times 1 \times 2 \times 2 = 3,16$ кв. саж., потребуется:

- 1) рабочихъ $0,12 \times 3,16 \dots\dots\dots$

§ 90.

0,38

хвороста $0,15 \times 3,16 = 0,47$ куб. саж.;

кольевъ длиною 2—3 фута— $20 \times 3,16 = 63$ шт.;

вицъ $20 \times 3,16 = 63$ шт.;

прутяного каната $5 \times 3,16 = 15,80$ пог. с.;

- 2) на сдѣланіе кольевъ рабочихъ $\frac{0,6}{100} \times 63 \dots\dots\dots$

§ 87а.

0,38

- 3) на рѣзаніе вицъ рабочихъ $\frac{1,5}{1000} \times 63 \dots\dots\dots$

§ 86

0,09

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	4) для вязки прутяного каната рабочихъ $0,04 \times 15,80$ хвоста $0,008 \times 15,8 = 0,13$ куб. саж.	§ 85.	0,63		
	5) для заготовки хвоста для укрѣпленія и для каната—рабочихъ $1 \times (0,47 + 0,13)$	§ 82 а.	0,60		
	ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ДЕРЕВЯННАГО ПЕРЕПАДА.				
	а. Рабочихъ силъ.				
1	Чернорабочихъ		68,62		
2	Плотниковъ		45,68		
3	Цильщиковъ		7,20		
4	Конопатчиковъ		3,42		
5	Конныхъ подводъ		6,36		
	б. Матеріаловъ.				
1	Досокъ 1,5 вер., шир. 5 вер., длин. 6 арш.		33 шт.		
2	Хвоста		0,6 куб. с.		
3	Желѣзной поковки (болты, бугели, скобы)		3,23 п.		
4	Гвоздей		1,08 п.		
5	Пеньки смоленой		2,49 п.		
6	Смолы густой и жидкой		2,13 п.		
7	Масла коноплянаго		0,86 ф.		
					Хворостъ изгото- вляется на мѣстѣ; потребное для это- го число рабочихъ исчислено въ смѣ- тѣ.

На устройство барачковъ для рабочихъ. котлы, ведра, козлы. ватерпасы. засыпку и утрамбовку земли за стѣны и подъ полъ и т. п. мелкія работы, положено со смѣтной стоимости 3%

§ 7в.

Х. Устройство фашиннаго перепада съ уступомъ въ 0,35 саж., при ширинѣ отверстія 0,60 саж.

См. фиг. 15
(стр. 206).

- 1 Для сооруженія на уступѣ двухъ плетневыхъ заборовъ высотой до 0,5 саж. (врѣзая ихъ въ дно канала) съ промежуткомъ между ними въ 0,10 саж., при длинѣ заборовъ, изъ чертежа $[0,60 + (0,81 \times 2)] \times 2 = 4,44$ пог. саж., требуется:

рабочихъ $0,07 \times 4,44$
хвороста $0,1 \times 4,44 = 0,444$ куб. саж.
колевъ толщиной $1\frac{1}{2}$ вер., длин. $5\frac{1}{2}$ ф. $14 \times 4,44 = 62$ шт.

§ 95а, б.

0,31

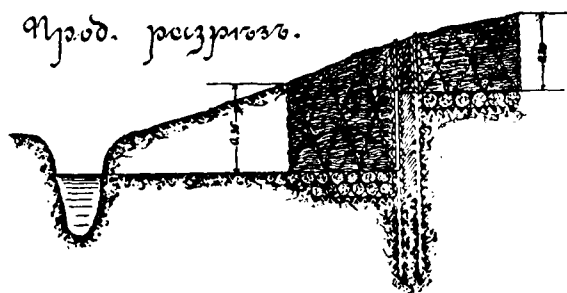
- 2 Для заполненія промежутка между плетнями, объемомъ 0,10 куб. саж., съ плотной утрамбовкой, требуется:

землекоповъ $(1,75 + 1) \times 0,10$

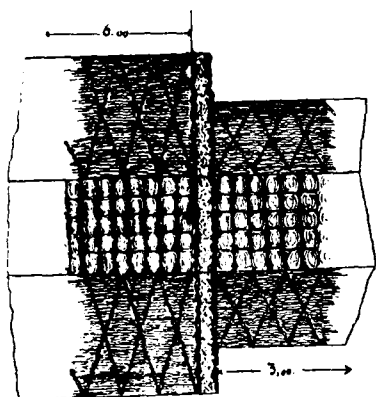
§§ 30б, 43в.

0,28

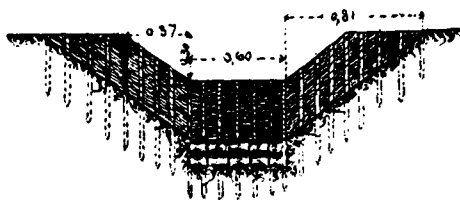
- 3 Для укрѣпленія дна канала выше и ниже перепада двукомельными фашинами на площади: $(0,60 \times 3) + (0,60 \times 6) = 5,40$ кв. саж., при чемъ на протяженіи первой сажени ниже уступа укрѣпленіе изъ двухъ рядовъ фашинъ. для сего нужно фашинъ длиной 0,60 саж., въ діаметрѣ 1 футъ — $7 \times 10 = 70$ шт.; для сдѣланія ихъ требуется:



Планы.



Поперечный разрезъ.



Фиг. 15. Типъ укрѣпленія перенада осушительнаго канала плетнями и фашиною.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
4	1) для изготовленія хвороста и вязки fascines. рабочихъ: $\frac{0.12 \times 0.60}{2} \times 0.70$	По сообр. съ § 846, пр. 1.	2,52		
	2) для иложенія fascines въ дѣло, съ укрѣ- пленіемъ ихъ прутянымъ канатомъ и кольями. съ присыпкой и утрамбовкой земли. рабо- чихъ: $\frac{0.05 \times 0.60}{2} \times 70$	По сообр. съ § 89а.	1,05		
	кольевъ длиной до 4-хъ футовъ: $3 \times 70 = 210$ шт.	По сообр.			
	Для укрѣпленія откосовъ канала выше и ниже устуна, площадью: $(\sqrt{0.30^2 + (0.30 \times 1.25)^2} \times 3$ $\times 2) + (\sqrt{0.65^2 + (0.65 \times 1.25)^2} \times 2 \times 6) =$ $= 15,18$ кв. саж., хворостомъ съ укрѣпленіемъ его прутянымъ канатомъ, потребуется: рабочихъ $0.12 \times 15,18$ хвороста $0,15 \times 15,18 = 2,277$ куб. саж. прутяного каната $5 \times 15,18 = 76$ п. саж. кольевъ ивовыхъ длиной 3 фута $20 \times 15,18 =$ $= 304$ шт. виць $20 \times 15,18 = 304$ шт. земли растительной $0,15 \times 15,18 = 2,277$ куб. саж.	§ 90.	1,82		

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
5	Для вязки прутьяного каната діаметромъ отъ 4 до 5 дюйм., съ перевязками черезъ каждые 8 д., требуется: рабочихъ $0,04 \times 76$ хвороста $0,008 \times 76 = 0,608$ куб. саж.	§ 85.	3,04		
6	На рѣзку и приготовленіе вицъ, требуется: рабочихъ $\frac{304}{1000} \times 1,5$	§ 86.	0,46		
7	На присыпку на хворостяное укрѣпленіе 2,28 куб. саж. растительной земли, съ утрамбовкой ея, требуется: землекоповъ $(1,5 + 0,5) \times 2,28$	§§ 306, 436.	4,56		
8	На рубку хвороста для плетневыхъ заборовъ (0,444 к. с.), для укрѣпленія откосовъ (2,277 к. с.) и для прутьяного каната (0,608 куб. саж.), всего въ количествѣ 3,329 куб. саж., съ подноской его изъ разстоянія до 40 саж., требуется: рабочихъ $1 \times 3,329$	§ 82а.	3,33		
9	На дѣланіе кольевъ для плетневыхъ заборовъ (62 шт.), для прикрѣпленія фашинъ (210 шт.) и для				

укрѣпленія хвороста на откосахъ (304 шт.), всего въ количествѣ 576 штукъ, изъ нихъ длиной $5\frac{1}{2}$ ф. — 62 шт. и длиной 3 — 4 фута 514 шт., толщиной $1\frac{1}{2}$ верш., потребуется:

$$\text{рабочихъ} \left(\frac{0.6}{100} \times 514 \right) + \left(\frac{0.83}{100} \times 62 \right) \S 87a, б. \quad 3,60$$

Овщяя потребность.

1
2
3

Рабочихъ
Землекоповъ.
Хвороста.

16,13
5,84

3,329 кв. с.

Хворостъ заготовляется на мѣстѣ; рабочія силы на заготовку его въ смѣтѣ нечислены.

См. фиг. 16.

XI. Устройство шлюза съ отверстіемъ въ 0,60 саж., на каналѣ глубиной 0,5 саж.

A. Устройство копра.

1

На сдѣланіе 4-хъ саженнаго копра, о двухъ стрѣлахъ, съ постановкой желѣзныхъ поковокъ, требуется: плотниковъ.
бревенъ длин. 4 саж., толщ. 7 верш.
" " 4 " " 6 "
" " 3 " " 7 "
" " 3 " " 6 "
аншпуговъ березовыхъ, длин. $3\frac{1}{2}$ арш.
желѣзной оковки.
на сборку и оснащеніе копра, съ переноской частей его изъ разстоянія до 40 саж.:

§ 120.

14,00

2 шт.
2 шт.
1 шт.
5 шт.
3 шт.
4,5 п.

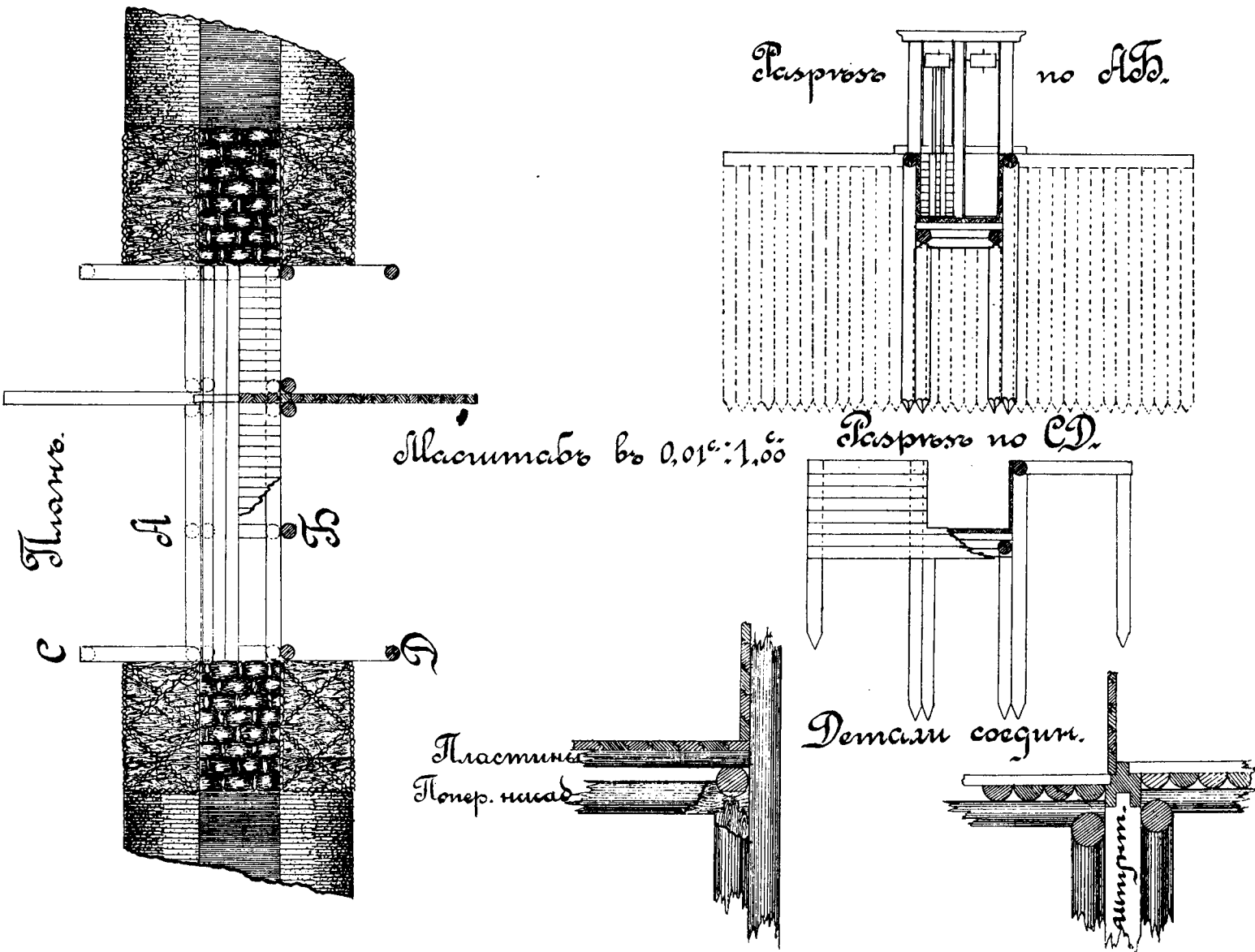
плотниковъ
рабочихъ.

2,00
2,00

чугунная баба вѣсомъ 30 пудовъ.

1 шт.

№ № но по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
2	чугунный шкифъ съ желѣзнымъ болтомъ . . .	§ 120.		1 шт.	
	троссового четырехрядильнаго каната въ			1,011 п.	
	окружности 6 дюйм., п. с. 4,5, вѣсомъ . . .			0,56 п.	
	каната кабельнаго, въ окружности 3 дюйма.			0,57 п.	
	10 пог. саж.			1 шт.	
1	веревокъ на кошки, въ окружности 1 1/2 дюйма,				
	40 пог. саж. вѣсомъ				
	блокъ для подъема свай				
	На разборку копра по окончаніи работъ съ				
	отноской частей на разстояніе 40 саж. потребуется:				
	плотниковъ		1,00		
	рабочихъ		1,00		
	В. Плотничныя работы по устройству шлюза.				
	Для устройства шпунтового ряда, длиной 3.60				
	саж. изъ 5-ти вершковыхъ бревенъ, съ забивкой				
	на глубину: подъ порогомъ на 1,5 саж., въ пле-				
	чахъ на 2,00 саж., потребуется бревно, считая				
	ширину бревна въ дѣль 3 вершка:				
	длинной 2 саж.: $\frac{48 \times 3}{3} = 48$ шт.			48 шт.	
	длинной 1,5 саж.: $\frac{48 \times 0.6}{3} = 10$ шт. или длиной				
	3 сажени			5 шт.	



Фиг. 16. Типъ шлюза съ отверстіемъ въ 0,60 сажени со шпунтомъ изъ бревенъ и съ двойнымъ поломъ.

2	Для перепиливания 5 бревень длиной 3 саж., пополамъ, потребуется: плотниковъ $0,009 \times 5$	§ 135г.	0,045		
3	Для нарубанія въ шпунтовыхъ сваяхъ гребня. выниманія шпунта, для заостренія свай съ наса- живаніемъ на соединенныя попарно сваи, бугеля; потребуется: плотниковъ $(0,055 + 0,066) \times \{[(48-1) \times 2] +$ $+ (10 \times 1,5)\} + (0,06 \times 58)$ бугелей желѣзныхъ вѣсомъ 6 фунт.—2 шт. . . скобъ желѣзныхъ вѣсомъ $\frac{1}{2}$ ф. $\frac{58}{2} \times 4 = 116$ шт.	§§ 138б в., 140. По сообр.	16,67 0,30 п. 1,45 п.		
4	Для положенія на мѣсто направляющихъ шпун- товую линію, рамныхъ брусевъ, изъ обтесанныхъ съ одной стороны 5-ти вершковыхъ бревень, съ пробуравливаніемъ дыръ для болтовъ и постановкой послѣднихъ, при длинѣ брусевъ: $3,60 \times 2 = 7,20$ п. с., потребуется: плотниковъ $0,25 \times 7,20$ бревень 5-ти вершковыхъ длиной 12 арш. . . болтовъ, длиной 16 вершк., толщиной $\frac{3}{4}$ дюйма. вѣсомъ 4 фунта -- 5 шт. на обтеску бревень для рамныхъ брусевъ съ одной стороны, при длинѣ ихъ $4 \times 2 = 8$ пог. саж., потребуется: плотниковъ $0,03 \times 8$	§ 145с. По сообр. § 135г.	1,80 2 шт. 0,5 п. 0,24		Нужная длина бревенъ 3,60 пог. с., но т. к. такихъ размѣровъ бревна не рѣжутся, взяты бревна 12 арш.
5	Для забивки, соединенныхъ парами. шпунто- выхъ свай ручнымъ копромъ; всего забивки				

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
6	$\left(\frac{48}{2} \times 2\right) + \left(\frac{10}{2} \times 1,5\right) = 55,5$ пог. саж., въ грунтъ легко проникаемый до материка, потребуется: рабочихъ дней работы копромъ: $\frac{55,5}{24} \times \frac{3}{4} = 1,78$ дней, для чего нужно: плотниковъ $2 \times 1,78$ рабочихъ $30 \times 1,78$	§§ 141а. 145ж.	3,56 53,40		
	Для нарубанія на шпунтовой линіи, выравнен- ной подъ ватерпасъ. въ плечахъ, гребня и шиповъ (сквозныхъ черезъ 1 сажень) и положенія изъ об- тесанныхъ бревенъ насадокъ изъ 5-ти вершковыхъ бревенъ, съ вынутіемъ въ нихъ шпунтовъ. при длинѣ насадокъ $1,5 + 1,5 = 3,00$ пог. саж., потре- буется: плотниковъ $0,4 \times 3$ скобъ въсомъ $\frac{1}{2}$ ф. — 8 шт. бревенъ 5-ти вершковыхъ длин. $4\frac{1}{2}$ арш. — 2 шт., или длиной 9 аршинъ. для переделки бревна пополамъ и для обтески съ 4-хъ сторонъ, потребуется: плотниковъ $(0,009 \times 1) + (0,12 \times 3)$	§ 145д. §§ 135г. 136.	0,12 0,37	0,10 п. 1 шт.	

7	<p>Для стѣнныхъ и половыхъ свай потребуется бревенъ 5-ти вершковыхъ; согласно чертежа:</p> <p>длиной 1,5 саж., для половыхъ свай и въ крылья: 14 шт., или длин. 9 аршинъ. длиной 6 аршинъ, для стѣнныхъ свай.</p>				7 шт. 10 шт.
8	<p>Для перепиливанія 7-ми бревенъ для свай поламъ и для заостренія 24-хъ круглыхъ свай. съ обравниваніемъ верха и насаживаніемъ бугеля, потребуется:</p> <p>плотниковъ $(0,009 \times 7) + (0,06 \times 24)$ бугелей желѣзныхъ вѣсомъ 6 фун. — 1 шт. .</p>	§ 135г. 140.	1,50		0,15 п.
9	<p>Для забивки круглыхъ свай копромъ, въ грунтъ легко проникаемый до материка, при общей длинѣ забивки $(14 \times 1,5) + (10 \times 2) = 41$ пог. саж., потребуется:</p> <p>рабочихъ дней работы копра $\frac{41}{24} = 1,71$ день; для чего нужно: плотниковъ $2 \times 1,71$ рабочихъ $30 \times 1,71$</p>	§ 141 а.	3,42 51,30		
10	<p>Для устройства на половыхъ сваяхъ ростверка. съ обтеской съ двухъ сторонъ бревенъ. нарубаніемъ на сваяхъ шиновъ. а въ брусьяхъ выдалбливаніемъ гнѣздъ, со врубаніемъ брусьевъ одинъ въ другой и сращиваніемъ концовъ ихъ зубомъ, потребуется:</p> <p>бревенъ 5-ти вершковыхъ для продольныхъ и поперечныхъ насадокъ: $(3 \times 2) + (0,6 \times 5) = 9$ пог. саж.;</p>				

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. работ. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	$9 + (9 \times 0,1) = 9,9$ пог. саж. или бревенъ . . . длиной 10 аршинъ скобъ въсомъ $\frac{1}{2}$ ф. — 20 шт. плотниковъ $0,27 \times 9,9$	§ 149. § 149.		3 шт. 0,25 п.	
11	Для перепиливанія одного 10-аршиннаго бревна на 5 равныхъ концовъ, для поперечныхъ насадокъ и двухъ, на концы въ $6\frac{3}{4}$ аршина и въ $3\frac{1}{4}$ арш. для продольныхъ насадокъ, потребуется:				
	плотниковъ $0,009 \times (4 + 2)$	§ 135г.	0,06		
12	Для нижней настилки пола, и для обшивки входныхъ крыльевъ, всего площадью: $(0,60 \times 3) + (0,8 \times 0,8 \times 2) = 3,08$ кв. саж., горбылями съ обтеской кромокъ и прилаживаніемъ въ закрой, потребуется:				
	горбылей, считая ширину ихъ въ дѣлѣ $2\frac{1}{2}$ вер.:				
	$\frac{48}{2,5} \times 3,08 \times 1 = 19,2 \times 3,08 \times 1 = 59,14$ пог. саж.;				
	плотниковъ: $(1,125 \times 3,08) \times \frac{19,2}{12}$	По сообр. съ § 257.	5,54		
	гвоздей 5 дюйм. $72 \times 3,08 \times \frac{19,2}{12} = 455$ шт. . .	§ 24.		0,57 п.	
13	Для обшивки чистаго пола, стѣнъ и входныхъ крыльевъ шлюза, досками. при площади обшивки:				

$(0,6 \times 3) + (0,45 \times 3 \times 2) + (0,8 \times 0,8 \times 2) = 5,78$
кв. саж., потребуется:

плотниковъ $1,125 \times 5,78$
досокъ $1\frac{1}{2}$ верш. шириной 5 вершковъ — $12 \times$
 $\times 5,78 = 69,36$ пог. саж.
гвоздей 6-дюймовыхъ — $72 \times 5,78 = 416$ шт. .

§ 257.

6,50

§ 24.

0,74 п.

14

Для распиливанія на доски и горбыли потре-
буется бревенъ 6-вершковыхъ, считая изъ каждого
бревна 2 доски и 2 горбыля, бревенъ $\frac{69,36}{2} = 34,68$
п. с. или бревенъ: длиной 3 сажени — 11 шт. . .
длиной 2 сажени — 1 шт.
для распилки бревенъ на три прохода, съ на-
катываніемъ на козла и устройствомъ ихъ,
потребуется:

пильщиковъ: $0,17 \times 35$

§ 137.

5,95

15

Для положенія на мѣсто коронныхъ брусьевъ,
на стѣны и крылья, и поперечныхъ схватокъ, съ
обтеской съ двухъ сторонъ 5-вершковыхъ бревенъ,
съ нарубаніемъ на стѣнныхъ сваяхъ шиповъ, а въ
насадкахъ выдалбливаніемъ гнѣздъ, съ врубкой въ
полдерева поперечныхъ схватокъ, потребуется:

бревенъ 5-вершковыхъ: $(3 \times 2) + (0,8 \times 5) +$
 $+ (0,8 \times 4) = 13,20$ пог. саж.;

$13,20 + (13,20 \times \frac{1}{10}) = 14,52$ пог. саж. . .

или бревенъ 6 аршинъ — 3 шт.

" " 10 " — 2 шт.

" " 3 " — 1 шт.

плотниковъ $0,27 \times 14,52$

скобъ въсомъ $\frac{1}{2}$ ф. — 28 шт.

§ 149.

§ 149.

По соор.

3 шт.

2 шт.

1 шт.

3,92

0,35 п.

При распилкѣ
получается 69,36 п.
с. горбылей, кото-
рые и идутъ на
нижній полъ и об-
шивку входныхъ
крыльевъ.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМЪЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
16	плотниковъ для обтески бревенъ съ двухъ дру- гихъ сторонъ: $0,03 \times 14,52 \times 2$	§ 135г.	0,87		
	на перещливаніе шести аршиннаго бревна по- поламъ и 2-хъ 10-аршинныхъ на 4 части. потребуется:				
	плотниковъ $0,009 \times (1 + 3 + 3)$	§ 135г.	0,06		
17	На устройство краснаго бруса, крайнихъ и среднихъ стоекъ и лавы, для щитовыхъ затворовъ. потребуется брусевъ: $0,80 + (1,50 \times 3) + 1,25 =$ $= 6,55$ п. саж. для нихъ бревенъ 6-вершковыхъ $6,55$ пог. саж. или $3,14 \times \left(\frac{6}{2 \times 48}\right) 2 \times 6,55 \times 343 =$ $= 26,06$ куб. футовъ, или бревенъ: длинной 9 аршинъ — 2 шт. " 3 " — 1 шт. для обдѣлки ихъ, съ чистой обтеской, остружкой, соединеніемъ замками и скрѣпленіемъ раз- ными желѣзными поковками, требуется: плотниковъ $0,32 \times 26,06$	§ 275.з.	8.34	2 шт. 1 шт.	
	Для сдѣланія двухъ щитовыхъ затворовъ, пло- щадью каждый $3\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ фут.. съ прилаживаніемъ и постановкой всей оковки требуется:				

	плотниковъ 3×2	§ 254.	6,00	
	досокъ $1\frac{1}{2}$ -вершковыхъ 6 пог. саж.; или длиной 3 аршина — 6 штукъ; оковки желѣзной $5 \times 2 = 10$ фунтовъ.	Изъ чертежа.	0,25 п.	
18	Для шести трехъ аршинныхъ досокъ нужно: бревенъ 6-ти вершковыхъ длиной 3 арш. — 3 шт. для распилки ихъ на три прохода, пильщиковъ $0,17 \times 3$	§ 137.	0.51	3 шт.
19	Для сдѣланія двухъ валовъ для поднятія щитовъ съ обтеской, выстругкой, выдабливаніемъ гнѣздъ для рычаговъ, съ постановкой оковки и укрѣпленіемъ на мѣсто, потребуется:			
	плотниковъ 1.5×2	§ 255.	3,00	
	бревенъ 5 вершк. $0,5 \times 2 = 1$ пог. саж. или длин. 3 арш. — 1 шт.			1 шт.
	оковки желѣзной $10 \times 2 = 20$ ф.			0.50 п.
20	Для оконочиванія въ наборъ пазовъ въ полу и стѣнахъ шлюза, при общей длинѣ пазовъ, по чертежу, 57 пог. саж., потребуется:			
	конопатчиковъ $0,06 \times 57$	§ 268б. пр. 2.	3,42	
	пеньки смоленной $1,75 \times 57 = 99,75$ ф.			2,49 ф.
	масла коноплянаго $0,25 \times 3,42 = 0.86$ ф.			0.86
21	Для осмолки за два раза пола, стѣнъ и щитовъ общей площадью $(1.5 \times 3) + (0.2 \times 2 \times 2) = 5,30$ кв. саж. потребуется:			
	рабочихъ $0,1 \times 5,30 \times 2$	§ 271а, б.	1,06	
	смолы жидкой и густой $0,4 \times 5,30$			2,12 п.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМЪЧАНІЯ.																																																																																
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.																																																																																	
1	<p>В. Заготовка лѣсныхъ матеріаловъ.</p> <p>Общая потребность лѣсныхъ матеріаловъ:</p> <p>Бревенъ 7-вершковыхъ длин. 12 арш. 2 шт. .</p> <table><tr><td>"</td><td>7</td><td>"</td><td>"</td><td>9</td><td>"</td><td>1</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>6</td><td>"</td><td>"</td><td>12</td><td>"</td><td>2</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>6</td><td>"</td><td>"</td><td>9</td><td>"</td><td>18</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>6</td><td>"</td><td>"</td><td>3</td><td>"</td><td>4</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>5</td><td>"</td><td>"</td><td>12</td><td>"</td><td>2</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>5</td><td>"</td><td>"</td><td>10</td><td>"</td><td>5</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>5</td><td>"</td><td>"</td><td>9</td><td>"</td><td>13</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>5</td><td>"</td><td>"</td><td>6</td><td>"</td><td>62</td><td>"</td><td>.</td></tr><tr><td>"</td><td>5</td><td>"</td><td>"</td><td>3</td><td>"</td><td>2</td><td>"</td><td>.</td></tr></table> <p>Для срубки бревенъ въ хвойномъ лѣсу, очистки отъ сучьевъ, съ уборкой ихъ, оскобленіемъ отъ коры и укладкой въ кучи, потребуется:</p> <p>рабочихъ $(0,294 \times 2) + (0,205 \times 1) + (0,208 \times 2) +$ $+ (0,15 \times 18) + (0,208 \times \frac{4}{4}) + (0,157 \times 2) +$ $+ [0,105 \times (5 + 13)] + (0,157 \times \frac{63}{2}) = 10,47 .$</p> <p>Для перепиливанія 31 бревенъ 12 арш. попо- ламъ и одного на 4 части, потребуется:</p> <p>плотниковъ: $0,009 \times (31 + 3) = 0,31$</p>	"	7	"	"	9	"	1	"	.	"	6	"	"	12	"	2	"	.	"	6	"	"	9	"	18	"	.	"	6	"	"	3	"	4	"	.	"	5	"	"	12	"	2	"	.	"	5	"	"	10	"	5	"	.	"	5	"	"	9	"	13	"	.	"	5	"	"	6	"	62	"	.	"	5	"	"	3	"	2	"	.	<p>§ 105.</p> <p>§ 135г.</p>	<p>10,47</p> <p>0,31</p>	<p>При примѣненіи § 105 бревна 10 ар. приравняются 9 ар.; для бревенъ 6 ар. и 3 ар. заго- тавливаются бревна 12 ар., а затѣмъ перепиливаются.</p>
"	7	"	"	9	"	1	"	.																																																																													
"	6	"	"	12	"	2	"	.																																																																													
"	6	"	"	9	"	18	"	.																																																																													
"	6	"	"	3	"	4	"	.																																																																													
"	5	"	"	12	"	2	"	.																																																																													
"	5	"	"	10	"	5	"	.																																																																													
"	5	"	"	9	"	13	"	.																																																																													
"	5	"	"	6	"	62	"	.																																																																													
"	5	"	"	3	"	2	"	.																																																																													

3

Для перевозки бревенъ по неустроеннымъ дорогамъ, на разстояніе до 6-ти верстъ, полагая въсѣ ихъ $(30,86 \times 2) + (21,91 \times 1) + (23,9 \times 2) + (17 \times 18) + [4,76 \times 4] + [17,55 \times 2] + [(12,28 + \frac{17,55 - 12,26}{3}) \times 5] + (12,28 \times 13) + (7,59 \times 62) + (3,51 \times 2) = 1198,96$ пудовъ, потребуется:

конныхъ подводъ съ проводниками:

$$\frac{1198 \times 1,6}{1000} \times 9,52 \dots \dots \dots$$

§ 674.

§§ 676, 687.

18,25

Г. Фашинныя работы по укрѣпленію дна и откосовъ канала, впереди и сзади шлюза.

Типъ укрѣпленія и количество работъ такое же, какъ и для деревяннаго перепада (см. смѣту IX).

Общая потребность для фашинныхъ работъ:

рабочихъ
хвороста

7,58

0,6 кв. с.

Общая потребность для устройства шлюза.

Рабочихъ силъ:

Рабочихъ
Плотниковъ
Пильщиковъ
Конопатчиковъ
Конныхъ подводъ

126,81

82,01

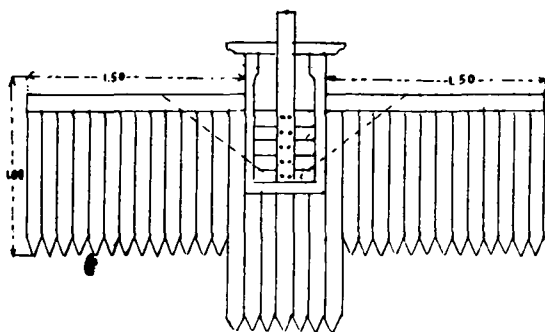
6,46

3,42

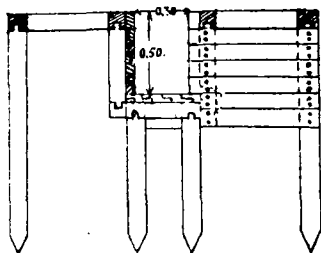
18,25

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. работ. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	Матеріаловъ:				
	Чугунная баба вѣсомъ 30 п.			1 шт.	
	Чугунный шкивъ			1 шт.	
	Блокъ			1 шт.	
	Канатовъ и веревокъ разныхъ			2,14 н.	
	Разной желѣзной оковки			8,35 н.	
	Гвоздей 6 и 7 дюймовыхъ			1,31 н.	
	Пеньки смоленой			2,49 п.	
	Смолы			2,12 п.	
	Масла коноплянаго			0,86 ф.	
	Хвороста			0,6 кв. с.	Хворостъ заготов- ливается на мѣстѣ работъ.
	На устройство бараковъ для рабочихъ, на козла, ведра, котлы, доски, засыпку земли за стѣны и т. п. надобности полагать 3% общей стоимости работъ и матеріаловъ	§ 7.			
	XII. Устройство двухъ шлюзовъ съ отверстіемъ въ 0.30 саж. при глубинѣ каналовъ 0,50 саж.				
	Для одного шлюза.				
	А. Плотничныя работы.				См. фиг. 17.
1	Для устройства шпунтоваго ряда, длиной 3,60 саж., изъ 5 вершковыхъ бревенъ ошпеленныхъ съ				

Поперечный разрезъ по шпунтовой линіи.

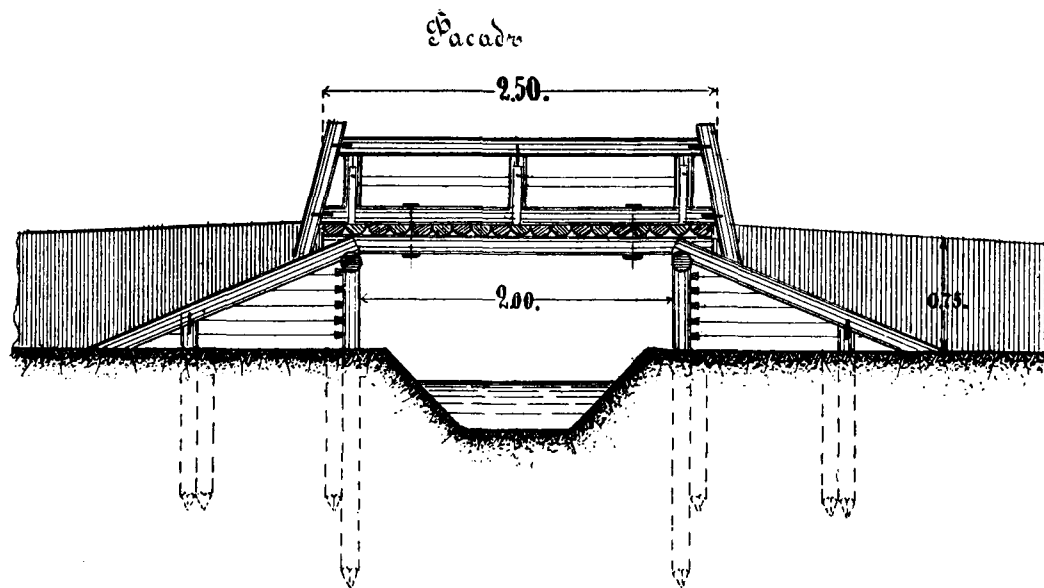


Разрезъ по линіи переднихъ крѣпежъ.

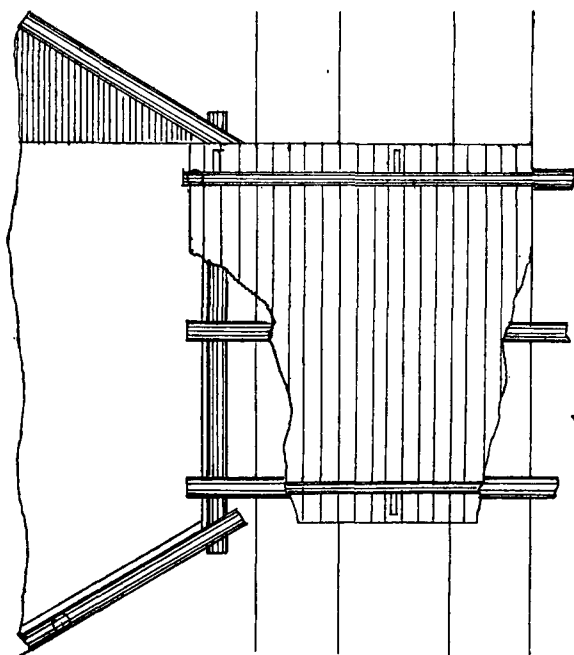


Фиг. 17. Типъ шлюза съ отверстіемъ 0,30 саж. со шпунтомъ изъ отесанныхъ съ двухъ сторонъ 5 вершковыхъ бревенъ и съ одинарнымъ поломъ.

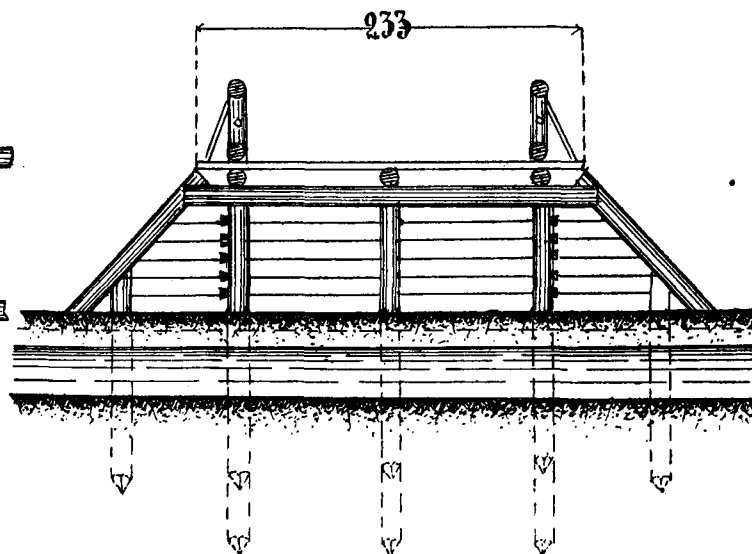
№№ по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	<p>двухъ сторонъ. потребуется, считая толщину бревна въ дѣлѣ 3 вершка, шпунтовыхъ свай $\frac{48 \times 3,60}{3} = 58$ шт., изъ нихъ, согласно чертежа, длиной 1 сажень—54 шт., длиной 1,5 саж.—4 шт.; для свай нужно бревенъ 5-вершковыхъ:</p> <p>длиной 6 аршинъ — $\frac{54}{2}$</p> <p>длиной 9 аршинъ — $\frac{4}{2}$</p>			<p>27 шт.</p> <p>2 шт.</p>	
2	<p>На опилованіе у бревенъ съ двухъ сторонъ горбинъ, толщиной по $1\frac{1}{2}$ вершка, при длинѣ бревенъ 60 пог. саж., потребуется:</p> <p>пильщиковъ $0,12 \times 60$</p> <p>при чемъ, получится горбинъ длиной 6 арш.—27 шт., длиной 9 арш.—2 шт.</p>	§ 137а.	7,20		
3	<p>Для перепиливанія 29-ти бревенъ для шпунтовыхъ свай пополамъ, потребуется:</p> <p>плотниковъ $0,009 \times 29$</p>	§ 135г.	0,26		
4	<p>Для нарубанія въ шпунтовыхъ сваяхъ гребня, выниманія шпунта и для заостренія свай съ насаживаніемъ бугеля требуется:</p>				Шпунтовые сваи передъ забивкой спариваются помощью скобъ.



Планъ



Поперечный разрезъ.



Фиг. 18. Типъ моста съ косорубами.

	плотниковъ $(0,055 + 0,066) \times 60 + (0,06 \times 58)$. бугелей желѣзныхъ вѣсомъ 6 ф.—2 шт. скобъ вѣсомъ $\frac{1}{2}$ фунта, для спариванія свай, $\frac{58}{2} \times 4 = 116$ шт.	§§ 1386, в., 140.	10,74	0,30 п. 1,45 п.
5	Для положенія на мѣсто направляющихъ шпун- товую линію рамныхъ брусевъ, изъ обтесанныхъ съ одной стороны 5-вершковыхъ бревенъ, съ про- буравленіемъ въ нихъ дыръ для болтовъ, съ по- становкой постѣдныхъ, при длинѣ направляющихъ брусевъ $3,60 \times 2 = 7,20$ пог. саж., потребуется: плотниковъ $0,25 \times 7,20$ бревенъ 5-вершк. длиной 12 арш. болтовъ длиной 16 вершк. толщ. $\frac{3}{4}$ ", вѣсомъ по 4 фунта—5 штукъ	§ 145е. По соор.	1,80	2 шт. 0,5 п.
6	Для обтески съ одной стороны, направляющихъ шпунтовую линію, 5 вершк. бревенъ, при общей длинѣ ихъ $4 \times 2 = 8$ пог. саж., потребуется: плотниковъ $0,03 \times 8$	§ 135г.	0,24	
7	Для забивки шпунтовыхъ свай въ количествѣ 58 штукъ, ручной бабой вѣсомъ въ 4 пуда, при 4-хъ рабочихъ и 1 плотникѣ, на глубину 1 саж., въ довольно крѣпкій грунтъ потребуется: рабочихъ $0,66 \times 58 \times 1$ плотниковъ $0,16 \times 58 \times 1$	§ 144б.	38,28 9,28	
8	Для выравниванія верха свай подъ ватерпасъ, съ нарубаніемъ гребня и шиповъ (сквозныхъ че- резъ 1 сажень). и положенія на нихъ изъ обтесан-			

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. работ. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	<p>ныхъ бревенъ насадокъ, съ вынутіемъ въ нихъ шпунтовъ, потребуется:</p> <p>плотниковъ 0.4×3</p> <p>бревенъ для насадокъ въ плечи, длиной 9 арш.</p>	§ 145д.	1,20	1 шт.	<p>Насадки исчисляются только въ плечи шпунта; насадка на порогъ (красный брусъ) дѣлается особо.</p>
9	<p>Для обтески насадокъ съ 4-хъ сторонъ, черенкованія 9 аршиннаго бревна на 2 насадки въ плечи, потребуется:</p> <p>плотниковъ $(0,12 \times 3,00) + (0,009 \times 1)$</p>	§§ 135г., 136.	0,37		
10	<p>Свай подъ полъ и крылья, согласно чертежа, нужно: длиной 1,5 сажень, въ крылья, 4 шт., длиной 1 саж., подъ полъ—10 шт.</p> <p>для нихъ бревенъ 9-аршинныхъ</p> <p>" " " 6 "</p>			2 шт. 5 шт.	
11	<p>Для черенкованія пополамъ бревенъ для половыхъ свай, потребуется:</p> <p>плотниковъ $0,009 \times 6$</p>	§ 135г.	0,06		
12	<p>Для заостренія круглыхъ свай, съ обравниваніемъ верха и насаживаніемъ бугеля и для забивки</p>				

	сваи ручной оаоои въ довольно крѣпкіи грунтъ потребуется:				
	плотниковъ $(0,06 \times 14) + 0,16 \times [10 + (1,5 \times 4)]$. рабочихъ $0,66 \times [10 + (1,5 \times 4)]$	§§ 140, 144б.	3,20 10,56		
13	Для положенія на половыя сваи поперечныхъ насадокъ изъ 5-вершковыхъ бревенъ, съ обтеской ихъ съ двухъ сторонъ, съ нарубаніемъ на сваяхъ шиповъ, а въ насадкахъ выдалбливаніемъ гнѣздъ, съ укрѣпленіемъ на мѣстѣ скобами, при длинѣ насадокъ $0,5 \times 5 = 2,5$ пог. саж., потребуется:	По сообр. съ §§ 149 и 233.	0,50	1 шт. 0,25 п.	
	плотниковъ $0,20 \times 2,5$ бревенъ 5-верш. длиной 8 арш. скобъ желѣзныхъ, вѣсомъ $\frac{1}{2}$ ф.—20 шт. . . .				
14	Для постановки 10-ти вертикальныхъ стоекъ, для стѣнъ, нужно брусевъ, длиной 0,5 саж.—10 шт.: для нихъ бревенъ 5-вершковыхъ, длиной 1 с. . для перепиливанія 5-ти бревенъ пополамъ, обте- ски ихъ съ 4-хъ сторонъ, для нарубанія на нижнихъ концахъ стоекъ шиповъ, съ выдал- бливаніемъ для нихъ въ насадкахъ на сваи гнѣздъ, потребуется:			5 шт.	
	плотниковъ $(0,009 \times 5) + (0,12 \times 5) + (0,10 \times$ $\times 10)$	§§ 135г, 136. 138д.	1,65		
15	Для постановки стоекъ на мѣсто съ укрѣпле- ніемъ ихъ скобами, потребуется:	По сообр. съ § 234.	0,60		
	плотниковъ $0,12 \times 5$ скобъ желѣзныхъ толщиной $\frac{3}{4}$ дюйм., вѣсомъ $\frac{1}{2}$ ф. 20 шт.			0,25 п.	

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. работ. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
16	<p>Для обшивки входныхъ и выходныхъ крыльевъ, площадью $0,80 \times 0,70 \times 4 = 2,24$ кв. саж., горбинами, отпиленными отъ шпунтовыхъ свай, считая ширину горбины въ дѣлѣ 2 вершка, съ обтеской кромокъ и прилаживаніемъ въ закрой, потребуется:</p> <p>горбинъ $\frac{48}{2} \times 2,24 = 53,76$ пог. саж.</p> <p>плотниковъ $1,125 \times 2,24 \times 2$</p> <p>гвоздей 5-дюймовыхъ $72 \times 2,24 \times 2 = 323$ шт.</p>	По сообр. съ § 257. § 24.	5,04	0,40 п.	
17	<p>Для обшивки пола и стѣнъ досками въ закрой, при площади обшивки $(0,35 \times 3) + (0,45 \times 3 \times 2) = 3,75$ кв. саж., потребуется:</p> <p>досокъ 1$\frac{1}{2}$-верш. шириною 5 верш. $12 \times 3,75 = 45$ пог. саж. или длиной 6 аршинъ</p> <p>гвоздей 6-дюймовыхъ $72 \times 3,75 = 270$ шт.</p> <p>плотниковъ $1,125 \times 3,75$</p>	§ 257. 24. § 257.	4,22	23 шт. 0,48 п.	
18	<p>Для положенія на мѣсто коронныхъ брусевъ на стѣны и крылья и поперечныхъ схватокъ, съ обтеской съ двухъ сторонъ 5-вершковыхъ бревенъ, съ нарубаніемъ на стѣнныхъ стойкахъ шиповъ, а въ насадкахъ выдалбливаніемъ гнѣздъ, съ врубкой въ полдерева при соединеніяхъ, потребуется:</p>				

	бревень 5-верш. $(3 \times 2) + (0,5 \times 5) + (0,8 \times 4) = 11,70$ п. с.; или бревень длиной 6 арш. 3 шт. длиной 10 аршинъ 1 шт.			3 шт.
	длиной 3 арш. 3 шт.			1 шт.
	плотниковъ $11,70 \times 0,27$	§ 149.	3,16	3 шт.
	скобъ въсомъ $\frac{1}{2}$ ф. 28 шт.	По сообр.		0,35 п.
19	Для устройства красного бруса, крайнихъ брусевъ и лавы для щита, потребуется: бревень 6-верш. $(0,9 \times 3) + 0,5 = 3,2$ саж. или бревень 10-арш. 1 шт.	По сообр.		1 шт.
	для обдѣлки съ постановкой на мѣсто, требуется: плотниковъ: $0,32 \times [3,14 \times (\frac{3}{2 \times 48})^2 \times 3,50 \times 343]$	§ 275з.	1,08	
20	Для сдѣланія щита площадью $3\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ фута потребуется: плотниковъ 3×1	§ 254.	3,00	
	досокъ $1\frac{1}{2}$ -верш. — 3 пог. саж. или длиной 3 аршина 3 шт.	По еоображ.		3 шт.
	бревень 4 верш. длиной 3 арш. 1 шт.			1 шт.
21	Для оконопачиванія въ наборъ пазовъ въ полу и стѣнахъ шлюза, при общей длинѣ пазовъ 57 пог. саж., потребуется: конопатчиковъ $0,06 \times 57$	§ 268б, пр. 2.	3,42	
	пеньки смоленной $1,75 \times 57 = 99,75$ ф.			2,49 п.
	масла коноплянаго $0,25 \times 3,42 = 0,86$ ф.			0,86 ф.
22	Для осмолки за два раза пола, стѣнъ и щитовъ общей площадью $[(0,45 + 0,30 + 0,45) \times 3] + (0,2 \times 2) = 4$ кв. саж., требуется:			

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- териаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- риаловъ.	
	рабочихъ $0,1 \times 4 \times 2$ смолы жидкой и густой $0,4 \times 4$	§ 271a, б.	0,80	1,60 п.	
	Б. Заготовка лѣсныхъ материаловъ. Общая потребность лѣсныхъ материаловъ: Бревенъ 6-верш., длиной 10 арш. " 5 " " 12 " " 5 " " 10 " " 5 " " 9 " " 5 " " 8 " " 5 " " 6 " " 5 " " 3 " " 4 " " 3 "			1 шт. 2 шт. 1 шт. 5 шт. 1 шт. 35 шт. 8 шт. 1 шт.	Доски не заго- тавливаются, а при- обрѣтаются на стор- онѣ.
1	Для срубки бревенъ въ хвойномъ лѣсу, очистки отъ сучьевъ, съ уборкой ихъ, оскобленіемъ коры и укладки въ кучи требуется: рабочихъ $(0,15 \times 1) + (0,157 \times 2) + (0,105 \times$ $\times 1) + (0,105 \times 5) + (0,105 \times 1) + (0,157 \times$ $\times \frac{35}{2}) + (0,105 \times \frac{8+1}{3}) =$	§ 105.	4,26		При примѣненіи § 105-го 8 и 10-арш. бревна приравнены къ 9-ар., для 6 и 3 ар. заготовля- ются бревна 12 и 9-ар., а затѣмъ пе- рениливаются.
2	На перепиливаніе 18-ти — 12-ти арш. бревенъ пополамъ и 4-хъ — 9-арш. на 3 части, требуется: плотниковъ $0,009 \times (18 + 8) =$	§ 135г.	0,23		

Для перевозки бревенъ по неустроеннымъ дорогамъ на разстояніе до 6-ти вер., полагая въсь ихъ: $\left[\left(17 + \frac{23,90 - 17}{3} \right) \times 1 \right] + (17,55 \times 2) +$
 $+ \left[\left(12,28 + \frac{17,55 - 12,28}{3} \right) \times 1 \right] + (12,28 \times 5) +$
 $+ \left[\left(12,28 - \frac{12,28 - 7,59}{3} \right) \times 1 \right] + (7,59 \times 35) +$
 $+ (3,51 \times 8) + (2,29 \times 1) = 437,58$ пуда, потребуется:

конныхъ подводъ съ проводниками:

$$\frac{437,58 \times 1,6}{1000} \times 9,52 \dots \dots \dots$$

§ 674.

§§ 676, 687.

6,67

В. Фашиновые работы по укрѣпленію два и откосовъ выше и ниже шлюза.

Потребуется, согласно смѣты IX (см. выше):

рабочихъ.
хвороста.

7,58

0,6 куб. с.

Общая потребность.

Для одного шлюза.

Рабочихъ 61,48
Плотниковъ 46,63
Пильщиковъ 7,20
Конопатчиковъ 3,42
Конныхъ подводъ 6,67

Для двухъ шлюзовъ.

122,96
93,26
14,40
6,82
13,34

Матеріаловъ.

Оковки желѣзной 3,10 пуд.
Гвоздей 0,88 пуд.

6,20 п.
1,76 п.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМЪЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
1	Пеньки смоленой 2,49 пуд. Смолы 1,60 пуд. Масла коноплянаго 0,86 ф. Досокъ 1½-верш.: длиной 6 арш. 23 шт. " " " " 3 " 3 " На устройство бараконъ для рабочихъ, на котлы, ведра, козла, засыпку земли за стѣны и т. п. ра- боты полагать 3% общей стоимости работъ и ма- теріаловъ. XIII. Устройство дороги черезъ болото. Для устройства дороги длиной 425 пог. саж., шириной по верху 2,50 саж., высотой 0,5 саж., съ одинарными откосами, всего объемомъ 637,5 куб. саж., изъ хвороста съ присыпкой его торфомъ и пескомъ требуется: хвороста $\frac{0,22 \times 7 \times 1}{1,5} \times 637,5 = 638,77$ к. с. торфа и песку — $0,33 \times 637,5 = 200,37$ куб. саж. изъ нихъ торфа 100,37 куб. саж. и песку 100 куб. саж. рабочихъ на разстилку хвороста и на присыпку его землей: $\frac{0,20 \times 7}{1,5} \times 1 \times 637,5 =$	§ 7. 			

2	Для подвозки 100 куб. саж. песку изъ разстоя- нія 120 саж., потребуется:			
	землекоповъ 1×100	§ 30а.	100,00	
3	конныхъ подводъ $\frac{100 \times 1000}{1000} \times \left(\frac{1,11 - 0,97}{50} \times \right.$ $\left. \times 20 + 0,97 \right)$	§§ 673, 676, пр. 1.	102,60	
	Для вырытія по обѣ стороны дороги кюветовъ, объемомъ $\frac{1,00 + 0,20}{2} \times 0,40 \times 425 \times 2 = 204$ куб. саж., съ выбрасываніемъ части торфа на до- рогу, потребуется:			
	землекоповъ $1,5 \times 204$	§ 30б.	306,00	
4	На утрамбовку торфа и песку на дорогѣ потре- буется:			
	землекоповъ $0,5 \times 200,37$	§ 43б.	100,19	
5	На укрѣпленіе откосовъ дороги на протяженіи 140 пог. саж., съ обѣихъ сторонъ, хворостомъ при площади откосовъ: $\sqrt{0,50^2 + (0,50 \times 1)^2} \times 140 \times$ $\times 2 = 198,80$ кв. саж., потребуется:			
	рабочихъ $0,12 \times 198,80$	§ 90.	23,86	
	хвороста $0,15 \times 198,80 = 29,82$ куб. саж.			29,82
	прутяного каната $5 \times 198,80 = 994$ пог. саж.			куб. с.
	виць $20 \times 198,80 = 3976$ шт.			
	кольевъ длиной 2 — 3 ф. $20 \times 198,80 = 3976$ шт.			3976 шт.
6	Для вязки прутяного каната въ діаметръ 4—5 д. съ перевязками черезъ каждые 8 д., потребуется:			
	рабочихъ $0,04 \times 994$	§ 85.	39,76	
	хвороста $0,008 \times 994 = 7,95$ куб. саж.			17,95 к. с.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
7	На рѣзку и приготовленіе вѣщ. требуется: рабочихъ $\frac{3976}{1000} \times 1.5$ хвороста $\frac{3976}{1000} \times 0,33 = 1,31$ куб. саж.	§ 86.	5,96	1,31 куб. с.	
8	На дѣланіе кольевъ длиной 2 — 3 фута толщи- ной $1\frac{1}{2}$ ", требуется: рабочихъ $\frac{3976}{100} \times 0,6$	§ 87а.	23,86		
9	Для рубки хвороста для настила на дорогу и для укрѣпленія откосовъ, всего въ количествѣ: $638,77 + 29,82 + 7,95 + 1,31 = 677,85$ куб. саж., съ подвозкой его изъ разстоянія до 80 саж., потре- буется: рабочихъ $1 \times 677,85$ конныхъ подводъ $\frac{677,85 \times 125}{1000} \times [0,83 +$ $+ \frac{0,97 - 0,83}{50} \times 30]$	§ 82а. § 673. § 676.	677,85 77,29		
10	Для постановки по обѣ стороны дороги на раз- стояніи 2 арш. тумбъ, требуется: тумбъ 2 арш. $(\frac{425 \times 3}{2} + 1) \times 2 = 1277$ ш.				

для нихъ бревень 5-в. длиной 6 арш. $\frac{1277}{3}$. .
 для перепиливанія ихъ на тумбы — плотниковъ
 $0,009 \times 426 \times 2$
 на выкапываніе и засыпку ямъ съ постановкой
 тумбъ — плотниковъ $\frac{0,625}{2,5} \times 1277$

§ 135г.

7,67

426 шт.

§ 202 пр.

319,25

ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ.

Рабочихъ
 Землекоповъ
 Плотниковъ
 Конныхъ подводъ
 Бревень 5-верш. длиной 6 арш.
 Хвороста

1365,89

506,63

326,92

179,89

426 шт.
 677,85 кб.
 саж.

Хворостъ заго-
 тавливается на мѣ-
 стѣ работъ.

**XIV. Мостъ № 1-й, съ носорубами, съ площадью
 настила $2,50 \times 2,33$ саж.**

1

Для свай подъ косорубы, потребуется:

бревень 5-верш. длиной 2 саж. 5 шт.

бревень длиной 1,5 саж.—4 шт. пли

бревень длиной 9 арш. 2 шт.

По чертежу.

5 шт.

2 шт.

2

Для перепиливанія двухъ 9-аршинныхъ и 5—6
 аршин. бревень пополамъ и для заостренія свай,
 съ обравниваніемъ верха и насаживаніемъ бугеля,
 потребуется:

плотниковъ $(0,009 \times 7) + (0,06 \times 14)$

§ 135г, § 140.

0,90

См. фиг. 18.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
3	<p>Для забивки 14 свай на глубину 1,00 с., руч- ной бабой вѣсомъ въ 4 пуда, въ довольно крѣп- кій грунтъ, требуется:</p> <p>рабочихъ $0,66 \times 1,00 \times 14$ плотниковъ $0,16 \times 1,00 \times 14$ бугелей желѣзныхъ вѣсомъ 6 ф.—2 шт. . . .</p>	§ 144.	9,24 2,24	0,30 п.	
4	<p>Для рубки въ лапу по забитымъ сваямъ стѣнъ косорубовъ изъ пластинъ, толщиной $2\frac{1}{2}$ вершка, при площади $\left[(0,70 \times 2,10 + \frac{0,70 \times 1,50}{2} \times 2) \right] \times$ $\times 2 = 5,04$ кв. саж., требуется:</p> <p>пластинъ $11 \times 5,04 = 55,4$ пог. саж. плотниковъ $0,12 \times 5,04$</p>	По сообр. съ § 153а.	6,48		
5	<p>Для положенія на мѣсто насадокъ, съ наруба- ніемъ на сваяхъ шиповъ и выдалбливаніемъ въ насадкахъ гнѣздъ, при длинѣ насадокъ $(2,66 +$ $+ 1,66 + 1,66) \times 2 = 12,00$ пог. саж., потре- буется:</p> <p>плотниковъ $0,2 \times 12,00$ пог. саж. бревенъ 5-верш., длиной 8 арш. 2 шт. " 5 " " 6 " 4 "</p>	По сообр. съ § 149.	2,40	2 шт. 4 шт.	Лишній кусокъ бревна идетъ на перила.

6	Для положенія на мѣсто прогоновъ съ врукою ихъ въ поддерева при пересѣченіяхъ, съ насадками на сваи, потребуется:				
	бревенъ 6-верш., длиной 8 арш. 3 шт.			3 шт.	
	плотниковъ $0,4 \times 5,83$	§ 654б.	2,33		
7	Для настилки сверхъ лежней пластинами, съ притеской, врубаниемъ и прикрѣпленіемъ ихъ прибойными брусьями и болтами, потребуется:				
	плотниковъ $1 \times 5,83$	§ 654в.	5,83		
	пластинъ шириною 5 верш. $11 \times 5,83 = 64,13$				
	пог. саж.				
	болтовъ длиной 1 арш., вѣсомъ $3\frac{1}{2}$ ф. $2 \times 5,83 = 12$ шт.			1,05 п.	
8	Для сдѣланія перилъ при длинѣ ихъ $2,5 \times 2 = 5$ пог. саж., потребуется:				
	плотниковъ $0,5 \times 5$	§ 654г.	2,50		
	бревенъ 5-верш. $4 \times 5 = 20$ пог. саж.				
	или бревенъ длиной 8 арш. — 4 шт.			4 шт.	
	6 арш. — 3 шт.			3 шт.	
	скобъ желѣзныхъ 20 шт.			0,25 п.	
9	Для пластинъ на косорубы и для настила, всего въ количествѣ $55,4 + 64,13 = 119,53$ пог. саж., требуется:				
	бревенъ 5 верш., длиной 7 арш.			52 шт.	
	для распиливанія бревенъ на пластины —				
	пильщиковъ: $0,07 \times 52$	§ 137а.	3,64		Лишній кусокъ бревна идетъ на перила.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	Заготовка лѣсныхъ матеріаловъ: Всего нужно: Бревень 5-верш., длиной 6 арш. 12 шт. " 5 " " 8 " 52 " " 5 " " 9 " 6 " " 5 " " 9 " 2 " " 6 " " 8 " 3 "				При примѣненіи § 105, бревна 8-ар. приравниваются 9-аршиннымъ; для 6-арш. бревень заготовливаются бревна 12-арш. и затѣмъ перепиливаются пополамъ.
10	Для срубки бревень въ хвойномъ лѣсу средней густоты, очистки отъ сучьевъ, съ уборкой ихъ, оскобленіемъ коры, требуется: рабочихъ: $[0,105 \times (6 + 2)] + \left[0,157 \times \left(\frac{12}{2}\right)\right] +$ $+ (0,15 \times 3) + \left(0,2 \times \frac{52}{2}\right)$	§ 105.	7,43		
11	Для перевозки бревень по неустроеннымъ дорогамъ на разстояніе 6 верстъ, полагая въсь бревень: $(7,59 \times 12) + \left[\left(12,28 - \frac{12,28 - 7,59}{3} \cdot 2\right) \times \right.$ $\left. \times 52 \right] + (12,28 \times 2) + \left[\left(12,28 - \frac{12,28 - 7,59}{3}\right) \times \right.$	§ 674.			

$\times 6] + \left[\left(17 - \frac{17-10,56}{3} \right) \times 3 \right] = 708,06$ пуд.,
потребуется:

конныхъ подводъ $\frac{708,06 \times 1,6}{1000} \times 9,52 \dots \S\S 676, 687. \quad 10,79$

12

Для устройства въѣздовъ по 10 саж. длиной съ каждой стороны, при высотѣ у моста 0,75 саж. съ ординарными откосами, при объемѣ въѣздовъ $\left[\left(\frac{2,33 + 3,83}{2} \times \right) \times 0,75 \right] \times \frac{10 \times 2}{2} = 23,10$ куб. саж. потребуется:

землекоповъ для копанія растительной земли и накладыванія ея въ тачки: $1,5 \times 23,10 \dots \S 306. \quad 34,65$
конныхъ подводъ, для подвозки земли изъ раз-

стоянія до 50 саж.: $\frac{23,10 \times 900}{1000} \times 0,83 \dots \S\S 673, 676. \quad 17,26$

землекоповъ для утрамбовки: $0,5 \times 23,10 \dots \S 436. \quad 11,55$

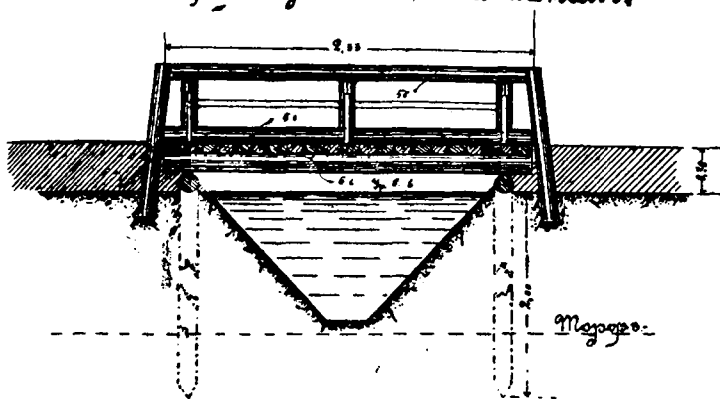
ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ.

Рабочихъ.	16,67	
Плотниковъ.	23,50	
Пильщиковъ.	3,64	
Землекоповъ.	45,38	
Конныхъ подводъ.	28,05	
Оковки желѣзной.		1,60 п.

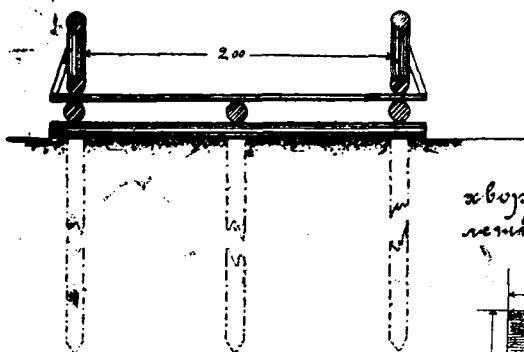
На осмолку, засыпку земли, устройство подмостей и т. п. надобности, полагать 3% общей стоимости работъ и матеріаловъ. § 7.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
	XV. Мостъ № 2 съ площадью настила $2,33 \times 2$ саж., на 6-ти сваяхъ.				
1	Для свай потребуется, бревень 5-вершк., дли- ной 6 аршинъ 6 шт.			6 шт.	См. фиг. 19.
2	Для заостренія свай съ насаживаніемъ бугеля и для забивки ихъ въ глубину 2 саж., ручной бабой въ довольно крѣпкій грунтъ, потребуется: плотниковъ $(0,06 \times 6) + (0,16 \times 6 \times 2)$. . рабочихъ $0,66 \times 6 \times 2$ бугелей желѣзныхъ 1 шт.	§§ 140, 144б.	2,28 7,92	0,15 п.	
3	Для положенія на свай насадокъ, а на нихъ прогоновъ изъ 5-вершковыхъ бревень, съ врубкой ихъ въ полдерева, при площади мостового настила $2,33 \times 2 = 4,66$ кв. саж., потребуется: плотниковъ $0,4 \times 4,66$ бревень 5-вершк., длиной 7 арш. " 5 " 8 "	§ 654б.	1,86	2 шт. 3 шт.	
4	Для настилки сверхъ лежней пластинами съ притеской, врубаніемъ и прикрѣпленіемъ ихъ при- бойными брусьями и болтами, потребуется: пластинъ 5-верш. $11 \times 4,66 = 51,26$ пог. саж. плотниковъ $1 \times 4,66$	§ 654в.	4,66		

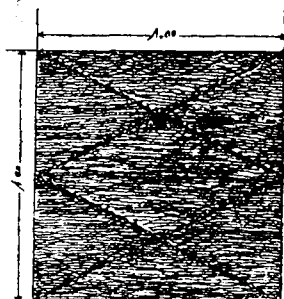
Минь-
моста через охотничий канал.



Поперечный разрезъ.

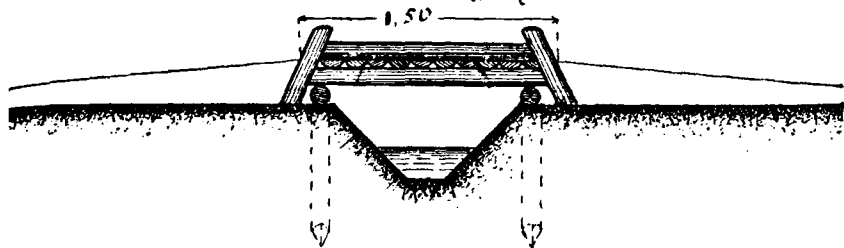


- Минь-
хвостатого укреп-
ления откосовъ.

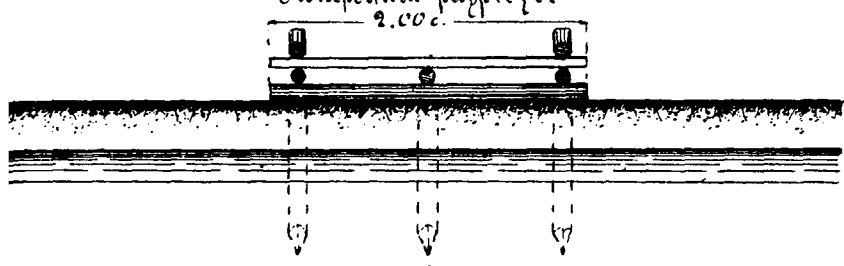


№ № но по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- териаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- риаловъ.	
5	болтовъ длиной 1 арш., въсомъ $3\frac{1}{2}$ ф. $2 \times 4,66$ 9 шт. для пластинъ нужно бревенъ 5-верш., длиной 7 аршинъ: $\frac{51,26}{2,33} \times \frac{1}{2} = 11$ шт. для распилки ихъ — пильщиковъ $0,07 \times 2,33 \times 11$.	§ 137а.	1,79	0,79 п. 11 шт.	
	На устройство перилъ, при длинѣ ихъ $2,33 \times$ $\times 2 = 4,66$ пог. саж., требуется: плотниковъ $0,5 \times 4,66$ бревенъ 5-верш., $4 \times 4,66 = 18,64$ пог. саж., или бревенъ длиной 8 аршинъ	§ 654г.	2,33	7 шт.	
6	Заготовка лѣсныхъ матеріаловъ. Всего лѣсныхъ матеріаловъ требуется: Бревенъ 5-верш., длиной 8 арш. — 10 шт. " 5 " " 7 " 13 " " 5 " " 6 " 6 "				
	Для срубки бревенъ въ хвойномъ лѣсу, очистки отъ сучьевъ и оскобленіе отъ коры требуется: рабочихъ $[0,105 \times (10 + 13)] + (0,157 \times \frac{6}{2})$. .	§ 105.	2,87		При примѣненіи § 105 бревна 7 арш.

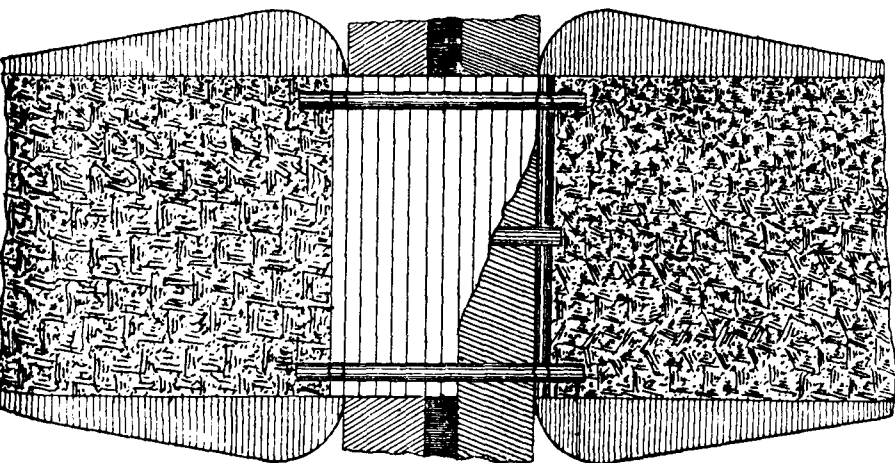
Продольный разрезъ.



Поперечный разрезъ.



Планъ.



Фиг. 20. Тигъ моста черезъ канавы малаго размѣра.

7

для перепиливанія трехъ 12-аршинныхъ бревень пополамъ потребуется:

плотниковъ $0,009 \times 3$ § 135г. 0,03

Для перевозки бревень на разстояніе до 6 верстъ полагая въсь бревень $\left[\left(12,28 - \frac{12,28 - 7,59}{3} \right) \times \right.$
 $\times 10 \left. \right] + \left[\left(7,59 + \frac{12,28 - 7,59}{3} \right) \times 13 \right] + (7,59 \times$
 $\times 6) = 271,69$ пуд., потребуется:

конныхъ подводъ: $\frac{271,69 \times 1,6}{1000} \times 9,52$ §§ 676, 687. 4,14

Общая потребность.

Рабочихъ	10,79
Плотниковъ	11,16
Пильщиковъ	1,79
Конныхъ подводъ	4,14
Оковки желъзной	

0,94 п.

На осмолку, подсыпку земли, устройство кровати для забивки свай и т. п. надобности полагать 3% общей стоимости работъ и матеріаловъ.

§ 7.

XVI. Устройство 15-ти мостиковъ черезъ канавы, шириною въ 1,50 саж.

Мостъ черезъ канаву шириною въ 1,15 саж., на 6-ти сваяхъ, забитыхъ ручной бабой, съ 2-мя насадками на шинахъ, 3-мя прогонами, настила

и 8 арш., приравнены 9 арш.; для 6 арш. заготавливаются 12 арш. и перепиливаются пополамъ,

См. фиг. 20.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
1	изъ 4-хъ вершковаго дѣса, съ притескою и при- жимными брусьями вдѣланныхъ въ тумбы вмѣсто перилъ. потребуется: Для заостренія круглыхъ 6-ти свай. съ обра- вливаніемъ верха, требуется: плотниковъ $0,06 \times 6$ бревенъ 5 вершковыхъ, 3 арш.	§ 140.	0,36	6 шт.	
2	Для забивки 6-ти свай ручной бабой въсомъ въ 4 пуда, при 4 рабочихъ и 1 плотникѣ, въ обык- новенный грунтъ, на глубину 1 саж. каждую сваю, требуется: рабочихъ $0,33 \times 6$ плотниковъ $0,08 \times 6$	§ 144а.	2,00 0,48		
3	Для нарубанія на сваяхъ шиповъ и выдалбли- ванія въ насадкахъ соответствующихъ гнѣздъ, потребуется: плотниковъ $0,10 \times 6$	§ 138д.	0,60		
4	Для положенія на мѣсто насадокъ и прогоновъ, съ врубкой ихъ при пересѣченіяхъ при площади				

	настила моста $2 \times 1,5 = 3$ кв. саж., требуется:				
	плотниковъ 0,40 \times 3	§ 654б.	1,20	3 шт.	
	бревенъ 6 верш. $4\frac{1}{2}$ арш.			2 шт.	
	" 5 " 6 "				
5	Для положенія сверхъ прогоновъ настила изъ 4-хъ вершковаго лѣса, съ обтескою бревенъ съ одной стороны и притескою съ двухъ сторонъ. требуется:				
	плотниковъ 1 \times 3.	§ 654в.	3,00	21 шт.	
	бревенъ 4 верш., 6 арш.				
6	Для положенія прижимныхъ брусевъ и, вмѣсто перилъ, тумбъ, съ проушинами и на постановку ихъ вмѣстѣ съ прижимными брусьями и прикрѣпленіемъ ихъ желѣзными болтами къ прогонамъ. требуется:				
	плотниковъ 0,33 \times 3	§ 654е.	1,00	4 шт.	
	болтовъ желѣзныхъ въ 1 арш. на $\frac{3}{4}$ "			4 шт.	
	скобъ желѣзныхъ			2 шт.	
	бревенъ 5 верш., $4\frac{1}{2}$ арш.			4 шт.	
	" 5 " $1\frac{1}{2}$ "				
7	Для сдѣланія ручной бабы, съ укрѣпленіемъ ручекъ и обравниваніемъ верха, требуется:	•			
	плотниковъ 1 \times 1	§ 122б.	1,00	2 ф.	
	гвоздей 5" 40 шт.			1 шт.	
	бревенъ сосновыхъ 8 верш. $1\frac{1}{2}$ арш.				
	Всего лѣсного матеріала.				
	Бревенъ 6 верш., 6 арш.			3 шт.	Для тумбъ взяты
	" 5 " 6 "			7 шт.	отрѣзы въ 1,5 арш.
	" 4 " 6 "			21 шт.	отъ прогоновъ и
	" 8 " $1\frac{1}{2}$ "			1 шт.	прижимн. брусевъ.

№ № по по- рядку.	ОПИСАНІЕ РАБОТЪ.	Основанія, къ опредѣл. рабоч. и ма- теріаловъ.	Потребное коли- чество.		ПРИМѢЧАНІЯ.
			Ра- бочихъ.	Мате- ріаловъ.	
8	Для срубки бревенъ въ хвойномъ лѣсу, средней густоты, очистки ихъ отъ сучьевъ, съ уборкою ихъ, оскoblениемъ коры, потребуется: рабочихъ -- $\left[\left(0,208 \times \frac{3}{2} \right) + \left(0,157 \times \frac{7}{2} \right) + 0,096 \times \frac{21}{2} \right] =$	§ 105.	1,88		
9	Для перепиливанія бревенъ пополамъ, потре- буется: плотниковъ $[(0,009 \times 5) + (0,102 \times 3)] . . .$	§ 135г,д.	0,08		
10	Для перевозки бревенъ по неустroеннымъ до- рогамъ на разстояніе 5-ти верстъ, полагая въсь бревенъ $[(5,04 \times 21) + (7,59 \times 7) + (10,56 \times$ $\times 3)] = 190,65$ пуд., потребуется: конныхъ подводъ $\frac{190,65 \times 1,6}{1000} \times 7,97$	§ 674. §§ 676, 687.		2,43	
11	Для устройства въѣздовъ 4 саж. длиною съ каждой стороны, при высотѣ у моста 0,30 саж.; откосы 1:1 ¹ / ₄ , объемъ въѣздовъ $\left\{ \left[\left(\frac{2 + 2,76}{2} \right) \times \right. \right.$ $\left. \times \frac{0,30}{2} \right] \times 4 \times 2 \} = 2,86$ куб. саж.				

а) для копанія растительной земли и наклады-
нія ее въ тачки —

землекоповъ $1,5 \times 2,86$

§ 306.

4,29

б) для подвозки земли изъ разстоянія до 50 с.
потребуется:

конныхъ подводъ $\frac{2,86 \times 900}{1000} \times 0,83$

§§ 673, 676.

2,57

в) для утрамбовки земли на мѣстѣ свалки, по-
требуется:

землекоповъ $0,5 \times 2,86$

§ 436.

1,43

ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ.

Рабочихъ

3,88

Плотниковъ

7,72

Землекоповъ

5,72

Конныхъ подводъ

5,00

Гвоздей 5" 40 шт.

2 ф.

Скобъ желѣзныхъ въ 1 ф. 4 шт.

4 ф.

12

Для устройства такихъ же 15-ти мостиковъ,
считая работы по тѣмъ же §§-мъ, требуется:

Бревень 6-вершковыхъ—6 аршинъ

45 шт.

" 5 " 6 "

105 шт.

" 4 " 6 "

315 шт.

Рабочихъ

58,20

Плотниковъ

115,80

Землекоповъ

85,80

Конныхъ подводъ

75,00

Гвоздей 5" 600 шт.

30 ф.

Скобъ желѣзныхъ въ 1 ф. 60 шт.

1 п. 20 ф.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

Исполненіе осушительныхъ работъ и нѣкоторыхъ другихъ, съ ними связанныхъ.

1. Детальная разбивка канала и закругленій.

Достаточно подробныя и добросовѣстныя нивелировочныя и зондировочныя изысканія даютъ надлежащее количество данныхъ для выбора направленій и назначенія на мѣстѣ линій осушительныхъ каналовъ, какъ это было указано въ главѣ II, и для достаточно точнаго исчисленія потребнаго для нихъ количества земляныхъ работъ.

Приступая къ исполненію канализаціонныхъ работъ необходимо прежде всего точно возстановить линію намѣченнаго во время изысканій канала, т. е. его ось (среднюю линію) и разбить закругленія въ мѣстахъ поворотовъ канала по дугѣ круга, тѣмъ или другимъ радіусомъ, смотря по условіямъ мѣстности и назначенію канала ¹⁾. Затѣмъ по обѣ стороны осевой линіи на полосѣ, шириною въ $1\frac{1}{2}$ — 2 раза больше ширины канала по верху, вырубаютъ лѣсъ, кустарникъ, срѣзаютъ всѣ значительныя кочки, выкашиваютъ высокія осоки, тростники и камыши и, словомъ, планируютъ полосу подъ будущій каналъ, его бермы и кавальеры. Во время изысканій зарубки пикетовъ или верхушки колышковъ (если при пикетѣ забивается особый колышекъ) забиваются приблизительно вровень съ поверхностью болота, а на сильно кочковатомъ болотѣ

¹⁾ Разбивка закругленій будетъ описана ниже.

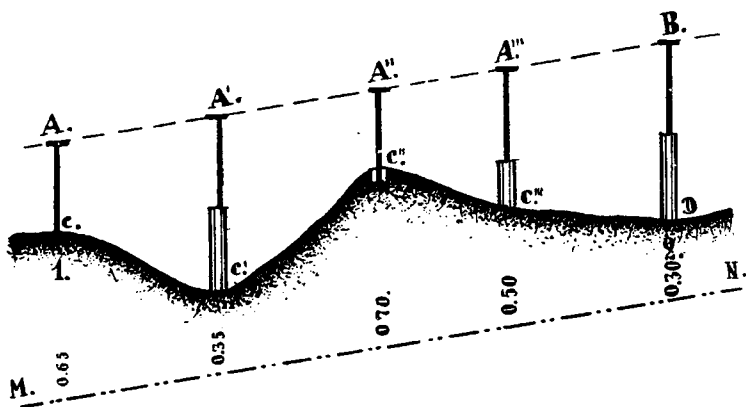
на половину высоты кочекъ; послѣ планировки необходимо отмѣтить въ вѣдомости земляныхъ работъ, насколько на каждомъ пикетѣ зарубка или верхушка колышка выше планированной поверхности болота, и эту величину вычесть попикетно изъ проектной глубины канала. Какъ бы тщательно ни были произведены нивелировочныя изысканія, все-таки невозможно отмѣтить всѣ неровности грунта, которыя окажутся послѣ планировки; онѣ мало вѣдуютъ на общее количество земляныхъ работъ, но имѣютъ существенное значеніе при копкѣ канала, для приданія дну правильнаго уклона и для избѣжанія на немъ горбовъ-перекатовъ. Вслѣдствіе этого при исполненіи работъ необходимо дѣлать частичную разбивку между каждыми сосѣдними пикетами по оси канала — по визиркамъ, черезъ каждыя 3—5 саж., смотря по поверхности болота, а по поперечнымъ профилямъ при помощи шеста или рулетки.

Визиркою называется шестъ, съ прибитою къ нему перпендикулярно планкою, въ формѣ буквы Т; длина визирокъ обыкновенно бываетъ $1\frac{1}{2}$ —2 аршина, причемъ всѣ визирки должны быть строго одинаковой длины, и ихъ, для разбивки нужно не менѣе 3—4 штукъ.

Частичная разбивка оси канала по визиркамъ производится слѣдующимъ образомъ. Пусть, на пикетѣ 1-мъ по вѣдомости глубина выемки должна быть 0,65 саж., а на сосѣднемъ пикетѣ 2 — 0,30 (см. фиг. 21)¹⁾, т. е. меньше на 0,35 саж.; тогда у самого пикета 2 забивается колышекъ, такъ чтобы его верхушка возвышалась надъ поверхностью земли на 0,35 саж.; — затѣмъ къ пик. 1 и 2 привязываются вертикально (по отвѣсу) визирки, при чемъ визирка у пикета 1-го ставится непосредственно на землю, а у пикета 2-го на колышекъ. Линія, соединяющая поверхность этихъ визирокъ, будетъ параллельна линіи дна канала. Десятникъ становится у пикета 2-го и смотритъ черезъ верхушку визирки на верхъ таковой же у пикета 1-го, а рабочій, отойдя нѣсколько саженъ отъ пикета 1-го въ точку С', ставитъ на землю третью визирку; если верхушка ниже линіи визирования А—В, то подъ визирку забивается соответственной длины колышекъ, такъ чтобы ея

¹⁾ На чертежѣ для ясности рисунка изображено сильное измѣненіе поверхности почвы, какого въ дѣйствительности на болотѣ никогда не бываетъ: въ натурѣ колебаніе уровня болота между сосѣдними пикетами обыкновенно не превышаетъ 0,10 сажени.

верхушка точно совпала съ визирною линіей; высота этого колышка надъ поверхностью земли измѣряется и записывается со знакомъ —; затѣмъ визирка переносится дальше въ точку C'' и т. д.; если же верхушка визирки выше линіи визирова- нія, то визирку понемногу вколачиваютъ въ землю, до совпа- денія ея верхушки съ линіей визирова- нія; тогда опредѣляютъ длину вбитой въ землю части визирки и записываютъ ее со знакомъ +. Во всѣхъ точкахъ, гдѣ ставились визирки, заби-



Фиг. 21. Разбивка канала по визиркамъ.

гаются небольшіе колышки, и на нихъ десятникъ выписываетъ глубину нужной здѣсь выемки, которая получается, вычитая изъ глубины выемки у начальной точки (пик. 1 въ данномъ случаѣ, а вообще изъ выемки у того изъ двухъ сосѣднихъ пикетовъ, гдѣ она больше), высоту колышка, забитаго въ этомъ мѣстѣ подъ визирку, или прибавляя къ ней глубину, на которую была забита визирка.

Разбивка канала исполняется исподволь, по мѣрѣ надоб- ности.

Разбивка поперечныхъ профилей канала производится на каждомъ пикетѣ и каждомъ визирномъ колышкѣ; она сводится къ проведенію во всѣхъ этихъ точкахъ перпендикуляровъ къ осевой линіи и къ отложенію по этимъ перпендикулярамъ ши- рины дна канала въ данной точкѣ и его ширины по верху. Производится это такъ: отъ точки С (см. фиг. 22) по осевой

точкѣ, умноженную на 0,5, — 1, — 1,25, — 1,5, — 2¹⁾, вообще на котангенсъ угла наклоненія откоса, смотря по назначенной его величинѣ.

Описанная разбивка поперечныхъ профилей каналовъ производится при томъ предположеніи, что поверхность болота на этихъ поперечникахъ, благодаря ихъ небольшой длинѣ, горизонтальна. Если же по нимъ замѣчается значительный уклонъ или неровности, то необходимо въ этихъ мѣстахъ сдѣлать поперечную нивелировку или ватерпасовку, и на основаніи полученныхъ данныхъ опредѣлять глубину выемки и ширину канала по верху, и эти поправки вводить въ вѣдомость земляныхъ работъ; при осушительныхъ работахъ это бываетъ лишь въ случаяхъ пересѣченія каналомъ бугровъ, чего по возможности нужно избѣгать.

При детальной разбивкѣ оси канала и его поперечныхъ профилей необходимо также въ мѣстахъ поворотовъ осевой линіи разбивать закругленія. Всѣ повороты (углы) каналовъ непременно нужно закруглять по дугѣ круга, точно также и устья боковыхъ каналовъ, особенно если они вводятся съ одной стороны въ главный каналъ или даже по обѣ, но не противъ другъ друга; иначе отъ удара воды въ мѣстахъ поворотовъ или противъ устья образуются ямы, обвалы и размывы, каналъ засоряется и теряетъ правильную профиль. Разбивка закруглений дѣлается или геометрическимъ путемъ (при крутыхъ поворотахъ и малыхъ радіусахъ закругленій), или по таблицамъ Кренке²⁾ (если условія мѣстности позволяютъ выбрать радіусъ больше 20 саж.), или, наконецъ, соединеніемъ этихъ двухъ способовъ, т. е. отчасти, пользуясь таблицами, отчасти геометрическимъ путемъ (при радіусахъ меньше 20 саж.).

Прежде, чѣмъ описать эти способы, необходимо замѣтить, что нужно избѣгать крутыхъ поворотовъ линіи канала (внутренній уголъ не долженъ быть меньше 60°); лучше на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга сдѣлать два или три болѣе плавныхъ поворота, если только позволяютъ условія мѣстности, чѣмъ одинъ крутой. Въ этомъ предположеніи

¹⁾ При половинномъ откосѣ—на 0,5, т. е. откладывать половину глубины; при одинарномъ—на 1, при полуторномъ—на 1,5 и т. д.

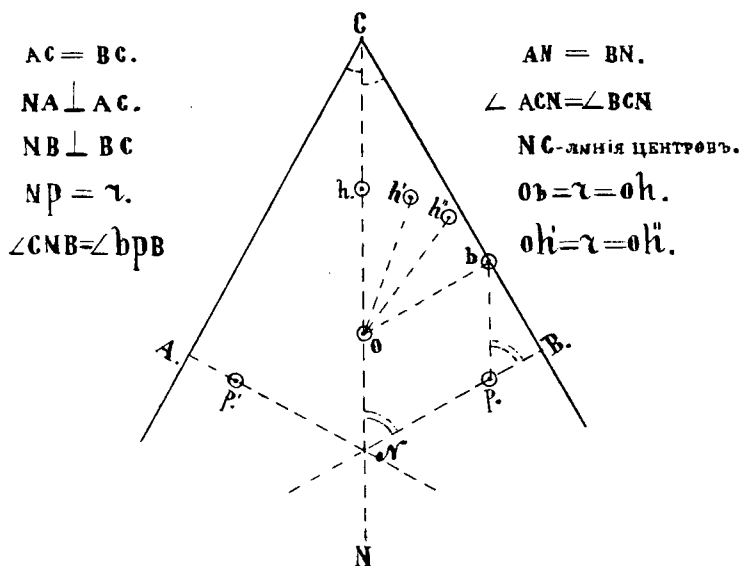
²⁾ Г. Кренке. Руководство къ разбивкѣ желѣзнодорожныхъ и шоссейныхъ кривыхъ. Спб. Риккеръ.



Магистральный и боковой осушительные каналы на луговомъ болотѣ (Баглачевская дача, Владимірской губ.).

дальше и приводятся сокращенныя таблицы Кренке для внутреннихъ угловъ отъ 60° до 180° . Болѣе острые внутренние углы, т. е. меньше 60° , допускаются лишь при проведеніи линіи канала въ узкой рѣчной долиנѣ съ высокими берегами.

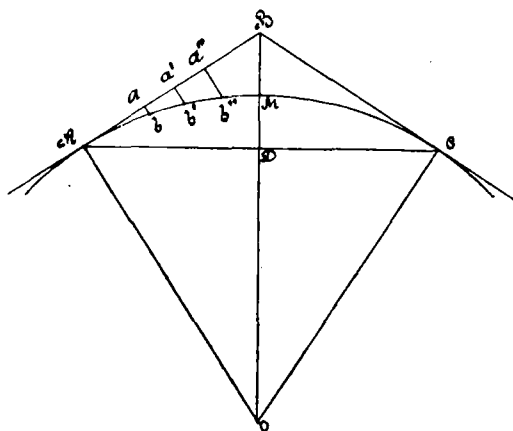
Разбивка закруглений геометрическимъ путемъ производится слѣдующимъ образомъ. Допустимъ, нужно разбить закругленіе угла ACB радіусомъ r , равнымъ 4 саж. Отъ точки C (смотри.



Фиг. 23. Геометрическая разбивка закругленія.

фиг. 23) на обѣихъ сторонахъ отмѣриваютъ равныя разстоянія саж. 10—15 и отмѣчаютъ ихъ колышками A и B . Въ эти точки возстановляютъ перпендикуляры къ сторонамъ угла AC и BC , продолжаютъ ихъ (провѣшиваютъ) до пересѣченія въ точкѣ N , которую тщательно опредѣляютъ и отмѣчаютъ колышкомъ; затѣмъ провѣшиваютъ линію NC , которая раздѣлитъ уголъ ACB пополамъ и на которой будетъ лежать центръ окружности, дуга коей будетъ служить закругленіемъ. На линіи NB укладываютъ длину $NP = 4$ саж. и изъ полученной точки проводятъ линію Pb , параллельную NC , для чего измѣряютъ.

уголъ CNB и строить равный ему bPB въ точкѣ Р; въ точкѣ b возстановляютъ перпендикуляръ Ob и продолжаютъ его до пересѣченія съ линіей NC въ точкѣ O, которая и будетъ центромъ искомой окружности. Укрѣпивъ въ ней одинъ конецъ мѣрной ленты или веревки длиною, равной радіусу, и натянувъ ее, отмѣчаютъ рядъ точекъ дуги закругленія h, h', h" и т. д. Для разбивки закругленія этимъ способомъ, равно какъ и другими требуется мѣрная тесьма (рулетка) и угломерный инструментъ-гоніометръ.

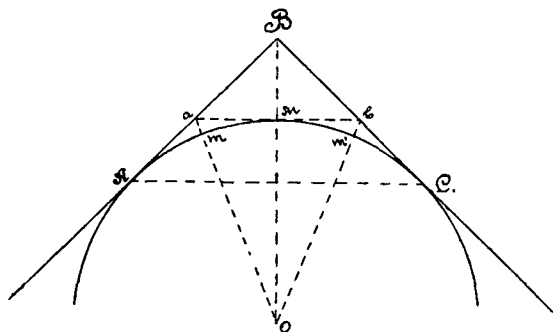


Фиг. 24. Разбивка закругленія по табл. Кренке.

2. Если угол поворота (внутренний) не меньше 60° и условия местности позволяют взять радиус закругления больше 20 саж., то разбивку кривой слѣдуетъ производить по таблицамъ Кренке, которыя въ сокращеніи и съ нѣкоторымъ измѣненіемъ приводятся дальше.

Въ таблицѣ 1-й даны для внутреннихъ угловъ отъ 60° до 180° , черезъ каждыя $\frac{1}{2}$ градуса (точность, достаточная для болотныхъ изысканій) для радіуса кривой, равнаго 10 саж., длины касательныхъ АВ (см. фиг. 24) и разстояніе ВМ по равнодѣляющей уголъ линіи (биссектрисѣ) отъ вершины угла до кривой, т. е. величины, дающія возможность намѣтить 3 главные точки закругленія: его начало, конецъ и середину. При другомъ принятомъ радіусѣ закругленія эти величины

легко определяются вычислениемъ, именно: умножая величины, приведенныя въ таблицѣ I-й, на длину радиуса и раздѣливъ произведение на 10. Въ таблицѣ II-й даны величины разстояній, откладываемыхъ по сторонамъ угла, начиная отъ точки касанія къ вершинѣ угла, — Aa (абсциссы) и длины соответственныхъ перпендикуляровъ къ нимъ (ординаты) ab по кривой, для радиусовъ отъ 21 до 50 саж. (большіе радиусы закруглений весьма рѣдко примѣняются для осушительныхъ каналовъ). Таблицы эти даютъ рядъ точекъ кривой закругленія, стоящихъ другъ отъ друга въ разстояніи 5 саж.



Фиг. 25. Третій способъ разбивки закругленія.

Пользуются этими таблицами такъ. Опредѣливъ по таблицѣ I-й для даннаго угла и принятаго радиуса длину касательной AB и разстояніе отъ вершины угла до середины кривой — BM , откладываемъ величину первой по сторонамъ угла отъ его вершины и величину 2-й — по линіи, дѣлящей уголъ пополамъ. Затѣмъ по таблицѣ II-й, найдя соответственный радиусъ, откладываемъ на сторонахъ угла, начиная отъ точки касанія величины абсциссъ; Aa , Aa' и т. д. Въ эти точки a , a' , a'' возстановляемъ перпендикулярныя линіи къ сторонамъ угла AB и на нихъ откладываемъ по таблицамъ соответственныя длины ординатъ ab , $a'b'$, $a''b''$. Такъ поступаемъ до тѣхъ поръ, пока послѣдняя точка b'' будетъ отстоять не дальше 5 саж. отъ середины кривой M . Такая же разбивка производится и во второй половинѣ угла. Въ результатъ получимъ рядъ точекъ A , b , b'' ... M ... B , соединивъ которыя, получимъ искомую кривую закругленія (фиг. 24).

3. Если условія мѣстности заставляютъ выбрать для закругленія радіусъ меньше 20 саж., но внутренний уголъ поворота больше 60° , то пользуются лишь таблицей I-й и поступаютъ слѣдующимъ образомъ: на сторонахъ угла и на его биссектрисѣ откладываютъ изъ таблицы I-й для даннаго радіуса и угла величины ВА, ВС и ВМ—величины касательной и разстояніе отъ вершины угла до середины закругленія (см. фиг. 25); затѣмъ въ точку М возстановляютъ перпендикуляръ и продолжаютъ его до пересѣченія со сторонами угла въ точкахъ а и б; полученные вновь углы АаМ и МбС измѣряютъ (они равны между собою), дѣлятъ пополамъ и на биссектрисахъ этихъ угловъ откладываютъ по таблицѣ длины ам и bm'. Такимъ образомъ получимъ точки А, m, М, m', С кривой. Если разстояніе между этими точками слишкомъ велико, то въ точки m и m' возставляемъ перпендикуляры къ новымъ биссектрисамъ и т. д., какъ выше; получимъ еще 4 точки кривого закругленія.

Т А Б Л И Ц А I-я

величины касательныхъ и разстоянія отъ вершины угла до кривой для радіуса = 10 саж. для внутреннихъ угловъ отъ 60° до 180° , черезъ каждыя 30 мин.

Градусы.	Минуты.	Касательная АВ.	Разстояніе до кривой ВМ.	Градусы.	Минуты.	Касательная АВ.	Разстояніе до кривой ВМ.
60°	0'	17,32	10,10	65	30	15,55	8,49
60	30	17,15	9,85	66		15,40	8,36
61		16,98	9,70	66	30	15,25	8,24
61	30	16,81	9,56	67		15,11	8,12
62		16,64	9,42	67	30	14,97	8,00
62	30	16,48	9,28	68		14,83	7,88
63		16,32	9,14	68	30	14,69	7,77
63	30	16,16	9,00	69		14,55	7,66
64		16,00	8,87	69	30	14,41	7,54
64	30	15,85	8,74	70		14,28	7,43
65		15,70	8,61	70	30	14,15	7,33

Градусы.	Минуты.	Касатель- ная АВ.	Разстояние до кривой ВМ.	Градусы.	Минуты.	Касатель- ная АВ.	Разстояние до кривой ВМ.
71°	0'	14,02	7,22	89°	0'	10,18	4,27
71	30	13,89	7,12	89	30	10,09	4,20
72		13,76	7,01	90		10,00	4,14
72	30	13,64	6,91	90	30	9,91	4,08
73		13,51	6,81	91		9,83	4,02
73	30	13,39	6,71	91	30	9,74	3,96
74		13,27	6,62	92		9,66	3,90
74	30	13,15	6,52	92	30	9,57	3,84
75		13,03	6,43	93		9,49	3,79
75	30	12,92	6,33	93	30	9,41	3,73
76		12,80	6,24	94		9,33	3,67
76	30	12,68	6,15	94	30	9,24	3,62
77		12,57	6,06	95		9,16	3,56
77	30	12,46	5,98	95	30	9,08	3,51
78		12,35	5,89	96		9,00	3,46
78	30	12,24	5,81	96	30	8,93	3,40
79		12,13	5,72	97		8,85	3,35
79	30	12,02	5,64	97	30	8,77	3,30
80		11,92	5,56	98		8,69	3,25
80	30	11,81	5,48	98	30	8,62	3,20
81		11,71	5,40	99		8,54	3,15
81	30	11,61	5,32	99	30	8,47	3,10
82		11,50	5,24	100		8,39	3,05
82	30	11,40	5,17	100	30	8,32	3,01
83		11,30	5,09	101		8,24	2,96
83	30	11,20	5,02	101	30	8,17	2,91
84		11,11	4,94	102		8,10	2,87
84	30	11,01	4,87	102	30	8,03	2,82
85		10,91	4,80	103		7,95	2,78
85	30	10,82	4,73	103	30	7,88	2,73
86		10,72	4,66	104		7,81	2,69
86	30	10,63	4,59	104	30	7,74	2,65
87		10,54	4,53	105		7,67	2,60
87	30	10,45	4,46	105	30	7,60	2,56
88		10,36	4,40	106		7,54	2,52
88	30	10,27	4,33	106	30	7,47	2,48

Градусы.	Минуты.	Касатель- ная АВ.	Разстояніе до кривой ВМ.	Градусы.	Минуты.	Касатель- ная АВ.	Разстояніе до кривой ВМ.
107°	0'	7,40	2,44	125°	0'	5,21	1,27
107	30	7,33	2,40	125	30	5,15	1,25
108		7,27	2,36	126		5,10	1,22
108	30	7,20	2,32	126	30	5,04	1,20
109		7,13	2,28	127		4,99	1,17
109	30	7,07	2,25	127	30	4,93	1,15
110		7,00	2,21	128		4,88	1,13
110	30	6,94	2,17	128	30	4,82	1,10
111		6,87	2,13	129		4,77	1,08
111	30	6,81	2,10	129	30	4,72	1,06
112		6,75	2,06	130		4,66	1,03
112	30	6,68	2,03	130	30	4,61	1,01
113		6,62	1,99	131		4,56	0,99
113	30	6,56	1,96	131	30	4,50	0,97
114		6,49	1,92	132		4,45	0,95
114	30	6,43	1,89	132	30	4,40	0,93
115		6,37	1,86	133		4,35	0,90
115	30	6,31	1,82	133	30	4,30	0,88
116		6,25	1,79	134		4,24	0,86
116	30	6,19	1,76	134	30	4,19	0,84
117		6,13	1,73	135		4,14	0,82
117	30	6,07	1,70	135	30	4,09	0,80
118		6,01	1,67	136		4,04	0,79
118	30	5,95	1,64	136	30	3,99	0,77
119		5,89	1,61	137		3,94	0,75
119	30	5,83	1,58	137	30	3,89	0,73
120		5,77	1,55	138		3,84	0,71
120	30	5,72	1,52	138	30	3,79	0,69
121		5,66	1,49	139		3,74	0,68
121	30	5,60	1,46	139	30	3,69	0,66
122		5,54	1,43	140		3,64	0,64
122	30	5,49	1,41	140	30	3,59	0,63
123		5,43	1,38	141		3,54	0,61
123	30	5,37	1,35	141	30	3,49	0,59
124		5,32	1,33	142		3,44	0,58
124	30	5,26	1,30	142	30	3,39	0,56

Градусы.	Минуты.	Касательная АВ.	Разстояние до кривой ВМ.	Градусы.	Минуты.	Касательная АВ.	Разстояние до кривой ВМ.
143°	0'	3,35	0,54	162°	0'	1,58	0,12
143	30	3,30	0,53	162	30	1,54	0,12
144		3,25	0,51	163		1,49	0,11
144	30	3,20	0,50	163	30	1,45	0,10
145		3,15	0,49	164		1,41	0,10
145	30	3,11	0,47	164	30	1,36	0,09
146		3,06	0,46	165		1,32	0,09
146	30	3,01	0,44	165	30	1,27	0,08
147		2,96	0,43	166		1,23	0,08
147	30	2,91	0,42	166	30	1,18	0,07
148		2,87	0,40	167		1,14	0,06
148	30	2,82	0,39	167	30	1,10	0,06
149		2,77	0,38	168		1,05	0,06
149	30	2,73	0,36	168	30	1,01	0,05
150		2,68	0,35	169		0,96	0,05
150	30	2,63	0,34	169	30	0,92	0,04
151		2,59	0,33	170		0,87	0,04
151	30	2,54	0,32	170	30	0,83	0,03
152		2,49	0,31	171		0,79	0,03
152	30	2,45	0,30	171	30	0,74	0,03
153		2,40	0,28	172		0,70	0,02
153	30	2,35	0,27	172	30	0,66	0,02
154		2,31	0,26	173		0,61	0,02
154	30	2,26	0,25	173	30	0,57	0,02
155		2,22	0,24	174		0,52	0,01
155	30	2,17	0,23	174	30	0,48	0,01
156		2,13	0,22	175		0,44	0,01
156	30	2,08	0,21	175	30	0,39	0,01
157		2,03	0,20	176		0,35	0,01
157	30	1,99	0,20	176	30	0,31	0,00
158		1,94	0,19	177		0,26	0,00
158	30	1,90	0,18	177	30	0,22	0,00
159		1,85	0,17	178		0,17	0,00
159	30	1,81	0,16	178	30	0,13	0,00
160		1,76	0,15	179		0,09	0,00
160	30	1,72	0,15	179	30	0,04	0,00
161		1,67	0,14	180		0,00	0,00
161	30	1,63	0,13				

Т А Б Л И Ц А II-я

величины абсциссъ Аа, т. е. разстояній отъ точекъ касанія по направленію къ вершинѣ угла, и ординатъ аб, т. е. длины перпендикуляровъ, возставленныхъ изъ концовъ абсциссъ до кривой, для радіусовъ отъ 21 до 51 саж.

Длина дуги.	R — 21		R — 22		R — 23	
	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.
5	4,95	0,59	4,96	0,57	4,96	0,54
10	9,63	2,34	9,66	2,23	9,69	2,14
15	13,76	5,13	13,86	4,92	13,96	4,72
20	17,11	8,83	17,36	8,48	17,57	8,16
Длина дуги.	R — 24		R — 25		R — 26	
	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.
5	4,96	0,52	4,97	0,50	4,97	0,48
10	9,71	2,05	9,74	1,97	9,76	1,90
15	14,04	4,54	14,12	4,37	14,18	4,21
20	17,76	7,86	17,93	7,58	18,09	7,32
25	20,72	11,89	21,04	11,49	21,32	11,12
Длина дуги.	R — 27		R — 28		R — 29	
	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.
5	4,97	0,46	4,97	0,45	4,98	0,43
10	9,77	1,83	9,79	1,77	9,80	1,71
15	14,24	4,06	14,29	3,92	14,34	3,79
20	18,22	7,07	18,34	6,84	18,45	6,63
25	21,58	10,77	21,81	10,44	22,02	10,12
30	—	—	—	—	24,93	14,18

Длина дуги.	R — 30		R — 32		R — 35	
	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.
5	4,98	0,42	4,98	0,39	4,98	0,36
10	9,82	1,65	9,84	1,55	9,86	1,42
15	14,38	3,67	14,46	3,45	14,55	3,17
20	18,55	6,42	18,72	6,05	18,93	5,56
25	22,21	9,83	22,53	9,28	22,93	8,56
30	25,24	13,79	25,79	13,06	26,46	12,09
35	—	—	—	—	29,45	16,09

Длина дуги.	R — 40		R — 45		R — 50	
	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.	Абсцисса Аа.	Ордината аб.
5	4,99	0,31	4,99	0,28	4,99	0,25
10	9,90	1,24	9,92	1,11	9,93	1,00
15	14,65	2,78	14,72	2,48	14,78	2,23
20	19,18	4,90	19,35	4,37	19,47	3,95
25	23,40	7,56	23,73	6,77	23,97	6,12
30	27,27	10,73	27,83	9,64	28,23	8,73
35	30,70	14,36	31,58	12,94	32,21	11,76
40	33,66	18,39	34,94	16,64	35,87	15,16
45	—	—	37,87	20,69	39,17	18,98
50	—	—	—	—	42,07	22,98

2. Исполнение осушительныхъ работъ.

Переходя къ описанію канализаціонно-осушительныхъ работъ, нужно замѣтить, что въ практикѣ могутъ встрѣтиться слѣдующія главныя категоріи работъ: а) спрямленіе и расчистка рѣчекъ, б) капитальный ремонтъ старыхъ каналовъ, т. е. ихъ уширеніе и углубленіе, в) копка новыхъ каналовъ въ разныхъ грунтахъ, г) укрѣпленіе откосовъ, а иногда и дна канала мощеніемъ, дернованіемъ и плетнями и устройство перепадовъ на каналѣ, въ мѣстахъ со слишкомъ большимъ уклономъ.

а) и б) Расчистка и спрямленіе рѣчекъ, капитальный ремонтъ каналовъ.

Такъ какъ посредствомъ осушительныхъ каналовъ излишнія воды изъ болотъ обыкновенно отводятся въ рѣки, рѣчки и ручьи, то прежде чѣмъ, начинать копку каналовъ по болоту, необходимо привести эти водотоки въ такое состояніе, чтобы они могли принять и отводить болотныя воды. Очень часто особенно небольшія болотныя рѣчки почти не имѣютъ никакого теченія; онѣ извиваются по болоту или низкому лугу, образуя рядъ петель; часто зарастаютъ сплошь водорослями, кустами ивы и лозы, тростниками, иногда даже осоками, то совершенно какъ будто бы исчезая въ трясинѣ, то опять появляясь въ видѣ омутовъ. До такого состоянія рѣчки, текущія въ низкихъ берегахъ, по мѣстности со слабымъ грунтомъ, доходятъ вслѣдствіе слишкомъ большой своей извилистости, слабого паденія и, особенно, вслѣдствіе искусственныхъ загражденій русла рѣки разными запрудами, чаще всего язами — запрудами для рыбной ловли. Эти язы, которыми часто перепружены почти всѣ незначительныя рѣки и рѣчки во многихъ нашихъ губерніяхъ, въ низменныхъ плоскихъ рѣчныхъ поймахъ приносятъ неисчислимы вредъ, являясь главной причиной засоренія, зарастанія и даже гибели рѣчекъ и, вслѣдствіе этого, заболачиванія поемныхъ луговъ. Каждый язь образуетъ подпоръ, влияніе коего, способствующее заболачиванію поймы, тянется при слабыхъ уклонахъ рѣкъ на версту, а часто и дальше вверхъ по теченію.

Если только рѣка, въ которую хотятъ направить осушительные каналы, не имѣетъ правильнаго и достаточно быстрого теченія, если она заросла, обмелѣла, слишкомъ извилиста и не течетъ въ берегахъ, а разливается по поймѣ не только весною, но даже послѣ сильнаго дождя, то первымъ дѣломъ необходимо упорядочить самую рѣку.

Для увеличенія уклона и, вмѣстѣ съ тѣмъ, скорости теченія воды въ рѣкѣ, прежде всего *спрямляютъ* всѣ крутые изгибы, петли рѣки посредствомъ прорытія каналовъ соотвѣтствующей ширины и глубины, согласно профилю и расчету. Оставшіеся прямые участки рѣки, продолженіемъ которыхъ служатъ спрямляющіе каналы, должны быть тщательно расчищены отъ язовъ, кустовъ, кочекъ, пней и водныхъ растений. Если въ рѣкѣ имѣются слишкомъ мелкіе перекаты, то таковыя мѣста должны быть углублены до проектной глубины, чтобы здѣсь не было задержки воды. Если рѣка въ этихъ прямыхъ участкахъ слишкомъ узка, то посредствомъ обрѣзки ея береговъ доводятъ ее до нужной ширины; наоборотъ, если рѣка образуетъ широкое плесо, то, чтобы въ этомъ мѣстѣ не происходило уменьшенія скорости теченія воды и, вслѣдствіе этого, отложенія наносовъ ила и песка, черезъ все плесо по прямой линіи ставятъ два ряда двойныхъ плетней, при чемъ разстояніе между этими плетневыми стѣнками дѣлается такое, какова ширина поверху спрямляющей канавы или расчищенной рѣки.

Расчистку рѣчного русла отъ водной растительности и наносовъ лучше всего производить во время низкой воды, въ концѣ лѣта или въ началѣ осени; при этомъ нужно помнить, что расчистка принесетъ пользу лишь тогда, если ее будутъ производить ежегодно. Расчищать рѣку можно или сухимъ или мокрымъ способомъ, т. е. подъ водою. Первый способъ гораздо дѣйствительнѣе и легче, но не всегда возможенъ, особенно, если нужно расчищать широкую и глубокую рѣку. При сухомъ способѣ расчистки прежде всего запруживаютъ рѣку перемычкою изъ плетня и земли выше того мѣста, до коего нужно вести расчистку, и нѣсколько выше перемычки дѣлаютъ отводную канавку, чтобы рѣчная вода не очень напирала на перемычку. Когда вода сойдетъ изъ части русла, лежащей ниже перемычки, тогда уничтожаютъ растительность и углубляютъ русло лопатами, а вынутую землю и растенія отвозятъ тачками на сторону. Работу эту нужно всегда вести

снизу вверхъ, т. е. противъ теченія воды. Если приходится расчищать большой участокъ рѣки, то одной перемычки бываетъ недостаточно. Въ такомъ случаѣ расчистку ведутъ участками постепенно, тоже снизу вверхъ; очистивъ одинъ участокъ, уничтожаютъ перемычку и отводную канаву и дѣлаютъ ихъ выше въ нѣкоторомъ разстоянн, въ зависимости отъ уклона и количества воды въ рѣкѣ, — расчищаютъ второй участокъ и т. д. до самого конца.

Для расчистки подъ водою примѣняются разные способы и инструменты:

1) Узкія, крѣпкія желѣзныя грабли съ длинными зубьями, насаженные на длинную и крѣпкую палку. Ими прямо вырываютъ растенія со дня рѣки.

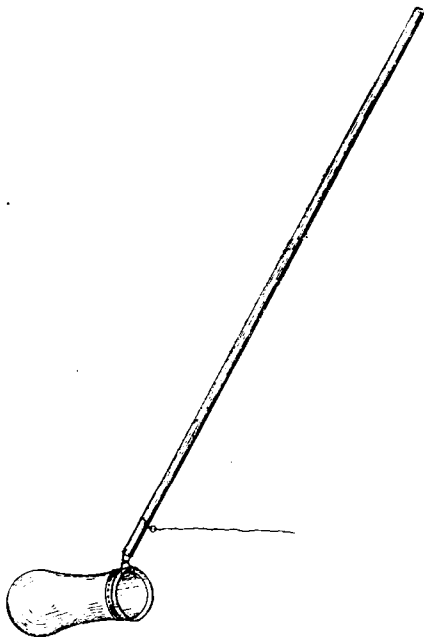
2) Крѣпкая коса съ очень длиннымъ окосемъ, къ нижнему концу котораго привязывается веревка; во время работы одинъ человекъ тащить за эту веревку, а другой направляетъ косу такъ, чтобы растенія скашивались у самого дна. Косить нужно противъ теченія воды.

3) Тяжелая желѣзная цѣпь, съ толстыми короткими звеньями, снабженными крѣпкими шипами. Такая цѣпь должна быть значительно длиннѣе ширины рѣки, такъ чтобы она волоклась по дну рѣки, а концы ея выходили на оба берега. Къ концамъ цѣпи впрягаются волы или лошади, которые должны тащить цѣпь потихоньку. Работа тоже ведется противъ воды. Вырванные цѣпью и всплывающія на поверхность рѣки растенія нужно вылавливать въ лодку и вывозить на берегъ.

Уничтоженіе заносовъ и углубленіе русла въ мелкихъ рѣкахъ и рѣчкахъ часто возможно производить, вынимая изъ-подъ воды и выбрасывая на берега землю съ дна лопатами. Если же такимъ способомъ работать невозможно, то нужно примѣнять особые инструменты. Самые простые изъ нихъ и чаще примѣняемые: черпакъ и совокъ.

1. *Черпакъ* (см. фигуру 26) состоитъ изъ кольца діаметромъ около 6 вер., сдѣланнаго изъ тонкаго полосоваго желѣза и насаженнаго на длинную крѣпкую жердь. Верхній край кольца насталивается и оттачивается, а у нижняго пробиваются дырочки и пришивается небольшой рогожный мѣшокъ. Къ нижнему концу жерди близъ черпака привязывается веревка. Одинъ рабочій входитъ въ воду, поворачивается задомъ къ теченію, кладетъ верхній конецъ жерди на плечо и, по-

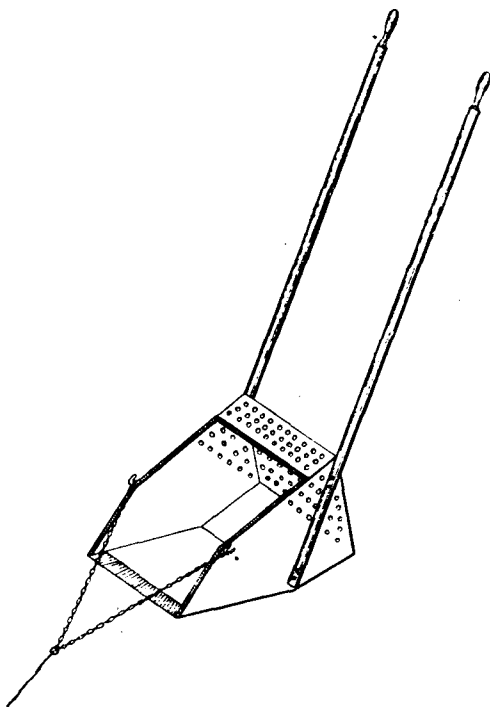
двигаясь вспять, сильно прижимаетъ черпакъ ко дну рѣки. Тогда острый край кольца врѣзывается въ дно и производитъ углубленіе. Другой рабочій, идя медленно по ближайшему берегу рѣку, тащитъ черпакъ веревкою по теченію (сверху внизъ). Если вода глубока или рѣчка широка, то работу нужно вести не вдоль, а поперекъ русла. Иногда приходится устраивать въ такомъ случаѣ черезъ рѣку кладь. По мѣрѣ наполненія мѣшка землею, она выбрасывается на берегъ.



Фиг. 26. Черпакъ.

2. *Совокъ* (см. фигуру 27) состоитъ изъ деревяннаго щика безъ крышки и передней стѣнки; двѣ продольныя стѣнки нѣсколько скашиваются къ открытой сторонѣ, а къ закрытой на нихъ прибивается планка. Всѣ стороны совка оковываются, а къ закрытой на нихъ прибивается планка. Всѣ стороны совка оковываются, и къ передней сторонѣ дна прикрѣпляется отточенная стальная полоса. Къ верхнему краю скошенныхъ стѣнокъ прикрѣпляются крѣпкіе крюки, на которые надѣвается

цѣпь съ привязаннымъ къ ней канатомъ. Къ этимъ же стѣнкамъ прикрѣпляются двѣ длинныя жерди, посредствомъ коихъ, совокъ направляютъ и прижимаютъ ко дну рѣки. Въ задней стѣнѣ пробуравливается нѣсколько рядовъ мелкихъ дырочекъ для вытеканія изъ совка воды. Работа совкомъ ведется попе-



Фиг. 27. Совокъ.

рекъ русла рѣки и состоитъ въ слѣдующемъ: двое или четверо рабочихъ посредствомъ жердей прижимаютъ совокъ ко дну рѣки, а другая пара или двѣ пары рабочихъ непосредственно руками или воротомъ тащатъ канатъ. Совки дѣлаются различныхъ размѣровъ, чаще всего длиною 1,5 арш., шириною 1 арш. и вышиною 12 вер.

Примѣняя тотъ или другой способъ расчистки, нужно достигнуть, чтобы теченіе воды въ расчищенной и спрямленной рѣкѣ было ясно замѣтно на глазъ, и притомъ почти одинаково

на значительномъ протяженіи; ширина же рѣки по верху должна постепенно понемногу увеличиваться по направленію сверху внизъ по теченію, сообразно съ увеличеніемъ водосборной площади.

Иногда берега рѣки, протекающей по болоту, бываютъ сухи и возвышаются не только надъ уровнемъ воды въ рѣкѣ, но бываютъ нѣсколько выше и поверхности заболоченной поймы. Таковое явленіе чаще всего наблюдается у рѣчекъ, берега которыхъ поросли кустарникомъ. Здѣсь весною въ кустахъ отлагаются рѣчные наносы: песокъ, илъ, корни водныхъ растеній, сухіе стебельки тростниковъ и камышей, и на рѣчномъ берегу образуется какъ будто бы дамба, которая увеличивается изъ года въ годъ. Полая вода, разливаясь по рѣчной поймѣ, благодаря этой дамбы не можетъ вся обратно стечь въ рѣку при спадѣ воды, застаивается въ поймѣ, способствуя ея заболачиванію. Въ такомъ случаѣ для осушенія недостаточно одного спрямленія и расчистки рѣки. Необходимо, кромѣ того, еще вырубить кусты по берегамъ рѣки, и образовавшійся валъ прорѣзать черезъ каждыя 20 — 25 саж. канавами, шириною по верху 2 аршина, глубиною близъ рѣки около 1 арш., сводя эту глубину постепенно, по мѣрѣ продолженія канавки въ пойму на нѣтъ. Такія канавки нужно вести отъ рѣки до низкихъ мѣстъ поймы, въ которыхъ дольше всего застаивается вода.

Капитальный ремонтъ старыхъ каналовъ, т. е. ихъ уширеніе и углубленіе ведется точно также, какъ и расчистка рѣчекъ сухимъ способомъ: по каналу устраиваются перемычки и водоотводныя канавки, ставятся щиты и производится уширеніе и углубленіе до проектныхъ размѣровъ. Работа тоже производится снизу вверхъ, т. е. противъ теченія.

Количество земляныхъ работъ по уширенію и углубленію опредѣляется по-пикетно разностью между полнымъ объемомъ проектируемаго уширенного и углубленного канала и объемомъ существующаго канала; причемъ, если при измѣреніи окажется, что существующій каналъ, вслѣдствіе размыва въ какомъ-либо мѣстѣ глубже или шире проектируемаго, то при опредѣленіи объема существующаго канала принимается проектная глубина или ширина. Въ смѣту, кромѣ стоимости выемокъ, планировки и перекидки при капитальномъ ремонтѣ еще необходимо внести: 1) стоимость перекидки старыхъ кавалеровъ,

опредѣливъ ихъ объемъ обмѣромъ, 2) стоимость устройства перемычекъ, щитовъ и водоотводныхъ канавокъ и 3) стоимость водоотлива (см. „Примѣрную смету“, гл. 6, пунктъ IV').

в) Копка новыхъ каналовъ.

Исполнительныя работы по проложенію новыхъ каналовъ, т. е. ихъ копка, не представляютъ особенныхъ затрудненій, и рабочіе, даже новички, быстро пріобрѣтаютъ нужную для этого сноровку; но весьма важно при этихъ работахъ имѣть опытнаго десятника и составлять артель рабочихъ такъ, чтобы въ ней наряду съ новичками было не менѣе четверти всего числа рабочихъ, такъ называемыхъ „перворучниковъ“, т. е. опытныхъ землекоповъ - канавщиковъ, которые уже умѣютъ справляться съ разными грунтами и затрудненіями и привыкли сохранять правильный наклонъ откосовъ канала, смотря по заданію. Десятнику же нужно постоянно и неукоснительно слѣдить за тѣмъ, чтобы не было недоборовъ или переборовъ, другими словами, чтобы вездѣ по каналу сохранялись проектная ширина и глубина, согласно составленной имъ или техникомъ дополнительной вѣдомости или помѣткамъ на колышкахъ при дополнительной разбивкѣ канала.

Канализаціонныя работы на болотахъ всегда ведутся снизу вверхъ, т. е. противъ теченія воды, и обыкновенно прежде всего начинаются съ прорытія на нѣкоторое протяженіе „кювета“, т. е. неширокой канавки по оси канала, шириною не больше проектнаго его дна; по этой канавкѣ стекаетъ верховая вода съ ближайшихъ къ каналу частей болота, оно нѣсколько уплотняется. вслѣдствіе чего облегчается дальнѣйшая выемка. Проложеніе кювета особенно важно и необходимо на очень мокрыхъ, топкихъ болотахъ; на нихъ часто приходится даже по кювету сперва брать лишь „на одинъ штыкъ“, т. е. на глубину 0,12—0,15 саж., срывая одинъ только верхній покровъ болота, и вынутый торфъ и кочки складывать по обѣ стороны кювета, дабы нѣсколько уплотнить его берега и дать возможность рабочимъ, стоя на нихъ, продолжать дальнѣйшее углубленіе кювета. При этомъ чѣмъ сырѣе, разжиженнѣе болото, тѣмъ на большее протяженіе приходится вести кюветъ, прежде чѣмъ приступать къ дальнѣйшей копкѣ канала. Когда въ нижнемъ концѣ кювета болото настолько уплотнится, что

является возможнымъ на немъ работать, то десятникъ распределяетъ по линіи канала рабочихъ, задавая имъ уроки, т. е. отмѣряя извѣстное протяженіе, на которомъ они должны въ теченіе дня прокопать каналъ. Рабочіе обыкновенно располагаются по двое по ширинѣ канала, или болѣе, если каналъ шире 2 саж. по верху, и каждой такой парѣ или группѣ рабочихъ задается опредѣленный урокъ, сообразуясь съ родомъ грунта и поперечными размѣрами канала. Выемка по каналу ведется уступами снизу вверхъ: когда первая (нижняя) группа рабочихъ доводитъ каналъ до окончательныхъ проектныхъ размѣровъ, вторая работаетъ приблизительно на уровнѣ 0,75—0,60 полной глубины канала, третья на 0,50—0,40 глубины и т. д., наконецъ, послѣдняя пара прорываетъ вверхъ кюветъ. Для низовой работы, особенно къ откосамъ, важно ставить „перворучниковъ“. Работа уступами ведется для того, чтобы вода поступала въ каналъ постепенно, не заливала бы нижнія группы и позволяла болѣе точно и тщательно отдѣлывать каналъ. Такой способъ работы особенно важенъ и необходимъ въ торфяныхъ и вообще растительныхъ грунтахъ, сильно насыщенныхъ водою. Вынутую при копкѣ канала землю нужно выкидывать на обѣ стороны канала, стараясь ее отбросить на нѣкоторое разстояніе отъ бровки канала, дабы затѣмъ легче было вести очистку бермъ.

По мѣрѣ того, какъ подвигается работа вверхъ по каналу, въ нижней его части начинаютъ отлагаться заносы („наплывы“): частички торфа, илъ, мелкій песокъ и т. п., являющіеся осадкомъ мутной воды, притекающей изъ вновь копаемыхъ частей канала. Когда каналъ вчернѣ уже готовъ, то необходимо удалить эти наносы, что производится ручнымъ черпакомъ или „шувлей“, орудіемъ, весьма схожимъ съ описаннымъ выше совкомъ (фиг. 27), но только значительно меньшихъ размѣровъ и прикрепленнымъ къ одной рукояткѣ; для работы шувлей нуженъ одинъ человекъ. Удаленіе наносовъ лучше производить сверху внизъ, по теченію воды. Если въ каналѣ очень много воды, то при этой работѣ необходимо ее удерживать на отдѣльныхъ участкахъ, выше мѣста работъ, при помощи деревянныхъ щитовъ, прислоняемыхъ къ бревнамъ, положеннымъ поперекъ канала. Щиты дѣлаются изъ дюймовыхъ досокъ, пришитыхъ къ планкамъ, и для удобства постановки и переноски состоятъ изъ 2-хъ или изъ 3-хъ частей. Форма этихъ щитовъ должна

соотвѣтствовать профили поперечнаго сѣченія канала, а размѣры ихъ должны быть немного больше его, такъ какъ цѣпъ необходимо при постановкѣ нѣсколько врѣзать въ дно и бока канала.

Слѣдующей затѣмъ работою является „полировка“, т. е. окончательная отдѣлка канала; она состоитъ: 1) въ планированіи откосовъ канала, 2) въ отброскѣ земли съ бермъ канала и отдѣлкѣ кавальеровъ (насыпей вынутой земли) со сторонъ, обращенныхъ къ каналу, и 3) въ прорытіи воронокъ.

Планировка откосовъ состоитъ въ удаленіи съ нихъ всѣхъ неровностей и окончательномъ доведеніи до заданнаго по проекту угла наклоненія, провѣрка коего дѣлается *планировочною рейкою*. Рейка эта дѣлается изъ 2-хъ брусковъ квадратнаго сѣченія, 1×1 верш., соединенныхъ въ концѣ шарниромъ, такъ чтобы эти части можно было точно установить и закрѣпить подъ любымъ угломъ. Одна часть рейки дѣлается обыкновенно длиною 1,00 саж., другая — 0,25 — 0,33 саж. Для провѣрки правильности откосовъ канала прежде всего устанавливаютъ части рейки по шаблону или по большому транспортиру для даннаго откоса и крѣпко завинчиваютъ винтъ шарнира; затѣмъ кладутъ рейку на откосъ канала, такъ чтобы длинная ея часть легла по откосу и нижній ея конецъ совпалъ съ урѣзомъ воды въ каналѣ; если откосъ сдѣланъ правильно, то короткая часть рейки нижней своей стороною совпадетъ съ поверхностью воды въ каналѣ; если откосъ сдѣланъ положе заданнаго, то конецъ короткой части рейки будетъ подыматься надъ водою, если же откосъ не добранъ, круче заданнаго, то этотъ конецъ погрузится въ воду. Въ послѣднемъ случаѣ нужно опредѣлить величину недобора откоса и довести послѣдній до надлежащаго наклоненія, въ первомъ же случаѣ лучше помириться съ произошедшей ошибкою, которая впрочемъ не имѣетъ большого вліянія на правильное функционированіе канала, чѣмъ дѣлать подсыпку откоса, такъ какъ подсыпанная земля, даже утрамбованная, легко можетъ быть смыта дождевыми или весенними водами въ каналъ и способствовать его засоренію.

Послѣ планировки откосовъ приступаютъ къ *очисткѣ бермъ* канала отъ упавшей на нихъ при выемкѣ земли, при чемъ ширина каждой бермы отъ ребра канала до основанія кавальера должна быть равна средней глубинѣ канала и ни въ

коемъ случаѣ не меньше одного аршина для того, чтобы отъ тяжести кавальеровъ не происходило выпучиваніе откосовъ канала, а равно, чтобы земля изъ кавальеровъ не могла скатываться отъ вѣтра въ каналъ или смываться въ него дождями. Съ этою же цѣлью необходимо также сръзать и привести въ порядокъ внутреннюю (обращенную къ каналу) сторону кавальеровъ, придавъ имъ здѣсь откосъ не меньше одинарнаго (45°) и верхушку ихъ обдѣлать въ видѣ площадки.

Послѣдней работою на каналѣ является *прорытіе „воронокъ“*—небольшихъ канавокъ, перпендикулярныхъ къ каналу. Обыкновенно воронкамъ придаютъ слѣдующіе размѣры: при устьѣ въ каналъ ширина ихъ 0,30—0,40 саж., глубина—0,30, сводимая затѣмъ постепенно на нуль: откосы воронокъ дѣлаются крутые, не больше половинныхъ и даже четвертныхъ ($1:1/2$ и $1:1/4$); длина воронки—отъ 3 до 5 саж., вообще такая, чтобы она пересѣкла берму, кавальеръ и окончивалась въ нѣкоторомъ разстояніи за нимъ на свободномъ отъ насыпи болотѣ. Средній объемъ воронки равенъ около 0,18—0,25 куб. саж. — Такія воронки необходимо прорывать во всѣхъ низкихъ мѣстахъ на болотѣ съ обѣихъ сторонъ канала, въ разстояніи отъ 10 до 25 саж. одна отъ другой, въ зависимости отъ условій мѣстности и водности болота; ими необходимо соединить съ каналомъ всѣ близлежащія ямы, родники (окна) и старорѣчія, и тогда часто приходится рыть воронки значительно длиннѣе, чѣмъ указано выше.

Что касается *орудій сооруженія осушительныхъ канализаціонныхъ работъ*, то главнымъ изъ нихъ является деревянная (чаще всего березовая) съ желѣзнымъ наконечникомъ лопата, такъ называемая „польская“ (см. фиг. 28).—Ею, по крайней мѣрѣ, предпочитаютъ работать лучшіе наши землекопы-канавщики изъ Могилевской, Минской, Витебской и Рязанской губ. (Рязанскаго и Спасскаго уѣздовъ). Дѣйствительно, этою лопатою лучше всего работать въ торфяныхъ, супесчаныхъ и песчаныхъ грунтахъ; въ вязкихъ же глинахъ, жирныхъ суглинкахъ, подзолистыхъ и илистыхъ грунтахъ къ этимъ лопатамъ слишкомъ сильно пристаетъ вынимаемая земля, и тогда успѣшнѣе работать крѣпкими англійскими лопатами, которыя поэтому и предпочитаются Вологодскими и Владимірскими (Меленковскаго и Гороховецкаго уу.)

землекопами, которымъ въ ихъ мѣстности чаще приходится имѣть дѣло съ подобными грунтами.

Второе необходимое орудіе—крѣпкій, большой *топоръ*, которымъ землекопу приходится вырубать пни и корни, весьма часто попадающіеся въ торфяномъ грунтѣ, особенно при работѣ на высокихъ, боровыхъ болотахъ. Иногда на такихъ болотахъ попадаются по линіи проводимаго канала въ торфѣ такой величины „корчи“, что вытящить ихъ на берегъ канала и отбросить удастся лишь силами нѣсколькихъ человѣкъ, посредствомъ крѣпкаго каната и рычаговъ, которые дѣлаются на мѣстѣ изъ сырораствующаго лѣса. — Кромѣ того, при канализаціонныхъ работахъ необходимо имѣть нѣсколько крѣпкихъ стальныхъ или желѣзныхъ съ навареннымъ сталью концомъ *ломовъ*, которые употребляются для выворачиванія большихъ камней—валуновъ, довольно часто попадающихъся на болотахъ, особенно когда выемка производится въ минеральномъ грунтѣ. Иногда нижнюю часть канала (по глубинѣ) приходится рыть въ очень крѣпкомъ, плотномъ, сцементированномъ, чаще всего окисями желѣза, песчаномъ



Фиг. 28. Польская лопата.

или глинистомъ грунтѣ, ортшейнѣ, часто залегающимъ въ качествѣ подпочвы подъ торфомъ; тогда наряду съ лопатами приходится работать ломами и даже кирками. — Въ исключительныхъ, весьма рѣдкихъ у насъ случаяхъ нужно въ цѣляхъ осушенія выше лежащихъ болотъ прокладывать часть канала въ скалистомъ грунтѣ (въ гранитахъ и т. п. горныхъ породахъ)¹⁾, тогда необходимо примѣнять взрывныя работы съ буреніемъ шпуровъ, закладкою динамитныхъ патроновъ и т. п., но такъ какъ подобныя работы въ Россіи могутъ понадобиться въ единичныхъ лишь случаяхъ, то распространяться объ нихъ въ настоящей книжкѣ излишне, тѣмъ болѣе, что по этому вопросу въ русской литературѣ имѣется прекрасный трудъ проф. Курдюмова.

Весьма часто примѣняемая финляндскими крестьянами при

¹⁾ Автору извѣстенъ такой случай при работахъ по спрямленію рѣки Перги въ Волынской губерніи.

копкѣ осушительныхъ канавъ *мотыги*, въ другихъ мѣстностяхъ Россіи для этой цѣли не примѣняются вовсе, да и работа мотыгами не представляетъ удобства, медленна и не опрытна. Употребленіе ихъ можно было бы рекомендовать лишь для проложенія первоначальныхъ кюветовъ, т. е. для снятія верхняго слоя болота на очень мокрыхъ, топкихъ торфяникахъ - трясинахъ, на коихъ при проложеніи кювета приходится работать, стоя на доскахъ, вслѣдствіе чего копать лопатами не совсѣмъ удобно.

При производствѣ всѣхъ канализаціонныхъ работъ необходимыми провѣрочными инструментами являются: *мѣрная лента* (для измѣренія ширины канала), *нескладная саженка*, раздѣленная на сотыя сажени, и *ватерпасъ*. Этотъ послѣдній инструментъ необходимъ для выноса пикетовъ, поставленныхъ первоначально по оси канала, въ сторону на берму канала, при чемъ, пользуясь ватерпасомъ и саженкою или доской, нужно пикеты на новомъ мѣстѣ ставить такъ, чтобы ихъ зарубка или поверхность, на коихъ при нивелировкѣ ставились рейки, была въ точности на томъ же горизонтѣ, на какомъ она была во время производства нивелировки, такъ какъ эти поверхности и служатъ исходными точками для провѣрки во время производства работъ надлежащей глубины выемки канала, за коей десятникъ долженъ постоянно слѣдить и провѣрять во время работы. — Что касается окончательнаго повѣрочнаго обмѣра канала при его приѣмкѣ, который обыкновенно производится послѣ окончанія всего канала или даже цѣлой группы каналовъ, то повѣрку глубины канала необходимо производить нивелировкой дна канала, начиная таковую отъ постоянного репера; непосредственное измѣреніе глубины канала рейкою или саженкою не даетъ вѣрныхъ результатовъ, такъ какъ болото вблизи канала сильно садится сейчасъ же послѣ его прорытія, и осадка эта, тѣмъ сильнѣе, чѣмъ сырѣе болото, достигая отъ 10 до 30% проектной глубины канала уже спустя 2—3 недѣли послѣ его проложенія.

Самое трудное при производствѣ осушительно-канализаціонныхъ работъ—это задавать рабочимъ правильные и посильные уроки. Величина ихъ зависитъ отъ рода грунта, водности болота, большаго или меньшаго количества въ торфѣ пней и корней или валуновъ въ минеральныхъ грунтахъ, отъ ширины и глубины канала. Вообще, можно замѣтить, что при ширинѣ

канала по верху отъ 1,50 до 2,00 саж. и глубинѣ его отъ 0,50 до до 0,75 саж. одинѣ средній землекопѣ въ день (10—11 часовъ) можетъ сработать: въ торфяномъ безъ пней, легкомъ, супесчаномъ или песчаномъ безъ валуновъ грунтахъ отъ 1,00 до 1,20 куб. саж.; въ тѣхъ же грунтахъ, но съ пнями, корнями или валунами, смотря по ихъ количеству,—отъ 0,60 до 0,90 куб. саж.; въ илистыхъ, тяжелыхъ суглинистыхъ и глинистыхъ грунтахъ—отъ 0,30 до 0,60 куб. саж.; въ каменистыхъ грунтахъ, ортшейнахъ, а равно въ сланцеватыхъ глинахъ не болѣе 0,25 куб. саж.;—если же выемку, вслѣдствіе разжиженности болота, приходится производить не лопатами, а черпаками, то производительность землекопа не больше 0,15—0,20 куб. саж. въ день.—При болѣе широкихъ и глубокихъ каналахъ, а равно при каналахъ съ двойною профилю поперечнаго сѣченія (откосы съ уступами), когда вынутую землю приходится перекидывать дважды, необходимо на откидку полагать особое количество рабочихъ, согласно нормамъ Урочнаго Положенія, или сообразно съ ними уменьшать задаваемые уроки.

в) Укрѣпленіе откосовъ и дна канала, перепады.

Довольно часто встрѣчаются болота или отдѣльные ихъ участки, на коихъ слой торфа очень незначителенъ по мощности, меньше проектной глубины канала, который отчасти долженъ копаться въ минеральномъ грунтѣ, подпочвѣ болота: иногда, при пересѣченіи каналомъ острововъ, гривъ и вообще болѣе сухихъ и высокихъ мѣстъ, выемка на всю глубину канала происходитъ въ минеральномъ грунтѣ. На такія мѣста нужно обращать особое вниманіе, изслѣдовать грунтъ и опредѣлить степень его размываемости, при данномъ углѣ наклоненія откосовъ и скорости теченія воды въ каналѣ. Если выемка производится въ глинѣ или жирномъ суглинкѣ и скорость теченія не больше 0,40 саж. въ секунду, то мѣста эти не представляютъ опасности размыва и не требуютъ укрѣпленія. Другое дѣло, если выемка происходитъ въ легкихъ, размываемыхъ грунтахъ, особенно въ пескѣ; тогда, даже при небольшой скорости теченія воды въ каналѣ (0,20—0,25 с. въ сек.), *укрѣпленіе откосовъ* необходимо и должно производиться сейчасъ же вслѣдъ за окончаніемъ земляныхъ работъ

въ данномъ мѣстѣ; при этомъ высота укрѣпленія должна быть не меньше уровня самой высокой воды въ каналѣ, а еще лучше укрѣплять откосъ на всю его высоту.

Самый лучший способъ укрѣпленія откосовъ *мощеніе камнемъ* на мху, для чего слѣдуетъ употреблять не очень крупный камень, лучше всего булыжникъ, среднимъ діаметромъ $2\frac{1}{2}$ —3 вершка. Къ сожалѣнію болшею частью на болотахъ или вблизи ихъ нѣтъ камня въ достаточномъ количествѣ, а подвозка его изъ болѣе отдаленныхъ мѣстъ дорога и на болотахъ не всегда возможна. — Хорошо также укрѣплять откосы *дернованіемъ*, укладывая по откосу дернины, величиною $1 \times 1\frac{1}{2}$ фута, въ притычку и прибывая ихъ длинными, крѣпкими колышками — спицами. — Однако укрѣплять этимъ способомъ откосы возможно не на всю ихъ высоту: нижняя часть откоса, находящаяся постоянно или хотя бы даже большую часть года подъ водою, должна быть укрѣплена *мощеніемъ* или другимъ способомъ, такъ какъ дернъ, находясь постоянно подъ водою, быстро сопрѣетъ и укрѣпленіе окажется недействительнымъ. Поэтому дернованіе слѣдуетъ производить, лишь начиная отъ черты средняго меженнаго горизонта воды въ каналѣ (это будетъ *h*, принятый при расчетѣ поперечной профили канала) и вести до верхняго края канала.

Самымъ распространеннымъ способомъ укрѣпленія откосовъ является *хворостяное укрѣпленіе*. Оно состоитъ въ слѣдующемъ: по откосамъ канала укладывается мелкій хворостъ листовенныхъ породъ, слоємъ, толщиною въ 2 вершка, и прикрѣпляется къ откосамъ фашинными канатами, перпендикулярными къ направленію канала, т. е. положенными сверху внизъ по откосу; разстояніе между этими канатами 1 аршинъ, прибываются они къ откосамъ длинными спицами; еще лучше прикрѣплять хворостъ канатами въ косую клетку, какъ показано на фигурѣ 19-ой (см. гл. 6, п. XV' и п. X, стр. 207); хворостъ нужно класть вдоль по откосу, параллельно направленію канала, комлями противъ теченія воды, такъ чтобы верхушки слѣдующаго по длинѣ ряда хвороста покрывали комли предыдущаго. — Употребляется еще часто способъ укрѣпленія *лежащими плетнями*, при которомъ длинныя хворостины или тонкія жерди забиваются у самаго откоса въ дно канала, насколько возможно глубже, перпендикулярно къ его оси; слѣдующій такой рядъ забивается въ откосъ на половинѣ или

трети его высоты (отъ дна канала), смотря по высотѣ откоса: эти жерди забиваются не вертикально, а такъ, чтобы онѣ легли по откосу. Затѣмъ жерди или хворостины переплетаются плотно хворостомъ въ параллельномъ къ каналу направленіи, или нѣсколько наискосокъ, и, наконецъ, такой плетень часто прибивается колышками къ откосамъ.—Однако этотъ способъ не весьма удовлетворителенъ: довольно часто весенними водами подобные плетни сносятся съ откосовъ, попадаютъ въ каналъ и, перегораживая его, способствуютъ образованію заносовъ и порчѣ канала.

Что касается *укрѣпленія дна канала*, то оно требуется большею частью въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ вслѣдствіе большаго уклона дна канала, котораго никакъ нельзя избѣгнуть примѣніемъ перепадовъ, можетъ развиваться теченіе больше предѣльной допустимой. Это чаще всего бываетъ вблизи устья каналовъ въ рѣчки, текуція въ крутыхъ берегахъ. Въ такихъ случаяхъ слѣдуетъ постепенно расширять къ устью каналъ, уменьшая его глубину, и дно его и откосы обязательно замостить камнемъ на мху или соломѣ, а если нѣтъ камня, то укрѣпить фашинами, какъ у перепадовъ (см. гл. 6, п. X); чтобы теченіемъ не вымывало камни мостовой, полезно въ такихъ мѣстахъ дѣлать невысокіе плетни въ косую клетку, въ разстояніи 1 арш. плетень отъ плетня.

Если уклонъ поверхности болота по линіи канала больше, чѣмъ максимальный допустимый уклонъ дна послѣдняго, то на каналѣ слѣдуетъ дѣлать *перепады*. Мѣсто ихъ опредѣляется по продольной профили канала, высота же порога каждого перепада не должна быть больше 0,50—0,60 сажени. Если каналъ у перепада на всю свою глубину идетъ въ торфяномъ грунтѣ, то порогамъ перепадовъ можно давать максимальную высоту (до 0,60 с.), если въ минеральномъ и смѣшанномъ, то высота ихъ должна быть не больше 0,30—0,40 сажени.

Порогъ перепада, а равно дно и откосы канала выше и ниже его необходимо укрѣпить деревяннымъ или фашинно-плетневымъ крѣпленіемъ (см. соответствующіе пункты въ смѣтѣ и чертежа къ нимъ). *Деревянное крѣпленіе* состоитъ въ слѣдующемъ: у самаго порога перепада забивается шпунтовый рядъ изъ бревенъ или пластинъ, толщиною въ 2½ вершка, при чемъ его необходимо продолжить въ оба берега канала на разстояніе

около 1,00 саж. отъ бровки канала съ каждой стороны, чтобы вода не могла обойти шпунтовый рядъ. Забивку пластинъ можно производить ручной бабою, но необходимо, чтобы пластины были забиты въ материкъ на глубину не менѣе 0,50 с. и вообще углубились въ грунтъ по крайней мѣрѣ на 0,66—0,75 саж. — На шпунтовый рядъ насаживается насадка изъ 4—5 вершк. бревна, въ которой вынимается четверть со стороны, обращенной вверхъ канала. Выше и ниже порога забиваются ряды свай (обыкновенно по 6 въ рядъ¹⁾) поперекъ канала), въ разстояніи 1 сажени рядъ отъ ряда; на нихъ насаживаются насадки, къ которымъ прибивается настилъ изъ пластинъ въ закрой, такъ чтобы поверхность настила совпала съ дномъ канала. Откосы его тоже обшиваются пластинами въ закрой. Такое крѣпленіе дна и откосовъ выше порога перепада нужно дѣлать на протяженіи 2—3 саж., а ниже его на разстояніи 5—7 саж., смотря по качеству грунта въ этомъ мѣстѣ и по количеству воды, которая должна проходить черезъ перепадъ. (См. гл. 6, п. IX).

При *фашинно-плетневомъ крѣпленіи перепада* роль шпунтового ряда играютъ два плетня, поставленные у порога, на разстояніи 1-го аршина одинъ отъ другого; колья въ этихъ плетняхъ должны быть забиты въ грунтъ на глубину 0,40—0,50 саж., а сами плетни опущены въ грунтъ на 0,25—0,30 с. ниже дна нижней части канала, для чего здѣсь роется котлованъ, который затѣмъ тщательно засыпается. Промежутокъ между плетнями заполняется глиною или, за неимѣніемъ ея, дерномъ и кочками, съ плотною утрамбовкою. — Эти плетни тоже необходимо вѣрзывать въ берега канала, какъ и шпунтовый рядъ. Дно канала у перепада укрѣпляется фашинами, которыя укладываются поперекъ канала выше порога въ одинъ рядъ на протяженіи 3-хъ саж., а ниже его сперва въ 2 ряда на первыхъ 3-хъ саженьяхъ и затѣмъ на слѣдующихъ 3—5 саж. въ одинъ рядъ. Фашины прибиваются ко дну крѣпкими спицами. Укрѣпленіе откосовъ выше и ниже порога перепада дѣлается на томъ же протяженіи, какъ и укрѣпленіе дна канала, такимъ же образомъ, какъ сказано выше объ укрѣпленіи откосовъ. (См. гл. 6, п. X).

¹⁾ 2 сваи въ дно канала и по 2—въ откосы.

Мосты, шлюзы, дорога-гати.

Устройство простѣйшихъ, балочной системы на сваяхъ, мостовъ на осушительныхъ каналахъ и шлюзовъ для временнаго задержанія въ нихъ стока воды достаточно ясно изъ описаній въ смѣтѣ и приложенныхъ къ нимъ чертежей (3 типа мостовъ и 2 типа шлюзовъ, гл. 6, п.п. XI, XII, XIV, XV и XVI), и поэтому здѣсь я ограничусь лишь нѣкоторыми общими замѣчаніями. †j

Сваи, служащія основаніемъ такихъ мостовъ, можно забивать ручной бабою, но непременно до отказа, т. е. до тѣхъ поръ, пока послѣ 5—6 послѣдовательныхъ ударовъ бабы свая не станетъ уходить въ грунтъ даже на $\frac{1}{4}$ вершка и верхушка ея не начнетъ размочаливаться. Для свай, насадокъ и прогоновъ нужно употреблять бревна 5—7 верш. толщиною. Послѣ забивки, верхушки свай обдѣлываются шипомъ. При забивкѣ на верхушку свай, во избѣжаніе ея раскалыванія отъ ударовъ бабы, слѣдуетъ надѣвать желѣзные кольца—*„буреля“*, которыя надѣваются на сваи въ раскаленномъ состояніи и прибиваются 3—4 гвоздями; на заостренные концы свай полезно прибивать *желѣзные башмаки*. Сваи должны забиваться непременно вертикально, для чего при ихъ забивкѣ постоянно ведется повѣрка отвѣсомъ. Сваи предварительно необходимо осмолить или, въ крайнемъ случаѣ, опалить. На шипы свай надѣваются насадки, въ нихъ врубаются въ полъ дерева прогоны и къ послѣднимъ пришивается мостовой настилъ, который по краямъ закрѣпляется прижимными брусьями, тоже изъ 5—6-вершковыхъ бревенъ. Бревна для насадокъ, прогоновъ и прижимовъ обтесываются съ 2-хъ сторонъ. Ширина отверстія моста должна быть рассчитана на пропускъ весеннихъ водъ (кромя с. маленькихъ мостовъ) по формулѣ Гангюйлле-Куттера; обыкновенно эта ширина больше на 1,00—1,50 саж., чѣмъ ширина канала по верху въ этомъ мѣстѣ. Мостовой настилъ, который чаще всего дѣлается изъ пластинъ, долженъ возвышаться надъ горизонтомъ самыхъ высокихъ весеннихъ водъ на 0,50 саж., и ни въ коемъ случаѣ не меньше, какъ на 0,33 саж. Къ мостамъ на каналахъ необходимо устраивать вѣзды съ обоихъ сторонъ; устройство ихъ такое же, какъ и дороги-гати на болотѣ, которая будетъ описана ниже.

Шпунтовый рядъ въ *шлюзахъ* болѣе солиднаго типа, для котораго употребляются 4-хъ—5-и вершковыя бревна, а равно всѣ сваи подъ панурный, сливной и водобойный полы должны обязательно забиваться съ копра. Бревна для шпунта обдѣлываются на 4 канта, съ выемкою съ одной стороны шпунта и на рубаніемъ на противоположной гребня. Всѣ остальные сваи нужно дѣлать изъ 5—6-вершковыхъ бревенъ, при забивкѣ надѣвать на нихъ желѣзные башмаки и обязательно бугеля. Прежде забивки шпунтоваго ряда забивается по обоимъ его концамъ по парѣ „маячныхъ“ свай изъ 6-верш. бревенъ; къ нимъ крѣпко пришиваются *направляющіе брусья*, такъ чтобы разстояніе между ними равнялось толщинѣ свай или пластинъ шпунтоваго ряда, которыя и должны забиваться между этими брусьями, такъ чтобы гребень каждой новой сваи входилъ полностью въ шпунтъ прежде забитой. На шпунтовые сваи надѣвается „красный брусъ“ изъ 6—7 вершк. бревна, обдѣланный на 4 канта, и въ него вдѣлываются стойки для затворовъ. Въ красномъ брусѣ и стойкахъ вынимаются четверти, въ которыя входятъ щитовые затворы шлюза. Къ красному брусу должны быть тщательно пригнаны половые настилы.

Лѣсной матерьялъ для шлюзовъ и мостовъ нужно заготовлять и подвозить къ мѣсту работъ зимою.

Всѣ эти замѣчанія относятся къ равной мѣрѣ и къ устройству шлюзовъ болѣе легкаго типа (со шпунтовымъ рядомъ изъ 2½ верш. пластинъ) съ тою лишь разницей, что въ нихъ шпунтовый рядъ и сваи можно забивать ручною бабою и, такъ какъ въ пластинахъ затруднительно вынимать шпунтъ и на рубать гребень, то онѣ обдѣлываются и забиваются въ закрой.

Устройство простѣйшаго типа *дорогъ на болотъ* состоитъ въ слѣдующемъ: прежде всего въ нужномъ направленіи провѣшиваютъ возможно прямую линію и по ней намѣчаютъ полосу, шириною 2,5—3,00 саж., въ зависимости отъ желаемой ширины дороги, проѣзжая часть коей въ первомъ случаѣ будетъ равна 4½ аршинамъ, во второмъ 6 арш.; затѣмъ съ обѣихъ сторонъ этой полосы, параллельно ей, отмѣчаютъ по полосѣ шириною 1,00—1,20 саж. подъ дорожныя канавы, которыми необходимо окапывать всякую дорогу-гать на низкомъ мѣстѣ и болотѣ, а также и въѣзды у мостовъ. Всѣ эти полосы очищаются отъ кустарника и лѣса. Поперечные размѣры дорожныхъ канавъ обыкновенно бываютъ: ширина по дну

0,20 саж., ширина по верху отъ 1,00 до 1,20 саж., глубина 0,40 — 0,50 саж. Половину всей выемки по этимъ канавамъ производятъ сейчасъ же поелѣ разбивки дороги, и вынутую землю выбрасываютъ на полосу дороги и распределяютъ по ней ровнымъ слоемъ, который получается въ 4 — 5 верш. толщиною. На этотъ слой настилаютъ лиственный хворостъ слоемъ толщиною въ 10 — 12 верш., при чемъ онъ укладывается поперекъ дороги; затѣмъ вынимаютъ остальную землю изъ канавъ, выбрасывая ее на дорогу поверхъ хвороста, и тоже разравниваютъ. Наконецъ, на этотъ слой навозятъ песку, слой коего на дорогѣ долженъ быть въ 8—10 верш. толщиною; если вблизи нѣтъ песку, то его можно замѣнить тощимъ супескомъ. Середина дороги дѣлается нѣсколько выше, вершка на 2 — 3, противъ краевъ, съ постепеннымъ къ нимъ уклономъ, дабы облегчить скатъ дождевой воды съ дороги въ канавы. Дорога утрамбовывается конною возкою песка и, послѣ этой утрамбовки и осадки болота, она обыкновенно взвышается надъ поверхностью послѣдняго на 0,40 — 0,50 сажени. По обочинамъ дороги слѣдуетъ ставить тумбы въ разстояніи одной сажени одна отъ другой. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дорога пролегаетъ по очень топкому болоту слѣдуетъ оба откоса дороги укрѣпить плетнями. Дорожные канавы должны попасть съ уклономъ къ мосту, каковой необходимо устраивать на каждой гати. (см. гл. 6, п. XIII).

Точно такъ же дѣлаются и вѣзды къ мостамъ, съ тою разницей, что высота вѣзды у моста должна быть доведена до уровня мостового настила, а въ противоположномъ концѣ постепенно сходить на нѣтъ. Вѣзды необходимо окапывать канавами и оплетать по откосамъ плетнями.

ДОПОЛНЕНІЕ 2-е

къ главѣ 2-ой, отдѣлу „Проектъ осушительныхъ работъ“.

Опредѣленіе расхода проектируемаго канала, стокъ, нормы стока.

Основными, исходными данными для опредѣленія площади живого сѣченія *A* проектируемаго осушительнаго канала, и отсюда его поперечныхъ размѣровъ, служатъ величины средней

секундной скорости теченія въ немъ воды V и секунднаго расхода воды въ каналѣ Q , ибо

$$A = \frac{Q}{V}.$$

Величина средней секундной скорости теченія V первоначально выбирается произвольно; но такъ какъ всегда желательно, чтобы площадь живого сѣченія канала A была возможно меньше, то величину для V слѣдуетъ принимать близкую къ максимальной возможной для данныхъ условій: грунта, уклона и толщины слоя отводимой каналомъ воды. Опредѣливъ затѣмъ ширину дна канала и его другіе элементы, провѣряютъ величину V по формулѣ:

$$V = C. \sqrt{R. i},$$

въ которой величина коэффиціента c вычисляется по эмпирическимъ формуламъ Гангюйлле-Куттера, Дарси-Базена или другихъ.

Величина секунднаго расхода всякаго водотока Q равняется произведенію площади его бассейна F , помноженной на „норму стока“, то есть на количество стекающей воды съ единицы поверхности этого бассейна въ 1 секунду — Z :

$$Q = F. z.$$

Площадь бассейна водотока легко опредѣляется по картѣ, особенно если предварительно произвести рекогносцировку мѣстности, и тѣмъ точнѣе, чѣмъ крупнѣе масштабъ карты и чѣмъ она детальнѣе.

Гораздо труднѣе опредѣлить для даннаго бассейна вѣрную *норму стока*. Всѣми признано, что величина рѣчного стока зависитъ, главнымъ образомъ, отъ климатическихъ условій мѣстности и болѣе всего отъ количества выпадающихъ въ ней атмосферныхъ осадковъ, и что въ зависимости отъ нихъ долженъ измѣняться въ разныхъ мѣстахъ, такъ называемый, *коэффиціентъ* или *модуль стока*, то есть отношеніе количества стекающихъ съ бассейна въ водотоки осадковъ къ количеству выпадающихъ въ томъ же бассейнѣ и въ тотъ же промежутокъ времени.

Въ настоящее время доказано, что модуль стока и для одного и того же бассейна не есть величина постоянная, какъ

это принималось раньше, но что значеніе его колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ въ разные годы и даже мѣсяцы, въ зависимости отъ количества выпавшихъ осадковъ, именно, увеличиваясь съ увеличеніемъ ихъ и обратно. Это обстоятельство еще болѣе затрудняетъ опредѣленіе правильнаго для любой мѣстности средняго максимальнаго модуля стока, которымъ можно было бы пользоваться при расчетахъ гидротехническихъ сооружений, требуя для всякаго бассейна многолѣтнихъ и точныхъ наблюденій надъ осадками и стокомъ.

Вообще, количество выпадающихъ въ мѣстности атмосферныхъ осадковъ расходуется природою тремя путями: одна часть испаряется обратно въ атмосферу, другая просачивается въ болѣе глубокіе слои почвы и третья—стекаетъ въ водотоки, отчасти по поверхности ихъ бассейновъ, отчасти, проходя по верхнему, питающему растительность слою почвы.

Раньше при расчетахъ гидротехническихъ сооружений принимали, что всѣ эти части равны, т. е. что одна треть выпадающихъ осадковъ расходуется на испареніе, треть уходитъ въ глубокіе слои почвы и, наконецъ, одна треть стекаетъ въ водотоки. Но это положеніе ни на чемъ не обосновано и слишкомъ грубо, такъ какъ испареніе и просачиваніе зависятъ отъ многихъ непостоянныхъ факторовъ, измѣняющихся какъ по времени, такъ и по мѣсту.

Такъ, количество осадковъ, расходуемое на *испареніе*, измѣняется въ зависимости отъ температуры, степени влажности воздуха, атмосфернаго давленія, силы вѣтра, рода почвы, густоты и рода покрывающей ее растительности. *Просачиваніе* же зависитъ отъ количества осадковъ, глубины залеганія грунтовыхъ водъ, рода подпочвы и материка, климата, времени года и растительнаго покрова. Отсюда видно, какъ трудно учесть количество осадковъ, расходуемыхъ на испареніе и просачиваніе, и, поэтому, для опредѣленія *величины стока* исходятъ главнымъ образомъ изъ статистическихъ данныхъ, при чемъ разные изслѣдователи въ этомъ вопросѣ пользуются различными методами, исходя изъ разныхъ положеній.

Одни, напримѣръ, Бельграндъ, изучивъ условія и количества стока въ разныхъ характерныхъ бассейнахъ, выводятъ для нихъ нормы стока и затѣмъ примѣняютъ ихъ для другихъ бассейновъ, имѣющихъ тѣ же главные признаки и свойства, не вводя въ расчеты даже количества атмосферныхъ осадковъ.

Другіе за исходную точку принимаютъ количество осадковъ, но изъ нихъ нѣкоторые, какъ Пенкъ, Келлеръ, Шрейберъ и др., не принимаютъ во вниманіе вліянія мѣстныхъ физическихъ и топографическихъ условій раіона; нѣкоторые же, какъ Ишковскій, стараются учесть вліяніе на количество стока, кромѣ количества осадковъ, еще величины бассейна и его мѣстныхъ условій: рельефа, растительнаго покрова, водопроницаемости почвы и т. п., и даже температуры (Оппоковъ).

Третья же, наконецъ, группа ученыхъ пытается вывести теорію рѣчного стока не изъ статистическихъ данныхъ, а строго математическимъ путемъ; таковы: Люгеръ, Водичка и др., но выводы ихъ очень сложны, основаны на принципахъ высшей математики и, поѣтому, здѣсь разсмотрѣны не будутъ.

*Бельграндъ*¹⁾, интересовавшійся, главнымъ образомъ, опредѣленіемъ стока высокихъ водъ, съ цѣлью получить возможность предсказывать паводки, основываетъ свои изслѣдованія на изученіи степени вліянія водопроницаемости рѣчныхъ бассейновъ на стокъ, не принимая вовсе въ расчетъ количества атмосферныхъ осадковъ, и выводитъ положенія, которыя извѣстны подъ названіемъ „положеній (законовъ) Бельгранда“. Такъ какъ ими преслѣдуется специальная цѣль (предсказываніе паводковъ), то здѣсь ограничусь приведеніемъ главныхъ основаній этихъ положеній и нѣкоторыхъ изъ нихъ, болѣе близкихъ къ нашей цѣли.

Бельграндъ дѣлитъ бассейны на *водопроницаемые и водонепроницаемые*. *Первые* сложены изъ известняковъ и песчаниковъ, покрытыхъ песками, песчанистыми почвами или нѣкоторыми мергелями. Въ нихъ просачиваніе останавливается лишь на значительной глубинѣ отъ дневной поверхности. *Вторые* сложены изъ глинъ, сланцевъ, гранитовъ, нижняго мѣла, кембрійскихъ мергелей и т. п. породъ, верхнимъ покровомъ коихъ являются глинистыя или песчанистыя почвы. Здѣсь просачиваніе вообще весьма незначительно и ограничивается преимущественно лишь верхними слоями почвы.

Внѣшніе признаки тѣхъ и другихъ бассейновъ могутъ быть сгруппированы въ слѣдующіе пять пунктовъ:

1. На водонепроницаемыхъ площадяхъ водотоки (ручьи, рѣчки) весьма многочисленны, но не имѣютъ постояннаго

¹⁾ Belgrand. La Seine. Paris. 1875.

питанія водою, часто даже не имѣютъ источниковъ въ верховіяхъ, вслѣдствіе чего иногда пересыхаютъ. На водопроницаемыхъ площадяхъ водотоковъ немного, но питаніе ихъ постоянно, и всѣ они имѣютъ источники (область источниковъ).

2. На первыхъ площадяхъ мостовъ много и съ большими отверстіями (отъ 0,15 до 0,37 саж. на каждую версту длины рѣки). На вторыхъ — мостовъ мало и отверстія ихъ незначительны (0,06 саж. и даже меньше на версту длины рѣки).

3. Паводки на первыхъ площадяхъ стремительны и не продолжительны, несутъ мутную воду. На вторыхъ — медленны и продолжительны, съ чистою водою.

4. На первыхъ площадяхъ луга встрѣчаются не только въ рѣчныхъ долинахъ, но и на сравнительно высокихъ мѣстахъ; на вторыхъ луга бываютъ лишь въ рѣчныхъ долинахъ и то въ заливныхъ частяхъ.

5. Частное отъ дѣленія поверхности бассейна въ квадр. верстахъ на длину рѣки въ верстахъ равно на первыхъ площадяхъ отъ 2 до 5 верстъ, а на вторыхъ — отъ 33 до 216 верстъ.

Вотъ нѣкоторыя изъ положеній Бельгранда относительно паводковъ, которыя могутъ заинтересовать осушителя:

1. Паводки малыхъ водотоковъ на водонепроницаемыхъ площадяхъ очень высоки, но не продолжительны: одинъ — два дня; на водопроницаемыхъ не высоки, но продолжительны: около 2-хъ недѣль и болѣе.

2. Во всякой долиנѣ съ водонепроницаемыми склонами имѣется точка, ниже коей паводки не увеличиваются.

3. Въ водонепроницаемомъ бассейнѣ большой рѣки можетъ произойти очень высокій паводокъ вслѣдствіе однократнаго выпаденія большого количества осадковъ, захватившаго даже только часть бассейна.

4. Продолжительность паводковъ въ водонепроницаемыхъ бассейнахъ увеличивается постепенно отъ истоковъ рѣки къ ея устью. На водопроницаемыхъ бассейнахъ этого явленія не наблюдается.

5. Предѣльная высота паводка на большой рѣкѣ съ водопроницаемымъ бассейномъ увеличивается сообразно съ предѣльными высотами паводковъ на каждомъ его притоцѣ съ бассейномъ такого же характера.

6. Большія паводки на рѣкахъ съ водопроницаемыми бас-

ейнами являются всегда результатомъ цѣлаго ряда метеорологическихъ явленій.

7. Рѣка, бассейнъ которой состоитъ изъ площадей того и другого типа, подчиняется другимъ положеніямъ. Но если величина площади одного какого-либо типа значительно больше, чѣмъ величина площади другого типа, то вліянія послѣдней можно не принимать во вниманіе.

Проф. А. Пенкъ¹⁾ въ своемъ знаменитомъ изслѣдованіи приходитъ къ заключенію, что *рѣчной стокъ пропорціоналенъ разности между наблюдаемымъ количествомъ осадковъ и тѣмъ ихъ количествомъ, при выпаденіи котораго стокъ прекратился бы вовсе*. Эту зависимость онъ представилъ въ видѣ уравненія:

$$A = (N - n) \cdot \gamma,$$

гдѣ A есть рѣчной стокъ, N —количество наблюдаемыхъ (годовыхъ) осадковъ, n —количество осадковъ, при коемъ не было бы уже стока и γ —постоянный для даннаго бассейна коэффициентъ. Такого же точно вида уравненіе для рѣчного стока далъ въ 1906 году и Г. Келлеръ, предлагая принять для всей средней Европы, отъ Рейна до Вислы и отъ Нѣмецкаго моря до параллели Вѣны (до Дуная), $n = 430$ мм. и $\gamma = 0,942$. Его уравненіе, поэтому, будетъ:

$$A = 0,942 (N - 430) \text{ миллиметровъ.}$$

Инж. Е. В. Оппоковъ примѣнялъ это уравненіе Келлера для бассейна верхняго Днѣпра и получилъ настолько близкія величины стока къ выведеннымъ имъ изъ непосредственныхъ вычисленій расхода этой рѣки у Кіева, что высказываетъ предположеніе о пригодности уравненія Келлера для вычисленій рѣчного стока въ западной Россіи.

Для опредѣленія средняго расхода водотоковъ, безъ предварительныхъ и продолжительныхъ наблюденій за стояніемъ въ нихъ воды, а единственно въ зависимости отъ площади бассейна, средняго годового количества осадковъ, условій рельефа, почвы и ея растительнаго покрова, *Ишковскій*²⁾ далъ

1) Е. В. Оппоковъ. Многолѣтнія колебанія рѣчного стока и атмосферныхъ осадковъ въ бассейнахъ рѣкъ. 1908, стр. 6—10.

2) Ишковскій вывелъ свои формулы и числовыя данныя на основаніи непосредственныхъ многочисленныхъ измѣреній расходовъ 14 рѣкъ отъ Одера до Днѣстра, съ бассейнами отъ 11 до 160.000 кв. верстъ.

рядъ эмпирическихъ формулъ и таблицъ, позволяющихъ, съ достаточной для практики точностью, вычислять секундный расходъ дѣйствительныхъ и проектируемыхъ водотоковъ при разныхъ горизонтахъ воды въ нихъ.

Основная его формула—для расхода при абсолютной средней водѣ въ нормальномъ году, для метрическихъ мѣръ, слѣдующая:

$$Q_m = 0,03171 \cdot C_m \cdot h \cdot F \quad (1), \text{ гдѣ}$$

Q_m — секундный расходъ въ куб. метрахъ при абсолютной средней водѣ въ нормальномъ году.

C_m — коэффициентъ, зависящій отъ рельефа мѣстности.

h — среднее годовое количество осадковъ въ метрахъ.

F — площадь бассейна въ квадратныхъ километрахъ.

Для русскихъ мѣръ, т. е., если площадь бассейна вычислена въ десятинахъ и нужно имѣть расходъ въ кубическихъ саженьяхъ (количество осадковъ же попрежнему въ метрахъ), эта формула (1) будетъ имѣть видъ:

$$Q'_m = 0,00003567 \cdot C_m \cdot h \cdot F' \quad (2), \text{ въ которой}$$

Q'_m — расходъ въ кубическихъ саженьяхъ,

F' — площадь бассейна въ десятинахъ,

остальные же обозначенія тѣ же, что и въ формулѣ 1-й.

Если площадь бассейна дана въ квадратныхъ верстахъ, то формула 1-я будетъ имѣть видъ:

$$Q'' = 0,003715 \cdot C_m \cdot h \cdot F'' \quad (2a).$$

Для другихъ горизонтовъ *Ишковскій* даетъ рядъ слѣдующихъ формулъ:

$$Q_0 = 0,2 \cdot v \cdot Q_m \quad (3) \text{— для расхода при абсолютно самомъ низкомъ горизонтѣ воды.}$$

$$Q_1 = 0,4 \cdot v \cdot Q_m \quad (4) \text{— для расхода при самомъ низкомъ нормальномъ горизонтѣ.}$$

$$Q_{2^1} = 0,7 \cdot v \cdot Q_m \quad (5) \text{— для расхода при среднемъ нормальномъ горизонтѣ.}$$

$$Q_3 = C_h \cdot m \cdot h \cdot F \quad (6) \text{— для расхода при самомъ высокомъ горизонтѣ.}$$

$$Q_4 = m \cdot (C'_h \cdot h' \cdot F' + C''_h \cdot h'' \cdot F'' + \dots) \quad (7) \text{—тоже для водотоковъ, бассейновъ коихъ состоятъ изъ частичныхъ бассейновъ, для которыхъ } h \text{ и } C_h \text{ различны.}$$

По формуламъ 3, 4 и 5 расходъ получается въ тѣхъ мѣрахъ, въ которыхъ вычислено Q_m , входящее множителемъ въ эти формулы. Остальные коэффициенты—числа отвлеченныя и остаются безъ измѣненія въ какихъ бы мѣрахъ ни опредѣлялся расходъ. Формулы 6 и 7 даны для опредѣленія расхода въ кубическихъ метрахъ при F въ квадратныхъ километрахъ; чтобы по этимъ формуламъ получить расходъ въ кубическихъ саженьяхъ, нужно въ нихъ ввести множители: 0,001125—если площадь бассейна F дана въ десятинахъ и 0,1172—если F въ квадратныхъ верстахъ. Тогда эти формулы будутъ имѣть видъ:

$$Q'_3 = 0,001125 \cdot C_h \cdot m \cdot h \cdot F' \quad (6') \text{—} F' \text{—въ десятинахъ.}$$

$$Q''_3 = 0,1172 \cdot C_h \cdot m \cdot h \cdot F'' \quad (6'') \text{—} F'' \text{—въ кв. верст.}$$

$$Q'_4 = 0,001125 \cdot m \cdot (C'_h \cdot h' \cdot F' + C''_h \cdot h'' \cdot F'' + \dots) \quad (7') \text{—для десятинъ.}$$

$$Q''_4 = 0,1172 \cdot m \cdot (C'_h \cdot h' \cdot F' + C''_h \cdot h'' \cdot F'' + \dots) \quad (7'') \text{—для квадр. верстъ.}$$

Въ приведенныхъ здѣсь эмпирическихъ формулахъ, кромѣ поясненныхъ раньше, встрѣчаются еще слѣдующіе коэффициенты, для которыхъ *Ишковскій* далъ таблицы, ниже приводимыя:

C_h —коэффициентъ, зависящій отъ рельефа и рода почвы.
 m —коэффициентъ, зависящій отъ площади бассейна водотока.

v —коэффициентъ, зависящій отъ растительнаго покрова, площади бассейна и его рельефа.

Примѣчаніе. При вычисленіяхъ расхода въ кубическихъ саженьяхъ, если площадь бассейна опредѣлена въ квадратныхъ верстахъ, значеніе для коэффициента m можно

1) По форм. 5-ой *Ишковскій* рекомендуетъ опредѣлять расходъ рѣки при расчетахъ водяныхъ двигателей.

брать прямо изъ таблицы 3-й, если же площадь дана въ десятинахъ, нужно брать для m числовое значеніе, соответствующее $\frac{1}{100}$ площади бассейна.

ТАБЛИЦЫ ИШКОВСКАГО.

I.

Роды почвъ.

I. Почва воздѣланная, водопроницаемая, покрытая растительностью.

II. Среднія условія.

III. Почва мало водопроницаемая, со слабою растительностью.

IV. Почва водонепроницаемая, мерзлая, безъ растительности.

II.

Значенія коэффициентовъ C_m и C_h .

РЕЛЬЕФЪ и ПОЧВА.	C_m	C_h			
		I.	II.	III.	IV.
Болота и низины	0,20	0,017	0,030	—	—
Плоскія низменности	0,25	0,025	0,040	—	—
Отчасти низменность, отчасти холмы.	0,30	0,030	0,055	—	—
Волнистый рельефъ, склоны холмовъ пологіе.	0,35	0,035	0,070	0,125	—
Отчасти гористый, отчасти волнистый рельефъ, или склоны холмовъ крутые . . .	0,40	0,040	0,082	0,155	0,400

III.

Значеніе коэффиціента m для разныхъ F .

F	m	F	m	F	m	F	m	F	m	Примеч.
До 1	10	150	7,10	1000	4,70	5000	3,125	100000	2,050	Коэффициентъ m слѣдуетъ брать для всего бассейна, подлѣк. разсчету.
„ 10	9,5	200	6,87	1200	4,515	6000	3,103	150000	1,725	
„ 20	9,0	250	6,70	1400	4,320	7000	3,082	200000	1,350	
„ 30	8,5	300	6,55	1600	4,145	8000	3,060	250000	1,000	
„ 40	8,23	350	6,37	1800	3,960	9000	3,038			
„ 50	7,95	400	6,22	2000	3,775	10000	3,017			
„ 60	7,75	500	5,90	2500	3,613	20000	2,909			
„ 70	7,60	600	5,60	3000	3,450	30000	2,801			
„ 80	7,50	700	5,35	3500	3,350	40000	2,693			
„ 90	7,43	800	5,12	4000	3,250	50000	2,575			
„ 100	7,40	900	4,90	4500	3,200	60000	2,470			

IV.

Коэффициентъ v .

1. Для бассейновъ отъ 175 до 175000 кв. верстъ или, вообще, больше 1800 десятинъ (200 — 2000 кв. километр.), при среднихъ почвенныхъ условіяхъ:

а) нормальный растительный покровъ. . . . $v=1,0$.

б) почва водопроницаемая $v=0,4$ до $0,8$,
въ среднемъ $0,6$.

в) почва водонепроницаемая:

низменности $v=1,0$.

волнистый рельефъ, въ зависимости отъ раститель-

ности $v=0,8$ до $0,5$.

2. Для бассейновъ меньшихъ 175 кв. верстъ (200 кв. километр.) при хорошемъ растительномъ покровѣ къ приведеннымъ выше значеніямъ γ нужно прибавить 25%, при плохомъ растительномъ покровѣ отнять 25%.

Примѣненіе таблицъ Ишковскаго для вычисленія Q_3

1. Для почвъ первой категоріи:

При F большемъ 3500 кв. верстъ нужно брать для C_h значеніе изъ графы I.

При F отъ 900 до 3500 кв. верстъ—для C_h — среднія значенія изъ графъ I и II.

При F меньшемъ 900 кв. верстъ—для C_h — изъ графы II.

2. Для почвъ второй категоріи:

При F большемъ 900 кв. верстъ нужно брать для C_h изъ графы II.

При F отъ 125 до 900 кв. верстъ—для C_h — среднія изъ графъ II и III.

При F меньшемъ 125 кв. верстъ— C_h — изъ графы III.

3. Для почвъ третьей категоріи:

При F отъ 250 до 4500 кв. верстъ— C_h — изъ графы III.

При F отъ 45 до 250 кв. верстъ— C_h — среднія изъ графъ III и IV.

При F меньшемъ 45 кв. верстъ— C_h — изъ графы IV.

При F большемъ 4500 кв. верстъ— C_h — изъ графы II.

4. Для почвъ четвертой категоріи:

При F до 250 кв. верстъ— C_h — изъ графы IV'; для болѣе обширныхъ бассейновъ — C_h — то же, что и для почвъ третьей категоріи.

Прим. Методъ Ишковскаго подробно изложенъ въ сочиненіи I. Рихтера: „Roboty wodne“, t. 1, p. 153—160.

При проектированіи осушительныхъ каналовъ нужно производить расчеты живыхъ сѣченій, принимая норму стока, высчитанную для того мѣсяца въ году, когда средній стокъ въ данной мѣстности наибольшій; нѣкоторые специалисты предлагают исходить при этомъ изъ количества осадковъ, выпадающихъ во время ливня или продолжительнаго сильного дождя.

Къ сожалѣнію у насъ величина средняго максимальнаго стока опредѣлена лишь для весьма немногихъ рѣчныхъ бассейновъ: такъ, по даннымъ Е. Гейнца средній максимальный мѣсячный стокъ (въ мартѣ) въ бассейнѣ верхней Оки равенъ 58,4 миллим., исключительно большой (въ 1897 г.)—102 мм. и максимальный, выведенный изъ данныхъ за 5 лѣтъ, самыхъ обильныхъ осадками, равенъ 80 мм.; инж. Е. Оппоковъ для громаднаго бассейна верхняго Днѣпра даетъ величины максимальнаго мѣсячнаго (мартъ, апрѣль) стока: средняго 34 мм., максим. за три самыхъ мокрыхъ года—67 мм. и исключительнаго (1877 г.)—93 мм.; для бассейна нижней Оки (отъ Рязани) и въ частности р. Клязьмы изъ 10-лѣтнихъ наблюдений авторомъ выведены величины стока въ апрѣль: 60 мм. для средняго максимальнаго и 85 мм.—за 4 самыхъ мочливыхъ года ¹⁾).

А. Фридрихъ ²⁾ для опредѣленія нормы стока разсуждаетъ слѣдующимъ образомъ: „такъ какъ весною необходимо возможно быстрѣе удалять воду съ полей, то для ровныхъ поверхностей слѣдуетъ принимать, что слой ливневой и весенней воды, толщиною въ 100 мм. долженъ быть удаленъ въ 14 дней. Допустимъ, что изъ этого количества, вслѣдствіе низкой температуры въ весеннее время ничего не испарится и что вслѣдствіе водонепроницаемости грунта ³⁾ не будетъ также и поглощенія воды почвою (просачиванія). Тогда на гектаръ получимъ воды: $100 \times 100 \times 0,1 = 1000$ куб. метровъ. При 14-дневной (или 1209600 секундъ) продолжительности отвода этой воды получимъ секунднй стокъ съ 1-го гектара:

$$Q = \frac{1000 \times 1000}{1209600} = 0,82 \text{ литра"},$$

или 0,00961 куб. саж. съ 1-й квад. версты.

„Лѣтомъ бываютъ проливные дожди интенсивностью до 4 мм. въ часъ, продолжающіеся сутки, и такіе дожди даютъ наибольшее повышение воды. При такомъ ливнѣ на гектаръ получается 960 куб. метровъ, или слой воды высотой въ 96

¹⁾ Работа по вычисленію весенняго стока еще не совсѣмъ окончена и поэтому пока не смѣю настаивать на дѣйствительной максимальной приточимыхъ величинѣ стока.

²⁾ А. Friedrich. Kulturtechnischer Wasserbau. В. I. 1906.

³⁾ Таковымъ слѣдуетъ считать насыщенную водою болотную почву (прим. авт.).

мм.—Но въ лѣтнее время выпавшіе осадки не могутъ лежать 24 часа безъ испаренія и поглощенія, и для равнинной мѣстности можно принять, что около 40% выпавшей воды уходитъ на испареніе и поглощеніе почвою; тогда стечетъ съ поверхности земли 60% всего количества, или $\frac{960 \times 60}{100} = 576$ куб. метровъ. Но лѣтомъ необходимо принять болѣе короткій срокъ отвода воды, а именно одну недѣлю (604800 секундъ), и тогда секундный расходъ съ гектара (норма стока) будетъ равенъ: $Q = \frac{576 \cdot 1000}{604800} = 0,95$ литра. Эта величина стока, округленная до 1 литра въ секунду съ гектара, и будетъ *максимальной нормою стока* ¹⁾.

Такъ какъ для луговъ время отвода весною воды можетъ быть увеличено до 3-хъ недѣль, то количество удаляемой воды въ секунду съ гектара можетъ быть уменьшено до 0,60 литра, или 0,00703 куб. сажени съ 1-й квадр. версты.“

Другой нѣмецкій специалистъ Людеке для Познани предлагаетъ гораздо меньшую норму стока, а именно 0,40 литра въ секунду съ гектара, или 0,00467 куб. саж. съ квадр. версты.

Техники б. Западной экспедиции по осуш. болотъ при вычисленіи нормы стока принимали, что $\frac{1}{3}$ максимальнаго количества мѣсячныхъ осадковъ должна быть удалена каналомъ въ 30 дней. При максимальномъ мѣсячномъ количествѣ осадковъ для западнаго и средняго Полѣсія, равномъ 114 мм., получалась норма: $\frac{0,114 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1000}{3 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 100} = 0,15$ литра съ гектара или 0,00172 куб. саж. съ 1-й квадратной версты.

Инженеръ Е. В. Оппоковъ для максимальнаго стока въ бассейнѣ верхняго Днѣпра (67 мм.) находитъ норму: $\frac{0,067 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1000}{30 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 100} = 0,252$ литра съ гектара, или 0,00302 куб. саж. съ 1-ой кв. версты.

Увеличивъ ее до 0,30 литра съ гектара, что равно 0,00352 куб. саж. съ 1 кв. версты, онъ совѣтуетъ принимать въ этомъ бассейнѣ за норму стока при расчетахъ каналовъ съ водосборомъ меньше 400 кв. верстъ. Для большихъ водосборовъ, въ коихъ болота занимаютъ не болѣе 10% всей площади, онъ предлагаетъ норму стока, равную 0,13 литра съ гектара или

¹⁾ Всѣ эти разсужденія относятся къ полевой культурѣ на болотѣ (прим. авт.).

0,00154 куб. саж. съ 1 кв. версты, полученную, исходя изъ средняго весенняго стока, равнаго въ этой мѣстности 34 мм.

Примѣняя этотъ же методъ вычисленій, получаемъ слѣдующія нормы весенняго стока: *въ бассейнѣ верхней Оки*— для большихъ водосборовъ 0,22 секундолитра съ гектара, или 0,00262 куб. саж. съ кв. версты, и для малыхъ—0,31 сек. литра съ гект., то есть 0,00362 куб. саж. съ кв. версты; *для бассейна нижней Оки* и Клязьмы соответствующія нормы будутъ: 0,23 сек. литра (0,00271 куб. саж.) и 0,33 сек. литра (0,00384 куб. саж. съ кв. версты ¹⁾).

Изъ формулъ Ишковскаго для расчета осушительныхъ каналовъ—самая подходящая формула, дающая расходъ при самомъ высокомъ горизонтѣ водъ, т. е.

$Q_z = C_h \cdot m \cdot h \cdot F$ куб. метровъ; F —въ кв. километр., или

$Q_z' = 0,1172 C_h \cdot m \cdot F'$ куб. саж., гдѣ F' въ квадр. верст.

Если принять $h = 560$ мм. ¹⁾ $= 0,56$ м., то для различныхъ по площади низинныхъ съ болотами бассейновъ получимъ слѣдующія нормы наибольшаго стока (здѣсь C_h слѣдуетъ принимать равнымъ 0,017; норма стока равна Q/F):

Площадь бассейна, кв. верстъ.	По форм. Ишков. $Q/F = C_h \cdot m \cdot h$. Литр. на гектаръ.	Куб. саж. въ секунду на кв. версту.	По форм. Ишковскаго $Q/F = 0,03171 C_m \cdot h$, при $C_m = 0,20$. Литр. на гектаръ.	Среднее ариѳм. изъ данныхъ этихъ двухъ формулъ. Литр. на гектаръ.
10	0,91	0,01060	} 0,036	0,47
50	0,76	0,00887		0,40
100	0,70	0,00826		0,37
500	0,56	0,00658		0,30
1000	0,45	0,00524		0,24
10000	0,29	0,00337		0,16
100000	0,20	0,00229		0,12

¹⁾ При переходѣ отъ метрическихъ мѣръ къ русскимъ я принималъ: 1 саж.=2,13356 метр., 1 куб. метръ = 1000 литровъ = 0,10296 куб. саж.; 1 гектаръ = 0,9153 десятины = 0,008787 кв. версты; отсюда, чтобы перейти отъ литровъ на 1 гектаръ къ куб. саж. на 1 десятину, нужно число литровъ помножить на 0,0001125, а къ куб. саж. на 1 кв. версту — на 0,01172.—1 мм. осадковъ на 1 кв. версту даетъ 117.175 куб. саж. воды.

²⁾ Цифра, очень близкая къ многолѣтней средней осадковъ для Европейской Россіи за исключеніемъ ея окраинъ: крайняго Сѣвера, губерніи къ востоку отъ нижней Волги и Кавказа.

Для наглядности сведемъ въ одну таблицу всѣ рассмотрѣнныя здѣсь нормы стока, въ литрахъ на гектаръ.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА

нормъ наибольшаго стока въ литрахъ на гектаръ.

Фридрихъ, Вост. Германія.	Людеке, Познань.	Басс. верхн. Днѣпра.		Бассейнъ верхней Оки.	Басс. нижней Оки.	Ишковскій для 560 мм. годовыхъ.			
		Западн. экспедиц по ос. бол.	Оппоковъ.			По формуль Qз.	Среднія изъ формуль Qз и Qм.		
				Гейнцъ.	Піотров- скій.				
Ливень (поле) 0,95—1,00	0,40	0,15	Малая водосборная площадьъ.						
			0,30	0,31	0,33	отъ	до	отъ	до
						0,76	0,91	0,40	0,47
						Средн. водосб. площ.			
Весен. воды (поле) 0,82	0,40	0,15	0,30	0,31	0,33	0,56	0,70	0,30	0,37
						Большая водосборная площадьъ.			
Весен. воды (лугъ) 0,60			0,13	0,22	0,23	0,20	0,45	0,12	0,24

Изъ этой таблицы видимъ, что нормы стока, рекомендуемыя Фридрихомъ, превышаютъ въ 2—4 раза нормы Оппокова и и другія, выведенныя для бассейновъ русскихъ рѣкъ, но это такъ и должно быть по слѣдующимъ причинамъ: 1) Фридрихъ

даетъ нормы для восточной Германіи, гдѣ выпадаетъ значительно большее количество осадковъ, чѣмъ въ указанныхъ выше русскихъ бассейнахъ ¹⁾, 2) онъ принимаетъ гораздо меньшій срокъ для отвода воды (7 до 21 дня вмѣсто принимаемыхъ въ Россіи 30 дней), 3) даетъ нормы только для очень небольшихъ водосборовъ и 4) имѣетъ въ виду полное осушеніе и дальнѣйшую культуру болотъ, а не одну лишь канализацію, какъ это до сихъ поръ ведется у насъ.

Нормы стока, выведенныя по формулѣ Ишковскаго для Q_3 , очень близки при малыхъ бассейнахъ къ нормамъ Фридриха и значительно больше русскихъ нормъ; гораздо ближе къ послѣднимъ величины нормъ, высчитанныхъ, какъ среднія ариѳметическія изъ чиселъ, полученныхъ по формуламъ его для Q_3 и Q_m .

Въ заключеніе замѣчу, что у насъ для боковыхъ каналовъ 1-го порядка, пролегающихъ по болоту, при длинѣ ихъ не больше 15 — 20 верстъ, можно довольно близко къ дѣйствительному, предопредѣлить расходъ по одной длинѣ канала, считая, что на каждую погонную версту его протяженія расходъ равенъ—0,000366 куб. саж., такъ какъ замѣчено, что осушительное дѣйствіе такихъ каналовъ простирается максимумъ на 200—250 саж. въ обѣ стороны, то есть, что погонная верста канала соответствуетъ одной квадратной верстѣ его водосбора.

ДОПОЛНЕНИЕ 3-е.

Способъ употребленія таблицъ нвадратовъ и квадратныхъ корней.

Въ этихъ таблицахъ въ первой слѣва вертикальной графѣ каждой страницы помѣщены десятки, а въ первой горизонтальной — единицы чиселъ, которыя возводятся въ квадратъ или изъ коихъ извлекается квадратный корень, въ остальныхъ

¹⁾ По табл. Гельмана Франціуса и Зонне (H. Franzius u. Sonne-Wasserbau. 1883). Максимальныя количества осадковъ выведены среднія по наблюденіямъ на 13 станціяхъ въ Помераніи, Познани, Пруссіи и Силезіи за время отъ 23 до 64 лѣтъ и составляютъ: за годъ 1345 мм., за 1 весенній мѣсяць 94 мм. и за 1 мѣс. (іюль, августъ) лѣтомъ 197 мм.

10 вертикальныхъ столбцахъ—соотвѣтствующіе имъ квадраты или квадратные корни. Поясимъ это на примѣрахъ.

1. *Требуется найти 2847^2 .* Ищемъ въ первой вертикальной графѣ таблицы квадратовъ число 284 и изъ его горизонтальной строчки выписываемъ 8-е число, стоящее въ вертикальномъ столбцѣ подѣ цифрой 7 въ первой горизонтальной графѣ этой страницы, именно число 8105409, — это и будетъ квадратъ числа 2847.

Если нужно возвести въ квадратъ десятичную дробь, то находимъ въ таблицѣ квадратъ этого числа, какъ будто бы оно было цѣлымъ, и затѣмъ въ найденномъ числѣ отдѣляемъ въ десятичную дробь справа налѣво дважды столько цифръ, сколько ихъ было въ данномъ числѣ. Напр.: $2,847^2$; $2847^2 = 8105409$, въ послѣднемъ числѣ отдѣляемъ 6 цифръ въ десятичную дробь, получится 8,105409; это и есть квадратъ 2,847.

2. *Найти $\sqrt{2847}$.* Ищемъ въ первой вертикальной графѣ таблицы квадратныхъ корней число 284 и беремъ 8-е число этой же горизонтальной строчки, т. е. стоящее въ столбцѣ подѣ цифрой 7, получимъ 53,3573. Это и есть квадр. корень изъ 2847 съ точностью до 0,0001.

Если нужно извлечь квадр. корень изъ десятичной дроби, то если число десятичныхъ знаковъ четное, то находимъ въ таблицѣ квадр. корень, какъ будто это число цѣлое и переносимъ запятую влѣво на половинное число десятичныхъ знаковъ даннаго числа. Напр.: $\sqrt{0,2847}$; находимъ: $\sqrt{2847} = 53,3573$ и переносимъ въ немъ запятую влѣво на 2 знака, получится 0,533573. Это и будетъ $\sqrt{0,2847}$.

Если же число десятичныхъ знаковъ нечетное, то приписываемъ къ нему справа 0 (нуль) и поступаемъ, какъ выше. Напр.: $\sqrt{0,284}$; онъ, конечно, равенъ $\sqrt{0,2840}$; въ таблицѣ находимъ: $\sqrt{2840} = 53,2917$, переносимъ запятую на два знака влѣво, получится 0,532917. Это и будетъ $\sqrt{0,284}$.

Если требуется найти квадратъ или извлечь кв. корень изъ числа, непомѣщеннаго въ таблицахъ, то нужно примѣнять интерполированіе. Поясимъ на примѣрахъ.

1. *Найти 5324^2 .* По непосредственному вычисленію $5324^2 = 28344976$. Чтобы найти 5324^2 , пользуясь таблицей квадратовъ, поступаемъ такъ: находимъ сперва 5320^2 , это

все равно, что $532^2 \times 10^2$; въ таблицѣ— $532^2 = 283024$, вслѣдствіе чего $5320^2 = 28302400$. Затѣмъ точно также находимъ $5330^2 = 28408900$; разница $5330^2 - 5320^2 = 10650$, то есть на 10 единицъ числа возводимаго въ квадратъ. Такъ какъ намъ дано число 5324, большее на 4 единицы 5320, то полученную разность 10650 дѣлимъ на 10 и умножаемъ на 4, получится: $\frac{10650 \times 4}{10} = 42600$; прибавивъ это послѣднее число къ 28302400, т. е. къ 5320^2 , получимъ квадратъ 5324, найденный интерполированіемъ, а именно: $28302400 + 42600 = 28345000$, т. е. только на 24 больше дѣйствительнаго квадрата 5324. Величина ошибки равна $\frac{24 \times 100}{28344976} = 0,0001\%$.

2. Найдти $\sqrt{5735}$. По вычисленію онъ равенъ 75,7298. По таблицѣ кв. корней интерполированіемъ найдемъ его такъ: $\sqrt{5700}^1) = 10 \cdot \sqrt{57}$; по табл. $\sqrt{57} = 7,5498$, или $\sqrt{5700} = 75,498$; $\sqrt{5800} = 10 \cdot \sqrt{58} = 76,158$; разница между этими числами, т. е. на 100 подкоренныхъ чиселъ, равна: $76,158 - 75,498 = 0,660$. Данное число 5735 больше 5700 на 35; дѣлимъ найденную разность на 100 и множимъ на 35, получается: $\frac{0,660 \times 35}{100} = 0,231$; прибавимъ его къ 75,498, получимъ 75,729; это число разнится отъ дѣйствительнаго $\sqrt{5735}$ лишь на 0,0008, т. е. немного больше, чѣмъ на его 0,0001%.

Такія незначительныя ошибки для нашихъ цѣлей, т. е. для расчета размѣровъ осушительныхъ каналовъ и количества земляныхъ работъ, не имѣютъ никакого значеніе, какъ видно изъ слѣдующихъ примѣровъ:

1. Таблицы квадратовъ нужны для вычисленія объемовъ земляныхъ работъ по формулѣ инж. Мурзо (см. гл. пятую), а именно для вычисленія ея части: $\left(\frac{H+H_1}{2} + c\right)^2 - c^2$, остальная часть формулы находится прямо по таблицѣ поправокъ. Для примѣра возьмемъ большой и глубокой каналъ, въ которомъ: $H = 1,55$ с., $H_1 = 1,26$ с., $a = 4,20$ с., $n = \cotg \varphi = 1$, тогда: $\left(\frac{H+H_1}{2} + c\right)^2 = \left(\frac{1,55+1,26}{2} + \frac{4,2}{2}\right)^2 = 3,505^2$. Дѣйствительный квадратъ 3,505 по вычисленію равенъ 12,285025. а по таблицѣ,

¹⁾ При нахожденіи кв. корня интерполированіемъ по таблицѣ изъ 4-хъ или 5-ти значаго числа нужно замѣнять нулями двѣ послѣднія его цифры.

интерполируя: $3,505^2 = 3,500^2 + \frac{(3,510^2 - 3,500^2) \times 5}{10} = 12,2856$
 т. е. больше дѣйствительнаго на 0,000025, что вліянія на кубатуру не окажетъ.

2. Таблица квадр. корней нужна для вычисленій средней скорости движенія воды v , въ формулы коей входятъ: \sqrt{i} , $\sqrt{R.i}$. Такъ какъ R въ осуш. каналахъ почти всегда меньше 1 саж. и выражается съ достаточной точностью тремя десятичными знаками, т. е. до 0,001, а i въ предѣлахъ от 0,0001 до 0,0010 съ точностью до 0,000001, то для всякихъ величинъ R и i найдемъ въ таблицѣ точные ихъ кв. корни. Но для нѣкоторыхъ $R.i$ значеній можетъ не оказаться и тогда нужно прибѣгать къ интерполированію. Пусть $R = 0,47$, $i = 0,00095$, тогда: $\sqrt{R.i} = \sqrt{0,47 \times 0,00095} = \sqrt{0,0004465}$. Кв. корня изъ такого числа въ таблицѣ нѣтъ, дѣйствительная его величина равна 0,0211305. По таблицамъ находимъ $\sqrt{0,000446} = 0,0211187$ и $\sqrt{0,000447} = 0,0211424$, откуда интерполируя, получаемъ: $\sqrt{0,00044650} = 0,02113055$, т. е. на 0,00000005 больше, что, конечно, не будетъ имѣть сколько-нибудь замѣтнаго вліянія на величину v .

или по даннымъ трехлѣтней практики лѣсной кондукторъ поукрѣпленію песковъ и овраговъ въ Воронежской губерніи А. С. Тихоновъ Съ 34 чертеж. Спб. 1906 г. Ц. 50 к.

Травяные поля, луга и пастбища Озерной

области. Чтенія по травосѣянію для мелкихъ земледѣльцевъ, крестьянъ, хуторянъ и отрубщиковъ С.-Петербургской, Новгородской, Псковской и Олонецкой губерній. Сост. зем. агрономъ В. Г. Допцельмайръ. Съ 96 рис. и 12 таблицами въ текстѣ. Спб. 1910 г. Ц. 90 к.

Учебникъ агрономіи. Пособіе для учащихся въ высшихъ учебныхъ заведеніяхъ и для самообразованія. Состав. проф. С. М. Богдановъ. Часть I. Земледѣліе. Съ 368 рис. въ текстѣ. Спб. 1909 г. Цѣна 2 р. 75 к., въ перепл. 3 р. 50 к. — Часть II. Скотоводство. Съ 270 рис. въ текстѣ. Спб. 1910 г. Ц. 2 р. 50 к., въ перепл. 3 р. 25 к. Часть III. Сельско-хозяйственная экономія. Съ 16 рисунками въ текстѣ. Спб. 1911 г. Цѣна 2 р. 50 к., въ перепл. 3 р. 25 коп.

Элементарный курсъ общаго земледѣлія.

Составилъ В. Н. Варгинъ, преподаватель Красноуфимскаго промышленнаго училища. Вып. I. Питаніе и размноженіе растений. Съ 10-ю рис. въ текстѣ. Изд. 3-е. Ц. 25 к. Вып. II. Почвовѣдѣніе. Съ 14-ю рис. въ текстѣ. Изд. 4-е. Ц. 25 к. Вып. III. Удобреніе. Съ 3-мя рис. въ текстѣ. Изд. 4-е. Ц. 45 к. Вып. IV. Орудія для обработки почвы. Съ 160-ю рис. въ текстѣ. Изд. 3-е. Ц. 45 к. Вып. V. Отдѣльные приемы обработки почвы. 3-е изд. Съ 3-мя рис. въ текстѣ. Ц. 40 к. Вып. VI. О сѣменахъ и посѣвѣ. Съ 131 рис. въ текстѣ. Изд. 2-е. Ц. 80 к. Вып. VII. Вредныя вліянія, которымъ подвергаются растенія во время произрастанія. Изд. 2-е. Съ 92 рис. Ц. 60 к. Спб. 1906—1913 г.

Основы частнаго земледѣлія. Историческое теоретическое введеніе въ изученіе частнаго земледѣлія. Составилъ Т. В. Локоть, б. профессоръ Ново-Александр. Сел.-Хоз. Института. Спб. 1910 г. Цѣна 3 р., въ перепл. 3 р. 75 к.

Рациональная обработка почвы по Кемпбелю,

какъ основа урожайности (земледѣліе засушливыхъ областей). Составлено по новѣйшимъ практическимъ даннымъ Н. W. Campbell'a (Линкольнъ, штатъ Небраска), редакторомъ „Земледѣльческой и Садовой газеты“ въ Мильвоокѣ, штатъ Висконсинъ, Ф. Ф. Метнерсомъ. Сокращ. и исправл. перев. со II-го нѣм. изд. съ примѣч. и дополнен. „О русскомъ сухомъ земледѣліи“ учен. агрономъ И. В. Сладковскаго. Съ 37 рис. въ текстѣ. Спб. 1909 г. Цѣна 1 р. 75 к., въ перепл. 2 р. 25 к.

Результаты агрономической химіи. Сжатый обзоръ необходимыхъ для практики свѣдѣній въ популярномъ изложеніи для учащихся и сельскихъ хозяевъ. Соч. проф. А. Майеръ, перев. съ нѣм. Г. Селиберъ, подъ ред. прив.-доц. Спб. унив. Н. П. Адамова. Съ 28 рис. Спб. 1904 г. Цѣна 2 р. 25 к., въ перепл. 2 р. 75 к.

Почвовѣдѣніе. Соч. К. Д. Глинка, проф. Ново-Александрійск.

Объ удобреніи почвы. Общедоступное руководство для крестьянъ и сельскихъ плетъ. Сост. акад.

Зеленое удобрение или сидерация.

Руководство къ учению объ удобреніи.

Почвы черноземной области Россіи, ихъ происхожденіе, составъ и свойства. Часть 1.

Основные приемы повышения урожаевъ при помощи рациональной культуры полей.

Сельско-хозяйственная архитектура. Руководство

Земледѣльческія машины и орудія. Сост. К. К. Ве-
селовъ. I. Издуге